

REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT
SHKOLLA E DOKTORATURËS NË INXHINIERI NDËRTIMI

Doktoraturë në “Inxhinieri Ndërtimi”

**“STUDIMI I SJELLJES SË ANKERAVE
METALIK NËN EFEKTIN E VEPRIMEVE
CIKLIKE”**

Udhëheqës:

Prof.Asoc.Fisnik KADIU

Kandidat:

Msc.Ing.Mentor Ë. BALILAJ

Tiranë 2015



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT
SHKOLLA E DOKTORATURËS NË INXHINIERI NDËRTIMI

Doktoraturë në “Inxhinieri Ndërtimi”

**“STUDIMI I SJELLJES SË ANKERAVE
METALIK NËN EFEKTIN E VEPRIMEVE
CIKLIKE”**

Udhëheqës:

Prof.Asoc.Fisnik KADIU

Kandidat:

Msc.Ing.Mentor BALILAJ

Tiranë 2015



Doktoraturë në “Inxhinieri Ndërtimi”

**“STUDIMI I SJELLJES SË ANKERAVE
METALIK NËN EFEKTIN E VEPRIMEVE
CIKLIKE”**

Juria për mbrojtjen e doktoraturës

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| 1. Prof. Niko POJANI | Kryetar & Oponent |
| 2. Prof.Asoc.Elfrida ALLIU | Anëtar |
| 3. Prof. Sulejman XHELEPI | Anëtar & Oponent |
| 4. Prof. Shpetim LEKA | Anëtar |
| 5. Prof.Asoc. Hasan JAHO | Anëtar |

Kandidat: Msc.Ing.Mentor BALILAJ

Dedikim

Me vlerësim e dashuri, për familjen time;

Afi, Bora, Ismo & Erdet.

PËRMBAJTJA

Parathënie	1
Hyrje	2
Organizimi i doktoraturës	4
KAPITULLI I	5
1 – Formulimi i problemit	5
1.1 – Materiali bazë	6
1.1.1 – Betoni	6
1.1.1.1 Vetitë mekanike të betoneve	7
1.2 – Ankerat	14
1.2.1 Parimet e funksionimit të ankerave	15
1.2.2 Çeliku i ankerave	17
KAPITULLI II	21
2 – Klasifikimi i ankerave	21
2.1 – Ankerat mekanikë	21
2.1.1 Ankerat me zgjerim	21
2.1.1.1 Ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit (përdredhje të kontrolluar e dados së montimit)	21
2.1.1.2 Ankerat me deformim të kontrolluar	22
2.1.2 Ankerat me kokë të montuar para betonimit	23
2.2 – Ankerat kimike	24
2.3 – Ankerat plastike	25
KAPITULLI III	27
3 – Procedurat e instalimit të ankerave	27
3.1– Vrimat	27
3.1.1 Realizimi i vrimave	27
3.1.2 Lagështia e vrimës	28
3.1.2.1 Efekte në rezistencën e materialit bazë	29
3.1.3 Ashpërsia e vrimës së instalimit	29
3.1.3.1 Ndikimi i ashpërsisë së vrimës së instalimit në ankerat mekanike	29
3.1.3.2 Ndikimi i ashpërsisë së vrimës së instalimit në ankerat kimikë	29
3.1.4 Ndryshimet e diametrit të vrimës së instalimit	30
3.1.4.1 Ndikimi i diametrit të vrimës së instalimit në ankerat mekanike	30
3.1.4.2 Ndikimi i diametrit të vrimës së instalimit në ankerat kimike	30
3.1.5 Pingultësia e vrimës së instalimit	30
3.1.6 Pastrimi i vrimës së instalimit	31
3.1.6.1 Pastrimi i vrimës së instalimit në ankerat mekanike	31
3.1.6.2 Pastrimi i vrimës së instalimit në ankerat kimike	31
3.2 – Instalimi i ankerit	32
3.2.1 Thellësia e instalimit të ankerit	32
3.2.2 Seti dinamik	33
3.3 – "Shtrëngimi" i nevojshëm për aktivizimin e sistemit ankerues	35
3.3.1 Sjellja e ankerave nga prerja, dhe ndikimi i "shtrëngimit"	36

3.3.2 "Shtrëngimi" i pamjaftueshëm i ankerave	36
3.3.2.1 Çifti i forcave ("shtrëngimi") i pamjaftueshëm	37
3.3.2.2 Çifti i forcave ("shtrëngimi") i tepërt	37
3.3.2.3 Humbja e "shtrëngimit" me kalimin e kohës	38
3.4 – Raste të veçanta	38
3.4.1 Distanca nga skaji	38
KAPITULLI IV	41
4 – Sjellja forcë-zhvendosje e ankerave	41
4.1 – Tipologjitë e shkatërrimit të ankerave	41
4.1.1 Shkatërrimi nga tërheqja	42
4.1.1.1 Aftësia mbajtëse për shkatërrim nga formimi i konit në beton	45
4.1.1.2 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i trupit të çelikut të ankerit	45
4.1.1.3 Aftësia mbajtëse nga rrëshqitja e ankerit (pull-out).	45
4.1.1.4 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i betonit nga plasaritja	46
4.1.1.4.1 Ankerat mekanike me zgjerim të instaluar në betonin e plasaritur	46
4.1.1.4.2 Ankerat me kokë, të montuar para betonimit në betonin e plasaritur	51
4.1.2 Shkatërrimi i ankerave nën efektin e veprimeve prerëse	52
4.1.2.1 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i çelikut të trupit të ankerit	54
4.1.2.2 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i skajit të betonit	54
4.1.2.3 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i skalimentos/pryout	55
4.1.3 Mënyrat e shkatërrimit nën efektin e veprimeve të kombinuara tërheqje-prerje	55
4.1.3.1 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i çelikut të trupit të ankerit	55
4.1.3.2 Aftësia mbajtëse nga mekanizma të tjerë të shkatërrimit	55
KAPITULLI V	57
5 – Veprimet dinamike	57
5.1 – Sjellja e ankerave nën efektin e veprimeve dinamike	59
5.1.1 Sjellja e ankerave nën efektin e veprimeve e ngarkesave pulsuese	59
5.1.2 Sjellja e ankerave nën efektin e një ngarkimi të alternuar	61
5.1.3 Llojet e ankerave me reagim më të mirë përkundrejt veprimeve dinamike	62
KAPITULLI VI	63
6 – Baza shkencore dhe zhvillimi i normave të reja, mbi sjelljen e ankerave	63
6.1 – Bazat shkencore	64
6.2 – Kuadri normativ	65
6.2.1 C.E.B.	65
6.2.2 E.T.A.G..	67
6.2.3 Normativa Italiane	68
6.2.4 Eurokodet	68
6.2.5 A.C.I	68
6.3 – Normat që rregullojnë provat në ankera	69
6.3.1 E.T.A.G. 001 (Shtojca B)	69
6.3.2 ACI 318 (Shtojca D) e ACI 355.2, (American Concrete Institute)	71
6.3.2.1 ACI 318 (Shtojca D), (American Concrete Institute)	71
6.3.2.2 ACI 355.2 (American Concrete Institute)	72

KAPITULLI VII	75
7 – Nevoja për kërkime e studime eksperimentale mbi funksionimin e ankerave të montuar pas betonimit në betonin e plasaritur.	75
KAPITULLI VIII	77
8 – Sistemi i përdorur për realizimin e provave eksperimentale	77
8.1 – Projektimi i kampioneve prej betoni, për realizimin e provave laboratorike	77
8.1.1 Betoni i përdorur për kampionet	77
8.2 – Ankerat e përdorur për realizimin e provave laboratorike	78
8.3 – Programi i testeve eksperimentale dhe përzgjedhja e sistemit të provës.	80
8.3.1 Programi i testeve eksperimentale për provën ciklike dhe vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale.	80
8.3.1 Instrumentimi i sistemit për realizimin e provës ciklike	82
8.3.2 Instrumentimi i sistemit të provës për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerit	84
8.4 – Përshkrimi i procedurës së kryerjes së provave eksperimentale	85
8.4.1 Krijimi i planit të plasaritjes artificiale	85
8.4.2 Instalimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës	88
8.4.3 Konfigurimi i sistemit të provës për realizimin e provës ciklike dhe provës për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale	90
KAPITULLI IX	93
9 – Studimi eksperimental, laboratorik i realizuar mbi sjelljen e funksionimin e ankerave metalik të montuar pas betonimit në betonin e plasaritur	93
9.1 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 1	93
9.2 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 2	94
9.2.1 Aplikimi i zhvendosjeve në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.	94
9.3 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 3	98
9.3.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.	98
9.3.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike	101
9.3.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave	104
9.4 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 4	106
9.4.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike	106
9.4.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike	109
9.4.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave	112
9.5 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 5	113
9.5.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.	114
9.5.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike	117
9.5.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave	121
9.6 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 6	122
9.6.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.	123

9.6.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike	126
9.6.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave	130
9.7 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 7	131
9.7.1 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse të ankerave për hapje të të plasurës konstante $w=0,3$ mm dhe $w=0,8$ mm.	132
9.8 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 8	134
9.8.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.	134
9.8.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike	137
9.8.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave	141
9.9 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 9	142
9.9.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.	142
9.9.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike	146
9.9.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave	149
9.10 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 10	150
9.10.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.	151
9.10.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike	154
9.10.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave	157
9.11 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 11	158
9.11.1 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse të ankerave në betonin e pa plasaritur	159
KAPITULLI X	161
10 – Modeli numerik me element të fundëm për studimin e sjelljes së ankerave nën efektin e veprimeve ciklike (FEA).	161
10.1 – Gjeometria e kampionit dhe ankerit që do të përdoren në modelin numerik, dhe modelet e sjelljes së materialeve.	161
10.1.1 Betoni i përdorur dhe parametrat e tij	161
10.1.2 Ankerat e përdorur dhe parametrat e tij	162
10.2 – Modelimi me elementë të fundëm (FEA)	163
10.3 – Analiza llogaritese e modelit dhe rezultatet e përfituara	164
KAPITULLI XI	167
11 – Diskutime të rezultateve dhe krahasimi i tyre	167
KAPITULLI XII	171
12 – Përfundime dhe Konkluzione	171
Bibliografia	173
Figura dhe grafik	177
Tabelat	185

Parathënie

Në këtë doktorature zhvillohen prova laboratorike, modele teoriko-numerike dhe interpretime, rreth sjelljes mekanike të ankerave strukturorë të montuara mbas betonimit, në struktura që i nënshtrohen veprimeve ciklike. Ky studim doktorate kërkon të përmirësojë nivelin e sigurisë të këtyre sistemeve strukturorë. Gjithashtu, siguron një bazë teoriko-eksperimentale për zhvillimin e metodave të vecanta, kryesisht për përdorimin e këtyre sistemeve në zonat sizmike. Propozon disa kritere vlerësimi të sjelljes së këtyre sistemeve dhe ndihmon industrinë e këtij sektori për të menduar produkte të reja më të përshtatshme për përmirësimin e sjelljes të këtyre sistemeve kryesisht në zonat sizmike.

Kjo doktoraturë zhvillohet mbi bazën e temës së doktoraturës “Studimi i sjelljes së ankerave metalik nën efektin e veprimeve ciklike” të miratuar me Vendim të Këshillit të Profesorëve të Fakultetit të Inxhinierisë së Ndërtimit, Nr.10 datë 27.04.2012, si dhe një programi të detajuar të hartuar nga Doktoranti dhe Udhëheqësi Shkencor të miratuar nga Departamenti i Konstruksioneve të Ndërtimit dhe Infrastrukturës së Transportit.

Sjellja e sistemeve ankeruese nën efektin e veprimeve ciklike është akoma sot e njohur pak, dhe nuk mbulohet ende nga normativat Europiane të referimit si: ETAG 001 apo Eurokodet.

Në këtë studim gjendet pjesa e përgjithshme teorike për sistement e ndryshme të ankerimeve dhe sjelljen e tyre, disa prova laboratorike të kryera mbi ankera mekanike të montuara mbas betonimit në struktura me plasaritje të mëdha, modeli numerik me element të fundëm (FEA) si dhe interpretime të rezultateve e përfundime të këtij studimi doktorate.

Provat eksperimentale janë kryer mbi disa kampione prej betoni, të dimensionuara në mënyrë të përshtatshme duke mbajtur në konsideratë të gjitha mekanizmat e shkatërrimit të këtij sistemi ankerimi. Provat laboratorike janë realizuar në laboratorin e provave materiale (LPM) të Departamentit të Inxhinierisë së Strukturave të Politeknikut të Milanos. Mbi këto kampione është krijuar një plasaritje artificiale në planin e së cilës janë instaluar dy ankera mekanikë të montuara me zgjerim nëpërmjet rrotullimit (me moment të kontrolluar) “wedge-type” të tipit “M12 FM-753 crack” [1].

Ky punim doktorate paraqet rezultatet e provave laboratorike të kryera mbi ankera metalike M12, të montuara në planin e një plasaritje që mbyllet/hapet (deri në 0,8mm) ciklikisht për 10 cikle, ndërsa përgjatë aksit të ankerit vepron një ngarkesë tërheqëse konstante $N_c=13$ kN. Sistemi i adoptuar për këto prova monitoron rrëshqitjen e ankerit gjatë provave ciklike si dhe vlerëson aftësinë mbajtëse në fund të provës ciklike, e cila do të krahasohet me aftësinë mbajtëse përpara cikleve dhe me aftësinë mbajtëse të përfutur nga modeli numerik me element të fundëm nëpërmjet analizës jolineare (FEA).

Hyrje

Përdorimi masiv i sistemeve të ankerimit kimik ose mekanik në ndërtim, ka bërë të lindi tek profesionistët e ndërtimit nevoja për të pasur në dispozicion gjatë projektimit, ndihmë të njohur në nivel ndërkombëtar e cila të ofrojë rregulla të qarta projektimi dhe që të marrë në konsideratë ngarkesat mekanike përballë të cilave mund të gjenden zakonisht profesionistët.

Krahas strukturave prej betoni të armuar të derdhura në vend ka patur zhvillim të gjerë teknika e parafabrikimit, që ka kërkuar angazhim sistematik të sistemeve të fiksimit për të bërë bashkëveprimin ndërmjet elementeve të ndryshëm. Edhe përmirësimet në teknologjinë e shpimit kanë favorizuar në përhapjen e ankerave të montuara mbas betonimit, qoftë në montimin e impianteve teknike, ashtu edhe në ndërhyrjet e konsolidimit dhe riparimit të strukturave.

Prej kohësh shumë industri të specializuara kanë hedhur në treg një numër të madh të sistemeve të fiksimit që mund të përfaqësojnë për projektuesit dhe operatorët e sektorit të konstruksioneve, një burim të madh dhe një instrument efikas qoftë në fazën e programimit ashtu edhe në atë të realizimit të punimeve.

Nevoja për të përmbushur kërkesa të ndryshme të aftësisë mbajtëse, duktilitetit dhe qëndrueshmërisë ka bërë të zhvillohet një gamë e gjerë e sistemeve të ankerave të montuara mbas betonimit.

Ndër këto, për fiksimin në beton më të përdorshmet dhe me të përhapurat janë ato të tipit me zgjerim nëpërmjet rrotullimit (përdredhje të kontrolluar), me deformime të kontrolluara dhe ato kimike.

Funksionimi i ankerave varet nga shumë faktore si p.sh projektimi i tyre, cilësia e betonit, cilësia e instalimit, lloji i ngarkimit etj.

Ndikimi i veçantë ose i përgjithshëm i faktorëve të ndryshëm të sipër përmendur nuk është mjaftueshëm e njohur për momentin për të përcaktuar, përmes njohurive tërësisht teorike, funksionimin e ankerave në varësi të sforcimeve të ndryshme dhe parametrave të përfshirë. Prandaj është e nevojshme kryerja e provave që lejojnë vlerësimin e saktë të ndikimit të faktorëve të përfshirë në aftësinë mbajtëse të ankerave dhe vlerësimin e qëndrueshmërisë për periudha afatgjata.

Kështu që me këto hapa, me përgjithësimin e përdorimit të sistemeve të fiksimit ka ardhur duke u afirmuar nevoja për të garantuar cilësinë e funksionimit e performancës së tyre.

Vitet e fundit është përkrahur gadishmëria nga ana e universiteteve, institucioneve kërkimore dhe kompanive prodhuese për të studiuar teknologjinë e sjelljes së ankerave mekanike të montuara mbas betonimit, për të kapërcyer një mungesë efektive, nga njëra anë të një analize të thelluar të mekanizmave të tyre të funksionimit dhe të faktorëve që ndikojnë në përgjithësi në sjellje dhe nga ana tjetër të metodave efikase të llogaritjes që mund të parashikojnë aftësinë mbajtëse e të fundme.

Në fillimet e viteve '90, "Comité Euro-International du Béton"(CEB) ka themeluar një grup punë që është marrë me mbledhjen e një sërë informacioni

shkencor me qëllim që në fund të vendosen bazat për rregulla të sakta projektimi. Kjo punë është finalizuar me publikimin e buletineve të informacionit Nr.206 dhe 207 [2] të përfshirë më pas në buletin Nr.216 [3], në të cilin nënvizohet situata në projektimin e sistemeve të ankerimit, nga janë marrë edhe rregullat e projektimit që më pas u përfshinë në guidat teknike për publikimin e Miratimit Teknik European.

Normat Shqiptare nuk kanë të parashikuar asgjë përsa i përket sjelljes së ankerave aq më pak përsa i përket projektimit të këtyre sistemeve nën efektin e veprimeve ciklike.

Normativat ndërkombëtare në lidhje me projektimin e ankerave dhe të lidhjeve të tipit inovativ të betonit, nuk janë plotësuar ende si duhet.

Një aspekt ende në fazë studimi dhe zhvillimi, që normativat europiane (E.T.A.G) dhe amerikanë (A.C.I) nuk e trajtojnë, ka të bëjë me sjelljen e ankerave në zonat e betonit me plasaritje të theksuara, për shembull në zonat e krijimit të cernierave plastike nën efektin e veprimeve sizmike.

Normat ekzistuese Europeanve kufizohen në llogaritjen e rezistencës karakterisike të ankerave në betonin e plasaritur për një madhësi të plasaritjeve $\Delta w = 0,3$ mm. Madhësi të tilla mund të konsiderohen si 95% të të gjithë plasaritjeve që mund të verifikohen në një strukturë nën veprimin e ngarkesave të përhershme ose të përkohshme me veprim të gjatë. Ankerat që përdoren në betonin e plasaritur janë të testuara në elemente prej betoni me një madhësi të plasaritjeve $\Delta w = (0,3 \div 0,5)$ mm. Sipas EC2 madhësia e lejuar e të plasurave në strukturat e betonit të armuar është deri në $w_k = 0,3$ mm nën veprimin e ngarkesave të përhershme ose të përkohshme me veprim të gjatë [4].

Në zonat me rrezik të moderuar ose të lartë sizmik ose që kërkojnë një sjellje të përshtatshme në kushtet sizmike, ankerat duhet të kenë kaluar një tërmet provë të simuluar. Por këto prova laboratorike lidhur me kualifikimin e ankerave nën veprimin e ngarkesave sizmike nuk janë në gjendje të simulojnë sjelljen e ankerave në zonat plastike të betonit të armuar ose në ato zona ku betoni rezulton me plasaritje të mëdha.

Në këtë kontekst gjen hapësirë doktorata që po trajtohet, me qëllimin e mbledhjes dhe analizimit të rezultateve eksperimentale e numerike të ankerave mekanike me zgjerim nëpërmjet rrotullimit, të montuar mbas betonimit në zonat me plasaritje të mëdha.

Organizimi i doktoraturës

Në kapitujt, nga i pari deri te kapitulli i pestë prezantohet në mënyrë të përgjithshme sistemi i ankerimeve, sjellja e tyre, mënyra e funksionimit dhe shkatërrimit, duke përshkruar tipet e ndryshme të ankerave që përdoren sot në fushën e ndërtimit.

Në kapitullin e gjashtë janë prezantuar disa baza shkencore dhe zhvillimi i normave rreth ankerave deri në momentin aktual.

Në kapitullin e shtatë është paraqitur si ka lindur nevoja për kërkime e studime eksperimentale në lidhje me funksionimin e ankerave mekanike të montuara mbas betonimit në betonin e plasaritur, dhe lindja e kësaj teme doktorature.

Në kapitullin e tetë përshkruhet, se si duke u mbështetur në ankerin metalik M12 me zgjerim nëpërmjet rrotullimit "wedge-type", është realizuar projektimi i kampionit të provës si dhe i sistemit që do të përdoret për realizimin e provave laboratorike.

Në kapitullin e nëntë jepet studimi i sjelljes së ankerave nën efektin e veprimeve ciklike i kryer nëpërmjet provave eksperimentale laboratorike mbi njëmbëdhjetë kampione betoni. Në këtë kapitull jepen gjithashtu edhe monitorimet e kryera dhe vlerësimet e përfituara për secilën nga provat laboratorike të realizuara.

Në kapitullin e dhjetë do të paraqitet modeli numerik i realizuar nëpërmjet analizës me element të fundëm (FEA) i kryer për studimin e sjelljes ngarkesë – zhvendosje të ankerave metalik M12 me zgjerim nëpërmjet rrotullimit "wedge-type".

Në kapitullin e njëmbëdhjetë janë paraqitur rezultatet e përfituara nga provat laboratorike dhe modeli numerik, mbi bazën e të cilave diskutohet çdo rezultat e monitorim i kryer për sjelljen e ankerave metalike të montuar mbas betonimit nën efektin e veprimeve ciklike.

Në kapitullin e dymbëdhjetë jepen disa përfundime e konkluzione të përpiluara nga studimi i kryer në këtë doktoraturë, mbi sjelljen e ankerave metalike të montuar mbas betonimit nën efektin e veprimeve ciklike.

KAPITULLI I

1 – Formulimi i problemit

Aplikimi i sistemeve të ankerimit në zona sizmike është i ndarë ndërmjet aplikimeve në sisteme strukturorë dhe aplikimeve në sisteme jostrukturorë (figura 1). Kjo ndarje është e rëndësishme mbasi ekzistojnë ngarkesa të ndryshme për të dy tipet e aplikimeve, gjithashtu meren në konsideratë faktorë të ndryshëm sigurie për projektimin e sistemeve të ankerimit. Për përdorim në kushte sizmike Eurocodi 8 jep përcaktimet si më poshtë:

Elementet jostrukturorë - Arkitekturor, elementët mekanik ose elektrik, sistemet dhe komponentët të cilët, qoftë për shkak të mungesës së aftësisë mbajtëse qoftë për mënyrën sesi janë lidhur me strukturën kryesore, në projektimin antisizmik nuk konsiderohen si elementë që përballojnë ngarkesë sizmike.

Elementet strukturorë - Elementët që konsiderohen pjesë e sistemit strukturor që përballon veprimet sizmike, e modeluar në analizën për projektimin antisizmik dhe e detajuar për qëndrueshmëri përkundrejt tërmetit në përputhje me rregullat e Eurocodit 8.

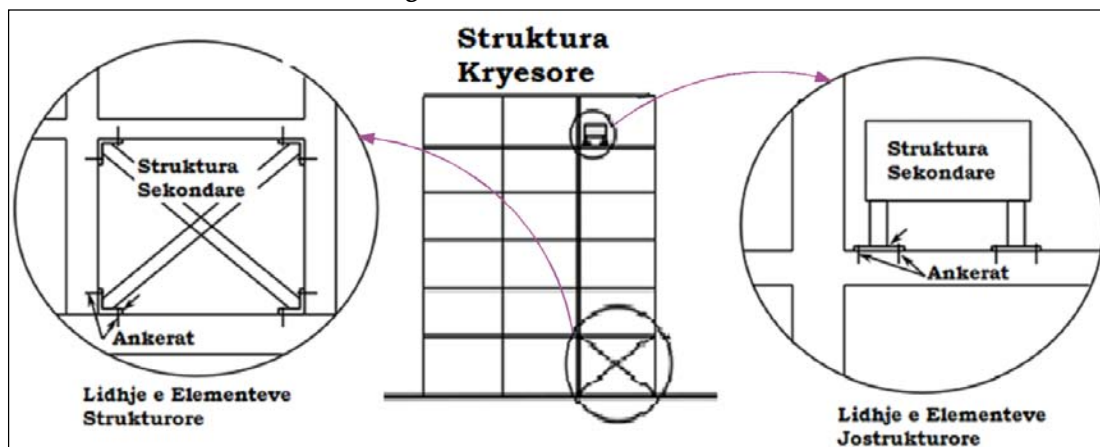


Figura 1: Aplikimi i sistemeve strukturorë dhe jostrukturorë të ankerimit

Ankerat klasifikohen si një sistem⁽²⁾ që mundëson “ankerimin” e strukturave sekondare⁽³⁾ në strukturat kryesore⁽¹⁾ (figura 1).

Materiali bazë i strukturës kryesore mund të jetë beton, muraturë, beton i lehtësuar, dru, kartonxhes, etj.

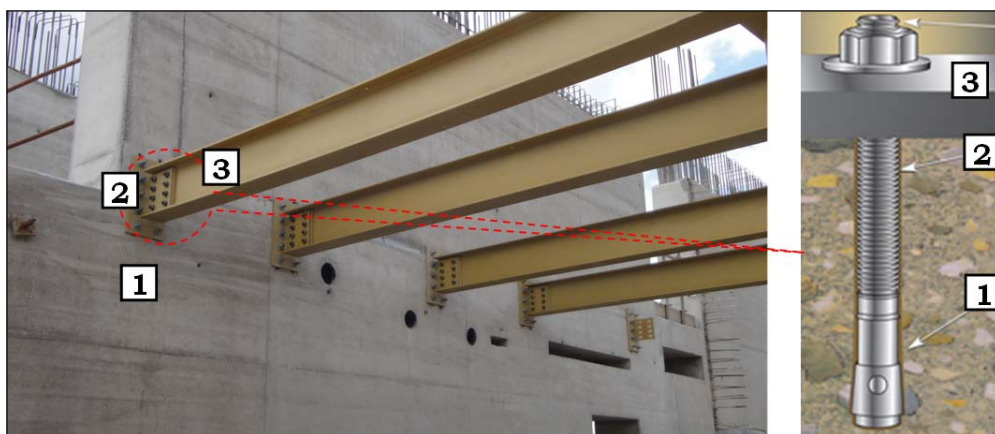


Figura 2: Skemë e thjeshtuar ankerimi [3]

Për çdo material ndërtimi janë zhvilluar sisteme të fiksimit, qoftë ndërmjet elementeve strukturore, qoftë ndërmjet këtyre elementeve dhe elementeve sekondarë.

Në vazhdim do të procedohet me analizimin e atyre faktorëve nga të cilët varen karakteristikat mekanike dhe qëndrueshmëria e një ankeri. Për këtë qëllim do të shqyrtohen, nga njëra anë karakteristikat e materialit ku do të bëhet fiksimi që quhet "materiali bazë" në këtë studim do të trajtohet vetëm betoni si material më i përdorshëm në të tilla aplikime. Si dhe nga ana tjetër tipet e ankerave të përdorur por edhe një sërë faktoresh të tjerë që marín pjesë në procesin e instalimit.

Në të njëjtën kohë do të paraqitet një panoramë mbi metodat kryesore parashikuese që ekzistojnë në literaturë për llogaritjen e aftësisë mbajtëse të fundme të një ankeri të montuar mbas betonimit.

1.1 – Materiali bazë

Shumëllojshmëria e materialeve të ndërtimit të përdorura në ditët e sotme, i ofron ankerave mënyra të ndryshme instalimi dhe montimi. Vetitë fiziko-mekanike të materialeve bazë luajnë rol përcaktues në zgjedhjen e ankerit dhe përcaktimin e aftësisë mbajtëse.

Në vazhdim do të procedohet me analizimin e faktorëve nga të cilët varen karakteristikat mekanike dhe qëndrueshmëria e një sistemi ankerues.

1.1.1 – Betoni

Betoni është një gur artificial i përbërë, johomogjen, joizotrop, përbërësit e të cilit janë zakonisht elemente guri me granulometri të diferencuar dhe pastë çimentoje e përbërë nga një perzierje e ujit me çimenton, e cila vepron si lidhës hidraulik.

Vetitë mekanike të këtij konglomerati artificial varen si nga vetitë e këtyre dy komponenteve, ashtu edhe nga lidhja ndërmjet tyre dhe i referohen raportëve në volum mjaftueshmërisht të mëdha për ti dhënë vlera mesatare gjithë përbërjes.

Betoni ka një rezistencë në shtypje relativisht të lartë, por një rezistencë të kufizuar në tërheqje. Në beton duhet të vendosen përforcime me armaturë

çeliku me qëllim që të absorbohen forcat tërheqëse. Në këtë rast bëhet fjalë për strukturat prej betoni të armuar.

Në qoftë se tejkalohej rezistenca në tërheqje e betonit, verifikohen plasaritjet, të cilat zakonisht nuk janë të dukshme. Eksperienca ka treguar që madhësia e të plasurave nuk e kalon vlerën e konsideruar të lejueshme, për shembull $w=3$ mm, nëse betoni i nënshtrohet një ngarkesë konstante.

Ankerat montohen si në betonet me rezistencë të ulët ashtu dhe në betonet me rezistencë të lartë. Në përgjithësi, vlerat e rezistencës në shtypje kubike $f_{ck,cubo,150}$, variojnë midis (25÷60) MPa. Ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit (përdredhje të kontrolluar) nuk duhet të vendosen asnjëherë në beton nëse ai nuk është ngurtësuar për të paktën shtatë ditë. Nëse ankerimet vendosen menjëherë pas derdhjes së betonit, kapaciteti i ngarkesës mund të konsiderohet i barabartë me rezistencën efektive të betonit në atë moment.

1.1.1.1 Vetitë mekanike të betoneve

• Rezistenca në shtypje

Rezistenca në shtypje e betonit shprehet në terma të rezistencës karakteristike, e përcaktuar si ajo vlerë poshtë së cilës gjenden nga pikëpamja probabilitare 5% të gjitha vlerave të mundshme të rezistencës së përcaktuar nga betoni në studim. Rezistenca duhet të përcaktohet sipas mënyrave të parashikuara nga normat të cilat listohen si më poshtë.

• Klasat e betonit

Betoni klasifikohet në bazë të rezistencës në shtypje, të shprehur si rezistenca karakteristike R_{ck} ose f_{ck} . Rezistenca karakteristike R_{ck} përcaktohet në bazë të vlerave të përfituara nga provat në shtypje 28 ditore të kubeve me brinjë 150mm; rezistenca karakteristike f_{ck} përcaktohet në bazë të vlerave të përfituara nga provat në shtypje 28 ditore të cilindrave me diametër 150mm dhe lartësi 300mm; vlerat e shprehura në N/mm² jepen në tabelen e mëposhtme:

Klasa e rezistencës në shtypje	f_{ck} (N/mm²)	R_{ck} (N/mm²)	Klasifikimi i betonit
C8/10	8	10	Jostrukturor
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	I zakonshëm
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	
C50/60	50	60	Me performancë të lartë
C55/67	55	67	
C60/75	60	75	
C70/85	70	85	Me rezistencë të lartë
C80/95	80	95	
C90/105	90	105	
C100/115	100	115	

Tabela 1: Klasat e rezistencës së betonit [11].

Janë të shumtë faktorët që ndikojnë në rezistencën në shtypje të betonit, midis tyre raporti ujë/çimento, kushtet e maturimit, dimensionet, gjeometria dhe kushtet e testimeve të mostrave.

Rezistenca në shtypje rritet me zvogëlimin e raportit ujë/çimento, marrëdhëniet e njohura të raportit ujë/çimento dhe rezistencës në shtypje janë të vlefshme derisa rezistenca e agregateve bëhet faktor kufitar. Nga sa më sipër, përzgjedhja e tipit të agregatit është i një rëndësie parësore, edhe në aspektin e dimensioneve dhe formës, sepse këta faktorë ndikojnë në punueshmërinë dhe porozitetin e betonit.

Edhe kushtet e maturimit luajnë një rol të rëndësishëm në rezistencën në shtypje të betonit. Prania e ujit në përzierje është e domosdoshme për të siguruar shkallën më të lartë të mundshme të hidratimit të çimentos. Testet e kryera në kampionet e betonit [5] kanë treguar që kampionet e maturuara në ujë kanë një rezistencë në shtypje më të madhe se kampionet e mbështjellë gjatë maturimit të cilat, nga ana tjetër, kanë një rezistencë më të lartë se kampionet e maturuara në ajër.

Për të formuluar lidhjen e përbërë të betonit është bërë gjithmonë një analizë në shkallë makroskopike. Meqënëse përgjigja ndaj një sforcimi në kuptimin e deformimit është edhe funksion i numrit të cikleve të ngarkimit, moshës së materialeve, kohëzgjatjes së ngarkimit, etj, në vazhdim do të shikohet sjellja e betonit që i referohet vetëm ngarkimeve të castit.

Në figurën 3 është paraqitur diagrama tipike sforcim-deformim e betonit në provën në shtypje/tërheqje një aksiale.

Nga vëzhgimi i diagramës vihen re:

- asimetria e madhe e sjelljes në tërheqje dhe shtypje
- jo lineariteti i sjelljes deformuese për vlerat modeste të sforcimeve referuar sforcimeve përfundimtare të shkatërrimit
- deformacionet e fundme në shkatërrim janë dukshëm të vogla dhe me karakter kryesisht të thyeshëm.
- rënia e ngurtësisë shumë më shpejt në tërheqje se në shtypje.

Nga disa prej këtyre konsideratave është e qartë se, për të respektuar atë cka ndodh në realitet, nëse duhet të adoptohet një ligj elastik linear për betonin, është e domosdoshme të kufizohet niveli i sforcimit të materialit.

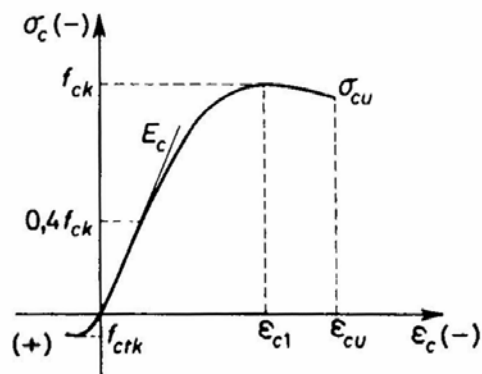


Figura 3: Diagrama sforcim-deformim për betonin.

- **Rezistenca në tërheqje**

Rezistenca në tërheqje është një karakteristikë mekanike themelore e çdo materiali. Rezistenca në tërheqje e betonit mund të vlerësohet ose si rezistencë, "indirekte" ($f_{ct,sp}$, prova braziliane); në përkulje ($f_{ct,fl}$, prova me tre pika mbështetje;) ose në tërheqje aksiale "direkte" (prova aksiale $f_{ct,ax}$).

Në rastin e betonit, përcaktimi i rezistencës në tërheqje nëpërmjet provave direkte rezulton i vështirë për tu realizuar përsa i përket mënyrës dhe procedurave të testit [6]. Gjatë viteve janë propozuar lloje të ndryshme të provave në tërheqje direkte të cilat ndryshojnë, në thelb, nga tipi i kampionit të përdorur. Megjithatë, për hir të thjeshtësisë dhe mënyrës së kryerjes së testeve, shpesh herë preferohen testet për përcaktimin e rezistencës në tërheqje indirekte, nga të cilat mund të llogaritet rezistenca në tërheqje direkte ose aksiale si më poshtë.

$$f_{ct,ax} = |0.9| * f_{ct,sp} \quad (1)$$

$$f_{ct,ax} = |0.5| * f_{ct,fl} \quad (2)$$

Rezistenca karakteristike në tërheqje mund të lidhet me rezistencën karakteristike në shtypje. Si rezultat i kërkimeve të fundit [Cattaneo, 2003] dhe në bazë të një database provash ndërkombëtare janë propozuar dy marrëdhënie që lidhin rezistencën në tërheqje me rezistencën në shtypje.

$$f_{ctk} = 0.17 * f_{ck}^{\frac{2}{3}} \quad (3)$$

$$f_{ctk} = 0.20 * f_{ck}^{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

E para është e vlefshme për betonet, qoftë për të zakonshmit qoftë për ata me performancë të lartë, pa fibra, dhe paraqet një lloj kufiri të poshtëm.

E dyta vlen për betone të zakonshëm ose jo por të përforcuar me fibra.

Rezistenca mesatare në tërheqje f_{ctm} mund të shprehet, në mënyrë të përafëruar dhe gjithmonë në moshë 28 ditore, nga rezultatet e provës në tërheqje indirekte, ose nëpërmjet relacionit [4] [7]:

$$f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 0.27 * R_{ck}^{\frac{2}{3}} \quad \left(N/mm^2 \right) \quad (5)$$

- **Klasat e rezistencës në tërheqje.**

Klasifikimi në bazë të rezistencës në tërheqje aksiale karakteristike f_{ck} .

Klasat e rezistencës në tërheqje	f_{ck} (N/mm²)
T 1.0	1.0
T 1.5	1.5
T 2.0	2.0
T 2.5	2.5
T 3.0	3.0
T 3.5	3.5
T 4.0	4.0

Tabela 2: Klasat e rezistencës në tërheqje aksiale për betonin normal.

- **Energjia e shkatërrimit**

Energjia e shkatërrimit, përkufizohet si energjia e çliruar gjatë avancimit njësi (domethënë për njësi sipërfaqe) të plasaritjes së shkaktuar nga tërheqja, në beton. Ose, puna e nevojshme për avancimin njësi të plasaritjes në beton. Është një karakteristike e materialit të betonit, vlerësimi i të cilës është i nevojshëm për modelimin e sjelljes së betonit në tërheqje (faza e thyerjes e shkaërrimit të betonit nga tërheqja).

Për të kuptuar sjelljen tredimensionale të betonit në nivel makroskopik, është e domosdoshme të shqyrtohet më parë sjellja në regjim një aksial.

Një kampion betoni ka në brendësi të tij një sërë mikroçarjesh, të lokalizuar në pjesën më të madhe përgjatë sipërfaqes së takimit midis matricës së çimentuar e ngurtësuar dhe inerteve. Duke qënë se moduli i matricës së llaçit të çimentos është më i vogël se moduli i shtangësisë së inerteve, edhe nëse kampioni i është nënshtruar një shtypje një aksiale të pastër, në nivel lokal lind një gjendje e sforcuar multiaksiale dhe jo uniforme. Në veçanti, në drejtimin pingul me ngarkimin zhvillohet një sistem sforcimesh në tërheqje dhe shtypje kompleks i vetë ekuilibruar. Duke emërtuar me σ sforcimin normal dhe me f_c sforcimin maksimal në shtypje, gjatë një provë në shtypje deri në shkatërrim mund të nxirren në pah fazat e mëposhtme [Malerba 1998]:

- Për $0.00 \leq \frac{\sigma}{f_c} \leq 0.30$ ecuria e deformimeve është pothuajse lineare. Gjëndja e

mikroçarjeve të pranishme përpara ngarkimit qëndron praktikisht e pandryshuar dhe energjia e brendshme në dispozicion është më e vogël se ajo e nevojshme për përhapjen e plasaritjes në nivel mikroskopik. Vlera $\sigma=0.3*f_c$, është vlera e pragut për sjelljen elastike të materialit [Kotsovos&Newmann].

- Për $0.30 \leq \frac{\sigma}{f_c} \leq 0.50$ mikroçarjet ekzistuese fillojnë të rriten dhe të përhapen

për shkak të përqëndrimit të lokalizuar të sforcimeve. Në këtë interval vlerash, energjia e brendshme është e krahasueshme me atë që është çliruar në fazën e shkatërrimit. Proçesi i përhapjes së plasaritjeve është i qëndrueshëm dhe ato shpërndahen në mënyrë thuajse uniforme në brendësi të kampionit.

- Për $0.50 \leq \frac{\sigma}{f_c} \leq 0.70$ mikroçarjet rriten dhe fillojnë të lidhen me njëra-tjetrën.

Është vënë re eksperimentalisht që, duke e mbajtur konstant nivelin e ngarkimit, plasaritjet vazhdojnë të përhapen për një periudhë të caktuar me një shpejtësi në rënie, deri në arritjen e një konfiguracioni përfundimtar.

- Për $\frac{\sigma}{f_c} \approx 0.80$ energjia e brendshme rezulton të jetë më e madhe se ajo e

çliruar në fazën e plasaritjes. Për sforcime të mëdha, edhe nëse ruhet niveli i ngarkimit konstant, plasaritja përparon me një shpejtësi në rritje dhe

sistemi bëhet i paqëndrueshëm. Vlera $\frac{\sigma}{f_c} = 0.80$ merret si tregues i pragut

për përhapjen e paqëndrueshme të plasaritjes.

Figura 4 tregon fazat e ndryshme të përshkruara në kushtet e deformimit gjatësor (ϵ_l), deformimit tërthor (ϵ_t) dhe deformimit volumetrik ($\epsilon_v = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3$).

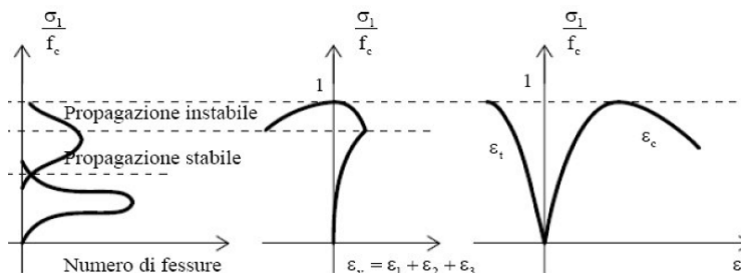


Figura 4: Fazat e plasaritjes së betonit

Vihet re që vlera $\frac{\sigma}{f_c} = 0.80$ përfaqëson edhe një vlerë të pragut për ecurinë e deformimit volumetrik, e cila zvogëlohet me ecurinë thuajse lineare deri në këtë nivel të sforcimit, pastaj rritet derisa të ndryshojë shenjë.

Forma e kurbës qëndron pothuajse e ngjashme për betone me rezistencë të ulët, mesatare dhe të lartë. Forma e kurbave të tilla është e lidhur ngushtë me evolucionin e procesit të mikroçarjeve në brendësi të kampionit. Betonet me rezistencë të lartë kanë në përgjithësi një segment fillestar me ligj pothuajse linear më të shtrirë dhe një sjellje përfundimtare të thyeshme.

Edhe njohja e sjelljes së betonit në tërheqje ka një rëndësi të madhe sepse nga kjo varen mekanizmat sipas të cilëve zhvillohen sjelljet deformuese të elementeve strukturore në përkulje, prerje dhe përdredhje. Analiza eksperimentale e sjelljes së betonit në tërheqje është më komplekse, dhe për të përcaktuar karakteristikat e rezistencës përdoren si provat direkte ashtu edhe ato indirekte.

Edhe në tërheqje johomogjeniteti i materialit dhe prania e mikroçarjeve në sipërfaqen e kontaktit të inerteve dhe të matricës së çimentos, ndikojnë në mënyrën e përcaktimit të sjelljes mekanike të betonit.

Aplikimi i një gjendjeje të sforcuar një aksiale uniforme në tërheqje, nuk bën një rritje të ndjeshme të mikroçarjeve deri në intensitetin e ngarkimit të barabartë me rreth 70% të rezistencës në tërheqje. Deri në këtë nivel të ngarkimit diagrama sforcim-deformim mbetet pothuajse lineare. Me rritjen e ngarkesës, sistemi i mikroçarjeve fillon të përhapet.

Disa plasaritje me zgjerim më të madh zhvillojnë një zonë të ashtuquajtur "në proces", që konsiston në një sistem mikroçarjesh pak a shumë paralele ndërmjet tyre, por të shkëputura dhe pingule me drejtimin e ngarkimit. Zgjerimi i zonës "në proces" është në shumicën e rasteve i kufizuar. Në betonin që punon në tërheqje karakteri i fshehtë i procesit të plasaritjes është më i theksuar se në betonin që punon në shtypje. Me rritjen e ngarkesës, zona "në proces" zhvillohet deri në një gjendje kritike në të cilën zgjerimi i

paqëndrueshëm i plasaritjeve dhe çarjeve të mostrës papritur mund të shmanget vetëm duke reduktuar ngarkesën e jashtme të aplikuar. Në këtë fazë, në korespondencë me zonën kritike, vihet re një rritje e dallueshme e deformimeve, fal një zhvillimi të mëtejshëm të zonës "në proces" dhe hapjes së çarjeve, ndërsa në zonat larg seksioneve të tilla sforcimi në tërheqje reduktohet. Rezistenca përfundimtare varet nga mënyra e përhapjes së mikroçarjeve, të cilat rriten derisa të bashkohën ndërmjet tyre dhe të formojnë një front të vazhdueshëm.

Një madhësi e rëndësishme që përdoret për përshkrimin e rezistencës së betonit në tërheqje, përfaqësohet nga energjia e shkatërrimit G_f [Hillerborg].

Ajo mund të përcaktohet eksperimentalisht nëpërmjet provave në përkulje me 3 pika (prova në tërheqje indirekte) të kampioneve që i nënshtrohen sforcimeve prerëse. Në këtë rast përcaktohet energjia e shkatërrimit në zonën që ndodht në diagramën ngarkim-zhvendosje e shkarkuar nga ndikimi i peshës vetjake të kampionit dhe e ndarë në seksionin neto sipas prerjes.

Energjia G_f varet nga një numër i caktuar parametrash, në veçanti nga përmbajtja e çimentos, nga raporti ujë/çimento, nga lloji dhe dimensionimi maksimal i inerteve dhe nga mosha e betonit.

Sipas CEB-FIP MC90 energjia e shkatërrimit mund të vlerësohet, me një përafrim të parë, duke iu referuar rezistencës në shtypje të betonit dhe duke marrë parasysh dimensionin maksimal të inerteve.

$$G_f = G_{f0} * \left(\frac{f_{cm}}{f_{cm0}} \right)^{0.7} \quad \left(J/m^2 \right) \quad (6)$$

ku f_{cm} është rezistenca mesatare cilindrike në shtypje, f_{cm0} është një rezistencë mesatare në shtypje referuese e barabartë me 10N/mm² dhe G_{f0} është një energji referuese e thyerjes që varet nga përmasa maksimale e inerteve sipas vlerave në Tabelen 3.

d_{max} (mm)	G_{f0} (N/mm)	G_{f0} (J/m ²)
8	0.025	25
16	0.03	30
32	0.038	38

Tabela 3: Vlerat e energjisë së shkatërrimit referuese në funksion të diametrit maksimal të inerteve

Rezistenca në tërheqje e betonit varet thelbësisht nga të njëjtat parametra që ndikojnë në rezistencën në shtypje, ose nga vetitë e brumit të çimentos së hidratuar dhe nga fërkimi midis matricës së çimentuar dhe inerteve. Eksperimentimi mbi sjelljen e betonit sipas sforcimit pluriaksial kërkon përdorimin e pajisjeve të veçanta për të zgjidhur problemet e shumta lidhur me realizimin e provave, sidomos përse i përket eksperimenteve në regjim treaksial.

• Moduli i elasticitetit të betonit

Për të simuluar sjelljen mekanike të materialeve dhe për të vlerësuar deformimin e një strukture është e nevojshme njohja e modulit të elasticitetit

(E_c) të betonit. Vlera e këtij parametri varet nga faktorë të ndryshëm, midis të cilëve, vetitë mekanike të brumit të çimentos dhe të zonës së tranzicionit.

Vlerësimi eksperimental i modulit të elasticitetit nuk është i lehtë dhe procedurat e provës mund të ndikojnë në rezultat, prandaj janë propozuar disa modele empirike që shprehin, modulin e elasticitetit të betonit në funksion të rezistencës së tij në shtypje.

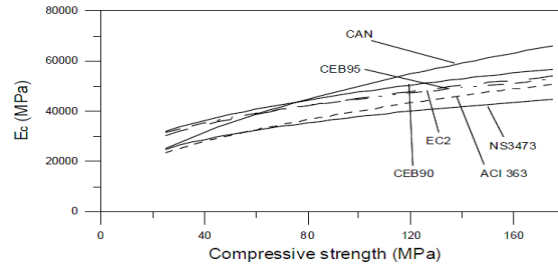


Figura 5: Moduli i elasticitetit në funksion të rezistencës në shtypje (normativa të ndryshme)

Ky përafrim, përgjithësisht është i saktë për betonin e zakonshëm, ndërsa në rastin e betoneve me performancë të lartë, karakteristikat e agregatit, të zonës së tranzicionit dhe poroziteti mund të ndikojnë në vetitë elastike të vetë betonit. Agregate të ndryshëm japin vlera të ndryshme të modulit të elasticitetit të betonit edhe për të njëjtën rezistencë në shtypje [Gambarova dhe të tjerë, 2000].

Disa nga formulimet e propozuara në literaturë nga nomra të ndryshme janë të vlefshme për betonet me rezistencë maksimale prej (50÷60) MPa. Në vazhdim, jepen disa nga shprehjet që përdorin norma të ndryshme për përcaktimin e modulit të elasticitetit:

- ACI (American Concrete Institute) Committe 363 për betonet me rezistencë në shtypje (21÷83) MPa [8]:

$$E_c = 3320 * f_{ck}^{0.5} + 6900 \quad (MPa) \quad (7.a)$$

- Kodi European (CEB90) për betonet me klasë të rezistencë në shtypje deri në C80/95 [7].

$$E_c = 10000 * (f_{ck} + 8)^{\frac{1}{3}} \quad (MPa) \quad (7.b)$$

- Ne Model Code 90–1995 u bë një zgjatje e fashës së përfshirjes deri në betonet e klasës C100/115 [9].

$$E_c = 22000 * \left(\frac{f_{ck} + 8}{10} \right)^{0.3} \quad (MPa) \quad (7.c)$$

- Eurokodi 2 për betone të klasës deri në C60/70 [4].

$$E_c = 9500 * (f_{ck} + 8)^{\frac{1}{3}} \quad (MPa) \quad (7.d)$$

- Ndërsa ACI (American Concrete Institute) 318M–95, propozon [10].

$$E_c = 4700 * f_{ck}^{0.5} \quad (MPa) \quad (7.e)$$

Dallimet e konsiderueshme ndërmjet formulimeve të ndryshme sygjerojnë që për projekte të rëndësishme, është e nevojshme të kryhen studime të vecanta eksperimentale me qëllim që të përcaktohet moduli i elasticitetit faktik për betonin që do të përdoret.

- *Koeficienti Puasonit*

Në lidhje me koeficientin e Puasonit për betonet nuk ka të dhëna të mjaftueshme në literature, për të përfshirë të gjithë gamën e betoneve që përdoren sot në industrinë e ndërtimit. Megjithatë duke u mbështetur te Eurocodi 2, koeficienti i Puasonit mund të konsiderohet i barabartë me 0,2 për betonet e pa plasaritur dhe i barabartë me 0 për betonet e plasaritur [4].

- **Durabiliteti (Jetëgjatësia)**

Durabiliteti i betoneve, rrjedhimisht edhe i strukturave prej betoni apo betoni të armuar, varet drejtpërdrejt nga përbërja e betonit dhe në veçanti nga raporti maksimal ujë/çimento (u/ç) si dhe nga sasia minimale e çimentos. Sikurse shpjegohet në normativën SSH EN 206–1, kushtet e mësipërme janë vetëm kushte të nevojshme por jo të mjaftueshëm për qëndrueshmërinë e strukturës [11]. Durabiliteti është i lidhur në mënyrë të drejtpërdrejtë edhe me kujdesit apo neglizhencën me të cilën realizohet betonimi dhe ngurtësimi i betonit në struktura, mjedisi ku do të ndërtohet struktura (dmth klasat e ekspozicionit), gjithashtu edhe periudhën e jetës së dobishme të projektit të parashikuar për strukturën. [12]

1.2 – Ankerat

Ankerimi, si çdo sistem tjetër lidhës ndërmjet elementeve strukture, duhet të përmbush disa kërkesa. Ndër më të rëndësishmit janë:

- **rezistenca**, e përcaktuar si aftësia e një ankeri për ti rezistuar forcave apo veprimeve të cilave do tu nënshtrohet gjatë jetës së shërbimit, të tilla si ato të shkaktuara nga ngarkesat e jashtme, zhvendosjet e mundshme ose deformimet termike, etj.
- **duktiliteti**, është aftësia e një ankeri për t'iu nënshtrouar deformimeve joelastike relativisht të larta pa pësuar një rënie të konsiderueshme të aftësisë së tij mbajtëse. Për aplikimet në zona sizmike kjo karakteristikë mund të shfrytëzohet në terma të aftësisë për të absorbuar energjinë. Ai është gjithashtu një matës i kapacitetit të ankerit për të përballuar mbingarkime pa humbje të aftësisë mbajtëse;
- **durabiliteti**, është aftësia mbajtëse në kohë, për cikle të përsëritura të temperaturës dhe ngarkimit dhe efekteve të një ekspozimi ndaj lagëhtisë dhe agjenteve të tjerë korrodues.

Mekanizmi i transferimit të ngarkesës në strukturën kryesore apo materilain bazë nga një anker, përcakton një gamë të gjerë të karakteristikave të punës e funksionimit të ankerit.

Faktortë të tjerë, si kostoja, mirëmbajtja, pamja e jashtme e sistemit, etj mund të jenë të rëndësishëm në fazën e projektimit të një ankeri. Pamundësia për të kënaqur njëkohësisht të gjitha kërkesat e përshkruara për një aplikim të çfarëdoshëm, i ka dhënë jetë një numri të madh sistemesh ankerimi.

Pra, fillimisht është e nevojshme të kuptohen parimet të funksionimit dhe parimet e mekanizmave rezistues që vendosen midis materialit bazë, ankerit dhe materialit të fiksuar nëpërmjet sistemit ankerues për të kryer një klasifikim të llojeve të ndryshme të ankerave.

1.2.1 Parimet e funksionimit të ankerave

Duke u mbështetur në parimet dhe mënyrën e funksionimit të ankerave mund të dallojmë kryesisht tre tipologji funksionimi [13]:

- Nëpërmjet formës (Figura 6a)
- Nëpërmjet fërkimit (Figura 6b)
- Nëpërmjet aderencës (Figura 6c)

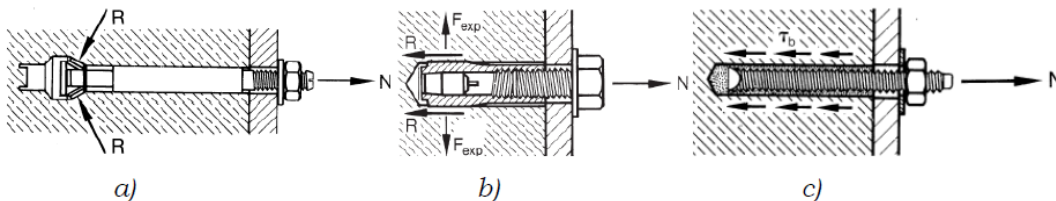


Figura 6: Parimet e funksionimit të ankerave [13]

• Parimi i funksionimit nëpërmjet formës

Forca tërheqëse përgjatë aksit të ankerit N , është në ekuilibër me forcat mbajtëse R dhe vepron mbi materialin bazë (figura 6a). Filozofia e këtij lloji ankeri është përshtatja me materialin bazë.

Ndërkohë që disa nga këta ankera deformohen për tu përshtatur me materialin, të tjerë gjatë procesit të hapjes së vrimës së montimit nëpërmjet thërrmimit të materialit bazë, krijojnë kështu një zonë në brendësi të së cilës qëndrojnë të montuara. Këta ankera, të quajtur "*undercut anchors*", janë ata që më tepër se të tjerët kanë performancë të ngjashme me ato të ankerave të montuar para betonimit.

• Parimi i funksionimit nëpërmjet fërkimit

Forca tërheqëse përgjatë aksit të ankerit N , transferohet në materialin bazë nëpërmjet forcës së fërkimit R . Që kjo të ndodh, është e nevojshme një forcë zgjeruese F_{exp} . Këto forca lindin ose pas shtrëngimit të ankerit ose nëpërmjet rrëshqitjes së kontrolluar të një pyke në brendësi të ankerit. Në këtë mënyrë rritet kontakti midis ankerit dhe materialit bazë (përgjithësisht beton), duke lejuar transmetimin e sforcimit përmes forcës E_{xpo} që lind ndërmjet zonës së zgjerimit të ankerit dhe betonit.

Ky kontakt bëhet në një zonë të reduktuar, domethënë vetëm në kokën e ankerit, e cila është një zonë që zgjerohet, për të cilën presioni që ushtrohet ndaj materialit bazë është shumë i lartë dhe nëse kalohet lokalisht rezistenca e këtij materiali mund të ndodh një shkatërrim lokal (rrjedhshmëri). Forma që merr zona e prekur është e ngjashme, me një bulb, në qendër të të cilës është zona e kontaktit të lart përmendur.

Nga momenti që ky lloj ankeri ushtron një presion shumë të lartë në materialin bazë, nuk është i këshillueshëm përdorimi i materialeve me

rezistencë të ulët, si tullat ose betoni i lehtësuar. I njëjti proces i zgjerimit të ankerit mund të çojë në thyerje të materialit bazë. Nga ana tjetër, në materialet me rezistencë më të madhe, është e rëndësishme të respektohen parametra si largësia nga skaji i materialit bazë dhe distanca ndërmjet ankerave për të shmangur shkatërrimin për "splitting" në vazhdimësi të procesit të zgjerimit.

Llogaritja e ankerave që funksionojnë kryesisht në bazë të parimit të përshkruar më sipër merr parasysh ekzistencën e këtyre bulbeve dhe nivelin e lartë të sforcimeve që krijohen në materialin bazë. Afërsia e këtyre zonave do të çojë në praninë e zonave edhe me të sforcuara, prandaj është e rëndësishme të respektohet një distancë e mirëpërcaktuar midis ankerave.

- **Parimi i funksionimit nëpërmjet aderencës**

Ky është parimi bazë i funksionimit të ankerave kimike. Midis shufrave të filetuar dhe vrimës (figura 6c) krijohet një lidhje kimike me bazë rezinë sintetike. Në saj të sipërfaqes më të madhe të transmetimit të sforcimeve, ngarkesa shpërndahet, nëpërmjet aderencës që lind ndërmjet kontaktit çelik-rezinë dhe ndërmjet kontaktit rezinë-beton, përgjatë gjithë gjatësisë së shufrës në kontakt me rezinën, në mënyrë që të reduktohet presioni i ushtruar mbi materialin bazë. Këta ankera shpërndajnë ngarkesën në një sipërfaqe pothuajse cilindrike rreth shufrës së filetuar ndryshe nga ankerat mekanike, që kanë një zonë ndikimi në formë pak a shumë konike (bulbi).

Për shkak të mekanizmave rezistente që zhvillojnë ankerimet kimike që punojnë nëpërmjet aderencës, ky sistem lejon që distanca ndërmjet ankerave dhe distancat e ankerave nga skajet, në përgjithësi të jenë më të vogla se ato të ankerimeve mekanike. Për sa më sipër këto lloj ankerash janë ideale në rastet e hapësirave të kufizuara për vendosjen e ankerave, si për shembull në rastin e koolonave, soletave etj.

Në rastin e ankerimeve mekanike predispozitat janë thelbësisht të lidhura me formën gjeometrike, e cila përcakton mekanizmin e funksionimit, në ndryshim nga rasti i ankerimeve kimike në të cilën janë karakteristikat e rezinës një faktor themelor.

- **Kombinimi i parimeve të funksionimit**

Shumë ankera zhvillojnë mekanizmat e tyre rezistues duke u nisur nga një kombinim i parimeve të funksionimit të përshkruar më sipër.

Për shembull, në rastin e ankerave me zgjerim, ankeri ushtron një forcë zgjeruese në paretet e vrimës si pasojë e zhvendosjes relative midis këmbishës metalike dhe shufrës së vetë ankerit. Kjo lejon transmetimin e një forcë aksiale nga fërkimi. Njëkohësisht e njëjta forcë zgjeruese shkakton një deformim lokal të përhershëm të materialit bazë, duke krijuar kështu një veprim të ankerit nga forma, e cila lejon transmetimin e mëtejshëm të forcës aksiale në materialin bazë.

Në të njëjtin rast të ankerave me zgjerim dallohet një ndryshim midis ankerave me zgjerim nëpërmjet rrotullimit dhe me zgjerim nëpërmjet

zhvendosjeve. Tek të parët, forca zgjeruese varet nga forca tërheqëse që krijohet ose kontrollohet, nëpërmjet rrotullimit të aplikuar në dadon e ankerit.

Ndërsa në rastin e ankerave me kontroll të zhvendosjeve, zgjerimi krijohet në një distancë që përcaktohet në funksion të gjeometrisë së ankerit në gjendje të zgjeruar. Pra gjenerohet një forcë zgjeruese që është funksion i modulit të elasticitetit të materialit bazë.

Së fundmi duke konsideruar ankerat kimke, mund të shihet që rezina, duke u futur në brendësi të poreve të materialit bazë, mbasi të ngurtësohet, përcakton një aftësi mbajtëse edhe nga forma përvec asaj nëpërmjet aderencës.

Mekanizmat rezistente që bazohen në parimet e funksionimit të përshkruara më sipër zhvillohen kryesisht në rastin kur ankeri i nënshtrohet një ngarkesë aksiale në tërheqje. Në fakt, në rastin kur ngarkesa e jashtme vepron në shtypje aksiale, ankeri praktikisht nuk ndodhet në gjendje të sforcurar, pasi forca transmetohet direkt nga materiali i ankeruar në materialin bazë. Ndryshe është rasti në të cilin ngarkesa e aplikuar vepron përgjatë një drejtimi që formon një kënd me aksin e ankerit.

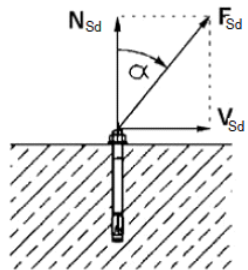


Figura 7: Sforcimi i kombinuar i ankerave

Në këtë rast, është i pranishëm edhe një komponent prerës që vepron në trupin e ankerit.

Sforcimit prerës të ngarkesës së aplikuar i kundërvihet një çift forcash në shtypje që lindin ndërmjet trupit të ankerit dhe materialit bazë. Shpërndarja e këtyre forcave varet nga shtangësia në përkulje e materialit bazë dhe përgjithësisht ndryshon me rritjen e ngarkimit.

Gjithashtu duhet të merret parasysh prania e një momenti për shkak të jashtëqëndrësisë së drejtimit të forcës prerëse në sipërfaqen e materialit bazë.

1.2.2 Çeliku i ankerave

- Çeliqet me karbon ose çeliqet e lidhur
 - Nomenklaturat dhe karakteristikat

Çeliku është një aliazh i përbërë nga hekuri (Fe) dhe karboni (C). Sasia e karbonit të përfshirë në shumicën e çelikeve të përdorur është (0,1÷0,2) %.

Një çelik përgjithësisht karakterizohet nga dy vlera të rezistencës:

- rezistenca nominale në tërheqje në shkatërrim: R_m ose $f_{u,k}$;
- rezistenca nominale në rrjedhshmëri (kufiri i elasticitetit): R_e ose $f_{y,k}$;

Këto dy karakteristika kryesore themelore shprehen në (N/mm²) ose (MPa) dhe përcaktojnë klasën e cilësisë së çelikut të përdorur.

Për shembull, dado e ankerit *M12* të përdorur në këtë doktoraturë është çelik i cilësisë 8.8:

- shifra e parë “8” përfaqëson një të njëqindën e rezistencës nominale në shkatërrim, pra $f_{u,k}=800 \text{ N/mm}^2$.
- shifra e dytë “8” përfaqëson dhjetë herë raportin midis kufirit të elasticitetit $f_{y,k}$ dhe rezistencës nominale në shkatërrim $f_{u,k}$.

Shumëfishimi i këtyre vlerave lejon të nxirret një e dhjeta e rezistencës nominale në rrjedhshmëri duke u nisur nga rezistenca në shkatërrim, ose $f_{y,k}/10=8 \cdot 8 = 64 \text{ N/mm}^2$, e cila jep $f_{y,k} = 64 \cdot 10 = 640 \text{ N/mm}^2$.

Karakteristikat mekanike të çeliqueve sipas normativës UNI-EN 20898 tregohen në tabelën më poshtë:

Rezistencat mekanike nominale [N/mm²]	Klasat e rezistencës								
	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.8	12.9
Rezistenca në shkatërrim: $f_{u,k}$	300	400	400	500	500	600	800	1000	1200
Rezistenca në rrjedhshmëri: $f_{y,k}$	180	240	320	300	400	480	640	900	1080

Tabela 4: Karakteristikat mekanike të çeliqueve sipas normativës [14].

- Çeliquet e pa oksidueshëm
 - Llojet e çeliqueve të paoksidueshëm

Çeliquet e pa oksidueshëm përdoren në rastin e ankerave që zbatohen në ambiente korrozive. Këta janë në thelb çelique që përmbajnë CrNiMo (A4, AISI 316) ose, më rrallëçelique qëpërmbajnë CrNi (A2, AISI 304). Në raste të veçanta, kur kërkohet një rezistencë më e lartë ndaj korrozionit për shkak të ambienteve shumë agresive që përmbajnë klorure (si p.sh. ankerat në galeri, pishina, etj) mund të përdoret një çelik i quajtur HCR (**H**igh **C**orrosion **R**esistance) me përmbajtje molibdeni. Aktualisht ekzistojnë nomenklatura të ndryshme për të përcaktuar përbërjen e çeliqueve të paoksidueshëm. Në vijim jepen disa si më të rëndësishmet dhe që përdoren në industrinë e prodhimit të sistemeve ankeruese.

- Nomenklatura AISI [15]

AISI (**A**merican **I**ron and **S**teel **I**nstitute) përdor një emertesë tashmë të njohur në gjithë botën. Konsiston në një numër që përcakton llojin e çelikut, të cilit shpesh i bashkëngjitet edhe një shkronjë.

Në veçanti:

- 200: tregon çeliquet që përmbajnë krom, nikel dhe mangan
- 300: tregon çeliquet që përmbajnë krom, nikel dhe molibden
- 400: tregon çeliquet e paoksidueshëm ferricit dhe martensicit

Shkronjat e mundshme që përdoren për të bashkëshoqëruar numurat e mësipërm janë:

- L = përmbajtje e ulët karboni
- N = përmbajtje azoti
- Se = përmbajtje seleni
- Ti = përmbajtje titani
- Nb = përmbajtje niobiumi

- Nomenklatura DIN [16]

Në mënyrë të ngjashme, nomenklatura Gjermane e treguar nga norma DIN, identifikon një çelik të paoksidueshëm nëpërmjet pesë shifrave, tipi **1.4306**.

Shifra **1** do të thotë “çelik”, dy numrat e tjerë **43** tregojnë “çelik kimikisht rezistent pa Mo, Nb ose Ti”. Dy numrat e fundit **06** kanë të bëjnë me lidhjen e përdorur. Në mënyrë të ngjashme me numrin **43**, ekzistojnë edhe nomenklaturat e mëposhtme për çelikut e paoksidueshëm:

- “**40**” = çelik pa Mo, Nb, Ti, e Ni < 2,5%
- “**41**” = çelik me përmbajtje Mo, pa Nb ose Ti, e Ni < 2,5%
- “**44**” = çelik me përmbajtje Mo, pa Nb ose Ti, e Ni > 2,5%
- “**45**” = çelik me përmbajtje Cu, Nb ose Ti, e Ni > 2,5%

- Nomenklatura të tjera [17]

Në disa vende Europiane përdoret si emërtesë një formë e shkurtuar e përbërjes kimike.

Për shembull: **X2 Cr Ni 19 11**

X = lidhja e çelikut

2 = 1/100 % te përmbajtjes në karbon, në këtë rast C = 0.02%

Cr = përmbajtja në % e Kromit, në këtë rast Cr = 19%

Ni = përmbajtja në % e Nikelit, në këtë rast Ni = 11%

Materiali X 2 Cr Ni 19 11 i korespondon çelikut AISI 304L dhe DIN 1.4306

- Nomenklatura A2, A4 [18]

Gjatë viteve është afirmuar edhe nomenklatura A1, A2, A4 etj. Ky përcaktim vjen nga emrat e përzgjedhur nga një prodhues i çelikut në vitet e para të prodhimit industrial të çelikeve. Me sinonimin A1 për shembull, janë grupuar çelikut me përmbajtje Kromi dhe Nikeli, pa Molibden por me një përmbajtje relativisht të lartë të sulfurit. Klasa A2 grupon çelikut CrNi pa Molibden, ndërsa ajo A4 çelikut që përmbajnë të paktën 2% Molibden. Kjo emërtesë përcakton klasën e rezistencës në korrozion dhe jo një çelik të veçantë.

Duke analizuar për shembull çelikut **A4-70** (këmishën e ankerit M12 të përdorur në këtë doktoraturë), ai do të interpretohet si më poshtë:

A = çelik i paoksidueshëm (alternativ: F=ferritik, C=martensitik)

4 = çelik me Krom-Nikel-Molibden, (alternativ: 1=çelik i papunuar me shtesë S, 2=çelik me Krom-Nikel)

70 = rezistenca në shkatërrim $f_{u,k} = 700 \text{ N/mm}^2$.

Në tabelën 5 pasqyrohen vetitë mekanike të çelikeve të paoksidueshëm:

Rezistenca mekanike [N/mm ²]	Klasat e rezistencës		
	A2 / A4-50	A2 / A4-70	A2 / A4-80
Rezistenca në shkatërrim: $f_{u,k}$	500	700	800
Rezistenca në rrjedhshmëri: $f_{y,k}$	210	450	600

Tabela 5: Karakteristikat mekanike të çelikeve A2, A4 [18].

KAPITULLI II

2 – Klasifikimi i ankerave

Për shkak të karakteristikave të ndryshme të materialit bazë, dhe nevojave të ndryshme të projektuesit (lloji i ngarkimit, kushtet e mjedisit etj) janë zhvilluar lloje të shumtë ankerash që mund të klasifikohen si:

- Ankerat mekanikë
- Ankerat kimikë
- Ankerat plastikë

Brenda llojeve të ndryshme të funksionimeve janë zhvilluar ankerat me gjeometri të ndryshme, për një klasifikim të detajuar shihet në buletin FiB-CEB 1994 [3].

Në vazhdim është paraqitur një skemë e thjeshtuar e tipologjisë së sistemeve të ankerimit që njihen e përdoren sot në këtë industri.



Figura 8: Klasifikimi i ankerave [3]

2.1 – Ankerat mekanikë

2.1.1 Ankerat me zgjerim

Ankerat me zgjerim transferojnë ngarkesat kryesisht nga fërkimi. Forca e fërkimit që krijohet ndërmjet ankerit dhe materialit bazë varet drejtpërdrejt nga forca normale e krijuar nga mekanizmi zgjerues i ankerit gjatë instalimit të tij dhe gjatë ushtrimit të aktivitetit të ankerit.

Kjo kategori ankerash mund të ndahet në dy nën klasa, në varësi të mënyrës përmes të cilës gjenerohet forca e zgjerimit.

2.1.1.1 Ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit (përdredhje të kontrolluar e dados së montimit)

Në këto lloj ankerash zgjerimi ndodh nëpërmjet aplikimit të një çifti forcash në kokën e ankerit nëpërmjet dados së montimit. Çifti i aplikuar ka për qëllim zhvendosjen e një elementi konik përmes një këmishë metalike, në mënyrë që ta ngjesh këmishën, kundrejt mureve të vrimës së materialit bazë, i cili në rastin e kësaj doktrate është beton.

Këmisha metalike ka funksion transmetimin e ngarkesës aksiale nga trupi i ankerit tek betoni nëpërmjet fërkimit.

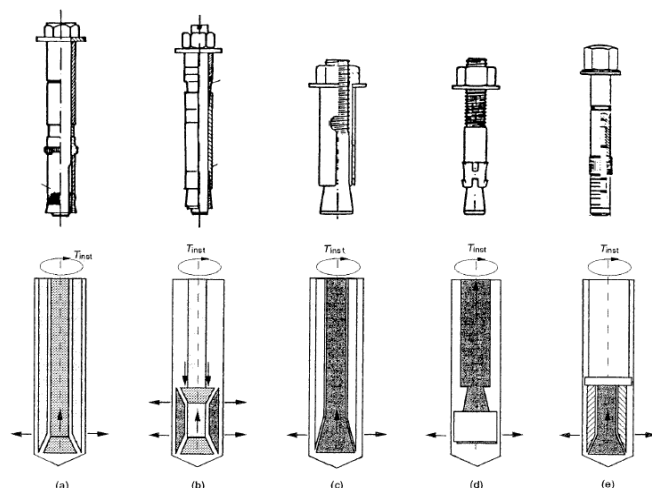


Figura 9: Mekanizmat e zgjerimit për ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit (a)kon i vetëm, (b)kon i dyfishtë, (c)bulon fiksues, (d)pykë, (e)fiksimi me pykë të brendshme [3].

2.1.1.2 Ankerat me deformim të kontrolluar

Ankerat me deformim të kontrolluar ndryshojnë nga ata me zgjerim nëpërmjet rrotullimit nga fakti se elementi konik detyrohet të rrëshqasë në brendësi të këmishës metalike nën impaktin e goditjes së trupit të ankerit nëpërmjet me cekic apo makineri të posacme për këtë proces. Madhësia e forcës së krijuar varet drejtpërdrejt nga mënyra me të cilën koni i trupit të ankerit futet ndërmjet elementeve të zgjerimit.

Në pjesën më të madhe të rasteve ngarkesa e jashtme transferohet direkt nga trupi i ankerit në beton, pa marrë parasysh pykën që shkakton zgjerimin. Për këtë arsye vlera e forcës zgjeruese që prodhohet në këta lloj ankerash është maksimale në momentin e instalimit dhe nuk ndikohet nga ngarkesat e jashtme që ushtrohen në anker gjatë jetës së tij të shërbimit. Ankerat me zgjerim të kontrolluar, të cilët nuk mund shkojnë kundër zgjerimeve të tjera, janë më të ndjeshëm ndaj çdo pasaktësie dimensionale të vrimës në materialin bazë.

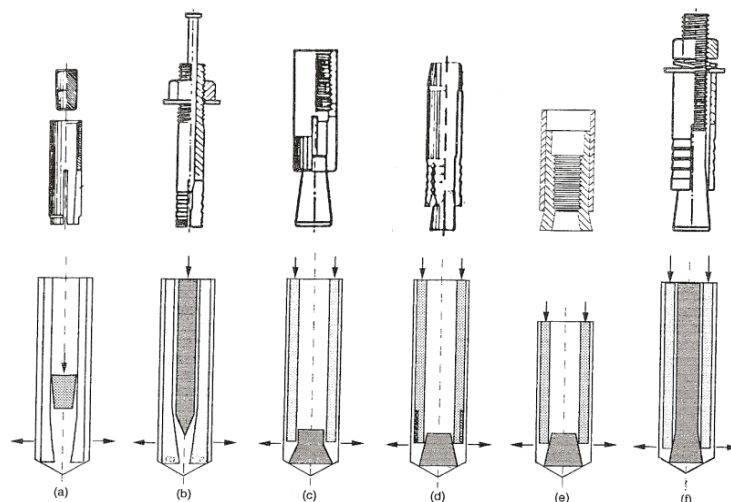


Figura 10: Mekanizmat e zgjerimit për ankerat me deformim të kontrolluar (a)tipi me kon poshtë, (b)tipi me trup poshtë, (c)tip koni, (d)anker vetshpues, (e)komanda caulkin, (f)tipi me bulon aktivizues [3].

Aftësia mbajtëse e këtyre ankerave varet nga shkalla e deformimit në beton pas procesit të zgjerimit, duke mbajtur në konsideratë që mekanizmi i transferimit të ngarkesave është një kombinim midis rezistencës nga forma dhe nga fërkimi. Nëse instalohen si duhet, ankerat me deformim të kontrolluar gjenerojnë një forcë zgjeruese më të madhe se ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit për dimensione të njëjta të ankerit. Për sa më sipër por sikurse është përmëndur edhe më parë, performanca e ankerave varet nga saktësia e dimensionit të vrimës dhe procesi i instalimit. Sa më i vogël të jetë dimensionin i vrimës përkundërt diametrit të ankerit aq më e madhe është forca zgjeruese e gjeneruar gjatë procesit të instalimit dhe aq më i madh është rreziku i shkatërrimit të betonit sidomos kur ankeri është i montuar në afërsi të skajeve të strukturës që gjatë procesit të instalimit.

2.1.2 Ankerat me kokë të montuar para betonimit

Ankerat me kokë të montuar para betonimit karakterizohen nga një sistem mekanik bllokimi i realizuar duke krijuar një hapësirë në beton. Vrima cilindrike e realizuar nga trupi i ankerit në beton vjen duke u zgjeruar me një proces shpimi të veçantë dhe rezultati përfundimtar i gjeometrisë së vrimës bën të mundur që ankeri të funksionojë për efekt të formës me materialin bazë. “Filozofia” e këtyre lloj ankerash është të përshtaten me materialin bazë.

Koka e montuar para betonimit mund të krijohet në vrimën e ankerit gjatë procesit të shpimit, pra përpara instalimit të vetë ankerit.

Ndryshe koka mund të krijohet nga vetë ankeri gjatë instalimit, në këtë rast flitet për ankera përshkues. Shtrëngimi ose instalimi i ankerave përshkues nuk sjell zgjerimin e një këmishe metalike, por një rrotullim të vetë trupit të ankerit, proces i cili mbështetur edhe në gjeometrinë e ankerit, thërmon progresivisht betonin përreth duke krijuar një zonë në brendësi të së cilës kjo zonë e ankerit qëndron e zhytur.

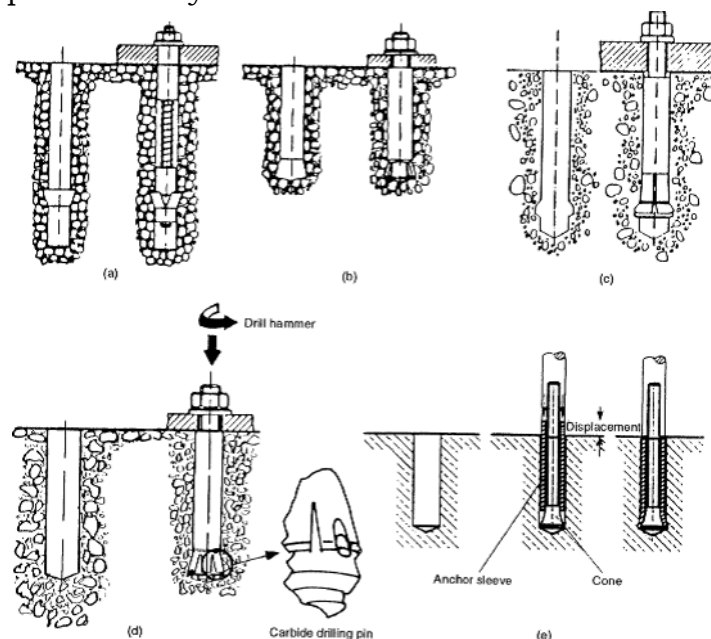


Figura 11: Ankerat me kokë të montuar para betonimit(a)÷(c) koka e realizuar përpara instalimit të ankerit, (d) dhe (e) koka e realizuar gjatë instalimit të ankerit [3].

Ankerat me kokë të montuar para betonimit zhvillojnë forcë zgjeruese relativisht të vogël në beton. Për pasojë sforcimet në beton gjatë ngarkimit dhe kohës së shërbimit janë dukshëm më të ulëta në krahasim me rastet kur përdoren llojet e tjera të ankerave mekanik.

Ankerat me kokë të montuar para betonimit, për të transferuar ngarkesat në beton, shfrytëzojnë kryesisht mekanizmin rezistues nga forma.

2.2 – Ankerat kimike

Ekzistojnë shumë lloje ankerash kimike dhe në familjen e ankerave kimike bëjnë pjesë të gjithë ata ankerat për të cilët transmetimi i sforcimeve bëhet nga një shufër metalike në beton nëpërmjet një lidhësi adeziv.

Ankerat kimike mund të ndahen në dy kategori:

- Me kapsulë(zakonisht qelqi ose plastike)
- Me injektim (përgjithësisht bëhet fjalë për adezive me dy komponente).

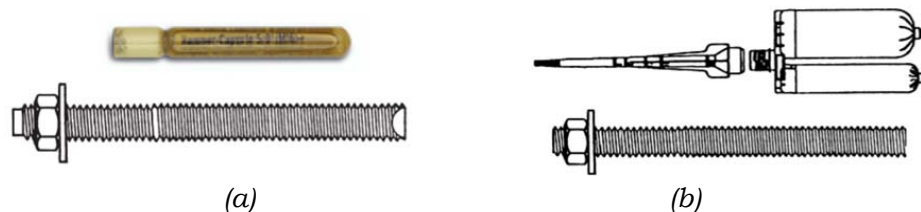


Figura 12: Ankerat kimike (a) – me kapsulë (b) – me injektim

Sistemet me kapsulë qelqi ose plastike përmbajnë një përbërje polimerike të papjekur dhe një katalizator, këto futen në vrimën e ankerit dhe më pas ankeri (shufra e filetuar) drejtohet në brendësi të vrimës duke u rrotulluar përreth aksit të vet ankerit.

Kjo lëvizje thyen mbështjellësen e kapsulës dhe dy përbërësit përzihen me njëri-tjetrin duke mbuluar vetë shufrën dhe duke mbushur hapësirën unazore ndërmjet ankerit dhe vrimës. Zakonisht diametri i vrimës është (10÷25)% më i madh se diametri i shufrës, në varësi të diametrit të ankerit dhe të prodhuesit. Kapsulat plastike në krahasim me ato të qelqit janë më të forta dhe përshtaten më mirë, për shkak të fleksibilitetit të tyre dhe gjeometrisë së vrimës, për këto arsye ato gjejnë përdorim të gjerë në instalimet në tavan.

Kur përdoren sistemet me injektim, rezina sintetike injektohet në vrimën e ankerit, ku pastaj futet ankeri (shufra e filetuar). Në rastin e ankerave me injektim komponentët janë të ndarë, në dy fishek koncentrike ose në dy fishek të ndarë. Përzierja e dy komponenteve bëhet nëpërmjet një mikseri i cili shërben njëkohësisht edhe për injektimin e tyre.

Të dy sistemet veprojnë sipas të njëjtit princip, bazuar në lidhjen ndërmjet ankerit (shufrës) dhe vrimës. Pastaj ngarkesat transferohen nëpërmjet adezionit në materialin bazë.

Për shkak të mekanizmave rezistente që zhvillohen, ankerat kimike që punojnë nëpërmjet adezionit lejojnë distanca më të vogla nga skajet e strukturës krahasuar me ankerat mekanike.

Llojet kryesore të adeziveve janë në thelb tre tipe: *rezina epokside*, *rezina poliestre* dhe *rezina viniljestre*. Këto rezina kanë karakteristike shumë të

ndryshme, relativisht nga rezistenca në aderencë dy rezinat e para janë më rezistente.

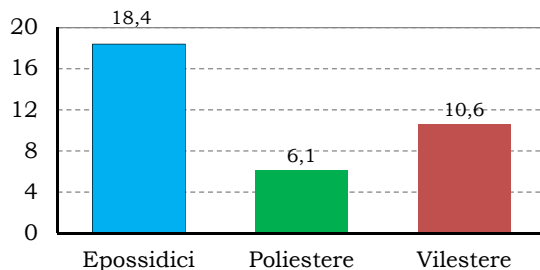


Figura 13: Rezistenca mesatare e adezionit të rezinave [19].

- *Adezivët epoksidë* të përbërë nga një rezinë epokside, janë reagent që lejojnë ngurtësimin e rezinës. Rezina klasifikohet si përbërësja “A” dhe reagenti si përbërësi “B”. Adezivët epokside janë “thermosetting polymers”, do të thotë që kërkojnë nxehtësi për tu ngurtësuar, nxehtësi që prodhohet gjatë reaksionit, të tipit ekzotermik, ndërmjet rezinës dhe reagentit. Adezivët epoksidë janë të qëndrueshëm, kanë një jetë të gjatë magazinimi, dhe praktikisht nuk i nënshtrohen tkurrjeve gjatë maturimit.

- *Adezivët poliestër* përbëhen nga një rezinë e tipit poliester dhe një katalizator, përgjithësisht peroksid benzeni. Për shkak të strukturës së tyre kimike, adezivët poliestër realizojnë normalisht reaksione ekzotermike më të shpejta dhe me kohë ngurtësimi më të shkurtër se adezivët epoksidë. Disavantazhet e adeziveve poliestër janë, kanë jetë të shkurtër magazinimi, një tendencë për tu degraduar nën veprimin e rrezeve ultraviolet dhe më e rëndësishmja mund të shkaktojnë reaksione autopolimerizimi edhe në temperatura që normalisht mund të arrihen gjatë muajve të verës në klimat e nxehta.

- *Adezivët vinilistre* përbëhen nga një rezinë e tipit vinilistër dhe një katalizator, edhe në këtë rast, peroksid benzeni. Adezivët vinilistër kanë reaksione ekzotermike dhe kohë maturimi më të shpejtë se adezivët epoksidë por më të ngadaltë se adezivët poliestere. Edhe përsa i përket kohës së magazinimit, ndjeshmërisë nga ekspozimi i rrezeve ultraviolet dhe tendencës së vetë-polimerizimit, adezivët vinilistër vendosen ndërmjet adeziveve epokside dhe atyre poliestere.

Bazuar në këta lloje adezivësh vitet e fundit, janë zhvilluar sisteme hibride, të përbërë nga agjentë organikë (rezina) dhe inorganikë (çimento dhe ujë). Reaksioni i polimerizimit të rezinës siguron një aderencë të mirë edhe nga pikëpamja e instalimit të produktit, kohës së ngurtësimit dhe thjeshtësisë së përdorimit të të gjithë sistemit të injektimit. Nga ana tjetër reaksioni i çimentos rrit shtangësinë dhe aderencën, veçanërisht në temperatura të larta.

2.3 – Ankerat plastike

Tipet e sistemeve të ankerimit do ti përfundojmë me një përshkrim të ankerave plastike të cilët megjithëse gjejnë përdorim kryesisht në fiksuesit e

lehtë, prej disa vitesh janë objekt kërkimesh dhe zhvillimi nga disa prodhues, për shkak të rezistencës së tyre në korrozion dhe kostove të ulëta të prodhimit.



Figura 14: Anker plastik, (a) këmisha plastike (b) Vida.

Ankerat plastikë janë të përbërë nga një element zgjerues (në përgjithësi vidë) dhe nga një këmishë plastike me vrimë në njërën nga dy skajet.

Llojet e ndryshme të ankerave plastikë të pranishëm në treg ndryshojnë ndërmjet tyre kryesisht nga forma dhe modeli i brendshëm i këmishës plastike.

Zgjerimi i këmishës plastike bëhet me anë të instalimit të vidës e projektuar posaçërisht për përdorim në lloj të caktuar këmishe plastike, e cila hyn në filetim në këmishën plastike dhe e shtyn atë kundrejt mureve të vrimës së hapur në materialin bazë.

Edhe përsa i përket ankerave plastike sjellja nën veprimin e ngarkesave varet shumë nga instalimi i duhur, si për shembull vida duhet të futet saktë në mënyrë që të zhvillohet forca maksimale zgjeruese. Vëmendje të veçantë duhet ti kushtohet edhe faktorëve të jashtëm sikurse është temperatura. Temperatura shumë të ulta (nën zero), mund të shkaktojnë një thyrje të këmishës plastike gjatë procesit të montimit e rrjedhimisht të zgjerimit.

Ankerat plastikë rezistojnë si nëpërmjet formës (midis vidës dhe këmishës plastike) ashtu edhe nëpërmjet fërkimit (midis këmishës plastike dhe mureve të vrimës në materialin bazë).

KAPITULLI III

3 – Procedurat e instalimit të ankerave

Njohja e mekanizmave rezistente të ankerave dhe kërkimi i metodave të llogaritjes që janë në gjendje të vlerësojnë kapacitetin maksimal janë themelore për projektimin e duhur të një ankeri.

Në kantier lidhur me fazën e instalimit të ankerit në beton është thelbësore jo vetëm kryerja në mënyrën e duhur e të gjitha veprimeve të nevojshme për montimin e ankerit, por edhe marrja parasysh e një sërë faktorësh që mund të ndikojnë në montimin e saktë dhe për pasojë në sjelljen gjatë jetës së ankerit.

Do të sqarohet në vazhdim përshkrimi i fazave kritike të instalimit dhe analizimi i faktorëve të ndikimit në aftësinë mbajtëse të ankerave pa hyrë në detaje numerike por me ndihmën e përshkrimeve, imazheve dhe grafikëve të natyrave të ndryshme.

Faktorët që ndikojnë në montimin e një ankeri, duke i renditur sipas një rendi kronologjik në funksion të procesit të montimit ndahen në tre grupe:

- 1) Faktorë që lidhen me vrimën në beton
- 2) Faktorë që lidhen me instalimin e ankerit në vrimën e betonit
- 3) Rrethana të tjera.

3.1– Vrimat

3.1.1 Realizimi i vrimave

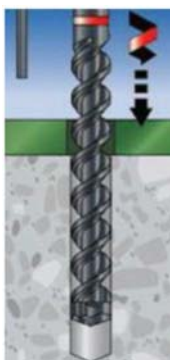
Një vrimë në beton mund të realizohet në dy mënyra:

- Duke përdorur trapan shpues;
- Duke përdorur sistem shpimi me kokë diamanti.

Normalisht shfrytëzohet një sistem shpimi me kokë diamanti kur është nevoja për të bërë një vrimë përmes armaturës ose në rastin kur thellësia dhe diametri i vrimës janë shumë të mëdha. Vrimat e realizuara me një sistem me kokë diamanti japin një sipërfaqe të brendshme të vrimës më të lëmuar në krahasim me ato që realizohen me trapan, gjë që ndikon në zhvillimin e mekanizmave rezistues të një ankeri psh kimik, siç do të shihet më tej në paragrafin përkatës lidhur me ashpërsinë e vrimës.

Puntot e trapanove të prodhimeve të reja mund të realizojnë vrima me diametër deri në 40 mm dhe thellësi deri në 450 mm, ndërsa me sistemin me kokë diamanti mund të realizohen vrima të çdo lloji diametri dhe thellësie (figura 15).

Për qëllime projektimi është shumë e rëndësishme të merret parasysh që edhe pse me sistemin me kokë diamanti mund të tejkalosh (presësh) armaturën e hekurit në strukturë gjatë procesit të realizimit të vrimës, është e nevojshme që projektuesi të vlerësojë pasojat në nivel strukturor të këtij veprim.



(a)



(b)

Figura 15: Realizimi i vrimave në beton, (a) nëpërmjet trapanit (b) nëpërmjet kokës së diamantit

Zgjedhja e llojit të sistemit të realizimit të vrimave si dhe të mjetëve të që do të përdoren varet nga diametri dhe thellësia e vrimës si dhe nga kushtet konstruktive të strukturës ku do të realizohet vrima.

Përsa i përket ndikimit që vrima mund të ushtrojë në anker është e nevojshme të bëhet dallimi ndërmjet ankerave mekanike nga ata kimikë. Në rastin e ankerave mekanikë, duhet ti kushtohet vëmendje e veçantë thellësisë dhe diametrit të vrimës, funksion i gjeometrisë së ankerit që do të instalohet, kurse në rastin e ankerave kimikë ndërhyjnë edhe faktorë të tjerë, të tillë si ashpërsia dhe pastrimi e vrimës.

3.1.2 Lagështia e vrimës

Në llogaritjen e rezistencës së një ankeri një nga parametrat me ndikim ndikim më të madh, është gjendja e lagështisë së vrimës, si në fazën e montimit të ankerit ashtu edhe në fazën e shërbimit.

Në momentin e montimit të një ankeri, vrima në të cilën do të montohet ankeri konsiderohet e lagësht nëse ka qënë e ekspozuar ndaj ujit për disa ditë. Në rastet e periudhave të shkurtra të ekspozimit (deri në një ditë) nuk ka zvogëlim të kapacitetit mbajtës të ankerit, me kusht që para montimit, të largohet e gjithë sasia e ujit nëpërmjet një sistemi aspirimi.

Është e rëndësishme të nënvizohet rëndësia e vlerësimit të kushteve mjedisore të një kantieri veçanërisht nëse është fjala për përcaktimin e shkallës së ngopjes së betonit. Duhet të merret në konsideratë fakti që nuk mund të dallohet me sy të lirë prania e ujit në beton, prandaj duhet t'i kushtohet vëmendje kushteve specifike të çdo kantieri dhe të vlerësohet gjendja e materialeve të strukturës bazë.

Edhe kushtet e injektimit kanë rëndësi të madhe, në rastin e injektimeve nën ujë, është e domosdoshme mbushja e plotë e vrimës me rezinë.

Për më tepër, në rastin kur vrima ndodhet në kontakt me ujë të pasur me agjent antifrizë, prania e tij ndikon si në rezistencën e betonit ashtu edhe në kohën e maturimit të rezinës.

Në funksion të kohës së ekspozimit efektet e pranisë së ujit në vrima mund të ndahen në dy klasa:

- 1) Efekte në rezistencën e materialit bazë

- 2) Efekte në rezistencën përfundimtare të sistemit material bazë–anker–material i ankeruar.

3.1.2.1 Efekte në rezistencën e materialit bazë

Është verifikuar që, në rastin kur një vrimë në beton është ekspozuar ndaj ujit për disa ditë, në zonën përreth vrimës rezistenca në shtypje e betonit pëson një reduktim me rreth (10%÷20) %. Kjo sjellje mund të jetë kritike në e shkatërrimit nga formimi i konit në beton, për vlera ngarkimi të sistemit ankerues më të vogla se ato të llogaritura. Në rastin e betonit të ngopur me ujë aftësia mbajtëse e sistemit ankerues, kur shkatërrimi llogaritet për formim të konit, duhet të zvogëlohet me një faktor reduktues $f_{w,sat}=0,7$.

3.1.3 Ashpërsia e vrimës së instalimit

Shkalla e ashpërsisë së vrimës së instalimit ndikon tek çdo tip ankeri, edhe pse kjo është veçanërisht e rëndësishme për ankerat kimik.

Nëse përdoret një sistem shpues me kokë diamanti, muret e vrimës mbeten shumë të lëmuara dhe me lagështi, pasi ekzekutimi i vrimës me këtë mënyrë kërkon përdorimin e ujit gjatë procesit të shpimit.

3.1.3.1 Ndikimi i ashpërsisë së vrimës së instalimit në ankerat mekanike

Në ankerat mekanike mungesa e ashpërsisë së vrimës mund të shoqërohet me humbjen e “sipërfaqes së kontaktit”, e nevojshme për tu siguruar që ankeri nuk do të rrëshqasë në brendësi të vetë vrimës.

3.1.3.2 Ndikimi i ashpërsisë së vrimës së instalimit në ankerat kimikë

Në ankerat kimike mungesa e ashpërsisë së vrimës shkakton një aderencë më të vogël ndërmjet adezivit kimik dhe mureve të vrimës. Në këtë rast, për të siguruar një ashpërsi më të madhe, rekomandohet trajtimi i sipërfaqeve të vrimës me një mjet të përshtatshëm, në të kundërt në varësi edhe të llojit të rezinës, nuk është gjithmonë i mundur vlerësimi i kapacitetit mbajtës të ankerit.

Në praktikë nëse përdoren rezina bi–komponente dhe muret e vrimës nuk paraqesin ashpërsinë e duhur, mund të shkaktohet një humbje e aderencës ndërmjet adezivit dhe betonit.

Ndryshe është rasti i rezinave epokside, për aq kohë sa karakteristikat e veçanta të këtyre rezinave bëjnë të mundur përdorimin e produktit edhe në rastin kur vrima është e lëmuar dhe me lagështi. Ulja e aftësisë mbajtës janë më të vogla dhe mbulohen nga koeficientet e sigurisë të miratuar.

3.1.4 Ndryshimet e diametrit të vrimës së instalimit

3.1.4.1 Ndikimi i diametrit të vrimës së instalimit në ankerat mekanike

Diametri i vrimës që realizohet në beton për të montuar një anker mekanik duhet të jetë i të njëjtës madhësi me diamterin e ankerit.

Në rastin e një diametri më të madh të vrimës nuk do të ndodh fërkimi i nevojshëm midis këmishës metalike të ankerit dhe mureve të vrimës, në momentin që do të montohet ankeri nuk do të verifikohet zgjerimi i parashikuar i këmishës, rrjedhimisht, ankeri nuk do të zhvillojë rezistencën mekanike të projektuar. Anasjelltas, nëse diametri është më i vogël nuk do të jetë i mundur montimi i ankerit, pra ai nuk do të mund të futet në vrimë.

3.1.4.2 Ndikimi i diametrit të vrimës së instalimit në ankerat kimike

Një nga faktorët më tërëndësishëm në sjelljen e ankerave kimike është distanca ndërmjet sipërfaqes së jashtme të ankerit dhe mureve të vrimës.

Kjo distancë ndryshon në funksion të diametrit të ankerit dhe llojit të rezinës së përdorur; për shembull, për një anker M10 rekomandohet që distanca nuk duhet të kalojë vlerën 1mm për secilën anë (p.sh. shufra e filetuar 10, diametri i vrimës 12mm).

Ndikimi i rezinës në sipërfaqen përfundimtare në lidhje me diametrin e vrimës është më i theksuar nëse përdoren rezina polimerike metakrilat-uretani.

Në rastin e rezinave në kapsulë, vëllimi i të cilave është fiks, realizimi i një diametri më të madh mund të sjellë që sasia e rezinës së pranishme në kapsulë të mos jetë e mjaftueshme për të mbushur në mënyrë të përshtatshme vrimën ose mund të vihet re një perzierje jo e mirë e përbërësve të ndryshëm të rezinës.

Nga ana tjetër, në rastin e një diametri më të vogël se ai i rekomanduari, rezulton i vështirë montimi i ankerit, në të njëjtën kohë nuk ngelet hapësirë e mjaftueshme që rezina të mbulojë shufrën e filetuar dhe të ngjitet me betonin, kushte të domosdoshme për zhvillimin e kacitetit të tyre aderues.

3.1.5 Pingultësia e vrimës së instalimit

Kur vrima nuk është realizuar pingul me sipërfaqen e betonit, duhet të maren parasysh dy efekte:

- 1) Projektuesi duhet të marrë në konsideratë faktin që do të krijohet një kënd ndërmjet drejtimit të forcës aksiale që vepron në anker dhe aksit gjatësor të ankerit, pra duhet të meret në konsideratë lindja e një force prerëse.
- 2) Për vlera të mëdha të këtij këndi, ankeri mund të përkulët (me pikë mbështetëse në sipërfaqen e materialit bazë), në funksion të karakteristikave të çelikut të ankerit, mund të ndodhë që kolapsi i ankerit të arrihen për vlera të sforcimeve më të vogla se ato të llogariturat.

Si në rastin e ankerave mekanike dhe kimike, shmangia maksimale ndërmjet aksit të ankerit dhe drejtimit të veprimit të forcës tërheqëse, për të cilën ndryshimet e rezistencës së çelikut mbulohen nga koeficientët e sigurisë, është deri në 3°. Mbi këtë vlerë është e nevojshme të merret në konsideratë, përveç tërheqjes edhe një moment perkulës, i cili mund të çojë në ulje drastike të rezistencës së ankerit.

3.1.6 Pastrimi i vrimës së instalimit

Një nga temat më delikate dhe më pak të vlerësuara lidhur me montimin e një ankeri është pastrimi i vrimës. Zakonisht pastërtia e vrimës nuk merret parasysh në llogaritjet e aftësisë mbajtëse të ankerit, sepse mungon një perceptim objektiv i sasisë së pluhurit dhe mbeturinave që prodhohen nga shpimi i betonit dhe që ngelen në vrimë. Figura 16 jep një ide të pluhurit që lëshohet kur, vrima pastrohet me furçë ose me ajër të presuar. Siç mund të shihet, nuk bëhet fjalë për pak grimca por për një sasi të konsiderueshme pluhuri.

Në mënyrë të ngjashme si më parë, edhe për këtë proces është e domosdoshme të bëhet dallimi midis ankerave mekanike dhe atyre kimike.



Figura 16: Pastrimi i vrimës së instalimit.

3.1.6.1 Pastrimi i vrimës së instalimit në ankerat mekanike

Në ankerat mekanikë pluhuri dhe grimcat mund të ndikojnë në zhvillimin e duhur të mekanizmave rezistues të një ankeri, qoftë në mos lejimin e fërkimit të duhur midis këmishës metalike të ankerit dhe mureve të vrimës, ashtu edhe nga prania e grimcave të holla që mund të enë bllokuar midis këmishës dhe trupit të ankerit duke parandaluar rrëshqitjen e nevojshme reciproke.

3.1.6.2 Pastrimi i vrimës së instalimit në ankerat kimike

Në rastin e ankerave kimikë viskoziteti i rezinave mund të mos jetë mjaftueshëm i ulët për të depërtuar ndërmjet disa shtresave të pluhurit, për të siguruar efektin ideal fërkim-aderencë të vetë rezinës ndaj mureve të vrimës. Ky fenomen është i vlefshëm mbi të gjitha për adezivët poliestër dhe rezinat e tipit polimerike metakrilat-uretani.

Ndërsa, rezinat e tipit viniluretan kanë aftësinë të absorbojnë sasi të konsiderueshme pluhuri pa humbur rezistencën. Një sjellje e ngjashme vërehet edhe në rezinat epokside, sjellja e të cilave nuk ndikohet shumë nga pastrimi i

vimave (arrin afërsisht 90% të rezistencës nominale). Në çdo rast efekti i kombinuar nga prania e pluhurit, vajit, yndyrnave, ujit dhe papastërtive të tjera mund të ulë ndjeshëm kapacitetin rezistues të çdo tipi ankeri, për këtë arsye rekomandohet të bëhet një pastrim i mirë i vrimës përpara montimit të ankerit.

3.2 – Instalimi i ankerit

Në këtë paragraf do të shqyrtohen çeshtjet më të rëndësishme lidhur me faktorët e ndryshëm të cilëve duhet ti kushtohet vëmendje në procesin e instalimit të një ankeri dhe se si ata mund të ndikojnë në funksionimin dhe sjelljen e ankerave.

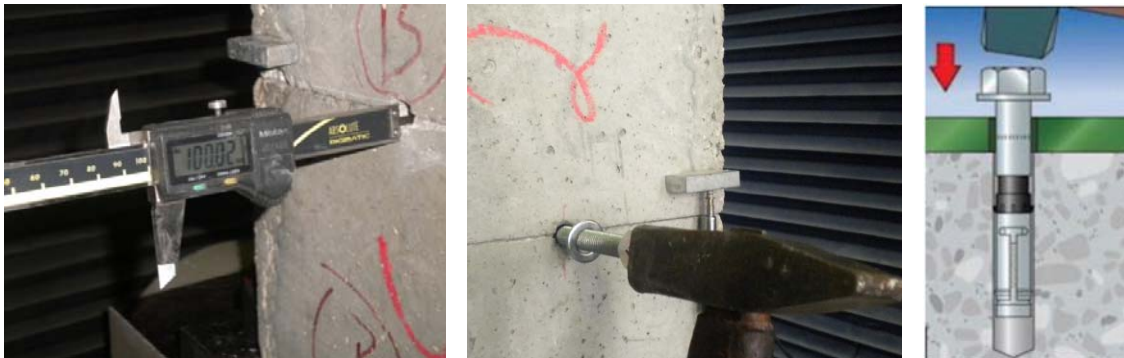


Figura 17: Montimi i ankerit në vrimën e instalimit

3.2.1 Thellësia e instalimit të ankerit

Zhytja e një ankeri deri në thellësinë e caktuar nga prodhuesi duke respektuar edhe të gjitha kushtet e tjera të montimit sjell garantimin e zhvillimit të duhur të mekanizmave rezistues të vetë ankerit.

Reduktimi i thellësisë së zhytjes sjell një zvogëlim të sipërfaqes rezistuese të betonit. Në këto raste në betonet e zakonshëm kjo do të çojë në çedimin nga formimi i konit në beton për ngarkesa të jashtme më të vogla se ato të miratuara ose çertifikuara.

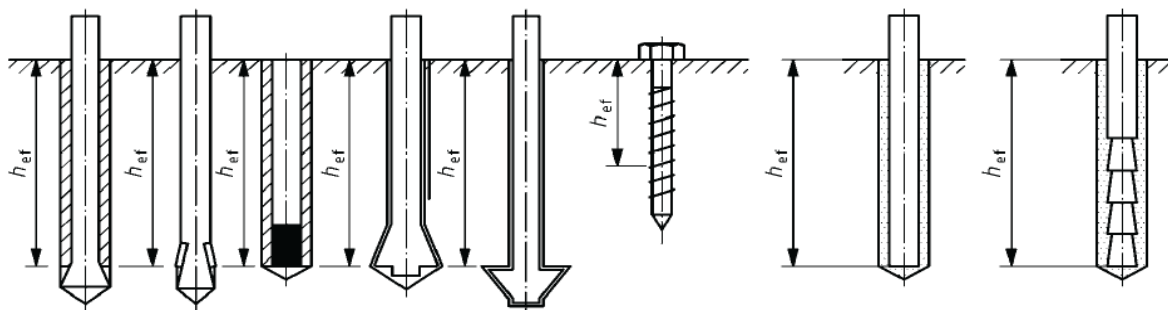


Figura 18: Thellësia e zhytjes efektive për ankerë të ndryshëm [4].

Në rastin e ankerave kimike zvogëlimi i thellësisë së zhytjes, do të zvogëlonte sipërfaqen e nevojshme që i nevojitet rezinës për të ushtruar veprimin e saj lidhës ndërmjet ankerit dhe materialit bazë.

Në disa raste të veçanta disa ankerë janë miratuar për zhytje në nivele të të ndryshme, me kusht që në asnjë rast të mos interpolohen vlerat e rezistencës së dhënë për zhytje të ndryshme për thellësi zhytje të ndërmjetme.

Për ankerat kimike është e mundur zhytja e ankerit në thellësi më të mëdha se ato nominale. Për të zhytur më tepër një anker, është e nevojshme të bëhet një vrimë më e thellë, të injektohet sasi e përshtatshme rezinë dhe të përdoret një shufër e filetuar me gjatësi më të madhe.

Për ankerat mekanikë ekzistojnë shufra me diametra të barabartë dhe gjatësi të ndryshme, në funksion të trashësisë së elementit që do të fiksohet, pra ndryshon vetëm gjatësia e pjesës së ankerit jashtë materialit bazë.

Në rast se duhet të fiksohet një pllakë me trashësi më të vogël se trashësia maksimale e lejuar, atëherë zhytet ankeri mekanik deri në thellësinë që nevojitet në funksion të trashësisë së pllakës, por nga ky veprim nuk do të përftohet rritje e kapacitetit mbajtës të ankerit në vlera të njohura e të sigurta dhe si të tilla nuk meren në konsideratë nga projektuesit.

Arsyeja për të cilën në një anker mekanik nuk është e mundur llogaritja e aftësisë mbajtëse në funksion të thellësisë së zhytjes, është se për projektimin e këtyre ankervave mbahen në konsideratë një sërë komponentesh mekanikë të cilët garantojnë që ankeri, për një zhytje të caktuar, të plotësojë kërkesat minimale të aftësisë mbajtëse të caktuara nga standartet referuese. Duke ndryshuar thellësia e zhytjes nuk është e mundur të parashikohen ndryshimet e aftësisë mbajtëse të ankerit, dhe nuk mund të aplikohen të njëjtat modele llogaritëse në të cilat është bazuar projektimi për thellësinë e zhytjes fillestare. Ndikimi dhe mardhënia e thellësisë së zhytjes me aftësinë mbajtëse mund të nxirret vetëm nëpërmjet provave të vecanta eksperimentale, sipas çdo rasti.

Ndryshe është rasti i ankerave kimike, në të cilat një zhytje e madhe ndikon në rritjen e rezistencës. Brenda raportëve të caktuara midis gjatësisë dhe diametrit të ankerit, rezistenca rritet linearisht në funksion të thellësisë së zhytjes, për aq kohë sa ka në dispozicion një sipërfaqe më të madhe aderence ndërmjet ankerit dhe adezivit si dhe ndërmjet adezivit dhe betonit, deri në një thellësi maksimale përafërsisht të barabartë me dyfishin e asaj nominale për të cilën një anker është miratuar (sigurisht me kushtin që mos të arrihet shkatërrimi i sistemit si rezultat i kolapsit të çelikut të vet ankerit). Për zhytje më të mëdha është e nevojshme të konsiderohen modele llogaritëse të ndryshme ku bie hipoteza e rritjes lineare të rezistencës me thellësinë, kështu që edhe pse rritet kapaciteti mbajtës, nuk është e mundur një parashikim me modelet e llogaritjeve të miratuara.

3.2.2 Seti dinamik

Nëse një grup ankerash i nënshtrohen një forcë prerëse që vepron perpendikular me aksin gjatësor të ankerave, hapësira midis ankerit dhe vrimës në materialin fiksues (zakonisht pllakë çeliku) luan rol të rëndësishëm në sjelljen e ankerave. Një vrimë në pllakë më e madhe se diametri i ankerit lehtëson instalimin, por shkakton shpërndarje të çrregullt të sforcimeve midis ankerave që fiksojnë pllakën në beton.

Në projektim ky problem meret në konsideratë nëpërmjet hipotezës, nëse ankerat janë të pozicionuar në një distancë nga skaji i betonit të materialit bazë më të vogël se dhjetë herë thellësia e zhytjes së tyre dhe nëse diametri i vrimës në beton dhe në pllakën metalike të materialit të fiksuar janë ato të treguara në Tabelen 6, atëherë vetëm rreshti i ankerave më afër skajit të betonit do të përthith të gjithë efektin e forcës prerëse [20].

Diametri i ankerit [mm]	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Diametri i pllakës [mm]	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	30	33

Tabela 6: Diametri i pllakës në funksion të diametrit të ankerit.

Siç mund të shihet në figurën e mëposhtme, rreshti i dytë i ankerave mund ti nënshtrohet ngarkimit nga forcat prerëse vetëm pas një spostimi të konsiderueshëm të pllakës, që ndoshta mund të verifikohet vetëm pasi të ishte arritur shkatërrimi nga formimi i konit në beton.

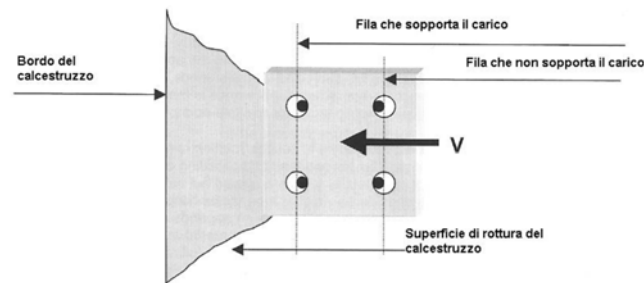


Figura 19: Shpërndarja e ngarkesës në një grup ankerash

Efekti i “boshllëkut” të vrimës në shpërndarjen e sforcimeve të brendshme rritet në kohë nëse drejtimi i forcës prerëse ndryshon gjatë kohës së shërbimit të ankerit. Për eliminimin e kësaj problematike në rastin e ngarkesave prerëse të alternuara, është krijuar një sistem i quajtur “set dinamik”.

Seti dinamik është i përbërë nga një rondele speciale e cila lejon injektimin e rezinës brenda vrimës; nga një rondele sferike, nga një dado dhe nga një dado sigurie në mënyrë që vrima të mbushet plotësisht me rezinë (figura 20).

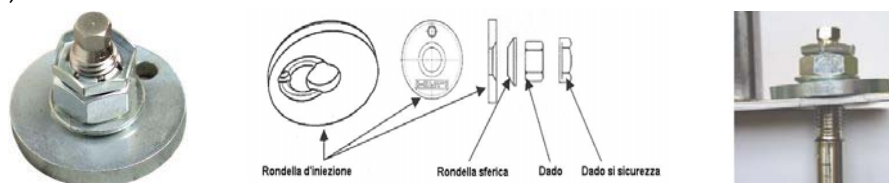


Figura 20: Seti dinamik.

Seti dinamik mund të përdoret edhe në ankerimet statike, duke përmirësuar në mënyrë të ndjeshme aftësinë mbajtëse në prerje. Nga sa më sipër është e qartë situata e pafavorshme në rastin e mospërdorimit të setit dinamik në të cilën vetëm një rresht ankerash duhet të përmballojë të gjithë ngarkesën, ndërsa në rastin e përdorimit të setit dinamik ngarkesa shpërndahet në mënyrë të barabartë në të gjithë ankerat.

Kjo hipotezë është vërtetuar nëpërmjet një numuri të konsiderueshëm provash eksperimentale. Një pjesë e rezultattit të këtyre provave është treguar në figurën 21 në të cilën ballafaqohen rezultatet e dy provave të kryera në një sistem ankerues me dy ankerë (të montuar $(60 \div 285)$ mm nga skaji i betonit). Rasti me set dinamik (ankeri 3 dhe 4) dhe rasti pa set dinamik (ankeri 1 dhe 2).

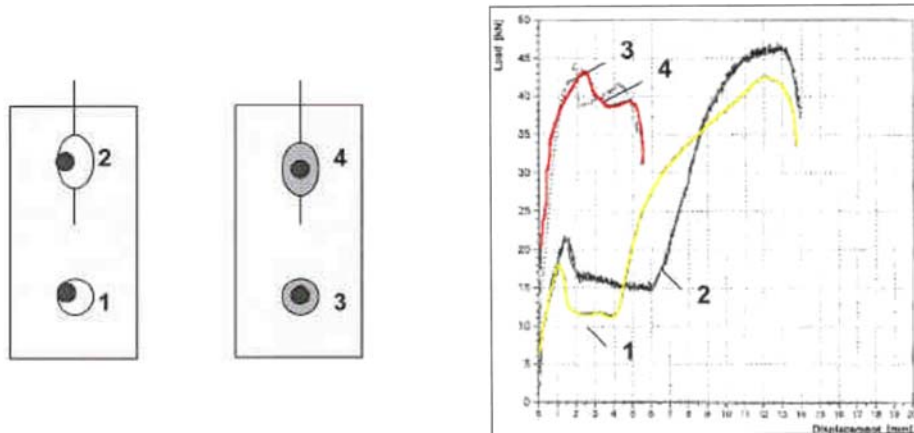


Figura 21: Provat dhe ballafaqimi i dy situatave të përdorimit ose jo të setit dinamik .

Është e qartë se rezultatet e provave tregojnë që ankeri (2) ngarkohet vetëm pas një spostimi të konsiderueshëm të pllakës. Rezultati i përdorimit të setit dinamik dhe injektimit të rezinës në rastin e ngarkesave jodinamike është rritja e kapacitetit mbajtës deri në çedim të trupit të ankerit. Të dy ankerat (3 dhe 4) ngarkohen njëkohësisht, edhe nëse aftësia mbajtëse e tyre është e njëjtë në rastin e përdorimit ose jo të setit dinamik, spostimi i pllakës është shumë më i vogël në rastin e përdorimit të setit dinamik, duke shfrytëzuar në maksimum aftësinë mbajtëse të të dy ankerave përpara shkatërrimit por edhe duke reduktuar ndjeshëm spostimin e pllakës, kusht themelor për verifikimet në gjendjet kufitare të shërbimit.

Kur projektohet një grup ankerash të montuar në disa rreshta e koloan, dhe përdoret seti dinamik, afësia mbajtëse e sistemit ankerues është e barabartë me rezistencën e rreshtit të parë shumëzuar me numrin e rreshtave të ankerave të përdorur.

Përveç avantazheve të diskutuara më sipër përdorimi i setit dinamik shoqërohet edhe me përmirësime të tjera të sistemeve ankeruese:

- **rondelja e injektimit**, mbushja e vrimës me rezinë siguron që ngarkesa të shpërndahet uniformisht në të gjithë ankerat;

- **rondelja sferike**, redukton momentin përkulës mbi anker duke rritur aftësinë mbajtëse në tërheqje;

- **dado e sigurisë**, parandalon lirimin e dados poshtë duke shmangur zmontimin e sistemit ankerues në rastin e cikleve ngarkim-shkarkim.

3.3 – "Shtrëngimi" i nevojshëm për aktivizimin e sistemit ankerues

Shtrëngimi është i nevojshëm për çdo lloj ankeri, për arsye që variojnë sipas llojit të ankerit kimik ose mekanik.

Në rastin e ankerave kimik, për shembull, shtrëngimi është themelor për të kontrolluar deformimet dhe sjelljen e ankerit nga veprimet dinamike sikurse do të sqarohet edhe më poshtë.



Figura 22: Shtrëngimi shkaktton zgjerimin e ankerit.

Në ankerat mekanikë shtrëngimi është i nevojshëm për të zhvilluar mekanizmin e funksionimit të ankerit. Në fakt në ankerat që punojnë nga fërkimi (ose shumica e ankerave mekanikë), shtrëngimi i duhur siguron që ankeri të punojë si duhet nga momenti që si pasojë e rrëshqitjes së truptit të ankerit përkundërt këmbës së ankerit, ankeri ushtron një forcë zgjeruese ndaj mureve të vrimës (forca zgjeruese).

Aplikimi i një çifti forcash (shtrëngimi) më të ulët se nominali nuk i lejon këta mekanizma të zhvillohen siç duhet.

Përveç sa më sipër, për çdo lloj ankeri shtrëngimi ka një ndikim të madh, si do të shpjegohet në vijim, në sjelljen e ankerave nga veprimet e prerëse.

3.3.1 Sjellja e ankerave nga prerja, dhe ndikimi i "shtrëngimit"

Sjellja në prerje ndikohet nga çifti i forcave (shtrëngimi), në veçanti në rastin e ankerave që duhet të përballojnë ngarkesa të mëdha si në ato mekanikë dhe ato kimikë. Nga aplikimi i veprimeve prerëse në anker, fillimisht kundërveprojnë forcat që zhvillohen nga fërkimi ndërmjet pllakës dhe materialit bazë si rezultat i shtrëngimit të ankerave dhe mbas tejkalimit të këtyre forcave, vet ankeri ndodhet nën veprimin e forcave prerëse.

Për efekt llogaritjeje forcat që zhvillohen nga fërkimi ndërmjet pllakës dhe materialit bazë nuk merren parasysh nën efektin e veprimeve të pastra statike (konsiderohet që forcat prerëse u transmetohen drejtpërdrejt), ndërsa nën efektin e veprimeve dinamike këto forca meren në konsideratë. Nëse konsiderohen veprimet dinamike, meqënëse rezistenca e cikleve ngarkim-shkarkim në prerje për çelikun është më e vogël se rezistenca në tërheqje, duhet që një pjesë të ngarkesës dinamike ti transferohet betonit të materialit bazë nëpërmjet fërkimit me pllakën metalike nën efektin e shtrëngimit të ankerit.

3.3.2 "Shtrëngimi" i pamjaftueshëm i ankerave

Shtrëngim i mjaftueshëm do të thotë të shtrëngosh një anker duke ushtruar një çift forcash në dado ekzaktesisht sa çifti i dhënë nga projektuesi, çift për të cilin ankeri është çertifikuar.

Nëse, nga njëra anë të shtrëngosh “pak” nuk lejon krijimin e të gjithë mekanizmave të shkatërrimit të përshkruar më sipër, nga ana tjetër ushtrimi i një çifti forcash më të madh mund të çojë në shkatërrimin e çelikut të ankerit nga tërheqja dhe/ose në përkuljen ose deformimin e materialit të ankeruar.

3.3.2.1 Çifti i forcave ("shtrëngimi") i pamjaftueshëm

Në rastin e një çifti forcash të pamjaftueshëm, në momentin që ankeri ngarkohet do të mund të mbivendosen efektet e mëposhtme.

Për sa i përket rezistencës në tërheqje, në rastin e ankerave që punojnë nga fërkimi, do të gjendemi përballë një efekti të njohur si "*follow-up expansion*" (zgjerim pasues). Në kushtet që ankeri është shtrënguar në një minimum të nevojshëm për të siguruar një fërkim minimal midis këmishës metalike të ankerit dhe mureve të vrimës, do të vërehet që nëpërmjet ngarkimit të ankerit në tërheqje duke qenë se këmisha nuk është zgjeruar plotësisht nëpërmjet aplikimit të çiftit të forcave, do të lindë një rrëshqitje në drejtim të forcës së aplikuar duke zgjeruar këmishën dhe duke lejuar ankerin të ekuilibrojë ngarkimin e jashtëm.

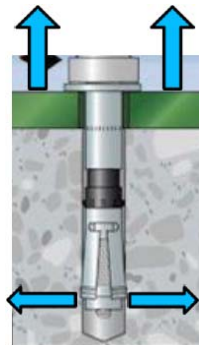


Figura 23: Zgjerimi pasues i ankerave (*Follow-up expansion*).

Si efekt i disfavorshëm, si rezultat i zhvendosjes së më sipër është zvogëlim i forcës ngjeshëse midis materialit bazë dhe pjesës së ankeruar.

Deformimi është maksimalisht i ndikuar nga çifti i forcave të aplikuara në momentin fillestar të montimit të ankerave.

3.3.2.2 Çifti i forcave ("shtrëngimi") i tepërt

Më sipër është treguar që, duke ushtruar një çift forcash më të madh se ai nominal, ai mund të çojë në përkuljen e materialit të ankeruar dhe/ose në shkatërrimin e çelikut të vet ankerit.

Në rastin e ankerave kimike nëse gjatë kontrollit të procesit të montimit verifikohet që ankerat janë shtrënguar me një çift me vlerë nga një deri në dy herë vlerën nominale, duhet të bëhet lirimi i dados dhe më pas të aplikohet çifti i nevojshëm.

Në këtë mënyrë garantohej duke respektuar faktorët e tjerë një vendosje e saktë e ankerit.

Në ankerat mekanike, këmisha metalike nuk mund të lëvizë prapa sepse spostimi i saj është i pakthyeshëm, pra nuk mund të bëhet lirimi dhe rishtrëngimi i saj.

3.3.2.3 Humbja e "shtrëngimit" me kalimin e kohës

Në ditët pas instalimit të ankerit, për shkak të relaksasionit të betonit dhe për pasojë nga rishpërndarja e sforcimeve në brendësi të tij vihet re një reduktim i forcës së para tensionimit në anker [21].

Ky reduktim është i rendit 20% në ankerat mekanike dhe 60% në ankerat kimike (marrë parasysh edhe relaksacioni i adezivit).

Ky fenomen vihet re kryesisht gjatë dy ditëve të para pas instalimit. Për pasojë këshillohet të vazhdohet me një shtrëngim të mëtejshëm të ankerit pas tre–katër ditësh pas instalimit për të siguruar që niveli i para tensionimit të jetë i mjaftushëm.

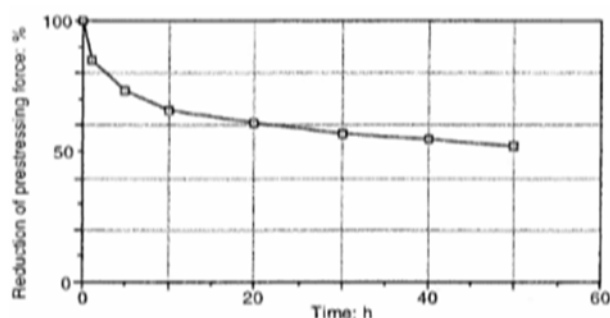


Figura 24: Varësia e forcës së partensionimit dhe forcës së paratensionimit fillestar gjatë dy ditëve të para [21].

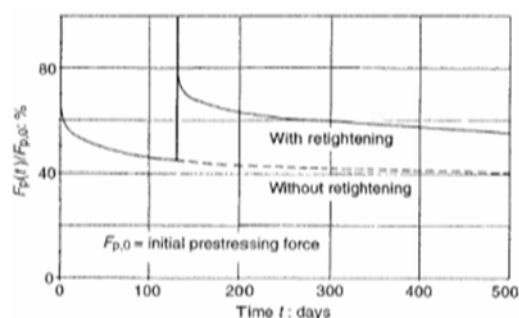


Figura 25: Varësia e forcës së partensionimit dhe forcës së paratensionimit fillestar duke u rishtrënguar dhe duke mos u rishtrënguar (pas katër ditësh) [21].

3.4 – Raste të veçanta

Në këtë pjesë të fundit paraqitet çështja më e rëndësishme lidhur me temën e mëposhtme:

- Ndikimi i distancës nga skaji i materialit bazë te pika e montimit të ankerit

3.4.1 Distanca nga skaji

Në llogaritjen e rezistencës së një ankeri, si në tërheqje edhe në prerje, ndërhyjnë si parameter themelor shpërndarja e sforcimeve në materialin bazë. Sipas llojit të ankerit, thellësisë së zhytjes, llojit të ngarkesave vepruese një zonë e materialit bazë që rrethon ankerin ndodhet në gjendje të sforcuar. Metodatat llogaritëse të Aneksit C të ETAG (llogaritja e ankerave) [20], idealizojnë vëllimin e materialit bazë që ndodhet në gjendje të sforcuar me një piramidë me

kulm në kokën e ankerit dhe bazë në sipërfaqen e jashtme të materialit bazë (sipërfaqe e projektuar në të njëjtin drejtim me ngarkesën e aplikuar).

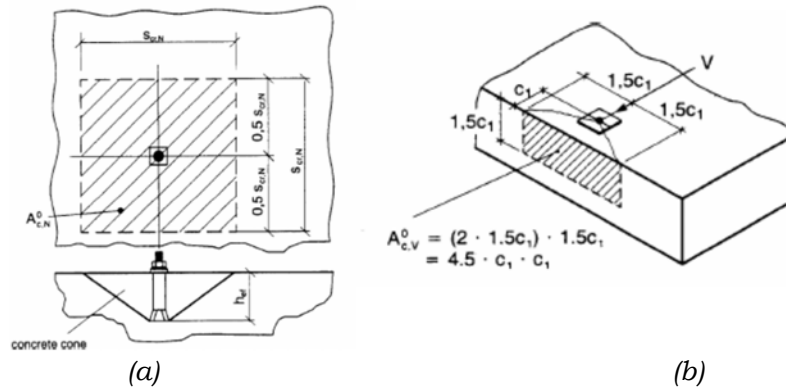


Figura 26: Vëllimi i idealizuar i betonit rezistues, në tërheqje (a) dhe në prerje (b).

Vlera nominale e rezistencës së një ankeri llogaritet duke supozuar që dimensionet e materialit bazë janë të tilla që lejojnë transmetimin e lirë të sforcimeve nga ankeri në beton, pra pa ndryshime për shkak të pranisë së ankerave të tjerë ose skajeve fqinjë.

Për montim të ankerit më afërsi të një skaji, vëllimi i materialit bazë që bashkëpunon për arritjen e rezistencës është i reduktuar, prandaj është e nevojshme që sipas llojit të ankerit dhe thellësisë së zhytjes, të merret në konsideratë një faktor reduktimi për aftësinë mbajtëse të vet ankerit.

Gjithashtu duhet të mos harrojmë se sipas të njëjtit parim të shprehur më sipër distanca e vogël e montimit të ankerave të tjerë me atë që kemi marrë në konsideratë ndikon në vlerën përfundimtare të aftësisë mbajtëse (në këtë rast, do të ishte më saktë të flitej për aftësinë mbajtëse të grupit të ankerave dhe jo për aftësinë mbajtëse të një ankeri të vetëm).

Në çdo rast në betonet e zakonshëm, rekomandohet një distancë minimale midis ankerit dhe skajit të betonit e barabartë me pesë herë diametrin e ankerit me qëllim që mos të dëmtohet betoni gjatë krijimit të vrimave, duke qëndruar e vlefshme gjithçka që u tha mësipër.

KAPITULLI IV

4 – Sjellja forcë-zhvendosje e ankerave

Sjellja forcë-aftësi mbajtëse përfshin së bashku sjelljen forcë-zhvendosje dhe mënyrat e shkatërrimit të ankerave. Një informacion i plotë shkencor i sjelljes forcë-zhvendosje i ankerave gjendet në CEB 1994 [3] dhe Eligehausen dhe të tjerët [13]. Një panoramë e shkurtër mbi sjelljen e ankerave jepet më poshtë.

4.1 – Tipologjitë e shkatërrimit të ankerave

Ankerat mund të ngarkohen në tërheqje, në prerje, në tërheqje dhe prerje së bashku, ose me moment përkulës (figura 27).

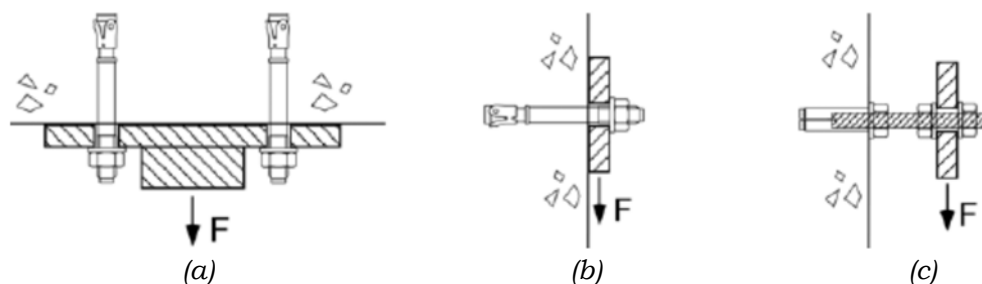


Figura 27: Ngarkesat në ankerat, (a) tërheqje, (b) prerje, (c) moment përkulës [13].

Aftësia mbajtëse e një ankeri si përballë një sforcimi aksial ose prerës, është e barabartë me rezistencën më të vogël lidhur me të gjitha mënyrat e mundshme të shkatërrimit.

Faktori parësor që duhet të merret në konsideratë është lloji i materialit bazë mbi të cilin do të montohet ankeri. Sigurisht materiali më i përdorur si material bazë është betoni. Në zonat që betoni i nënshtrohet sforcimeve tërheqëse mund të ketë plasaritje që kalojnë nëpër zonën e vrimës në të cilën është montuar ankeri. Ankerat me zgjerim me kontroll të zhvendosjeve humbasin kapacitetin e tyre mbajtës, ndërsa ata me kontroll të çiftit humbasin deri në 70% të kapacitetit të tyre referuar betonit të pa plasaritur. Ndërsa ankerat me kokë të montuar para betonimit, me gjatësi të mjaftueshme të ankerit, e kapërcejnë këtë problem dhe mund të përdoren edhe në zona që punojnë në tërheqje ose edhe në beton të plasaritur.

Faktori sekondar që duhet të merret në konsideratë është lloji i veprimeve që do të aplikohen në anker. Kriteret e verifikimit janë të ndryshme për ngarkime statike dhe për ngarkime dinamike. Në të dyja rastet duhet të zgjidhet gjeometria e vendosjes në funksion të distancës nga skajetë materialit bazë. Sistemet moderne të ankerimit në veçanti për ngarkesa të mëdha realizohen në mënyrë të tilla që në kushte ideale (mungesë të ndikimit të distancës së montimit nga skajet) të kenë çedim nëpërmjet shkatërrimit të çelikut përbërës të trupit të ankerit. Kjo do të thotë se në shkatërrimin e sistemit ankerues do të ketë deformime të mëdha, duktilitet të lartë dhe një sjellje që varet pak nga karakteristikat e materialit bazë. Në fund është e

domosdoshme të meren në konsideratë edhe kushtet mjedisore në të cilat bëhet ankerimi.

4.1.1 Shkatërrimi nga tërheqja

Mënyrat e mundshme të shkatërrimit që mund të ndodhin në një anker që i nënshtrohet veprimeve të jashtme tërheqëse janë si në figurën 28.

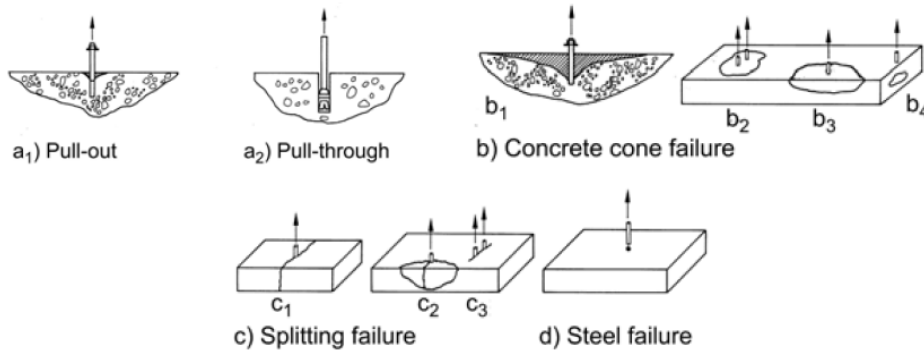


Figura 28: (a) rrëshqitja e ankerit (b) shkatërrim me formim të konit në beton, (c) shkatërrim i betonit me formimin të çarjeve nga thyerja (splitting), (d) shkatërrim i shufrës së çelikut të ankerit (steel failure), [13].

Rrëshqitja e ankerit mund të jetë, figura 28 (a);

(a₁) Rrëshqitja e ankerit së bashku me këmishën (pull-out), kjo mënyrë shkatërrimi mund të verifikohet në ankerat me zgjerim, ankerat plastikë dhe me ganxhë.

(a₂) Rrëshqitje vetëm e ankerit (pull-through), kjo mënyrë shkatërrimi është e veçantë për ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit (moment i kontrolluar) dhe karakterizohet nga qëndrimi i këmishës në vrimën e materialit bazë.

Shkatërrimi nga formimi i konit në beton figura 28 (b) karakterizohet nga formimi i konit të betonit në funksion të veprimit tërheqës të ankerit figura 28 (b₁), konet e veçantë të betonit për një grup ankerash mund të mbivendosen figura 28 (b₂), ose koni mund të kufizohet nëse është afër një skaji të materialit bazë figura 28 (b₃). Ankerat e montuar shumë afër skajeve të materialit bazë kur gjenerojnë sforcime të mëdha mund të shkaktojnë shkatërtime lokale afër kokës së ankerit ('blow-out') figura 28 (b₄).

Shkatërrimi i betonit me formim të çarjeve nga thyerja (splitting), figura 28(c) zakonisht ndodh kur dimensionet e betonit janë të kufizuara figura 28(c₁), ankeri është instaluar afër një skaji figura 28(c₂) ose kur një rresht ankerash është instaluar afër figura 28(c₃).

Shkatërrimi i shufrës së çelikut të ankerit (steel failure), figura 28(d) përfaqëson kufirin maksimal të aftësisë mbajtëse të një ankeri.

Ndërmjet mundësive të ndryshme të shkatërrimit nga tërheqja të listuara më sipër për ankerat e montuar pas betonimit, tre më kryesoret janë:

- Shkatërrimi nga formimi i konit në beton (concrete cone breakout);
- Shkatërrimi nga rrëshqitja e ankerit (pull-out);
- Shkatërrimi i shufrës së çelikut të ankerit (steel failure).

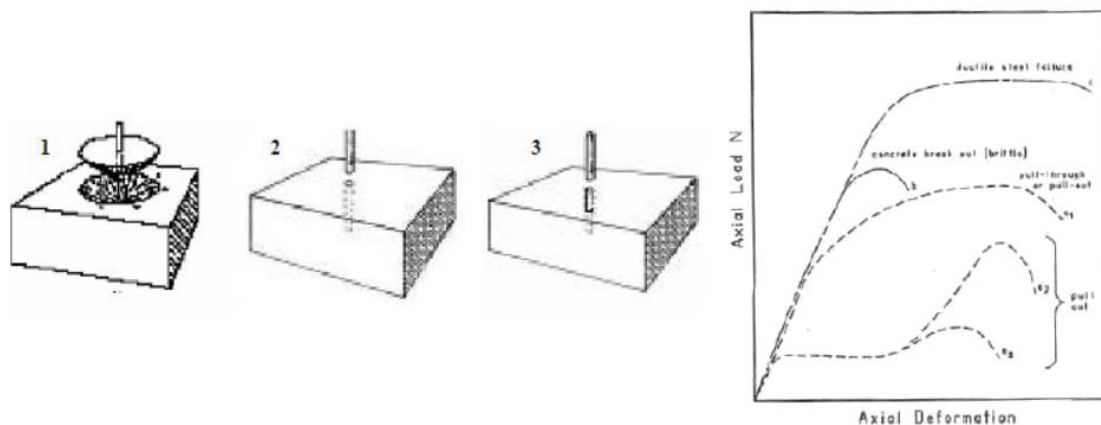


Figura 29: Tipologjitë kryesore të kolapsit të një ankeri të montuar pas betonimit nën veprimin e ngarkesave aksiale në tërheqje dhe kurbat forcë-zhvendosje për mënyrat e ndryshme të shkatërrimit [22].

Në figurën e mësipërme janë paraqitur kurba të ndryshme forcë-zhvendosje lidhur me mënyrat e ndryshme të shkatërrimit.

Kurbat forcë-zhvendosje duhet të tregojnë një rritje konstante. Një reduktim në ngarkim dhe/ose një pjesë horizontale në kurbë e shkaktuar nga një rrëshqitje e pakontrolluar e ankerit, nuk është e pranueshme deri në një ngarkim prej:

$$N_1 = 0,7 * N_{Ru} \quad (\text{Prova në betonin e plasaritur}) \quad (8.a)$$

$$N_1 = 0,8 * N_{Ru} \quad (\text{Prova në betonin e paplasaritur}) \quad (8.b)$$

Ku: N_{Ru} është ngarkesa maksimale e një provë të vetme.

Në përgjithësi, nëse në një provë nuk gjenden kushtet e ekuacionit 8, rezistenca karakteristike e treguar në normativa duhet të reduktohet. Reduktime të tilla mund të kapërcehen nëse si pasojë e shumë provave jo më shumë se një provë tregon një kurbë forcë-zhvendosje me një sheshim të shkurtër nën vlerën e ngarkesës së përcaktuar.

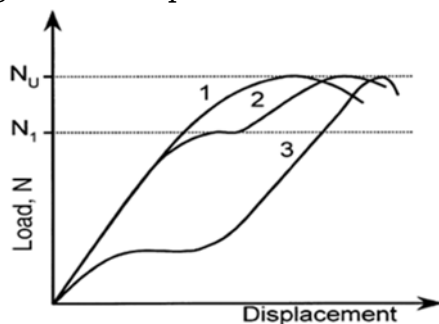


Figura 30: Kurba forcë-zhvendosje sipas ETAG001 [20].

Në rastin e shkatërrimit nga rrëshqitja e ankerit (*pull-out*) ngarkesa ose mund të rritet vazhdimisht deri në shkatërrim (figura 30 kurba 1) ose në rastin e ankerit me zgjerim ankeri mund të rrëshqasë konsiderueshëm në vrimë për një ngarkesë më të madhe se forca e paratensionimit të ankerit (figura 30 kurba 2 dhe 3) dhe më pas të zgjerohet edhe më tej duke zhvilluar një rezistencë me të madhe. Kjo sjellje ndikohet ndjeshëm nga procedura e instalimit.

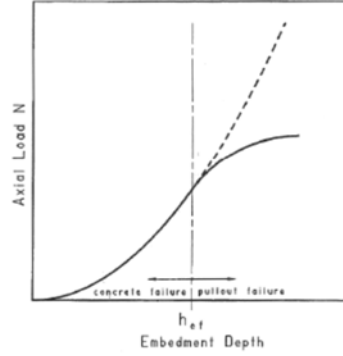


Figura 31: Roli i thellësisë së montimit për ankerat me zgjerim [23].

Në rastin e ankerave me zgjerim, thellësia e montimit ndikon ndjeshëm në mënyrën e shkatërrimit. Siç tregohet në figurë për një vlerë të caktuar të thellësisë së montimit (h_{eff}) vihet re ndryshimi midis mënyrës së shkatërrimit nga çedimi i betonit dhe atij nga *pull-out*. Vlera e kësaj thellësie kritike varet nga mekanizmi i veçantë i zgjerimit të çdo lloji të veçantë ankeri dhe përcaktohet nëpërmjet testeve të certifikimit të ankerave.

Dallimi midis shkatërrimit duktil dhe shkatërrimit fraxhil ose me thyerje, qëndron në faktin se, shkatërrimi duktil ndodh nga kolapsi i trupit të ankerit, përpara se të verifikohet çfarëdo lloj shkatërrimi nga çedimi i betonit. Kurse, shkatërrimi fraxhil ose me thyerje, ndodh nga kolapsi i betonit, përpara se trupi i ankerit të këputet. Kështu shkatërrimi me thyerje do të ndodh tek ankerat joduktile ose atje ku kapaciteti i betonit është më i vogël se ai i vet ankerit.

Ekuacionet e mëposhtme, të marra nga ETAG 001 [20] për llogaritjen e aftësisë mbajtëse ose ngarkesave të shkatërrimit të ankerav janë të vlefshme për ankerat metalike të veçuar. Këto ekuacione bazohen në rezultatet e provave të kryera dhe janë përdorur për të marrë ngarkesat mesatare të shkatërrimit me siguri 95% për rastet kur ekuacionet mund të aplikohen.

Këto ekuacione janë bazuar në rezistencën në shtypje të kampineve të betonit (me brinjë 200 mm). Nëse rezistenca në shtypje është vlerësuar mbi mostra kubike me gjatësi brinje të ndryshme ose mbi kampione cilindrike, vlerat e mara duhet të konvertohen duke përdorur ekuacionet e mëposhtme (Ekuacionet 9.a dhe 9.b) që shprehin lidhjen midis rezistencës në shtypje cilindrike dhe asaj kubike të betonit:

$$\text{C20/55: } f_{cil} = \frac{1}{1,25} * f_{kub 150} \quad (9.a)$$

$$\text{C50/60: } f_{cil} = \frac{1}{1,20} * f_{kub 150} \quad (9.b)$$

Faktorët e konvertimit për kubet me gjatësi brinje 100mm dhe gjatësi brinje 200mm shprehen nga relacionet e mëposhtme:

$$f_{kub 100} = \frac{1}{0,95} * f_{kub 150} \quad (10.a)$$

$$f_{kub 150} = \frac{1}{0,95} * f_{kub 200} \quad (10.b)$$

Nëse vlera mesatare e ngarkesës së shkatërrimit $F_{Ru,m}$ dhe koeficienti i variacionit ν janë të njohur, vlera karakteristike e ngarkesës së shkatërrimit F_{Rk} mund të llogaritet si më poshtë:

$$F_{Rk} = F_{Ru,m} * (1 - 1,645 * \nu) \quad (11)$$

4.1.1.1 Aftësia mbajtëse për shkatërrim nga formimi i konit në beton

Vlera mesatare e ngarkesës së shkatërrimit të betonit të paplasaritur me klasë nga C20/55 deri në C50/60 jepet nga ekuacioni:

$$N_{Ru,m} = 13,5 * h_{ef}^{1,5} * f_{c,test}^{0,5} \quad \nu = 15\% \quad (12)$$

Vlera mesatare e ngarkesës së shkatërrimit në betonin e plasaritur me klasë të rezistencës nga C20/55 deri në C50/60 jepet nga ekuacioni:

$$N_{Ru,m} = 9,5 * h_{ef}^{1,5} * f_{c,test}^{0,5} \quad \nu = 15\% \quad (13)$$

Ndëraksi midis ankerave dhe distanca nga skajet e materialit bazë deri te aksi i ankerit që nevojiten për transferimin e ngarkesës, në mënyrë që të aplikohen ekuacionet e mësipërme për betonin e plasaritur dhe atë të paplasaritur janë si më poshtë:

$$S_{cr,N} = 3 * h_{ef}^{1,5} \quad (14)$$

$$C_{cr,n} = 1,5 * h_{ef}^{1,5} \quad (15)$$

4.1.1.2 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i trupit të çelikut të ankerit

Vlera mesatare e ngarkesës së shkatërrimit është dhënë në ekuacionin në vazhdim dhe është e vlefshme për betonin e plasaritur dhe të paplasaritur me klasë të rezistencës nga C20/55 deri në C50/60 jepet nga ekuacioni.

$$N_{Ru,m} = A_s * f_{u,test} \quad (16)$$

Vlera karakteristike e ngarkesës së shkatërrimit mund të llogaritet me të njëjtën formulë por duke përdorur f_{uk} në vend të $f_{u,test}$.

4.1.1.3 Aftësia mbajtëse nga rrëshqitja e ankerit (pull-out).

Aktualisht nuk ekzistojnë referenca për sa kohë aftësia mbajtëse apo ngarkesa e shkatërrimit përcaktohet nëpërmjet projektimit të një ankeri të vetëm. Prandaj është e nevojshme përcaktimi i ngarkesës karakteristike nëpërmjet provave laboratorike ose modeleve numerike me elemente të fundëm.

Distanca midis ankerave dhe distanca nga skajet e materilati bazë të kërkuara për transmetimin e ngarkesës së shkatërrimit nga zhvendosja e ankerit janë të njëjta me ato të paraqitura në ekuacionet 14,15.

Shpesh është e nevojshme të bëhet dallimi midis ankerave mekanike dhe kimike për një mënyrë të veçantë shkatërrimi.

Shkatërrimet e tipit *pull-out*, ndodhin në rastin e ankerave mekanike ose për shkak të së komplet ankerit nga betoni ose për shkak të rrëshqitjes së trupit të ankerit nga këmisha metalike (*pull-through*).

Ndërsa në ankerat kimikë shkaku i rrëshqitjes së ankerit duhet të kërkojë në çedimin e ankerit nga humbja e aderencës (midis betonit dhe rezinës ose midis rezinës dhe çelikut ose një kombinim i të dyjave).

4.1.1.4 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i betonit nga plasaritja

Aktualisht nuk ekzistojnë referenca për llogaritjen e ngarkesës së shkatërrimit në betonin të paplasaritur me klasë të rezistencës nga C20/55 deri në C50/60. Si tregues kryesor duhet të konsiderohen distancat e mëposhtme nga skajet e betonit për tu siguruar që ngarkesa e shkatërrimit të konit në beton e përcaktuar nga *ekuacioni 12* nuk duhet të reduktohet për mosplotësimin e kushteve të distancave të montimit;

$$C_{cr,sp} = 2,0 * h_{ef} \quad (\text{për ankerat me kokë}) \quad (17)$$

$$C_{cr,sp} = 3,0 * h_{ef} \quad (\text{për ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit}) \quad (18)$$

$$S_{cr,cp} = 2 * C_{cr,sp} \quad (19)$$

Në betonin e plasaritur supozohet që ky lloj shkatërrimi nuk do të ndodhë nëse madhësia e të plasurave është e kufizuar në $W_k \approx 0,3$ mm nga prania e armaturës së hekurit.

4.1.1.4.1 Ankerat mekanike me zgjerim të instaluar në betonin e plasaritur

Plasaritjet në betonin e armuar mund të lindin përpara ngurtësimit të betonit dhe gjatë jetës së shërbimit të strukturës. Ankerat me zgjerim të instaluar në një strukturë që paraqet plasaritje progresive do të shfaqin një zhvendosje fillestare gjatë hapjes së të plasurës. Kjo zhvendosje varet nga projektimi i ankerit dhe nga madhësia e të plasurës në strukturë. Reduktimi i para-ngarkimit për shkak të hapjes të së plasurës është i rëndësishëm dhe mund të çojë deri në humbjen e plotë të forcës së paratensionimit.

Ngarkesa tërheqëse

Mënyrat e shkatërrimit dhe sjellja forcë-zhvendosje.

Mënyrat e shkatërrimit nga aplikimi i forcave tërheqëse në anker të listuara më sipër për betonin e paplasaritur janë të njëjtat me ato që ndodhin në rastin e betonit të plasaritur. Për ankerat me zgjerim që zakonisht në betonin e paplasaritur shfaqin shkatërrim për formim të konit në beton, në rastin e betonit të plasaritur kur janë të montuar në planin e plasaritjes mund të çedojnë nga rrëshqitja e ankerit (*pull-out*) e ndihmuar kjo nga prania e plasaritjes. Ky kalim nga një mënyrë shkatërrimi në një tjetër është i lidhur në mënyrë të drejtpërdrejtë me zvogëlimin e mundësisë së përhapjes së sforcimeve në materialin bazë si rezultat i pranisë së plasaritjes.

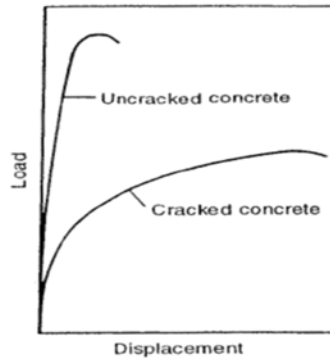


Figura 32: Kurba forcë-zhvendosje për ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit, në betonin e plasaritur dhe të paplasaritur.

Figura 32 tregon kurbat forcë-zhvendosje për ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit të montuara në beton të plasaritur dhe të paplasaritur dhe të ngarkuar me ngarkesa statike deri në shkatërrim. Për vlera të ulëta të ngarkesave të jashtme sjellja e ankerave të montuar në beton të plasaritur është e ngjashme me sjelljen e ankerave në betonin e paplasaritur. Pika ku kurba forcë-zhvendosje e një ankeri të montuar në planin e plasaritjes fillon të devijojë nga kurba e ankerit të montuar në beton të paplasaritur është funksion i llojit të plasaritjes dhe madhësisë së plasaritjes.

Për vlera të larta të ngarkesave të jashtme, zhvendosja e ankerit të montuar në beton të plasaritur është përgjithësisht shumë më e madhe se sa e atij të montuar në beton të paplasaritur.

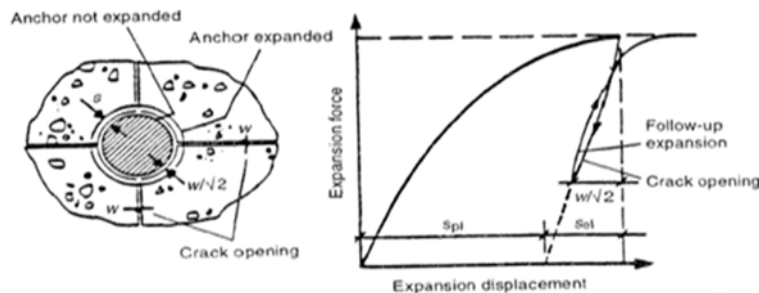


Figura 33: Ndikimi i hapjes së të plasurës në vlerën e forcës zgjeruese që gjenerohet në ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit.

Reduktimi i forcës zgjeruese në një anker shkaktuar nga hapja e të plasurës është treguar në figurën 33, e cila përfaqëson skematikisht një anker që ndodhet në planin e një plasaritje. Zakonisht ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit janë projektuar për tu rizgjeruar nën efektin e ngakesave në tërheqje. Ky rizgjerim mund të plotësojë humbjen e fërkimit të shkaktuar nga hapja e plasaritjes.

Prova të kryera nga autorë të ndryshëm mbi ankerat mekanike me zgjerim, të instaluar në betonin e plasaritur.

❖ **Eligehausen** [23]

Në *Figurën 34* janë paraqitur vlerat e ngarkesës së shkatërrimit dhe kurbat forcë-zhvendosje në betonin e plasaritur për ankerat mekanike me zgjerim. Për madhësi të hapjes së të plasurës (0,3÷0,4)mm maksimumi i lejuar në strukturat beton arme në kushte shërbimi, ngarkesa e shkatërrimit është sa (0,5÷0,7) e vlerës së ngarkesës së shkatërrimit në betonin e paplasaritur.

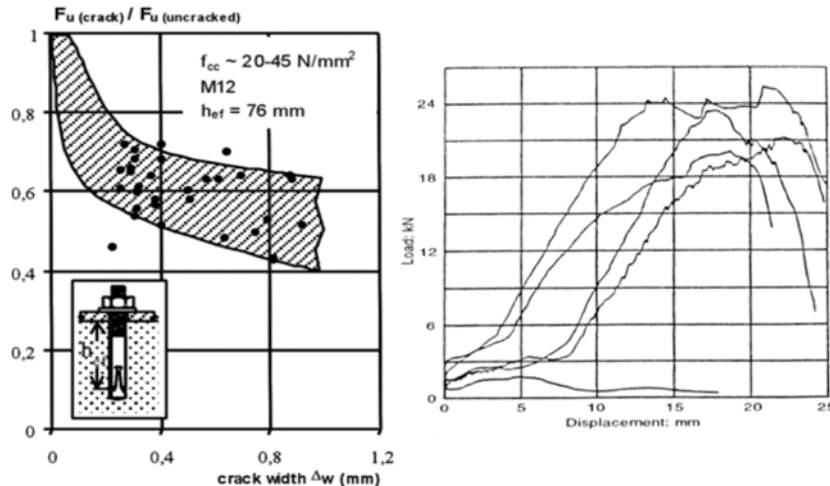


Figura 34: Ndikimi i hapjes së të plasurës në ngarkesën e shkatërrimit, kurba forcë-zhvendosje për hapje të të plasurës $w=0,4 \text{ mm}$, për ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit [23].

Për hapje të të plasurës më të mëdha, shpesh ankeri rrëshqet nga këmisha (*pull-through*) dhe ngarkesa e shkatërrimit është më e vogël duke e krahasuar me atë nga formimi i konit në beton. Efektet e plasaritjes së betonit në ngarkesën e shkatërrimit të një ankeri në betonin e plasaritur me çedim pull-out në betonin e paplasaritur, janë dukshëm më të mëdha se për ankerat që paraqesin një shkatërrim të konit të betonit të paplasaritur. Intensiteti i këtij reduktimi mund të llogaritet vetëm nëpërmjet provave eksperimentale. Nëse një anker me zgjerim nëpërmjet rrotullimit nuk zgjerohet nën veprimin e ngarkesës tërheqëse, ndikimi i plasaritjeve mbi ngarkesën e shkatërrimit do të jetë më i madh se ai i thënë më sipër. Ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit për përdorim në betonin e paplasaritur mund të mos zgjerohen në betonin e plasaritur dhe prandaj mund të rrëshqasin jashtë vrimës për nivele ngarkimi më të ulëta. Veçanërisht kjo është e vërtetë nëse ankerat janë instaluar me çift forcash më të vogël se ai i rekomanduari nga prodhuesi.

Forca zgjeruese e gjeneruar nga ankerat që nuk mund të zgjerohen më tej nën veprimin e ngarkesës zvogëlohet ndjeshëm nga prania e plasaritjeve, e cila shpesh sjell kalimin nga mënyra e shkatërrimit nëpërmjet formimit të konit në beton në mënyrën e shkatërrimit nëpërmjet *pull-out*.

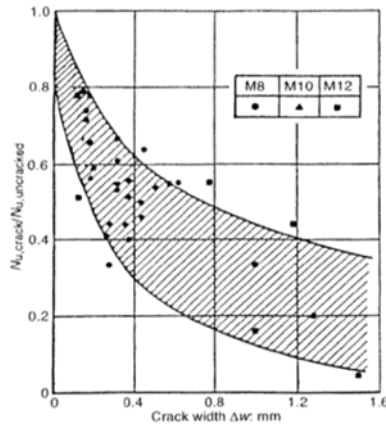


Figura 35: Ndikimi i plasaritjeve në ngarkesën e shkatërrimit të një ankeri me zgjerim me kontroll të zhvendosjeve nën veprimin e një ngarkesë tërheqëse aksiale $f_c = (15 \div 55) \text{ MPa}$ [24].

Reduktimi i ngarkesës së shkatërrimit është shumë më i madh për ankerat që nuk mund të rizgjerohen (si për shembull ankerat me kontroll të zhvendosjeve), krahasuar me ankerat me zgjerim me kontroll nëpërmjet rrotullimit, të aftë për tu zgjeruar përsëri (figura 35).

Kurbat forcë-zhvendosje të ankerave me zgjerim me kontroll të zhvendosjeve të montuara në planin e plasaritjeve, janë më të rrafshëta dhe kanë një rrëshqitje më të madhe, me një trajektore dhe ngarkesë përfundimtare më të shpërndarë në krahasim me të njëjtët ankerat të montuara në betonin e paplasaritur [24].

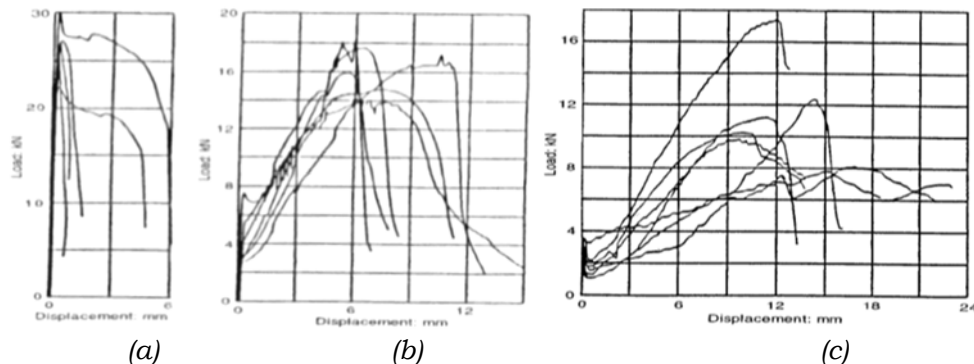


Figura 36: Kurba forcë-zhvendosje për ankerat me zgjerim (të zgjeruar plotësisht) M12 me $h_{ef} = 60 \text{ mm}$ pozicionuar në (a)betonin e paplasaritur, (b)betonin e plasaritur, (c)Kurba forcë -zhvendosje për ankerat me zgjerim jo të zgjeruar plotësisht, tipi M12 pozicionuar në plasaritje: $w=0,6 \text{ mm}$ dhe $f_c=53 \text{ MPa}$.

Nëse ankeri me zgjerim nuk zgjerohet plotësisht, rrafshimi i kurbes forcë-zhvendosje është më i theksuar, zhvendosja e ankerit është më e madhe dhe ngarkesa e shkatërrimit është më e vogël, krahasuar me ankerat e zgjeruar plotësisht të montuar në betonin e plasaritur (figura 36). Ankerat e paraqitur në figurën 36(c) janë instaluar me një zgjerim 95%.

❖ **Rehm & Lehmann (1982) e Bergmeister (1988)** [25]

Rehm, Lehmann dhe Bergmeister studiuuan ndikimin në sjelljen e ankerave me zgjerim të instaluar në afërsi të plasaritjeve, por që plasaritja të mos ndërpresë ankerin.

Ata gjetën që ankerat (M8 dhe M12) të instaluar në afërsi të hapjes së të plasurës nuk paraqesnin një ngarkesë në shkatërrim shumë më të madhe se ankerat që ndodhshin të montuar në planin e plasaritjes. Kjo shpjegohej nga fakti që plasaritjet ndërpresin sipërfaqet e shkatërruara dhe në të dy rastet shkaktojnë një shkatërrim nëpërmjet formimit të konit në beton.

Kërkimi i përshkruar ishte i kufizuar për plasaritjet e realizuar nga tërheqja, prandaj plasaritjet janë mbajtur me madhësi konstante gjatë gjithë thellësisë së elementit të betonit. Ndërkohë madhësia e plasaritjeve nga përkulja zvogëlohet me rritjen e distancës nga faqja e tërhequr e elementit prej betoni. Pra ankerat e instaluar në faqen e tërhequr të një elementi të përkulur preken shumë nga prania e plasaritjeve dhe nga variacioni i madhësisë së plasaritjes në thellësinë e elementit të përkulur.

Në përafrimin e parë, Rehm (1988) supozon që reduktimi i ngarkesës së shkatërrimit është funksion i madhësisë së plasaritjes në raport me thellësinë e montimit të ankerit. Kjo nënkuptonte një reduktim të ndjeshëm të ngarkesave të shkatërrimit për ankerat e instaluar në faqen e tërhequr të një elementi, në lidhje me ata të montuar në faqen e ngjeshur të tij.

❖ **Bensimhon, Lugez & Combette (1990)** [25]

Bensimhon, Lugez dhe Combette vazhduan provat për ankerat e instaluar në kampione që punonin në tërheqje dhe në përkulje.

Kampioni ishte 220 mm i trashë, kurse ankerat mekanikë me zgjerim ishin dy tipe:

Tipi T1 me thellësi montimi 58 mm dhe tipi T2 me thellësi montimi 77mm.

Nga ekzekutimi i provave eksperimentale u nxorrën përfundimet e mëposhtme:

- a. Plasaritjet tentonin të kalonin përmes vrimës së instalimit të ankerit, por madhësia e të plasurave nuk ndryshonte.
- b. Forca e zgjerimit e gjeneruar nga ankeri krijonte një rritje të madhësisë së të plasurës kzistuese të rendit (0,03÷0,04) mm.

Kurba forcë-zhvendosje për një anker të pozicionuar në zonën e përkulur varej nga tipi i ankerit.

Ngarkesa e shkatërrimit të një ankeri T2 nuk ishte e ndikuar ndjeshëm nga aplikimi i momentit përkulës, ndërsa kapaciteti i ankerit të tipit T1 zvogëlohej me rritjen e momentit përkulës. Kjo shpjegohej me thellësitë e ndryshme të montimit të të dy tipeve të ankerave T1 dhe T2 dhe vihej re madhësia korresponduese e plasaritjeve në fund të mekanizmit zgjerues të ankerit. Duke parë madhësinë maksimale të hapjes së të plasarës, e shkaktuar nga aplikimi i momentit përkulës, u vu re që për ankerat e tipit T1 ishte maksimumi 0,09 mm, ndërsa për ankerat e tipit T2 ishin më pak se 0,05 mm.

Prania e përforcimeve që kalonin konin e shkatërrimit nuk dukej të kishte ndonjë efekt në kapacitetin në tërheqje të ankerave.

4.1.1.4.2 Ankerat me kokë, të montuar para betonimit në betonin e plasaritur

Mënyrat e shkatërrimit dhe sjellja forcë-zhvendosje

Mënyrat e shkatërrimit nga tërheqja të listuara më sipër për betonin e paplasaritur, janë të njëjta me ato të betonit të plasaritur, ndryshimi qëndron në nivelin e ngarkimit në korespondencë të së cilës verifikohet shkatërrimi. Figura 37, tregon një kurbë tipike forcë-zhvendosje për ankerat me kokë të montuar para betonimit të vendosur në betonin e plasaritur dhe të paplasaritur.

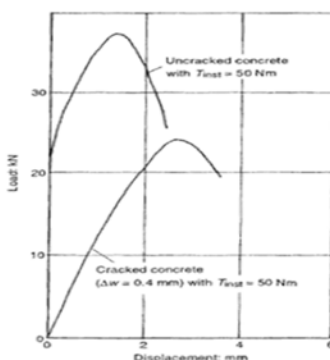


Figura 37: Kurba forcë-zhvendosje për ankerat me kokë të montuar para betonimit në betonin e plasaritur dhe të paplasaritur.

Shkatërrimi i çelikut të trupit të ankerit.

Shkatërrimi i pjesës konike të trupit të ankerit në zonën e kontaktit me këmishën, mund të shkaktojë një rrëshqitje të parakohshme të ankerit. Forma dhe përmasat e ankerit, trashësia dhe klasa e çelikut të pjesës konike dhe vetitë e betonit janë të gjithë faktorë që përcaktojnë nëse do të ndodh apo jo ky tip shkatërrimi.

Shkatërrimi i betonit.

Eligehausen 1990 [26] vlerësoi rezultatet e më shumë se 200 provave laboratorike mbi ankera me kokë të montuar para betonimit të llojeve të ndryshme të ngarkuar në tërheqje dhe me thellësi montimi ndërmjet (40÷200)mm në betonin e plasaritur, me madhësi të plasaritjes ($0,2 \leq w \leq 0,9$)mm, dhe zbuloi se gjysma e ngarkesave të shkatërrimit të ankerave në betonin e plasaritur ishte rreth (70–75)% e vlerës së pritshme në betonin e paplasaritur (figura 38).

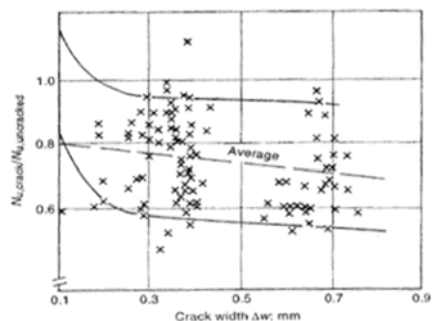


Figura 38: Ngarkesat e shkatërrimit për ankerat me kokë të montuar para betonimit në betonin e plasaritur pjesëtuar me ngarkesat e shkatërrimit teorik në betonin e paplasaritur, dhe në funksion të madhësisë së hapjes së të plasurës [26]; $f_c=(15-30)\text{MPa}$, $n=151$.

4.1.2 Shkatërrimi i ankerave nën efektin e veprimeve prerëse

Kur një anker i nënshtrohet një forcë prerëse, kjo fillimisht transferohet nga fërkimi midis betonit dhe pllakës së ankerit. Nëse forca e fërkimit tejkalohet, pllaka rrëshqet deri sa të përshkojë hapësirën e vrimës dhe ankeri ndalon kundrejt skajeve të vrimës në pllakë.

Me rritjen e forcës prerëse, rritet edhe forca shtypëse në kulmin e vrimës së betonit në kontakt me ankerin dhe betoni përballë ankerit shkatërrohet nga shtypja. Kjo rrit krahun e veprimit të forcës prerëse dhe ankeri i nënshtrohet një momenti përkulës në rritje të vazhdueshme. Për shkak të rrëshqitjes së pllakës së ankerit, të shkatërrimit të betonit dhe përkuljes, spostimi në drejtim të forcës prerëse është dukshëm më i madh se në rastin kur një anker i nënshtrohet një ngarkesë tërheqëse të paster, siç shihet edhe në figurën 39.

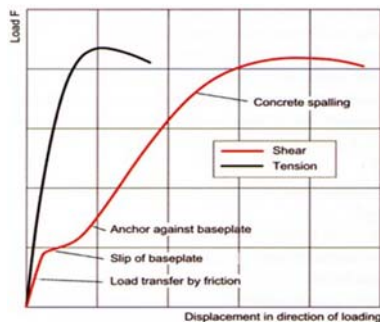


Figura 39: Grafiku tipik forcë-zhvendosje për ankerat që i nënshtrohen forcave tërheqëse dhe prerëse [27].

Veçoritë e mëposhtme karakterizojnë sjelljen e ankerave që i nënshtrohen ngarkesave prerëse dhe janë të rëndësishme sidomos në rastin e ngarkesave sizmike:

- Nëse ngarkesa prerëse e tejkalon forcën e fërkimit ndërmjet betonit dhe pllakës së ankerit, si pasojë do të ndodhë një rrëshqitje e pllakës në hapësirën e vrimës. Nëse perfshihet një ngarkesë dinamike, ndalja kundrejt skajit të vrimës rrit ngarkesën e ankerit dhe mund të shkaktojë një çedim nga prerja, figura 40(a).
- Në rastin e një hapësirë të tepërt vrimë-anker, shoqëruar me një anker që nuk është futur mirë në vrimë, rezultati do të jetë një anker që i

nënshtrohet ngarkesave përkulëse, i cili redukton në mënyrë të konsiderueshme kapacitetin mbajtës (gjendja kufitare e fundme) figura 40(b).

- Përsa i përket fiksimeve të shumëfishta me ankerë, duhet të supozohet që për shkak të hapësirës së vrimës në pllakë ngarkesa në prerje nuk shpërndahet në të gjithë ankerat. Në një situatë të disfavorshme në të cilën të gjithë ankerat që përballojnë ngarkesën janë realizuar në afërsi të skajit të një elementi strukturor, vetëm ankerat me afër kësaj zone ngarkohen dhe kjo mund të shkaktojë një çedim të skajit të betonit përpara se ankerat më të largët të marrin pjesë në transferimin e ngarkesës figura 40(c).

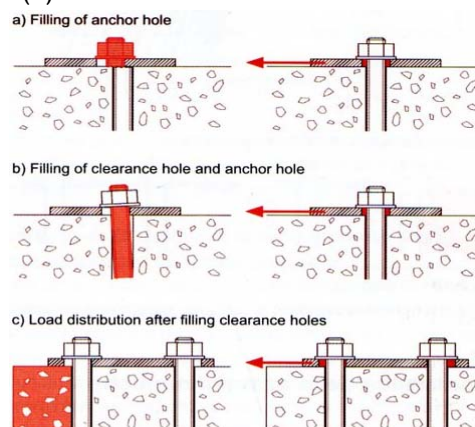


Figura 40: Mënyrat e çedimit të ankerave nën efektin e forcave prerëse [13].

Është i mundur përmirësimi në mënyrë të konsiderueshme i sjelljes së ankerave që i nënshtrohen ngarkesave prerëse duke eliminuar hapësirën midis ankerit dhe vrimës së pllakës. Kjo aplikohet edhe për ngarkesat dinamike në përgjithësi dhe për ato sizmike në veçanti.

Hapësira e vrimës mund të kufizohet, duke mbushur hapësirën me një rezinë sintetike ose llaç çimento.

Efektet e mbushjes janë si mëposhtë:

- Shmanget ngarkesa për shkak të impaktit të menjëhershëm në trupin e ankerit në rastin e rrëshqitjes së pllakës.
- Mbushja e hapësirës që përbëhet nga hapësira vrimë–anker praktikisht eliminon përkuljen e ankerit nën veprimin e ngarkesave prerëse. Aftësia mbajtëse e ankerit rritet ndjeshëm duke marrë këtë masë paraprake.
- Mbushja e hapësirës midis pllakave të ankerave të shumëfishtë shkakton një shpërndarje uniforme të ngarkesave ndërmjet të gjithë ankerave. Në rastin e një ankeri në afërsi të skajit të një elementi strukturor, kjo mbushje pengon që skaji i betonit të thyhet para kohe, gjë që do të ndodhte në qoftë se vetëm ankerat me afër skajit do të nënshtroheshin ngarkimit.

Figura 41 paraqet dy lloje tipike të çedimit nën veprimin e sforcimeve prerëse.

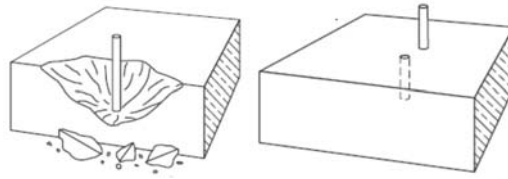


Figura 41: Mënyrat e shkatërrimit nga prerja 1)shkatërrimi i skajit të betonit(concrete breakout); 2)shkatërrimi i çelikut (steel failure) [13].

Nën veprimin e sforcimeve prerëse ndodh një thyerje e betonit (concrete breakout) në rastin e vendosjes së ankerit në një distancë të vogël nga skaji më i afërt i betonit. Me veshtirësi mund të parandalohet ky lloj shkatërrimi duke rritur thellësinë e zhytjes, duke pasur parasysh ndikimin relativ të këtij parametri në kapacitetin e betonit.

Me rritjen e distancës së pikës së montimit të ankerit nga skaji i betonit, rritet rezistenca e ofruar nga formimi i konit në beton deri sa të kalojë rezistencën e nga shkatërrimi i çelikut të ankerit. Për distanca nga skajet relativisht të mëdha vërehet një shkatërrim i tipit duktil të ankerit.

Përveç mënyrave të shkatërrimit të paraqitura më sipër ka edhe të tjera, më pak të rëndësishme për aq kohë sa ndodhin më pak në kushtet e montimit normal të ankerave, të tilla si shkatërrimi nga “*pry-out*” i betonit, nën veprimin e ngarkesave prerëse.

4.1.2.1 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i çelikut të trupit të ankerit

Vlera mesatare e ngarkesës së shkatërrimit të çelikut jepet nga ekuacionet e mëposhtme 20 a, b dhe është e vlefshme për betonet e plasaritur dhe jo të plasaritur me klasë nga C20/55 deri në C50/60:

$$V_{Ru,m} = 0,6 * A_s * f_{u,test} \quad (20.a)$$

Vlera karakteristike e ngarkesës së shkatërrimit mund të llogaritet me mënyrën e mëposhtme:

$$V_{Rk} = 0,5 * A_s * f_{u,test} \quad (20.b)$$

4.1.2.2 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i skajit të betonit

Vlera mesatare e ngarkesës së shkatërrimit në betonin e paplasaritur jepet nga ekuacioni 21:

$$V_{Ru,m} = 0,63 * d_{nom}^{0,5} * \left(\frac{l_f}{d_{nom}} \right)^{0,2} * f_{c,test}^{0,5} * c_1^{1,5} \quad \nu=17\% \quad (21)$$

Ky ekuacion është i vlefshëm për elementet e betonit me trashësi $h > 1,5 * C_1$.

Distanca ndërmjet ankerave dhe distanca nga një skaj pingul me drejtimin e veprimit të ngarkesës që nevojiten për transferimin e ngarkesës në betonin e paplasaritur mund të përcaktohen nga ekuacionet e mëposhtme 22a,b:

$$S_{cr,V} = 3 * C_1 \quad (22.a)$$

$$C_{cr,V} = 1,5 * C_1 \quad (22.b)$$

Distanca S dhe distanca nga skaji i betonit C_1 dhe C_2 nuk duhet të jenë më të vogla se vlera minimale, në mënyrë që të shmangen plasaritjet e betonit gjatë instalimit të ankerit.

4.1.2.3 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i skalcamentos/pryout

Vlera mesatare e ngarkesës së shkatërrimit në betonin e paplasaritur me klasë nga C20/55 deri në C50/60 jepet nga ekuacioni 23:

$$V_{Ru,m} = k * N_{Ru,m} \quad (23)$$

Me $K=1$ për $h_{ef} < 60 \text{ mm}$

$K=2$ për $h_{ef} > 60 \text{ mm}$

$N_{Ru,m}$ shiko Ekuacionin.13, duhet të përdoren distancat nga skajet të dhena në Ekuacionin 14, 15.

4.1.3 Mënyrat e shkatërrimit nën efektin e veprimeve të kombinuara tërheqje-prerje

Në parim të njëjtat mekanizma të çedimit ndodhin edhe në praninë e ngarkesave të kombinuara. Shkatërrimi nga formimi i konit në beton ndodh më shpesh me rritjen e këndit midis drejtimit të forcës së aplikuar dhe aksit të ankerit.

4.1.3.1 Aftësia mbajtëse nga shkatërrimi i çelikut të trupit të ankerit

Vlera mesatare e ngarkesës së shkatërrimit është dhënë nga Ekuacioni 24 i cili është i vlefshëm për betonin e plasaritur dhe të paplasaritur të klasave nga C20/55 deri në C50/60:

$$\left(\frac{N_s}{N_{Ru,m}} \right)^2 + \left(\frac{V_s}{V_{Ru,m}} \right)^2 \geq 1 \quad (24)$$

Ku:

N_s = komponentja në tërheqje e ngarkesës së aplikuar

V_s = komponentja në prerje e ngarkesës së aplikuar

$N_{Ru,m}$ = sipas Ekuacionit 11

$V_{Ru,m}$ = sipas Ekuacionit 20.a

4.1.3.2 Aftësia mbajtëse nga mekanizma të tjerë të shkatërrimit

Vlera mesatare e ngarkesës së shkatërrimit është dhënë nga ekuacioni i mëposhtëm i cili është i vlefshëm për betonin e plasaritur dhe të paplasaritur të klasave nga C20/55 deri në C50/60:

$$\left(\frac{\mathbf{N}_s}{\mathbf{N}_{Ru,m}} \right)^{1,5} + \left(\frac{\mathbf{V}_s}{\mathbf{V}_{Ru,m}} \right)^{1,5} \geq 1 \quad (25)$$

Ku: N_s = komponentja në tërheqje e ngarkesës së aplikuar

V_s = komponentja në prerje e ngarkesës së aplikuar

$N_{Ru,m}$ dhe $V_{Ru,m}$ = Vlera minimale e ngarkesës së shkatërrimit për mekanizma të ndryshme çedim nën veprimin e ngarkesave tërheqëse ose prerëse.

KAPITULLI V

5 – Veprimet dinamike

Shumë nga veprimet që hasen në inxhinierinë e strukturave mund të konsiderohen si dinamike, në rastin se ndryshojnë me kalimin e kohës. Në praktikë forcat që ndryshojnë ngadalë, mund të trajtohen si kuazi-statike, për aq kohë sa inertësia dhe forcat e viskozitetit janë aq të vogla sa të mos meren në konsideratë. Prania e inertësisë dhe forcave të viskozitetit është dallimi midis forcave dinamike dhe statike. Këto forca lindin nga nxitimi dhe shpejtësia të shkaktuar nga komponentët strukturorë. Këto forca duhet të përfshihen në forcat që veprojnë në ankera, nëse janë me madhësi të konsiderueshme.

Intensiteti i këtyre forcave dhe sjellja e tyre në lidhje me kohën varen nga lloji i ngacmimit të cilit i nënshtrohet struktura dhe nga vetitë dinamike të strukturës.

Forcat dinamike mund të klasifikohen sipas llojit të sjelljes që kanë në lidhje me kohën si më poshtë:

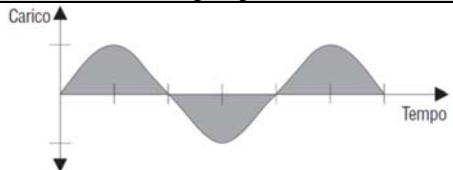
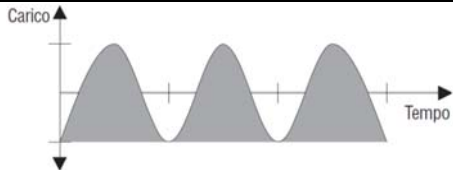
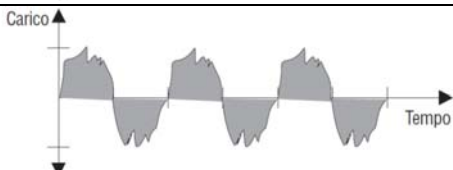
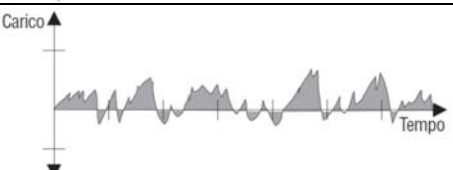
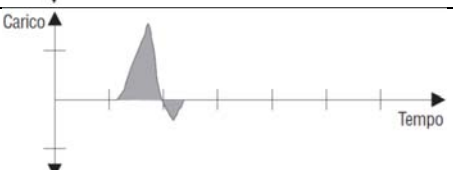
Veprimi	Sjellja	Forma	Shkaqet
Harmonik (ngarkim periodik)		Sinusoide	Makina me bosht rrotullues
Harmonik (ngarkim rritës)		Sinusoide	
Periodik		Periodike me formë të cfarëdoshme	Makinat tekstile, shpuese
Dinamike		Joperiodike me formë të cfarëdoshme	Tërmetet, trafiku rrugor dhe hekurudhor
Shoku		Kohë e shkurtër veprimi	Goditjet, shpërthimet, Valvolat me mbyllje të shpejtë

Tabela 7: Klasifikimi i veprimeve dinamike.

Nëse këto forca të kombinuara kryesisht me ngarkesa statike, rezultojnë të jenë cikle ngarkesash vetëm në tërheqje ose në shtypje, quhen forca

pulsuese. Nëse këto forca ndryshojnë nga tërheqëse në shtypëse ose anasjelltas në mënyrë periodike quhen alternative.

Parametra të tjerë të rëndësishëm për funksionin forcë–kohë aplikimi janë:

- Numri i cikleve të ngarkimit (N) në një periudhë të caktuar ose gjatë gjithë jetës së strukturës.
- Deformimi (ϵ) ose intensiteti i ngarkimit në anker ose në materialin bazë.
- Vlera e pikut e forcave dinamike dhe rritja e tyre në kohë.
- Probabiliteti që të ndodhë një veprim i jashtëzakonshëm (sizmika) gjatë jetës së strukturës.

Parametri më i rëndësishëm në karakterizimin e forcës dinamike është numri i cikleve të ngarkimit.

Funksionet ngarkesë–kohë harmonike dhe periodike të gjeneruara nga makineritë, vibrimi nga trafiku etj. karakterizohen nga një forcë goditëse me madhësi të moderuar, por nga një numër i madh ciklesh ngarkimi. Sjellja në lodhje bëhet dominante, kur ankeri që i nënshtrohet forcave të tilla dinamike, paraqet sëforcime më të mëdha sesa rezistenca në lodhje. Shkatërrimi në lodhje i një ankeri shkaktohet nga këputja e çelikut si pasojë e lodhjes, jo nga shkatërrimi i betonit.

Forcat tranzite që shfaqin një ndryshim kalimtar në kohë pa periodicitet (p.sh. forcat për shkak të tërmetit) tregojnë vetëm një numër të kufizuar ciklesh ngarkimi, por jo rritje të intensitetit. Shkatërrimi nga lodhja nëpërmjet pak cikleve, mund të shfaqet nëpërmjet deformimeve të mëdha të ankerit ose shkatërrimit të betonit.

Forcat impulsive janë edhe tranzite (shpërthimet, impakti nga automjetët) me një kohëzgjatje të shkurtër të ngarkimit, por një intensitet të lartë ngarkimi. Në të tille rast janë të rëndësishme rezistenca fillestare dhe përkulshmeria e ankerit dhe materialit bazë.

Veprimet dinamike kategorizohen në varësi të aplikimit, funksion i kohës:

- Në lodhje
- Sizmike
- Shoku

Tabela e mëposhtme tregon numrin tipik të cikleve të ngarkimit dhe shembuj të burimeve të këtyre lloj veprimesh:

Klasifikimi	Lodhja	Lodhja pas nr. të reduk. cikle ngarkimi	Shoku, ngarkesat e tipit impulsiv
Ciklet e ngarkimit	$10^4 < N < 10^8$	$10^1 < N < 10^4$	$1 < N < 20$
Shkalla e deformimit	$10^{-6} < \epsilon' < 10^{-3}$	$10^{-5} < \epsilon' < 10^{-2}$	$10^{-3} < \epsilon' < 10^{-1}$
Shembuj	Trafiku, makinat, era, valët	Tërmetet, lëkundjet artificiale	Shpërthimet, çedimet strukture
	Lodhja	Sizmike	Shoku

Tabela 8: Numri tipik i cikleve të ngarkimit dhe shembuj të burimeve për lloje të ndryshme veprimesh.

Veprimet në të cilat rezistenca në lodhje është mbizotëruese mund të jenë harmonike ose joharmonike, periodike ose joperiodike, pulsuese ose alternative. Ngarkesa që shkakton shkatërrimin nga lodhja karakterizohet nga një numër i lartë ciklesh ngarkimi (nga 10.000 në mbi 2.000.000).

Shembuj tipik janë fiksime të makinave me bosht rrotullues, ashensorëve, thyereseve etj. Reagimi i çelikut dhe betonit në kushtet e lodhjes është i ndryshëm nga ai në praninë e sforcimeve statike. Rezistenca e çelikut zvogëlohet deri në 30% ndërsa ajo e betonit deri në 60% në krahasim me vlerat fillestare, në varësi të karakteristikave të materialit, numrit të cikleve të ngarkimit, drejtimit të aplikimit të ngarkesës, etj.

Veprimet sizmike janë të përkohshme dhe klasifikohen si ngarkesa dinamike. Ngarkesa sizmike karakterizohet nga një numër i moderuar i cikleve të ngarkimit, që variojnë nga 10 deri në 1000. Tërmetet shkaktojnë ngacmime lëkundese në truall që transferohen në nyjet e të gjithë strukturës. Parashikimi i ngarkesës bazohet në hipoteza të thjeshtuara. Rezistenca e një ankeri nuk është lehtësisht e parashikueshme sepse gjatë tërmeteve mund të shfaqen shumë plasaritje në strukturë. Gjatë një tërmeti, ankerat dhe materiali bazë i nënshtrohen vetëm pak cikleve ngarkimi, por me intensitet të lartë.

Goditja merr formën e një ngarkese pulsuese. Ngarkesat goditëse karakterizohen nga një numër i reduktuar ciklesh ngarkimi (nga 1 në 20) me vlera të larta të pikut. Aplikime tipike janë fiksime të barrierave trafik ndarëse etj.

5.1 – Sjellja e ankerave nën efektin e veprimeve dinamike

Sjellja e ankerave që i nënshtrohen veprimeve dinamike varet kryesisht nga lloji i veprimit, mënyra e funksionimit dhe rrjedhimisht edhe nga sjellja e ankerit dhe materialit të strukturës kryesore.

Në paragrafët vijues jepet informacion mbi sjelljen e ankerave në rastin kur ngarkesa ndryshon me kalimin e kohës (pulsuese, e alternuar, etj) dhe mbi përshtatshmërinë e përdorimit të llojeve të ndryshme të ankerave në betonin e plasaritur.

5.1.1 Sjellja e ankerave nën efektin e veprimeve të ngarkesave pulsuese

Fiksime me ankera që punojnë në tërheqje përgjithësisht i nënshtrohen ngarkesave pulsuese gjatë ekspozimit ndaj veprimeve sizmike, duke qenë të ankeruar në materialin bazë. Ndërsa ngarkesat e alternuara mund të verifikohen në praninë e ankerave të distancuar (figura 42).

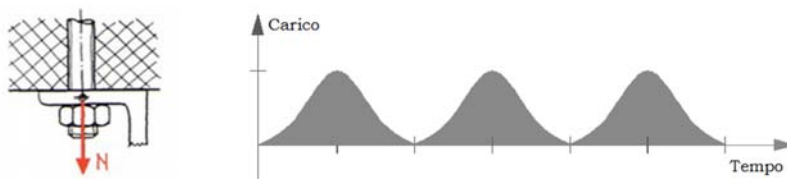


Figura 42: Ankerat që i nënshtrohen tërheqjes nga një ngarkesë pulsuese.

Zhvendosja stabilizohet pas cikleve të shumta të ngarkimit.

Testetimet e kryera me ankerë metalike me kokë të montuar para betonimit nën veprimin e ngarkesave tërheqëse, nënshtruar frekuencave tipike të veprimit seizmik, nga (1÷10) Hz, kanë dhënë diagramën forcë–zhvendosje si në figurën 43. Testet i referohen betonit të plasaritur (madhësia e hapjes së të plasurave $w=0,7$ mm). Për një kufi të sipërm ngarkimi të barabartë me 80% të kapacitetit të ngarkimit statik, zhvendosja stabilizohet pas më pak se 50 cikle ngarkimi, pavarësisht frekuencës së ngarkimit.

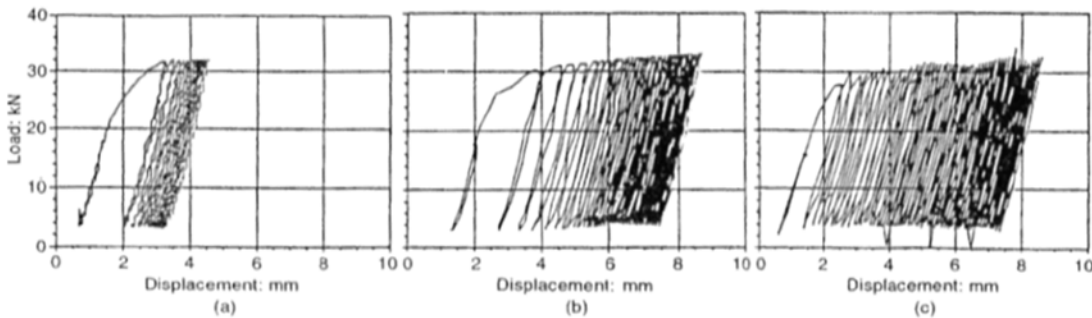


Figura 43: Diagrama forcë–zhvendosje e ankerave me kokë të montuar para betonimit M12 ($h_{ef}=80$ mm), në betonin e plasaritur ($w=0,7$ mm) nën veprimin e cikleve të ngarkimit prej: a) 1 Hz b) 5 Hz c) 10 Hz [30].

Rritja e ngurtësisë së një ankeri pas ekspozimit ndaj një ngarkimi pulsues.

Figura 44 tregon lidhjen forcë–zhvendosje të matur nën efektin e ngarkesës monotone për një anker metalik që i nënshtrohet vetëm një testi në tërheqje statike dhe për një anker që i është nënshtruar me parë një ngarkimi ciklik. Në të dy testet shkatërrimi është shkaktuar nga formimi i konit në beton.

Ndërsa ngarkesa e shkatërrimit është e njëjte për të dy ankerat, sjellja forcë–zhvendosje e ankerit që i është nënshtruar më parë ngarkimit ciklik është më e shtangët dhe energjia e shkatërrimit është më e ulët krahasuar me atë të ankerit që i nënshtrohet vetëm provave statike. Mund të nxjerrim përfundimin që forcat dinamike ndikojnë në sjelljen e ankerave metalike duke i bërë më të brishtë më të thyeshëm. Nëse marim në konsideratë edhe zhvendosjet gjatë ngarkimit ciklik, shumica e energjive të gjeneruara është thuajse e njëjtë si në testimin me ngarkim statik (Figura 44 c).

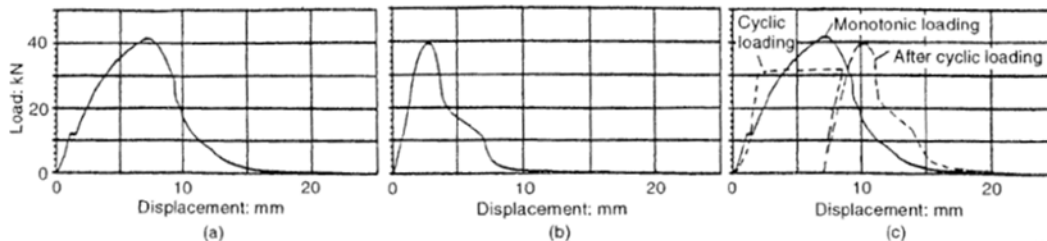


Figura 44: Diagrama forcë–zhvendosje e ankerave me kokë të montuar para betonimit në betonin e plasaritur ($w=0,7$ mm); (a) ngarkim statik; (b) prova statike pas 10s të ngarkimit ciklik; (c) ngarkimi statik dhe ciklik [30].

5.1.2 Sjellja e ankerave nën efektin e një ngarkimi të alternuar

Ngarkimi i alternuar për ankerat e distancuar ose me ngarkim prerës.

Në praktikë ankerat nuk i nënshtrohen normalisht ngarkesave në shtypje, pasi shtypja përballohet nga piastra metalike. Por në rast se mund të ndodhin ngarkime të alternuara (shtypje-tërheqje), ankeri do të paraqiste një sjellje më të disfavorshme se kur i nënshtrohet një ngarkimi ciklik vetëm në tërheqje.

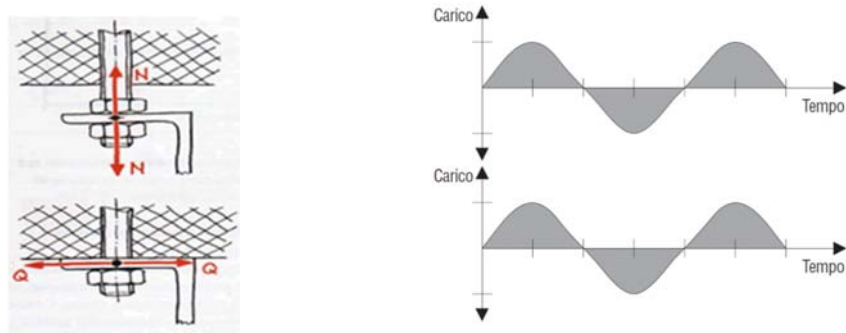


Figura 45: Ngarkesat e alternuara që veprojnë mbi ankerat e ngarkuar në tërheqje dhe prerje.

Ngarkesat e alternuara që veprojnë mbi ankera rrallë ndodhin gjatë kushteve normale të shërbimit. Mund të ndodhin vetëm në praninë e ankerave të distancuar për shembull gjatë një tërmeti. Ngarkesat e alternuara ndodhin shpesh edhe te ankerat e ngarkuar në prerje, sidomos gjatë një tërmeti.

Zhvendosje të mëdha nën efektin e një ngarkimi të alternuar.

Provat e kryera në ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit (përdredhjes) dhe ankerat me kokë të montuar para betonimit të instaluar në betonin e plasaritur kanë zhvilluar pas një numuri të vogël ciklesh ngarkimi të alternuar, një zhvendosje relativisht të madhe. Figura 46 tregon një krahasim ndërmjet diagramës forcë-zhvendosje të të njëjtit anker pas 10 ciklesh ngarkimi të alternuar dhe 10 ciklesh ngarkimi pulsues.

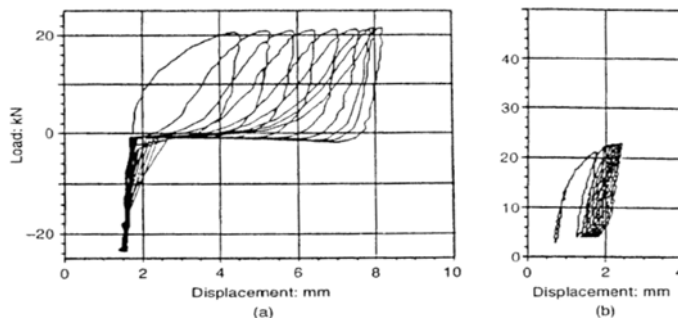


Figura 46: Diagrama forcë-zhvendosje për një anker me kokë të montuar para betonimit të instaluar në betonin e plasaritur ($w=0,7\text{mm}$), i nënshtrohet; (a) 10 cikleve ngarkimi shtypje-tërheqje; (b) 10 cikleve ngarkimi vetëm në tërheqje [30].

5.1.3 Llojet e ankerave me reagim më të mirë përkundrejt veprimeve dinamike

Ankera të aftë për tu rizgjeruar dhe ankerat rezistent nga forma.

Ankerat e projektuar për përballimin e veprimeve dinamike, janë ata të cilëve mund tu aplikohet një forcë fillestare tërheqëse e kontrolluar dhe që kanë aftësi për tu rizgjeruar.

Të përshtshëm për tu përdorur nën efektin e veprimeve dinamike janë edhe ankerat që përdorin si princip funksionimi (mekanizmi i ankerave) të bazuar në kapacitetin mbajtës nëpërmjet formës.

Ankerat metalike me zgjerim nëpërmjet rrotullimit, ankerat me kokë të montuar para betonimit, ata adezive me zgjerim dhe ata me vidë për përdorim në beton, janë të përshtatshëm për ankerimet antisizmike.

Zakonisht ankerat me zgjerim me kontroll të zhvendosjeve janë më pak të përshtatshëm për përdorimin në kushtet sizmike, pasi forcat e zgjerimit mund të jenë tepër të reduktuara dhe forca tërheqëse zhduket plotësisht për shkak të pamundësisë së këtyre ankerave për tu rizgjeruar, për shembull në rast të krijimit të plasaritjeve në beton si rezultat i veprimeve dinamike.

KAPITULLI VI

6 – Baza shkencore dhe zhvillimi i normave të reja, mbi sjelljen e ankerave

Krahas strukturave të realizuara nga derdhja në vend ka patur zhvillim të gjerë teknika e parafabrikimit, e cila kërkon përdorimin sistematik të sistemeve të fiksimit për të bërë elementet e ndryshëm të bashkëpunojnë ndërmjet tyre si një strukturë e vetme. Përmirësimet në teknologjinë e shpimit kanë favorizuar përhapjen e ankerave të instaluar pas betonimit, qoftë në lidhjen e impianteve teknike me strukturën; qoftë në ndërhyrjet e konsolidimit dhe riparimit të strukturave.

Njëkohësisht me përdorimin në masë të gjerë të sistemeve të ankerimit, po rritet kërkesa për të garantuar performancën e këtyre sistemeve. Në Gjermani që nga viti 1973 janë përcaktuar procedurat e testimit dhe udhëzimet e përdorimit të këtyre sistemeve nga Instituti Gjerman i Inxhinierisë Strukturore në Berlin. Që atëherë janë lëshuar më shumë se 150 autorizime për ankerat të llojeve nga më të ndryshmet.

Duke konstatuar që pamvarësisht nga përdorimi i gjerë i sistemeve të ankerimit njohuritë në lidhje me sjelljen e tyre rezultojnë në përgjithësi shumë të kufizuara, në 1987 CEB (Comité Européen du Béton) ka ngritur një grup punë “Fastening to reinforced concrete and masonry structures”, për thellimin e njohurive mbi sjelljen e këtyre sistemeve. Vlen të theksohet se në atë kohë nuk ekzistonte një procedurë e mirëfilltë projektimi për sistemet e ankerimit.

Në grupin e punës ishin përcaktuar objektivat e mëposhtëm:

- Mbledhja dhe krahasimi i rezultateve të kërkimeve shkencore, lidhur me sjelljen e sistemeve të ankerimit;
- Propozimi i një shpjegimi koherent bazuar në modelet ekzistues empirike dhe teorike;
- Zhvillimi i metodave të projektimit që marrin parasysh efektet e sistemeve të ankerimit dhe të ngarkesave vepruese, duke marrë në konsideratë edhe sjelljen e strukturave me të cilat ato lidhen.

Në gusht të vitit 1991 grupi i punës prezantoi gjendjen më të lartë të njohurive e zbulimeve për sistemet e fiksimit në strukturat prej betoni të armuar dhe në strukturat prej murature deri në atë kohë, në buletin CEB n° 206 dhe n° 207 [2].

Në korrik të vitit 1994 edicioni i rishikuar i studimit të sipër përmendur u publikua në buletin e informacionit të CEB n° 216 nga Thomas Telford [3].

Së fundi në gusht të vitit 1995 u prezantua një draft projekt i guidës CEB në projektimin e ankerave në beton, i ndarë në tre pjesë:

Pjesa e parë: Udhëzim i përgjithshëm

Pjesa e dytë: Rezistenca karakteristike e ankerave të instaluar pas betonimit me zgjerim dhe ankerat në të cilët realizohet një zgjerim i vrimës në pjesën fundore.

Pjesa e tretë: Rezistenca karakteristike e ankerave të instaluar para betonimit, të realizuar me bulona të montuar me kokë të zhytur në beton.

Në të njëjtin buletin u botua edhe aplikimi i njohurive e zbulimeve të arritura deri në atë kohë në funksion të projektimit e zbatimit të sistemeve të ankerimit për tu përdorur në ndërhyrjet strukturore në zonat sizmike.

6.1 – Bazat shkencore

Ky parashtrim bazohet në buletin e informacionit CEB n° 206 dhe 207 [2]. Duke iu referuar pajisjeve fiksues të përbëra nga bulona të instaluar para betonimit dhe që i nënshtrohen forcave tërheqëse, përvoja tregon që shkatërrimi ndodh nëpërmjet formimit të konit në beton, lartësia e të cilit korespondon me thellësinë e zhytjes së ankerit në materialin bazë. Këndi midis aksit vertikal të ankerit dhe sipërfaqes së pjerrët të konit të shkatërrimit është rreth 60°, në bazë të Bode dhe Roik 1987 [29], dhe është midis 50° dhe 60° në bazë të Eligehausen dhe Sazade 1989 [30], me tendencën për tu ulur me rritjen e thellësisë së zhytjes së ankerit në materialin bazë. Në formulën e rezistencës të miratuar nga ACI (American Concrete Institute) 349–85 [31] ky kënd është pranuar afërsisht 45°.

Midis formulave të ndryshme empirike të propozuara për vlerësimin e ngarkesës së shkatërrimit apo aftësisë mbajtëse të ankerit është sjellë ajo e propozuar nga Eligehausen, Fuchs, Mayer 1987–1988 [24] [32] bazuar në rezultatet e 196 provave me ankera të tipit bulona me kokë të instaluar para betonimit. Provat kanë shqyrtuar ankera me thellësi zhytje ose instalimi (40 ÷ 525) mm dhe betone me rezistencë në shtypje $f_{ck}=(20\div60)$ MPa.

Duke u bazuar në analizimin e rezultateve eksperimentale janë marrë relacionet e mëposhtme për ngarkesën mesatare të fundme.

$$N_{u,m(cubo)} = 15,5 * h_{ef}^{1,5} * f_{cc}^{0,5} \quad [N] \quad (26.a)$$

$$N_{u,m(cilindro)} = 17 * h_{ef}^{1,5} * f_{cc}^{1,5} \quad [N] \quad (26.b)$$

Ku h_{ef} është thellësia e zhytjes së pjesës cilindrike të bulonit dhe $f_{cc}^{0,5}$ përfaqëson rezistencën në tërheqje të betonit, vlerësuar në bazë të rezistencës kubike në shtypje.

Përsa i përket parashikimit analitik të ngarkesës kufitare të ankerave të këtij lloji, Weyertaeuser 1997 ka studiuar sjelljen në tërheqje të ankerave në bazë të teorisë lineare të elasticitetit, duke konstatuar gjatë ushtrimit vlera të tensionit maksimal në shtypje dhe tërheqje shumë të larta, më të mëdha se tensionet e shkatërrimit të matura në provat një aksiale në shtypje dhe tërheqje, gjë e cila çon në miratimin e një modeli jolinear për përshkrimin e sjelljes së betonit.

Wagner–Grey 1977 kanë aplikuar teorinë e plasticitetit në rastin e një ankeri me zgjerim, për të përshkruar veprimin e përqëndruar në beton si pasojë e forcave të zgjerimit të ankerit, duke marrë si kriter shkatërrimi atë të Mohr–Culombit. Ngarkesat kufitare koresponduese, krahasuar me ato të përfituara nga provat e Rehm–Pusill 1987, kanë dhënë një vlerësim të konsideruar të përafërt.

Në vazhdimësi të studimeve të mëvonshme, mund të thuhet që shkatërrimi i ankerave që i nënshtrohen tërheqjes shkaktohet nga thyerja e betonit, prandaj sjellja e ankerave mund të parashikohet vetëm nga teoritë që bazohen në mekanikën e carjeve jolineare. Në rastin e gjatësive të konsiderueshme të ankerave, rezulton njëlloj e aplikueshme teoria e mekanikës së carjeve lineare.

Shqyrtimi panoramik i metodave teorike, të përdorura për parashikimin e kapacitetit mbajtës të ankerave që i nënshtrohen tërheqjes, ka evidentuar dy modele teorike që meritojnë të shtjellohen; analiza jolineare me copëzim për betonin e tërhequr dhe mekanika e carjeve, qoftë për sjellje lineare apo jolineare.

6.2 – Kuadri normativ

Shqyrtimet e zhvilluara duke ndjekur historinë e aplikimit të ankerave të përdorur si sisteme fiksime në konstruksionet me beton të armuar, kanë treguar se bëhet fjalë për produkte industriale që i nënshtrohen procedurave të kontrollit të cilësisë, shpesh objekt i autorizimeve specifike nga ana e enteve zyrtare ku paraqiten karakteristikat specifike të performancës.

Kuadri normativ ndërkombëtar në lidhje me projektimin e ankerave dhe të sistemeve të ankerimeve të tipit inovativ në beton ende nuk është kompletuar si duhet. Në fakt jo të gjitha normativat kanë në formatet e tyre kontrole për ankerat, por kufizohen ndonjëherë vetëm në referimin e kodeve dhe udhëzimeve të tjera të projektimit.

6.2.1 C.E.B.

Në Europë udhezuesi për projektimin e sistemeve të ankerimit është dhënë nga CEB (Comité Européen du Béton) i cili në Janar 1997 i dedikoi buletin 233 (Design Guide-Parts 1-3) për projektimin e ankerave në beton [33].

Pjesa 1. Hapësira dedikuar kësaj teme, lejon diskutimin e problemit me shkallë duke filluar nga përcaktimi i këtyre ankerave dhe nga klasifikimi i llojeve të ndryshme të ankerave.

Pikënisja për gjendjet kufitare përfaqësohet nga mosbarazimi i mëposhtëm.

$$S_d \leq R_d \quad (27)$$

Ku është përcaktuar që vlera e veprimeve të projektit duhet të jetë më e vogël ose e barabartë me rezistencën. Për të siguruar një probabilitet mjaftueshmërisht të ulët kolapsi, përdoren faktorët e sigurisë. Për një rast të thjeshtë si ai i përfaqësuar nga një ngarkesë e përhershme dhe nga një veprim variabël i përkohshëm në të njëjtin drejtim, mund të aplikohet Ekuacioni 28.

$$S_d = \gamma_G * G_k + \gamma_Q * Q_k \quad (28)$$

Ku G_k dhe Q_k janë vlerat karakteristike të veprimeve të përhershme dhe të përkohshme, ndërsa γ_G dhe γ_Q janë faktorët e sigurisë të veprimeve të përhershme dhe të përkohshme.

Vlera e rezistencës së projektimit R_d merret duke pjesëtuar rezistencën karakteristike R_k me koeficientin e sigurisë së materialit γ_m . Më pas specifikohen koeficientet e sigurisë sipas llojit të ngarkimit.

Në rastin e gjendjeve kufitare të shërbimit, formulat e paraqitura më sipër mbeten identike përvec se koeficientët e sigurisë janë të barabartë me një. Në këto kushte duhet të kontrollohen zhvendosjet që ndodhin për shkak të veprimeve të projektit të jenë më të vogla se ato të lejueshme dhe rrotullimet e ankerave të jenë të kufizuara edhe për të shmangur dëmtimin e elementeve jostrukturorë.

Pjesa 2. Në pjesën e dytë të CEB (buletini 233), përcaktohen karakteristikat e rezistencës së ankerave të montuar pas betonimit me zgjerim dhe me kokë të montuar para betonimit. Në pikën 9 diskutohet gjendja kufitare e rezistencës sipas një përafrimi në fushën elastike. Sipas kësaj normative mund të konsiderohen ankerime në pllaka me nga një deri gjashtë ankerat.

Verifikimet bëhen për rastet e mëposhtme: shkatërrimi i çelikut, shkatërrimi nga pull-out, shkatërrimi nga formimi i konit në beton dhe shkatërrimi nga plasaritja e betonit (splitting).

- Rezistenca karakteristike $N_{Rk,s}$ e një ankeri në rastin e shkatërrimit të çelikut merret nga Ekuacioni 29.

$$N_{Rk,s} = A_s * f_{yk} \quad (29)$$

Ku A_s është seksioni minimal tërthor përgjatë gjatësisë së ankerit që punon në tërheqje.

- Shkatërrimi nga pull-out është një provë e karakterit jo shkatërrues i cili parashikon nxjerrjen e ankerit nga vrima. Kjo rezistencë përcaktohet nga testet laboratorike.
- Shkatërrimi nga formimi i konit në beton $N_{Rk,k}$ i një ankeri të vetëm ose i një grupi ankerash duhet të vlerësohet me Ekuacionin 30.

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \psi_{s,N} * \psi_{Re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{ucr,N} \quad [N] \quad (30)$$

Ku $N_{Rk,c}^0$ është rezistenca karakteristike e një ankeri të vetëm të ankeruar në betonin e plasaritur, kurse koeficientët e ndryshëm ψ përfaqësojnë respektivisht efektet gjeometrike të lidhura me hapësirën dhe distancën nga skajet e materialit bazë; ndikimin e skajeve në shpërndarjen e sforcimeve në beton; ngarkimet e ndryshme që veprojnë në ankerat të ndryshëm të një grupi; rezistencën e reduktuar të ankerave të futur në një thellësi të vogël për shkak të armaturës; faktorin që ka në konsideratë nëse ankeri ndodhet në një zonë me plasaritje ose jo. Shkatërrimi nga plasaritja e betonit (splitting) mund të shmanget duke marrë masa rreth pozicionimit të ankerit në brendësi të betonit. Domethënë duhet të kushtohet vëmendje trashësisë së betonit, distancës nga skajet, armaturës së përforcimit të pranishme në brendësi të betonit. Kjo bëhet

duke vendosur vlerat e përafrimit të parë të caktuara në fazën e projektimit; të cilat mund të vlerësohen nëpërmjet testeve të para-kualifikimit.

Këto vlera janë:

$c_{min} = 1,0 \times h_{ef}$ për ankerat me kokë të montuar para betonimit

$c_{min} = 2,0 \times h_{ef}$ për ankerat me zgjerim me një kon

$c_{min} = 3,0 \times h_{ef}$ për ankerat me zgjerim me dy kone me zgjerim të kontrolluar

$s_{min} = 1,0 \times h_{ef}$ për ankerat me zgjerim dhe me kokë të montuar para betonimit

$s_{min} = 3,0 \times h_{ef}$ për ankerat me zgjerim të kontrolluar

$h_{min} = 2,0 \times h_{ef}$ për të gjithë llojet e ankerave

Më pas duhet të verifikohet rezistenca në prerje gjithmonë në fazën elastike; verifikimet që duhet të kryhen në prerje janë: shkatërrimi i çelikut pa levë, me levë, dhe shkatërrimi i betonit në skaje.

Pjesa 3. Në pjesën e tretë të CEB i kushtohet vëmendje një këtëgorie tjetër ankerash: atyre të instaluar para betonimit, domethënë ata që futen gjatë derdhjes së betonit. Funksionimi i duhur i këtyre duhet të garantohet nga provat e para-kualifikimit.

6.2.2 E.T.A.G..

Në lidhje me ankerat metalike në beton duhet referuar në direktiven ETAG 001 [20] në të cilën janë përshkruar tipet e ndryshme të ankerave, procedurat e testimit dhe Shtojca C e cila ilustron metodat e aplikueshme të projektimit, ndërmjet të cilave përmendim Metodën CC (Concrete Capacity). Pikat kryesore të ETAG 001 rrjedhin nga buletinet që janë botuar nga CEB.

Metoda CC aplikohet në ankerat në beton dhe ajo përshkruan të gjitha mënyrat e shkatërrimit me të cilat do të haset ankeri gjatë testimeve të verifikimit, të cilave u perkasin koeficientë të ndryshëm të sigurisë. Rëndësi ka që të merret parasysh se drejtimi i ngarkimit nuk zhvillohet gjithmonë dhe vetëm në mënyrë aksiale, por edhe që ndërmjet aksit gjatësor të ankerit dhe drejtimit efektiv përgjatë të cilit zhvillohet forca mund të krijohen kënde që mundesojnë veprime të kombinuara tërheqje-prerje me ndërveprime përkatëse në sistem.

Një Udhëzues për Miratimin Teknik European (ETAG) është baza për lëshimin e ETA, e cila është baza për vlerësimin teknik të aftësisë së një produkti për një përdorim të caktuar.

Aplikimi i dispozitave të Udhëzimit për ETA (ekzaminime, prova dhe metoda vlerësimi) të çon në një supozim të përshtatshmërisë të ankerit vetëm nëpërmjet një vlerësimi të çdo rasti në vecanti.

Udhëzuesi për Miratimin Teknik European (ETA) i “Ankerat metalike për tu përdorur në beton” përcakton bazat për vlerësimin e ankerave në rastin e betonit të plasaritur dhe jo të plasaritur ose vetëm në rastin e betonit jo të plasaritur.

ETAG 001 ka strukturën si më poshtë:

Pjesa 1 – Ankerat në përgjithësi

Pjesa 2 – Ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit

Pjesa 3 – Ankerat me kokë të montuar para betonimit

Pjesa 4 – Ankerat me zgjerim me kontroll të zhvendosjeve

Pjesa 5 – Ankerat kimike

Pjesa 6 – Ankerat për aplikime të lehta

Shtojcat e mëposhtme janë pjesë përbërëse e udhëzimit:

Shtojca A – Detajet e provave

Shtojca B – Provat për kushtet e shërbimeve të lejueshme

Shtojca C – Metodatat e projektimit të ankerave

Udhëzuesi është përgatitur mbi supozimin që jeta e pritshme e punës së një ankeri për një përdorim të caktuar, është të paktën 50 vjet.

6.2.3 Normativa Italiane

Me dekretin n° 246 [34] Italia ka përvetësuar Direktivën 89/106/CE [35] lidhur me produktet e ndërtimit; ky dekret vendos se cilave Ente Kombëtare do ti ngarkohet pjesëmarrja në punimet e "European Organization for Technical Approvals (EOTA)", ose Enti European që mbikqyr hartimin e Udhëzimeve Teknike Kombëtare (ETAG, European Technical Approval Guidelines). Prandaj një produkt CE do të jetë në përputhje me specifikimet e përfshira në Udhëzimet Teknike dhe do të garantohet si nga karakteristikat mekanike edhe nga ato të sigurisë.

Legjislacioni Italian, D.M. 9-01-1996 [36], kufizohet në konfirmimin e testit në pikën 4.0 të pjesës së pestë (Norme per travi composte acciaio calcestruzzo), për t'iu referuar "kritereve të bazuara në studime ose normativa me vlefshmëri të sigurt" duke shmangur dhënien e udhëzimeve për projektimin e këtyre elementëve. E servirur në këtë mënyrë, sigurisht që i lihet liri projektuesit të mbështetet në çdo legjislacion tjetër për studimin dhe zgjidhjen e këtij lloj problemi. Ky qëndrim i D.M., mund të justifikohet pjesërisht nga fakti që normativa Italiane nuk sillet si Normativë e "aftësisë për punë ose sjelljes" dhe si i tillë nuk presupozon studime të hollësishme për të gjitha aspektet që trajton. Shpresohet që së paku në të ardhmen të qartësohet se cilat janë normat që duhet të ndiqen për një projektim të saktë të këtyre elementëve të veçantë konstruktiv.

6.2.4 Eurokodet

Edhe Eurokodet japin njohuri të përgjithshme për sistemet e fiksimit. Eurokodi 4 [37] (Rregullat e përbashkëta të unifikuara për strukturat mikse çeliku dhe beton) marrin në shqyrtim mbërthimet me bulona vetëm në aspektin e duktilitetit, duke përcaktuar si "duktilë, bulonat që kanë diametër jo më të madh se 22 mm dhe gjatësi jo më të madhe se katër herë sa diametri përkatës", me kusht që rezistenca karakteristike cilindrike 28 ditore e specifikuar për betonin të mos kalojë vlerën 30 MPa.

6.2.5 A.C.I

ACI (American Concrete Institute) merret me përdorimin e ankerave saktësisht në ACI (American Concrete Institute) 335 [38], ku trajtohet parashtrimi i përgjithshëm të këtyre lloj ankerash. Përshkrimi duket i njëjtë me atë të buletineve CEB 206 dhe 207; duke nisur nga përshkrimi i të gjithë

llojeve të ankerave, qoftë për ata të montuar “para” dhe “pas” betonimit, duke i kushtuar vëmendje mënyrave të ndryshme të përdorimit, duke sjellë mënyrat e ndryshme të shkatërrimit që mund të ndodhin dhe eksperimentet e ndryshme që janë kryer gjatë viteve. Meqë këto norma kanë ndikim të qartë nga buletinet e CEB, ku ACI i referohet në mënyrë të qartë, nuk është e nevojshme përsëritja e llojeve të ndryshme të provave dhe eksperiencave të ndjekura gjatë viteve.

6.3 – Normat që rregullojnë provat në ankerat

6.3.1 E.T.A.G. 001 (Shtojca B)

Projektimi i ankerave, cilësia e betonit, cilësia e vendosjes në vepër, lloji i ngarkimit etj, janë të gjithë faktorë që nuk njihen mjaftueshëm për momentin për të përcaktuar nëpërmjet metodave teorike funksionimin e ankerave sipas llojeve të ndryshme të veprimeve. Prandaj është e nevojshme kryerja e provave që lejojnë vlerësimin e sigurt të ndikimit të faktorëve të ndryshëm në ngarkesën e lejuar të ankerave dhe vlerësimin e qëndrueshmërisë afatgjatë [20].

- **Provat për aftësinë** janë themelore për vlerësimin e ankerave. Këto prova kërkohen për arsytet e mëposhtme:
 - Ankerat nuk duhet të jenë shumë të ndjeshëm ndaj ndryshimeve të vogla përse i përket instruksioneve të instalimit të dhëna nga prodhuesi, të cilat mund të shkaktohen gjatë vendosjes në vepër. Këto ndryshime për shembull janë:
 - Pastrimi i vrimës
 - Lagështia e betonit dhe e sipërfaqes së vrimës në momentin e instalimit.
 - Krijimi i guaskës në rastin e ankerave me kokë të montuar para betonimit.
 - Çifti i forcave i aplikuar në dado.
 - Zgjerimi për ankerat me kontroll të zhvendosjeve dhe për ankerat me kokë.
 - Përzierja e rezinës për ankerat kimike.
 - Ndërveprimi me armaturën gjatë instalimit të një ankeri.
 - Ankerat nuk duhet të preken shumë nga ndryshimet e karakteristikave të materialit bazë:
 - Meqë rezistenca e betonit në një strukturë mund të jetë e ndryshme nga vlera e projektit.
 - Ankerat e konsideruar për përdorim në betonin e plasaritur testohen në elementet e betonit me një madhësi të të plasurës nga 0,3 mm në 0,5 mm. Sipas rregullave të EC2 madhësia e lejuar e të plasurave në strukturat prej betoni të armuar është e kufizuar në $w_k=0,3$ mm nën ndikimin e ngarkimit thuajse të përhershëm. Në çdo rast, vendosja e strukturës nën një ngarkesë shërbimi më të madhe se ngarkesat thuajse të përhershme, madhësia e plasave mund të kalojë vlerën $w_k=0,3$ mm. Në përgjithësi, këto plasaritje

qëndrojnë të hapura vetëm për një kohë të shkurtër, prandaj nuk ndikojnë negativisht në jetëgjatësinë e strukturës, por mund të kenë ndikim në sjelljen forcë-zhvendosje të ankerave. Kjo është marë në konsideratë gjatë provave me hapje të të plasurës me madhësi të barabartë me 0,5 mm. Ankerat mund të jenë të pozicionuar në planin e plasaritjes që kanë të njejtin drejtim, ose në pikën e bashkimit të carjeve që kryqëzohen.

- Ankerat mund ti nënshtrohen ngarkesave të përhershme ose të përkohshme (nuk meren në konsideratë as lodhja, as ngarkesat dinamike).
- Provat për **kushtet e shërbimit të lejuar** të produktit janë përfshirë me qëllim që të meren të dhëna të projektimit lidhur me karakteristikat e performancës së ankerit. Këto karakteristika të performancës reflektojnë kushtet e pritshme në praktikën normale në terren, për shembull ankerat e projektuar sipas metodave të Shtojcës C të ETAG dhe të instaluar sipas udhëzimeve të prodhuesit. Provat për kushtet e shërbimit të lejueshëm janë të kufizuara në ato të nevojshme që konfirmojnë nëse funksionimi i ankerit në fjalë gjendet në përvojën aktuale. Përndryshe është i nevojshëm programi i plotë i provave i përshkruar në Shtojcën B të ETAG për opsionin përkatës.
- Në vlerësim merren parasysh parametrat e mëposhtëm:
- Rezistenca karakteristike e ankerave duhet të bazohet në rezistencën mesatare të betonit f_{cm} lidhur me klasën e rezistencës së betonit.

Megjithatë rezistenca reale e betonit në një strukturë mund të jetë më e vogël se vlera e matur në kampionet e kontrollit. Kjo është marrë në konsideratë në EC2 në llogaritjen e rezistencës së projektimit të betonit. Prandaj rezistenca karakteristike e ankerit vlerësohet në bazë të rezistencës në shtypje të betonit f_{ck} .

- Rezistenca karakteristike e ankerave në betonin e plasaritur vlerësohet për një madhësi të çarjeve $w_k=0,3$ mm. Kjo madhësi e hapjes së të plasurës mund të konsiderohet si 95% e të gjitha plasaritjeve që mund të verifikohen në një strukturë nën veprimin e ngarkimeve pothuajse të përhershme. Në praktikën e ankerave ata mund të jenë vendosur në plasaritjet me madhësi më të vogël ose në zonën e betonit të paplasaritur. Ndikimi i diagramës që lidh madhësinë reale të plasaritjeve me ngarkesën e shkatërrimit është marë parasysh në koeficientin e sigurisë së materialit.

Një anker duhet të kënaqë Kërkesat Themelore (KTH) [20]:

- KTH 1 – Rezistenca mekanike dhe qëndrueshmëria.
- KTH 2 – Siguria në rast zjarri.
- KTH 3 – Higjena, shëndeti dhe mjedisi.
- KTH 4 – Siguria në përdorim (të njejtat kritere të KTH 1).
- KTH 5 – Mbrojtja nga zhurmat.
- KTH 6–Kursimi i energjisë dhe ruajtja e ngrohtësisë.

6.3.2 ACI 318 (Shtojca D) e ACI 355.2, (American Concrete Institute)

6.3.2.1 ACI 318 (Shtojca D), (American Concrete Institute)

Kjo shtojcë e ACI (American Concrete Institute) 318 [10] ofron kërkesat e projektimit për ankerat e montuar në beton që përdoren për transmetimin e ngarkesave strukturore në tërheqje, në prerje ose një kombinim i tyre, në mënyrë të tillë që të lidhen elementët strukturore ndërmjet tyre ose elementët sekondar me elementët strukturore. Nivelet e sigurisë që përdoren i referohen kushteve të shërbimit. Kjo shtojcë aplikohet si në ankerat e instaluar para betonimit dhe në ata të instaluar pas betonimit dhe nuk mer në konsideratë aplikimet e ngarkesave si ngarkesa e përplasjes apo ciklet e lodhjes, por nuk i përjashton ngarkesat sizmike të cilat do të trajtohen.

Kërkesa të përgjithshme. Ankerat dhe grupet e ankerave duhet të projektohen për efektet kritike me faktorë ngarkimi të përcaktuar nga analiza elastike. Zgjidhja me analizën plastike lejohet kur rezistenca nominale kontrollon nga elementi duktil çelik. Kur rezistenca e një grupi ankerash drejtohet nga shkatërrimi i betonit, sjellja është e thyeshme dhe ka një rishpërndarje të kufizuar të forcave ndërmjet ankerave më të sforcuar dhe atyre më pak të sforcuar. Në këtë rast teoria e elasticitetit kërkohet duke supozuar që shpërndarja e ngarkesës ndërmjet ankerave të jetë i shtangët. Forcat në ankera konsiderohen proporcionale me ngarkesat e jashtme të aplikuara dhe me distancat nga aksi neutral i grupit të ankerave.

Kjo shtojcë nuk është e aplikueshme në projektimin e ankerave të instaluar në zonat plastike të elementëve strukturore nën veprimin e ngarkesave sizmike. Në zonat me rrezik të moderuar apo me rrezik të lartë sizmik ose për kërkimin e një sjelljeje të përshtatshme në kushtet sizmike, ankerat duhet të kenë kaluar testin sizmik të simuluar të ACI (American Concrete Institute) 355.2 [38].

Në zonat me rrezik të moderuar ose me rrezik të lartë sizmik, ose për strukturat e caktuara me performancë të moderuar ose të lartë sizmike, rezistenca e projektimit e një ankeri duhet të merret $0,75 * \Phi * N_n$ dhe $0,75 * \Phi * V_n$. Në kushtet sizmike ankerat duhet të projektohen në varësi të rezistencës në prerje ose tërheqje të elementit duktil të çelikut.

Kërkesa të përgjithshme për rezistencën e ankerave. Projektimi i rezistencës së një ankeri duhet të bazohet në modelet e projektimit numerike dhe në testet laboratorike.

Rezistencat e ndryshme janë:

- a) Rezistenca e çelikut e një ankeri të ngarkuar në tërheqje.
- b) Rezistenca e çelikut e një ankeri të ngarkuar në prerje.

- c) Rezistenca e formimit të konit në beton i një ankeri të ngarkuar në tërheqje.
- d) Rezistenca e betonit të një ankeri të ngarkuar në prerje.
- e) Rezistenca në zhvendosje (pull-out) e një ankeri të ngarkuar në tërheqje.
- f) Rezistenca në shkatërrim e betonit për nxjerrjen anësore të një ankeri të ngarkuar në tërheqje.
- g) Rezistenca në prerje e betonit të një ankeri të ngarkuar në prerje.

Për projektimin e ankerave (me perjashtim të atyre sizmikë, sic u përmend më lart) duhet të kënaqen ekuacionet e mëposhtme 31.a,b.

$$\phi * N_n \geq N_{ua} \quad (31.a)$$

$$\phi * V_n \geq V_{ua} \quad (31.b)$$

Ku N_{ua} , V_{ua} janë ngarkesat tërheqëse dhe prerëse që veprojnë mbi anker, kurse $\Phi * N_n$ dhe $\Phi * V_n$ janë rezistencat e projektimit më të vogla të përcaktuara për të gjitha mënyrat e pështatshme të shkatërrimit.

Termi $\Phi * N_n$ është rezistenca e projektimit më e vogël në tërheqje, pra vlera më e vogël midis rezistencave të mëposhtme: $\Phi * N_{na}$ (rezistenca nominale e shkatërrimit të çelikut nga tërheqja), $\Phi * N_{pn}$ (rezistenca nominale nga pull-out në tërheqje), $\Phi * N_{cb}$ (rezistenca nominale e formimit të konit në beton nga tërheqja).

Termi $\Phi * V_n$ është rezistenca më e vogël e projektimit në prerje, pra vlera më e vogël midis rezistencave të mëposhtme: $\Phi * V_{sa}$ (rezistenca nominale e shkatërrimit të çelikut nga prerja), $\Phi * V_{cb}$ (rezistenca nominale e betonit të ngarkuar në prerje), $\Phi * V_{cp}$ (rezistenca nominale e pryout nga prerja).

Ku: Φ është një faktor zvogëlues që varet nga lloji i ankerit.

6.3.2.2 ACI 355.2 (American Concrete Institute)

ACI (American Concrete Institute) 355.2 jep përshkrimet për kryerjen e testeve dhe vlerësimin e karakteristikave të performancës së ankerave mekanike të instaluar pas betonimit, sipas kriterëve të projektimit të ACI 318 (Building Code Requirements for Structural Concrete). Kriteret janë dhënë për të përcaktuar nëse ankeri është i përshtatshëm për përdorim vetëm në betonin e paplasaritur ose nëse është i mundur përdorimi i tij edhe në betonin e plasaritur. Kriteret janë dhënë për përcaktimin e kategorisë së performancës në të cilën mund të bëjë pjesë çdo anker. Kategoritë e performancës së ankerave janë përdorur nga ACI 318 për të caktuar faktorët e reduktimit të kapacitetit dhe parametrave të tjerë projektues.

ACI 355.2 përshkruan testimet e kërkuara për kualifikimin e një ankeri mekanik të instaluar pas betonimit ose një sistemi ankerash për tu përdorur

sipas kërkesave të ACI 318; kjo rregullore aplikohet vetëm në ankerat mekanike të instaluar pas betonimit (ankera me zgjerim nëpërmjet rrotullimit, ankerat me zgjerim me kontroll të zhvendosjeve dhe ankerat me kokë të montuar para betonimit) të vendosur në vrimat e hapura më parë dhe ankeruar në beton në mënyrë mekanike. ACI 355.2 aplikohet vetëm në ankerat mekanike të instaluar pas betonimit për përdorim në aplikimet strukturore sic tregohet nga ACI 318 dhe që i nënshtrohen ngarkesave statike ose sizmike (në tërheqje, prerje ose kombinim i tyre) dhe ankerat duhet të kenë një diametër nominal të barabartë ose më të madh se 6mm. Ajo nuk zbatohet në ankerat e ngarkuar në shtypje apo ankerat që i nënshtrohen ngarkimeve në lodhje afatgjatë. Për ankerat që përmbushin kërkesat e ACI 355.2 pritët të jenë në gjendje të përballojnë ngarkesat e tyre të projektimit (tërheqje, prerje, tërheqje-prerje). Kërkesat e ACI 355.2 referuar kualifikimit të ankerave për aplikimet sizmike nuk janë në gjendje të simulojnë sjelljen e ankerave të montuar në zonat plastike të betonit të armuar.

KAPITULLI VII

7 – Nevoja për kërkime e studime eksperimentale mbi funksionimin e ankerave të montuar pas betonimit në betonin e plasaritur.

Në vitin 1989 doli Direktiva Europiane 89/106 [35] e cila parashikon markimin CE për të gjitha produktet e ndërtimit. Markimi CE u krijua me qëllimin për të garantuar konformitet ndërmjet produkteve europiane për të mundësuar eliminimin e barrierave në qarkullimin e mallrave të lindura për shkak të normativave të ndryshme ndërmjet vendeve, duke i dhënë kështu një kontribut të madh tregut të vetëm të brendshëm dhe duke hapur akses numrit më të madh të mundshëm të prodhuesve. Për përdorimin e markimit CE duhen respektuar kërkesat teknike, të cilat përcaktohen në specifikimet teknike (norma dhe udhëzime) të formuluar për produktin në fjalë. Për çdo produkt, sipas përdorimit të parashikuar mund të ketë specifikime të ndryshme teknike. Specifikimet teknike formulohen nga këto dy organizma të ndryshme europiane.

- Komiteti European i Standartizimit (CEN), që përfshin Institutet Normative Kombëtare Europiane dhe harton specifikimet teknike të quajtura NORMA;
- Organizata Europiane për Miratimet Teknike (EOTA), e cila harton specifikimet teknike të quajtura UDHËZIME;

E ardhmja e produkteve dhe e ndërmarrjeve prodhuese përcaktohet nga grupet e punës të këtyre dy organizmave: kostot, mënyrat dhe sasitë e provave që duhen kryer, etj.

Kërkesat teknike të produkteve përcaktohen mbi bazën e informacioneve në dispozicion rreth produkteve të analizuar dhe të marrë në konsideratë gjatë hartimit të normës.

Komisioni European i ka dhënë shumë mandate CEN dhe EOTA për formulimin e normave dhe udhëzimeve rreth ankerave mekanike, kimike dhe plastike. Në takimin e grupit të punës të EOTA rreth ankerave mekanike të mbajtur në Berlin në 10÷11 Prill 2008 u diskutua sipas problematikave më të fundit për kërkesat e kualifikimit të ankerave të montuar pas betonimit në zonat sizmike, një nga temat e cila ka më tepër nevojë për kërkime dhe thellim përse i përket studimit të sjelljes së ankerave mekanike të montuar pas betonimit në zonat sizmike në betonin e plasaritur.

Në këtë kontekst zhvillohet edhe kjo temë doktorature, me qëllim mbledhjen e të dhënave dhe informacioneve rreth sjelljes së ankerave nën efektin e veprimeve ciklike.

Studimi eksperimental i sjelljes së ankerave të montuar pas betonimit kërkon studimin e shumë faktorëve, për aq kohë sa mekanizmat e shkatërrimit ndikohen nga parametra të shumfishtë.

Në këtë doktoraturë do të studiohet sjellja e ankerave të montuar mbas betonimit me instalim nëpërmjet rrotullimit (wedge-type), të instaluar në planin e të plasurës me hapje/mbyllje ciklike ndërkohë që në aksin e ankerit

aplikohet një ngarkesë tërheqëse, dhe mbas përfundimit të provës ciklike vlerësohet aftësia mbajtëse e mbetur.

Zonat në afërsi të bazave të kollonave ose të nyjeve tra-kollonë janë shpesh vendi i formimit të cernierave plastike dhe në këto zona krijohen plasaritje me hapje të të plasurave relativisht të mëdha që mund të vënë në rrezik aftësinë mbajtëse të ankerave (Figura 47).

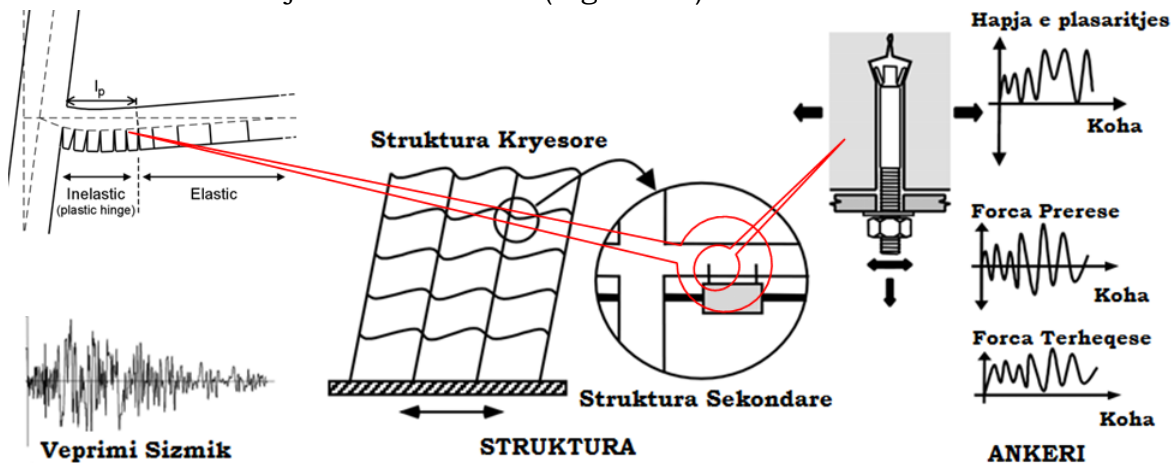


Figura 47: Gjendja e veprimeve në një anker jostrukturor në zonë sizmike [25].

Sjellja e ankerave të montuar në betonin me plasaritje të mëdha është një argument i pahulumtuar plotësisht dhe aktualisht objekt i shumë kërkimeve nga grupe të ndryshme kërkimore ndërkombëtare. Normat për ankerat propozojnë koeficient sigurie për gjendjen kufitare të punës për aq kohë sa hapjet e të plasurave janë më të vogla se $w_k=0,3$ mm, por nuk japin koeficient sigurie të besueshëm në gjendjen kufitare të fundme, përderisa betoni rezulton me plasaritje të mëdha.

Për të plotësuar këto mangësi normative është menduar edhe kjo doktoraturë e cila vendos në qendër kryerjen e disa provave eksperimentale dhe një model numerik me elementë të fundëm për studimin e sjelljes së ankerave nën efektin e veprimeve ciklike.

KAPITULLI VIII

8 – Sistemi i përdorur për realizimin e provave eksperimentale

8.1 – Projektimi i kampioneve prej betoni, për realizimin e provave laboratorike

Së pari janë dimensionuar kampionet në të cilët do të instalohen ankerat. Kampionet e projektuar kanë formën e paralelopipedit me seksion katror (250x250) mm, me lartësi 360 mm (figura 48). Dimensionet e kampionit janë të lidhura me gjeometrinë e ankerit dhe me mekanizmat e shkatërrimit të sistemit të ankerimit, ndër të cilët edhe krijimi i konit të shkatërrimit në beton (concrete cone failure) gjatë kryerjes së provës në tërheqje të ankerit, i cili është funksion i gjeometrisë së ankerit që do të testohet figura 50. Kampionet janë realizuar me beton të klasës C40/50.

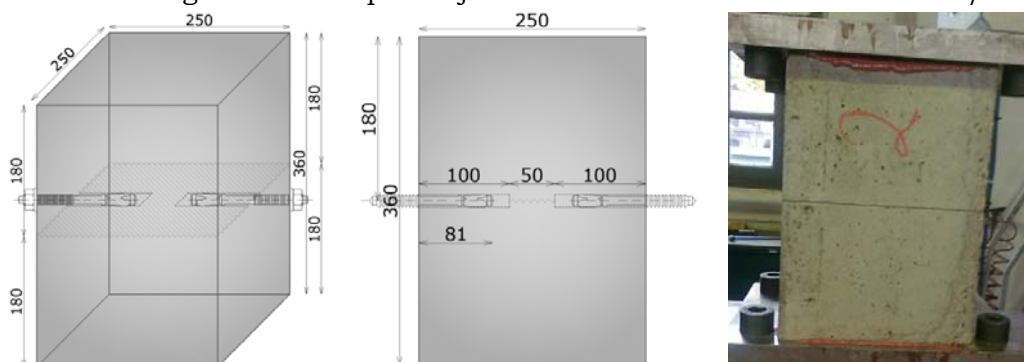


Figura 48: Gjeometria e kampioneve prej betoni të përdorur për provat.

8.1.1 Betoni i përdorur për kampionet

Betoni i përdorur për realizimin e kampioneve është i klasës C40/50, me karakteristikat e mëposhtme.

Klasa e betonit	f_{ck} (N/mm²)	R_{ck} (N/mm²)	E_c (N/mm²)
C40/50	40	50	35220

Tabela 9: Karakteristikat e betonit të përdorur për prova.

Ndërsa moduli i elasticitetit E_c , është llogaritur në mënyrë analitike. Klasa kubike në shtypje është verifikuar nga provat laboratorike të kryera mbi kube betoni me dimensione (150x150x150) mm, të mbajtur për të kontrolluar klasën e betonit të përdorur. Tabela 10 jep rezultatet e provave të kryera rreth 360 ditë mbas realizimit të betonimit të këtyre kampioneve.



Figura 49: Provat në shtypje të kryera mbi kubet e betonit.

Shenja dalluese e kubeve	Dimensionet			Masa g	Densiteti kg/m ³	Ngarkesa kN	R _{ck} (N/mm ²)
	Gjatësia	Gjerësia	Lartësia				
	mm	mm	mm				
Kubi 1	150	149	150	7890	2353	1350	60,40
Kubi 2	150	152	150	7781	2275	1330	58,33
Kubi 3	150	151	150	7945	2338	1310	57,84
Kubi 4	150	148	150	7850	2357	1110	50,00
Kubi 5	150	150	150	7820	2317	1395	62,00
Kubi 6	147	147	153	7833	2390	1345	62,24
Kubi 7	149	149	152	7839	2328	1320	59,46
Mesatarja	149	149	151	7836	2337	1309	58,61

Tabela 10: Rezultatet e provave në shtypje të kryera mbi kubet e betonit.

8.2 – Ankerat e përdorur për realizimin e provave laboratorike

Për kryerjen e provave laboratorike është përdorur një anker i tipit M12, FM-753 crack [1], figura 50.



Figura 50: Ankeri M12, FM-753 crack.

Çeliku i trupit të ankerit është çelik i zinkuar i tipit 8.8 sipas normativës UNI-EN 20898-2 [14], ndërsa këmisha e ankerit është çelik A2/A4-70 sipas normës EN 10088-3:2005 [18] me karakteristikat e mëposhtme.

Emërtimi	Klasat e rezistencës	
	Shufra (Trupi)	Fasheta
Lloji i çelikut	8.8	A2 / A4-70
Rezistenca në shkatërrim: $f_{u,k}$ [N/mm ²]	800	700
Rezistenca në rrjedhshmëri: $f_{y,k}$ [N/mm ²]	640	450

Tabela 11: Karakteristikat mekanike të ankerit [1].

Zgjedhja e këtij lloji ankeri mekanik me zgjerim nëpërmjet rrotullimit i tipit "wedge-type", është diktuar nga fakti që ky anker është i pranishëm prej vitesh në tregun ndërkombëtar, është një anker i cili është përdorur gjithmonë si objekt i kërkimeve të reja dhe përmirësimeve të sjelljes së sistemeve të fiksimit, dhe si i tillë ka informacion më të mjaftueshëm dhe më të detajuar për sjelljen e tij. Përveç sa më sipër gjeometria e meaknizmi i funksionimit të këtij ankeri është i ngjashëm me ankera të prodhuesve të tjerë dhe si i tillë është përfaqësues mjaft i mirë i këtij grupi ankerash pamvarësisht nga prodhuesi apo vendi i origjinës.

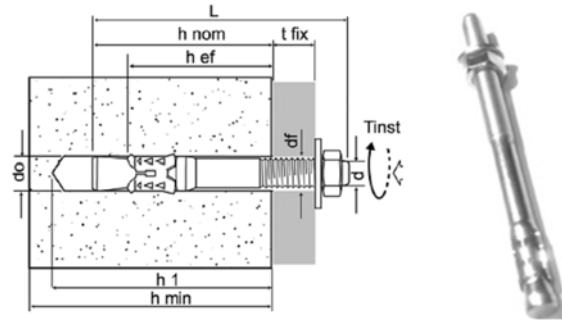


Figura 51: Të dhënat gjeometrike të ankerit FM-753 crack [1].

Tabelat e mëposhtme japin disa të dhëna teknike lidhur me tipin e ankerit të përdorur në prova tabela 12 dhe figura 51:

d	Tipi	d₀	h₁	h_{nom}	h_{ef}	d_f	h_{min}	T_{inst}	s_w
	d x L	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N*m	
M12	M12x170	12	100	81	72	14	150	60	19

Tabela 12: Karakteristikat gjeometrike të ankerit FM – 753 crack [1].

Ku:

d_0 = diametri i vrimës në beton

h_1 = thellësia minimale e vrimës

h_{nom} = thellësia minimale e montimit

h_{ef} = thellësia minimale e zhytjes së ankerit

d_f = diametri i kalimit në pjastrën e materialit fiksues

h_{min} = trashësia minimale e bazamentit

T_{inst} = moment përdredhës nominal (momenti për instalimin e ankerit)

d = diametri i vidës

s_w = celësi i manovrimit

Tabela 13 jep disa të dhëna karakteristike për një anker të vetëm, pa ndikimin që jep distanca nga skajet e materialit bazë ose distanca midis akseve paralele, në betonin C20/25 të plasaritur dhe të paplasaritur të mara nga skeda e ankerit "FM-753 Crack":

Tipi i ankerit	M12	
Thellësia e ankerit	h_{ef} [mm]	72
Distanca nga skaji	$C_{cr,N}$ [mm]	108
Distanca midis akseve paralele	$S_{cr,N}$ [mm]	216
FM-753 Crack i zinkuar		
Aftësia mbajtëse në betonin e plasaritur	N_{Rk} [kN]	19,73
Aftësia mbajtëse në betonin e paplasaritur	$N_{Rk,0}$ [kN]	22,15

Tabela 13: Të dhënat teknike të ankerit FM –753 crack, në betonin C20/25 [1].

Vlerat karakteristike të aftësisë mbajtëse në tërheqje të nxjerra nga testet e miratuara (me 95% siguri), për betonin e klasës C20/25MPa janë 22.15kN në betonin e paplasaritur dhe 19,73kN në betonin e plasaritur me hapje të të plasurës $w=0,3\text{mm}$, ndërsa për betonin e klasës C50/60 (klasa e betonit në momentin e kryerjes së provave) janë përkatësisht 47,72 kN dhe 38,76 kN

Ngarkesat e projektimit rrjedhin nga ngarkesat karakteristike të shkatërrimit, nëpërmjet përdorimit të koeficientit të sigurisë totale $\gamma_{Mc}= 1,5$.

Disa të dhëna të instalimit dhe të limiteve gjeometrike të montimit jepen në figurën 52.

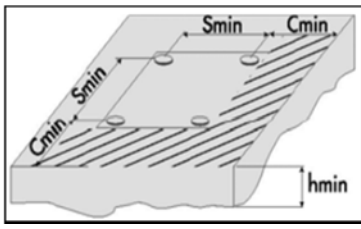
	Tipi i ankerit M12		
	Distanca minimale nga skajet e materialit bazë	Cmin	65mm
		për $S \geq$	140mm
	Distanca minimale midis akseve paralele të ankerave	S_{min}	60mm
		për $C \geq$	90mm

Figura 52: Të dhëna për instalimin dhe limiteve gjeometrike të montimit të ankerit FM753 – crack [1].

8.3 – Programi i testeve eksperimentale dhe përzgjedhja e sistemit të provës.

8.3.1 Programi i testeve eksperimentale për provën ciklike dhe vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale.

Në rast se një strukturë beton arme u nënshtrohet veprimeve sizmike, ajo do të nënshtrohet zhvendosjeve dhe për pasojë elementet përbërëse të saj do të deformohen. Këto deformime do të çojnë në zhvillimin e hapjes së të plasurave në elementet strukturorë prej betoni të armuar.

Gjatë veprimeve sizmike si rezultat i akselerimit të truallit, elementët beton arme do të lëkunden dhe si rrjedhojë plasaritjet që do të hapen në një lëkundje do të mbyllën në lëkundjen pasuese. Për sa më sipër për të vlerësuar performancën e ankerave gjatë veprimeve sizmike, është e nevojshme paraprakisht të kuptohet sjellja e tyre nën efektin e veprimit ciklik të plasaritjes. Për këtë arsye madhësi e hapje/mbylljes së pritshme të plasaritjes, numuri i cikleve të hapje/mbylljes, janë parametra shumë të rëndësishëm, për të kuptuar sjelljen e ankerave nën efektin e veprimeve sizmike.

Amplituda e hapjes së të plasurës në elementët beton arme që punojnë në përkulje dhe janë projektuar sipas Eurocodit 2 vlerësohet të ketë një maksimum në momentin e arritjes së rrjedhshmërisë në armaturën e hekurit dhe është afërsisht $w=0,8mm$ [4].

Zakonisht pranohet që ankerat mund të instalohen në të gjithë llojet e elementeve beton arme (trarë, kollona, soleta, mure). Performanca e ankerit, të montuar në një element beton arme të plasaritur që punon në shtypje në të cilin aplikohen edhe momente përkulëse simetrike, si psh kollonë apo mur beton arme, zakonisht verifikohet mbasi në të tillë elemente është e mundur që plasaritja të rimbyllet plotësisht mbas largimit të veprimeve sizmike.

Bazuar në natyrën e çrregullt të lëkundjeve të tërmetit, numuri dhe amplituda e hapjes së të plasurës në elementet beton arme është e ndryshme për çdo lëkundje sizmike të ndodhur. Madhësia e hapje/mbylljes së të plasurës varet nga madhësia e rezultantes së forcës tërheqëse/shtypëse në zonën e të plasurës.

Nëse supozohet se vetëm deformimet me amplituda më të mëdha çojnë në hapje/mbylljen maksimale të plasaritjes, atëherë kjo mund të shfrytëzohet për

të përcaktuar një numër ekuivalent ciklesh me amplitudë uniforme të cilët shkaktjnë të njëjtën sasi dëmtimi në strukturë sa shkaktën edhe numuri total i deformimeve jouniforme. Kjo është realizuar nga studiues të ndryshëm për struktura të llojeve të ndryshme dhe tërmete me amplituda të ndryshme [39], [40], [41], [42]. Në bazë të këtyre studimeve për qëllime testimi mbi sjelljen e ankerave, *dhjetë cikle* me amplituda uniforme për hapje maksimale të të plasurës, janë pranuar si përfaqësuese të numurit të hapje/mbylljeve të të plasurës gjatë një tërmeti [25].

Pra në këtë doktoraturë do të kryhen prova mbi disa kampione prej betoni në të cilët do të krijohet paraprakisht një plasaritje artificiale. Në planin e plasaritjes artificiale do të montohet një çift ankerash, ndërkohë që plasaritja do të hapet/mbyllet dhjetë herë ciklikisht nga $(0 \div 0,8)$ mm, përgjatë aksit të ankerit do të aplikohet një ngarkesë tërheqëse konstante $N_c = 13$ kN (ngarkesa e projektuar e shërbimit të ankerit) [1].

Mbas përfundimit të provës ciklike seicili anker do të ngarkohet me forcë tërheqëse deri në shkatërrimin e tij, duke vlerësuar aftësinë mbajtëse përfundimtare të seicilit anker.

Duke u mbështetur në sa më sipër dhe në programin e doktoraturës për kryerjen e provave eksperimentale është përzgjedhur të ndiqet procedura eksperimentale si më poshtë:

Programi i këtij studimi eksperimental konsiston në;

- krijimin e një plasaritje artificiale në kampionet prej betoni,
- instalimi i ankerave "M12 FM-753 crack" në planin e plasaritjes,
- aplikimi i ngarkesës konstante në anker në të njëjtën kohë që plasaritja hapet/mbyllet ciklikisht.
- mbas provës ciklike (hapje/mbyllje të plasaritjes), do të vlerësohet aftësia mbajtëse finale e ankerit.

Objektivat që priten nga ky studim eksperimental:

- Ndikimi i ngarkesës shtypëse të aplikuar pingul me planin e plasaritjes në aftësinë mbajtëse finale të ankerit.
- Vlerësimi i zhvendosjes (rrëshqitjes) së ankerit në fund të provës ciklike.
- Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerit, mbas provës ciklike.

Sistemi i provave laboratorike i propozuar për realizimin e këtyre provave laboratorike jepet në figurën e mëposhtme. Hapja/mbyllja e të plasurës do të realizohet nga aplikimi i spostimit të alternuar nëpërmjet kokës së lëvizshme të presës së provës, ndërkohë që në anker ngarkesa aksiale tërheqëse do të aplikohet nëpërmjet një pistonit hidraulik. Sistemi i provës është projektuar dhe realizuar vetëm për kryerjen e këtyre provave laboratorike.

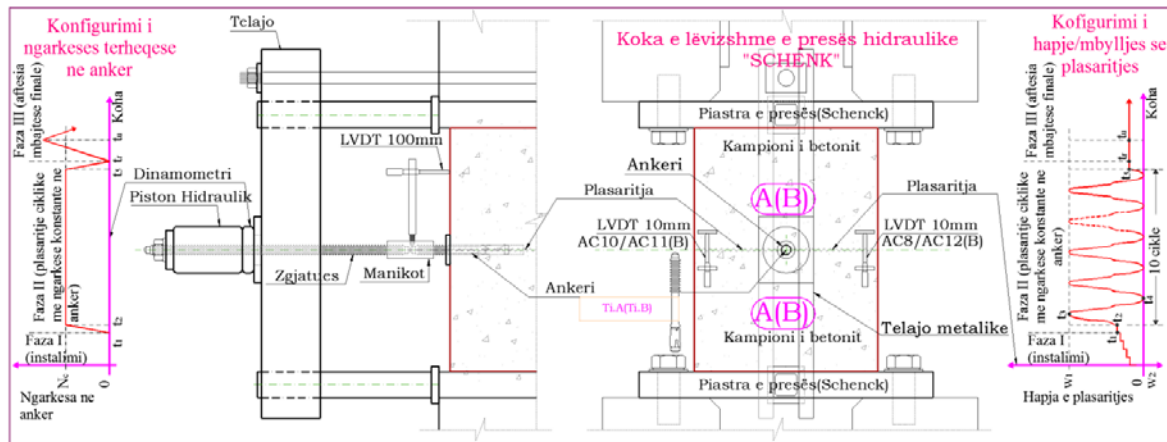


Figura 53: Instrumentimi i sistemit të provave laboratorike, dhe konfigurimi i ngarkesave e zhvendosjeve në sistem.

Në grafikët e mësipërm të konfigurimit për aplikimin e ngarkesës aksiale tërheqëse në anker dhe hapje/mbylljes së të plasurës, momentet e kohës përfaqësojnë;

- t_1 – përfundimi i procesit të instalimit të ankerit
- t_2 – ngarkimi i ankerit me ngarkesë tërheqëse konstante $N_c=13\text{kN}$
- t_3 – hapja maksimale e të plasurës në ciklin e parë $w_1=0,8\text{ mm}$
- t_4 – mbyllja e të plasurës në ciklin e parë $w_2=0\text{ mm}$
- t_5 – mbyllja e të plasurës në ciklin e dhjetë, shkarkimi i ankerit nga ngarkesa tërheqëse $N_c=0\text{kN}$
- t_r – matja e zhvendosjes progresive të ankerit gjatë provave ciklike
- t_u – vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerit, nëpërmjet ngarkimit aksial deri në shkatërrim

8.3.1 Instrumentimi i sistemit për realizimin e provës ciklike

Kampioni i betonit është ngjitur në dy pllakat e çelikut me trashësi 35 mm të projektuara e prodhuara për këtë qëllim, të cilat fiksohen në kokën e presës elektromekanike “SCHENCK” prej 1000 kN.

Sistemi i provës së përdorur për provat eksperimentale është ilustruar në figurën 54.

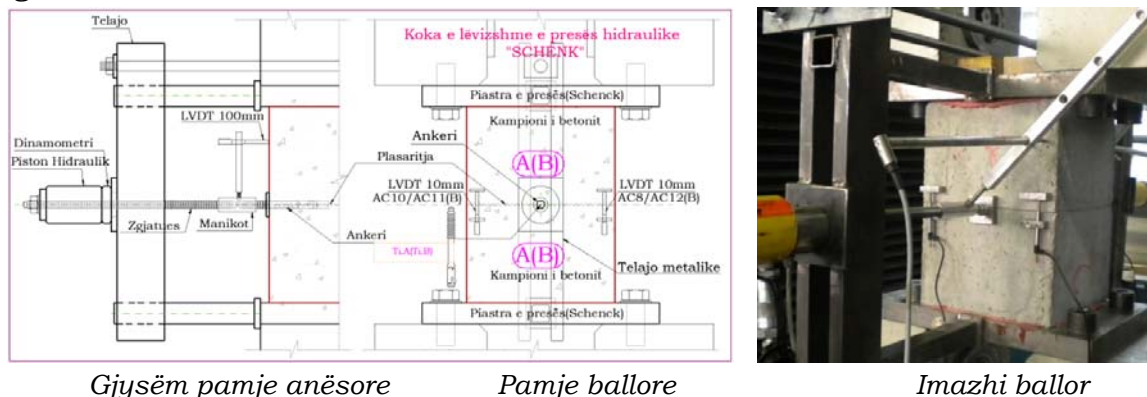


Figura 54: Gjeometria e sistemit të provës, pozicionimi i kampionit dhe instrumentimi për provat ciklike.

Sistemi i provës është projektuar i tillë që në një kampion betoni, gjatë realizimit të një provë laboratorike të provohen dy ankera të instaluar në faqet përballë njëra tjetrës dhe në të njëjtin plan plasaritje. Me A(B) shënohen faqet e kampionit në të cilat janë instaluar ankerat Ti.A(Ti.B). Me LVDT 10mm AC(n) shënohen tenzometrat elektrik që monitorojnë hapjen/mbylljen e plasaritjes në faqen A(B), ndërsa me LVDT100mm, ata që monitorojnë zhvendosjen (rrëshqitjen) e ankerit.

Presa elektromekanike aplikon një zhvendosje të alternuar në pjesën e sipërme të kampionit, duke prodhuar hapje/mbyllje ciklike të plasaritjes, në planin e së cilës janë montuar ankerat e provës. Pra provat janë kryer nëpërmjet kontrollit të zhvendosjeve të kokës së lëvizshme të presës elektromekanike, në drejtim pingul me plasaritjen në kampionin e betonit, zhvendosje të cilat lexohen nëpërmjet tenzometrit elektrik (LVDT, konfiguruar në portën "In2:Corsa_cotro"), i cili regjistron zhvendosjen vertikale të aplikuar në pllakën e sipërme të presës. Nga zhvendosja e alternuar e kokës së lëvizshme të presës realizohet hapje/mbyllje ciklike e plasaritjes së kampionit të betonit, e cila monitorohet nga dy çifte tenzometrash LVDT HBM që kanë hap lëvizje deri në 10 mm dhe pozicionohen dy e nga dy mbi faqet e betonit ku montohen ankerat, në të dy gjysëm pjesët e kampionit që ndahen nga plani i plasaritjes, përgjatë të cilit janë montuar ankerat.

Momenti përdredhës në dado për instalimin e ankerit [1], aplikohet manualisht nëpërmjet një çelësi dinamometrik.

Për të aplikuar ngarkesën tërheqëse në kokën e secilit anker, ai u lidh me një manikotë (M12–M16) në një shufër zgjatuese çeliku 8.8 të filetuar M16 në mënyrë që sistemi të jetë mjaftueshëm i gjatë për të kaluar mbi telajon metalike dhe pistonin hidraulik në seri me dinamometrën elektronik prej 100 kN, i gjithë sistemi i bllokuar me një dado.

Të dy pistonat hidraulik janë lidhur paralelisht me një pompë pneumohidraulike (pompë hidraulike që funksionon me ajër të kompresuar), e cila është në gjendje të gjenerojë njëkohësisht presion të njëjtë në të dy pistonat hidraulik.

Aplikimi i ngarkesës konstante tërheqëse në ankera gjatë provave ciklike mundësohet nga çifti i pistonave hidraulik të mbështëtur në telajot metalike të projektuara posaçërisht për këto prova në mënyrë që të auto ekuilibrojnë tërësinë e forcave të ushtruara gjatë provës. Zhvendosja e ankerave gjatë provave ciklike monitorohet nga dy tenzometra LVDT HBM me hap lëvizje deri në 100 mm, të instaluar një për çdo anker.

Ngarkesat e aplikuara, zhvendosjet e aplikuara apo përfituara dhe të monitoruara nëpërmjet dinamometrave apo tenzometrave si më sipër regjistrohen automatikisht nëpërmjet centralit elektronik të presës elektromekanike në një PC figura 55.



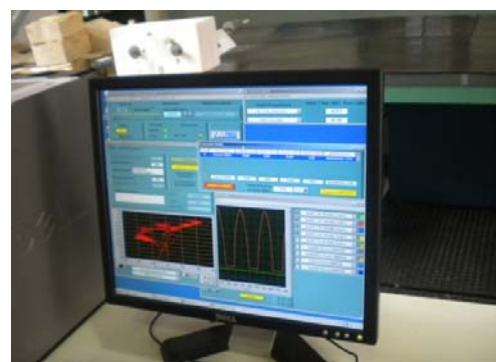
Presë elektromekanike



Pistoni dhe dinamometri



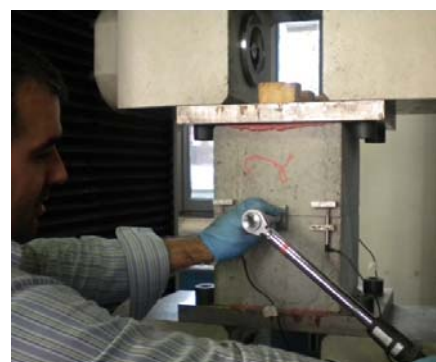
Kanalet e dinamom. & tenzom.



Njësia e komandimit



Pompa pneumohidraulike



Çelës dinamometrik

Figura 55: Imazhe të instrumentave e pajisjeve laboratorike.

8.3.2 Instrumentimi i sistemit të provës për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerit

Mbas përfundimit të provës ciklike, aplikimi i dhjetë cikleve hapje/mbyllje të të plasurës në planin e së cilës janë instaluar ankerat që i nënshtrohen një ngarkesë tërheqëse konstante, duhet të vlerësohet aftësia mbajtëse finale (mbetëse mbas provës ciklike) e seicilit anker. Pra duhet të aplikojmë një ngarkesë aksiale tërheqëse në anker deri në shkatërrim të tij, ndërkohë që monitorohet edhe zhvendosja (rreshqitja nga vrima e instalimit). Aplikimi i ngarkesës tërheqëse deri në shkatërrim në seicilin anker mundësohet nga i njëjti çift i pistonave hidraulik që u përdor për aplikimin e ngarkesave konstante gjatë provave ciklike.

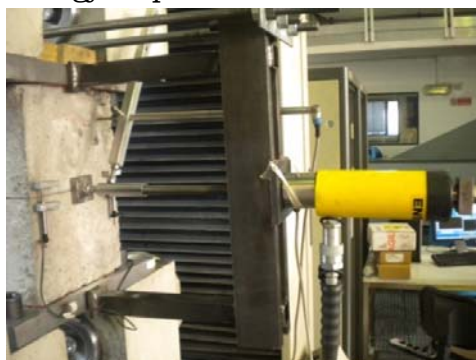


Figura 56: Instrumentimi i sistemit të provës për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave.

Provat janë zhvilluar me kontroll të forcës, duke rregulluar presionin e vajit të pompuar nëpërmjet pompës hidraulike në seicilin nga pistonat hidraulik në të njëjtën kohë dhe madhësi. Zhvendosja e ankerave gjatë provave për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave monitorohet përsëri nga të njëjtët tenzometra LVDT HBM me hap lëvizje deri në 100 mm, të instaluar një për seicilin anker, si edhe në rastin e provave ciklike. Dinamometrat elektronik të montuar në seri me pistonat hidraulik prej 100 kN (figura 56) monitorojnë forcën tërheqëse të aplikuar nga pistoni hidraulik në anker.

Dinamometri elektronik BTH 100 prej 100 kN është konfiguruar në kanalin DC6 të centralit të presës së provës (DCIn6: Metior_bth10000 [kN]), dhe monitoron ngarkesën në [kN] të aplikuar në ankerin Ti.B (figura 54).

Në mënyrë analoge është dinamometri elektronik ANK 100, edhe ai prej 100 kN, është konfiguruar në kanalin DC5 të centralit të presës së provës (DCIn5: Ank_100 [kN] dhe monitoron ngarkesën e aplikuar në [kN] në ankerin Ti.A (figura 55).

8.4 – Përshkrimi i procedurës së kryerjes së provave eksperimentale

8.4.1 Krijimi i planit të plasaritjes artificiale

Për të krijuar plasaritjen artificiale në mes të kampionit të betonit nëpër planin e të cilës do të instalohen ankerat, janë provuar disa alternative të ndryshme, disa prej të cilave po i parashtrojmë më poshtë:

- Krijimi i plasaritjes në presën elektromekanike "Schenck" nëpërmjet tërheqjes të një kampioni paraprakisht të prerë në thellësi të ndryshme në dy faqe përballë njëra tjetrës. Kampioni ngjitet me rezinë në pjastrat metalike të presës;
- Krijimi i plasaritjes në presën elektromekanike "Schenck" nëpërmjet tërheqjes të një kampioni paraprakisht të prerë në thellësi të ndryshme në dy faqe përballë njëra tjetrës. Kampioni ngjitet me rezinë dhe fiksohet nëpërmjet dy shufrave të filetuara hekuri me pjastrat metalike të presës;
- Krijimi i një plasaritje të pjesshme me metodën e tërheqjes indirekte nëpërmjet përkuljes (three point bending), në presën hidraulike "Instron" i një kampioni paraprakisht të prerë në thellësi të ndryshme në dy faqe përballë njëra tjetrës. Më tej ky kampion me plasaritje të pjesshme, instalohet në pjastrat metalike të presës elektromekanike "Schenck" me rezinë dhe fiksohet nëpërmjet dy shufrave të filetuara hekuri duke ju nënshtuar forcave tërheqëse deri në krijimin e plasaritjes artificiale.
- Krijimi i një plasaritjeje artificiale realizuar nëpërmjet prerjes mekanike me disk diamanti. Kampioni, tashmë i ndarë në dy pjesë nga prerja mekanike, instalohet me rezinë në pjastrat metalike të presës.

Disa nga mënyrat e ndryshme të provuara janë treguar në imazhet më poshtë.



Figura 57: Imazhe të tentativave të ndryshme për krijimin e plasaritjes në kampionin e betonit.

Në figurën 57 janë treguar:

(1) Prerja 1,25 cm në dy faqe të kundërta, (2) Ngjitja e kampionit në pjastrat e presës, (3) Aplikimi i forcës tërheqëse nëpërmjet zhvendosjes vertikale të kokës së lëvizshme të presës hidraulike, dhe plasaritja e kampionit në afërsi të pjastrës metalike. Për shkak të përqendrimit të sforcimeve në zonën e aplikimit të rezinës për ngjitjen e kampionit me pjastrën metalike të presës, betoni është plasaritur në afërsi të pjastrës metalike dhe jo në seksionin e kërkuar.

(4) Prerja 4,00cm në dy faqe të kundërta, (5) Ngjitja e kampionit në pjastrat e presës, (6) Aplikimi i forcës tërheqëse nëpërmjet zhvendosjes vertikale të kokës së lëvizshme të presës hidraulike, dhe plasaritja e kampionit në afërsi të pjastrës metalike. Për shkak të përqendrimit të sforcimeve në zonën e aplikimit

të rezinës për ngjitjen e kampionit me pjastrën metalike të presës, betoni është plasaritur në afërsi të pjastrës metalike dhe jo në seksionin e kërkuar.

(7)Prerja 4,00 cm në dy faqe të kundërta, (8)Ngjitja e dy gjysmë shufrave të filetuara M20 në kampion, (9)Ngjitja dhe shtrëngimi i kampionit në pjastrat e presës me anë të dy gjysmë shufrave të filetuara M20, (10) Aplikimi i forcës tërheqëse nëpërmjet zhvendosjes vertikale të kokës së lëvizshme të presës hidraulike, dhe plasaritja e kampionit në zonën e realizimit të prerjeve paraprake, (11)Meqenëse është përfutur plasaritja në zonën e pretenduar, procedohet me instalimin e ankerave dhe realizimi i provës ciklike dhe më tej prova e vlerësimit të aftësisë mbajtëse finale, (12)E vërejtur edhe gjatë realizimit të provave por edhe në këtë imazh shikohet qartë se ankeri T1.B nuk është instaluar si duhet në planin e plasaritjes. Përveç kësaj plasaritja gjatë provave ciklike nuk arrinte të ripërputhej, dhe si e tillë hapje/mbyllja e plasaritjes nuk ndiqte plotësisht konfigurimin e kërkuar nga sistemi i provës.

Gjithashtu nga rezultatet e provës për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale është vënë re që edhe kjo mënyrë për krijimin e plasaritjes artificiale të kampionit nuk funksionon si duhet, sepse plasaritja nuk ishte horizontale dhe kështu vrima e instalimit të ankerave nuk rezultonte të kalonte plotësisht në plasaritjen e gjeneruar.

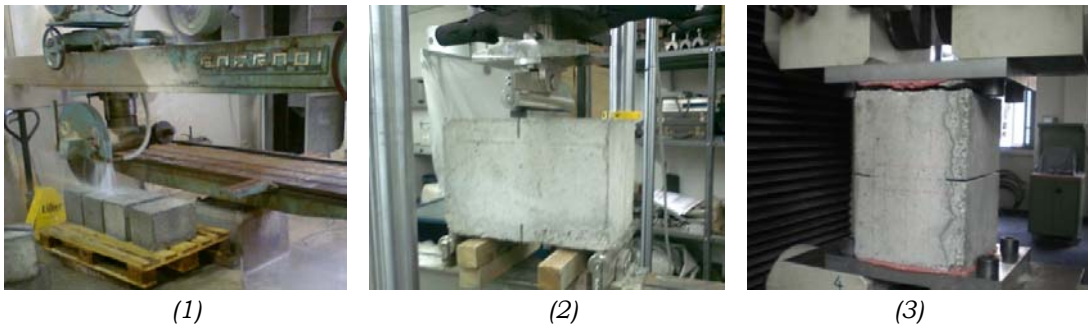


Figura 58: Imazhe të tentativës për krijimin e plasaritjes së pjesshme me metodën e tërheqjes indirekte nëpërmjet përkuljes (three point bending).

Në figurën 58 është treguar tentativa e krijimit të plasaritjes artificiale:

(1)Prerja 4,00 cm në dy faqe të kundërta, (2)Krijimi i plasaritjes së pjesshme me metodën e tërheqjes indirekte nëpërmjet përkuljes (three point bending) në presën hidraulike "Instron", (3) Ngjitja e kampionit në pjastrat e presës, aplikimi i forcës tërheqëse nëpërmjet zhvendosjes vertikale të kokës së lëvizshme të presës hidraulike, dhe plasaritja e kampionit në afërsi të pjastrës metalike. Për shkak të përqendrimit të sforcimeve në zonën e aplikimit të rezinës për ngjitjen e kampionit me pjastrën metalike të presës, betoni është plasaritur në afërsi të pjastrës metalike dhe jo në seksionin e kërkuar.

Nga të gjitha tentativat e listuara më sipër, dhe të tjerave që nuk janë përmendur në këtë material doktrature, mbas disa muaj tentativash e studimesh, u vendos që të krijohet një plasaritje me gjeometri të kontrolluar, në të cilën do të realizohen vrimat e instalimit të ankerave komplanare me të.

Zgjidhja më e mirë, më e sigurtë për të patur rezultat dhe më e shpejtë është ajo e realizimit të një prerje të plotë të kampionit, duke marrë kështu dy gjysëm kampione për tu pozicionuar në presën e provës.

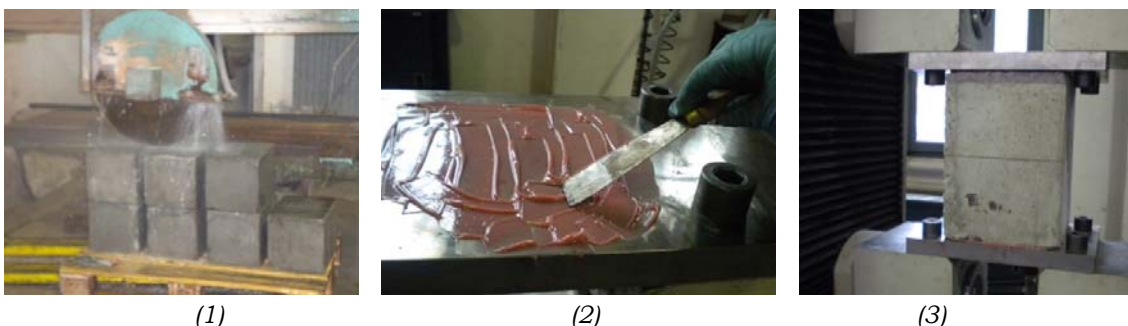


Figura 59: Imazhe të prerjes mekanike dhe ngjities me rezinë të dy gjysëm kampioneve në piastrat metalike të presës.

Në figurën 59 është treguar mënyra e krijimit të plasaritjes artificiale që do të aplikohet mbi kampionet e betonit për realizimin e provave laboratorike në këtë doktoraturë: (1) Prerja e plotë mekanike e kampionit nëpërmjet sharrës me disk diamanti, (2) Instalimi me rezinë i gjysëm kampionit në piastrën e palëvizshme të presës, (3) Pozicionimi dhe instalimi me rezinë i gjysëm kampionit në piastrën e lëvizshme të presës.

Kampioni me plasaritjen artificiale të gjeneruar, i pozicionuar dhe i gatshëm për instalimin e ankerave të provës, për instrumentimin e të gjithë sistemit të provës dhe realizimin e provave ciklike e më pas të atyre për përcaktimin e aftësisë mbajtëse finale.

8.4.2 Instalimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës

Mbas pozicionimit të kampionit, fillimisht në planin e plasaritjes artificiale të krijuar më parë realizohen vrimat për instalimin e ankerave, nëpërmjet shpimit me trapan me perkursion.

Procesi i shpimit të vrimës krijon grimca dhe pluhura në brendësi të saj, të cilat do të pastrohen me ndihmën e një pompë ajri dhe një furçe, sipas sekuencës së veprimeve të pastrimit të vrimës të përshkruar në skedën teknike. Thellësia e vrimës është 100 mm, thellësia minimale e zhytjes së ankerit është 72 mm dhe diametri i vrimës është 12 mm, sikurse është përcaktuar në skedën teknike të ankerit "M12 FM-753 crack". Ankeri mekanik instaluar nëpërmjet rrotullimit të dados me çelësin dinamometrik me moment përdredhës prej 60 N*m, sikurse është përcaktuar në skedën teknike të ankerit "M12 FM-753 crack" [1].

Përpara fillimit të provës ciklike instrumentohet i gjithë sistemi i provës. Të katër tenzometrat LVDT HBM me hap lëvizje deri në 10mm janë pozicionuar përkrah secilit anker, që është instaluar në planin e plasaritjes, me funksion monitorimin e ecurisë së hapje/mbylljes së të plasurave gjatë ekzekutimit të të gjithë provës ciklike.

Për të monitoruar ecurinë e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike por edhe asaj të përcaktimit të aftësisë mbajtëse finale instalohen dy tenzometrat elektrik LVDT HBM me hap lëvizje deri në 100 mm. Për aplikimin e ngarkesës tërheqëse konstante në anker gjatë provave ciklike por edhe për aplikimin e ngarkesës tërheqëse deri në shkatërrimin e tij gjatë provës për

përcaktimin e aftësisë mbajtëse finale, instalohen pistonat hidraulik që gjenerojnë ngarkesë deri në 100kN të shoqëruar me dinamometrat elektronik prej 100 kN për të monitoruar vlerën e ngarkesës tërheqëse të aplikuar në seicilin anker. Sikurse është sqaruar edhe më sipër, ngarkesat dhe zhvendosjet e te gjithë sistemit regjistrohen automatikisht nëpërmjet centralit elektronik të presës elektromekanike në një PC.

Në të njëjtën mënyrë realizohet instrumentimi i sistemit të provës për seicilën nga provat që do të kryhet.

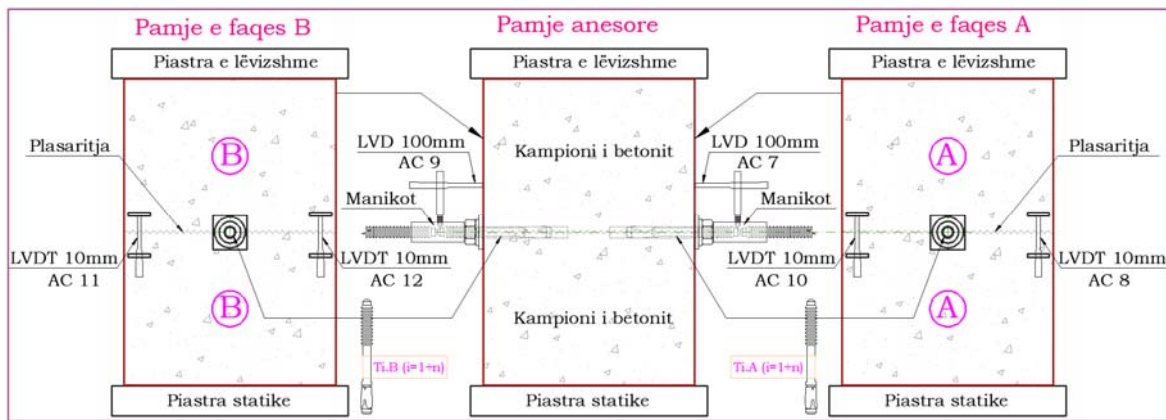


Figura 60: Instrumentimi i sistemit dhe emërtimi i kampionëve dhe ankerave.

Ku:

Me A dhe B tregohet faqja e kampionit në të cilën janë instaluar ankerat.

Me Ti është emërtuar ankeri i i-të që është përdorur për provat (ku $i=1.....n$).

Me LVDT 10 mm, AC11 emërtohet tenzometri LVDT HBM prej 10 mm, lidhur nëpërmjet portës AC11 me centralin e presës, konfiguruar si ACIn11:I_10_130610006_A[μm], i cili monitoron hapje/mbylljen (në mikron) të plasaritjes në faqen B të kampionit.

Me LVDT 10 mm, AC12 emërtohet tenzometri LVDT HBM prej 10 mm, lidhur nëpërmjet portës AC12 me centralin e presës, konfiguruar si ACIn12:I_10_130610007_A[μm], i cili monitoron hapje/mbylljen (në mikron) të plasaritjes në faqen B të kampionit.

Me LVDT 100 mm, AC9 emërtohet tenzometri LVDT HBM prej 100 mm, lidhur nëpërmjet portës AC9 me centralin e presës, konfiguruar si

ACIn9:WA100-093810013[mm], i cili monitoron zhvendosjen e ankerit Ti.B (në mm), i instaluar në faqen B të kampionit.

Me LVDT 10 mm emërtohet tenzometri LVDT HBM prej 10 mm, lidhur nëpërmjet portës AC10 me centralin e presës, konfiguruar si ACIn10:I_10_101110209_A[μm], i cili monitoron hapje/mbylljen (në mikron) të plasaritjes në faqen A të kampionit.

Me LVDT 10 mm, AC8 emërtohet tenzometri LVDT HBM prej 10mm, lidhur nëpërmjet portës AC8 me centralin e presës, konfiguruar si ACIn8:I_10_101110207_A[μm], i cili monitoron hapje/mbylljen (në mikron) të plasaritjes në faqen A të kampionit.

Me LVDT 100 mm, AC7 emërtohet tenzometri LVDT HBM prej 100 mm, lidhur nëpërmjet portës AC7 me centralin e presës, konfiguruar si ACIn7:WA100-093810014[mm], i cili monitoron zhvendosjen e ankerit Ti.A (në mm), i instaluar në faqen A të kampionit.

Zhvendosja ciklike e aplikuar në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit, nëpërmjet kokës së lëvizshme të presës së provës, kontrolluar nga një tenzometër i cili regjistron zhvendosjet e pllakës metalike të presës, emërtuar si In2:Corsa_corto[mm]. Në kokën e lëvizshme të presës së provës, në seri me kampionin e betonit, është pozicionuar dinamometri 1000 kN i cili regjistron forcën e aplikuar në kampionin e betonit gjatë aplikimit të zhvendosjes ciklike të pllakës së sipërme të presës. Të gjitha të dhënat e monitoruara nga tenzometrat dhe dinamometrat e sistemit të provës që përshkruam më sipër regjistrohen automatikisht, nëpërmjet centralit të presës në një PC, gjatë gjithë kohëzgjatjes së provës.

8.4.3 Konfigurimi i sistemit të provës për realizimin e provës ciklike dhe provës për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale

Provat ciklike të cilat realizohen për të studjuar sjelljen e ankerave nën efektin e veprimeve ciklike sikurse janë edhe veprimet sizmike, konsistojnë në aplikimin e një spostimi të alternuar në gjysmën e pjesës së sipërme të kampionit të betonit, nëpërmjet opsionit “ngarkim me hapa”. Ky opsion lejon aplikimin e një spostimi të alternuar që simulon efektin e një tërmeti, përkthyer në hapje/mbyllje të planit të plasaritjes në të cilin janë instaluar edhe ankerat e provës. Hapje/mbyllja e plasaritjes shkon nga 0 μm deri në 800 μm. I gjithë ky proces monitorohet nëpërmjet tenzometrit të bashkëngjitur në presën elektromekanike, konfiguruar si In2:Corsa_corto[mm], që monitoron zhvendosjen vertikale të aplikuar në pllakën e sipërme të presës. Për të udhëzuar presën të nderroje kahun e aplikimit të zhvendosjeve, nga zhvendosjet vertikalisht poshtë që mbyllin të plasurën në ato vertikalisht lartë që hapin të plasurën është vendosur kushti i aplikimit të sforcimeve shtypëse në kampionin e betonit të barabarta me 15 % të rezistencës në shtypje të betonit, që i korrespondon aplikimit të një ngarkesë shtypëse nga presa rreth 480 kN. Në momentin që presa arrin kufirin e ngarkesës shtypëse prej 480 kN atëherë zhvendosjet e pjastrës së lëvizshme të presës ndërrojnë drejtimin e

lëvizjes. Nëpërmjet kësaj mënyre kemi eliminuar mundësinë e mos mbylljes maksimale të plasaritjes si rezultat i lartësive të ndryshme të kampioneve të betonit, trashësisë së rezinës për ngjitjen e gjysëm kampioneve etj.

Prova ciklike është konfiguruar të fillojë me ngarkimin e ankerit me ngarkesë konstante $N_c=13\text{kN}$ e cila e ruan këtë vlerë përgjatë gjithë provës ciklike. Në këtë moment fillon cikli i hapjes së të plasurës së parë derisa të arrijë në maksimumin e saj $800\text{ }\mu\text{m}$, moment në të cilin zhvendosja e gjysëm kampionit të lëvizshëm ndërron drejtim duke filluar të mbyllë të plasurën e parë derisa ta cojë në minimumin e saj (ngarkesë shtypëse 480kN në kampionin e betonit), moment në të cilin përfundon cikli i parë dhe zhvendosja e gjysëm kampionit ndërron përsëri drejtim duke nisur kështu ciklin e hapjes së të plasurës së dytë e kështu me radhë deri në përfundimin e ciklit të dhjetë. Në momentin e mbylljes së plasaritjes në ciklin e dhjetë të saj, bëhet shkarkimi i ankerit nga ngarkesa aksiale ($N_c=0\text{kN}$), vlerësohet gjendja dhe zhvendosja e ankerit përgjatë provës ciklike.

Gjatë provave ciklike, ankeri rezulton të jetë i instaluar në beton të plasaritur (në planin e plasaritjes) për 10 cikle të hapje/mbylljes së të plasurës që varion nga $0\div 800\text{ }\mu\text{m}$, njëkohësisht përgjatë aksit të ankerit vepron një forcë konstante tërheqëse me vlerë $N_c=13\text{kN}$.

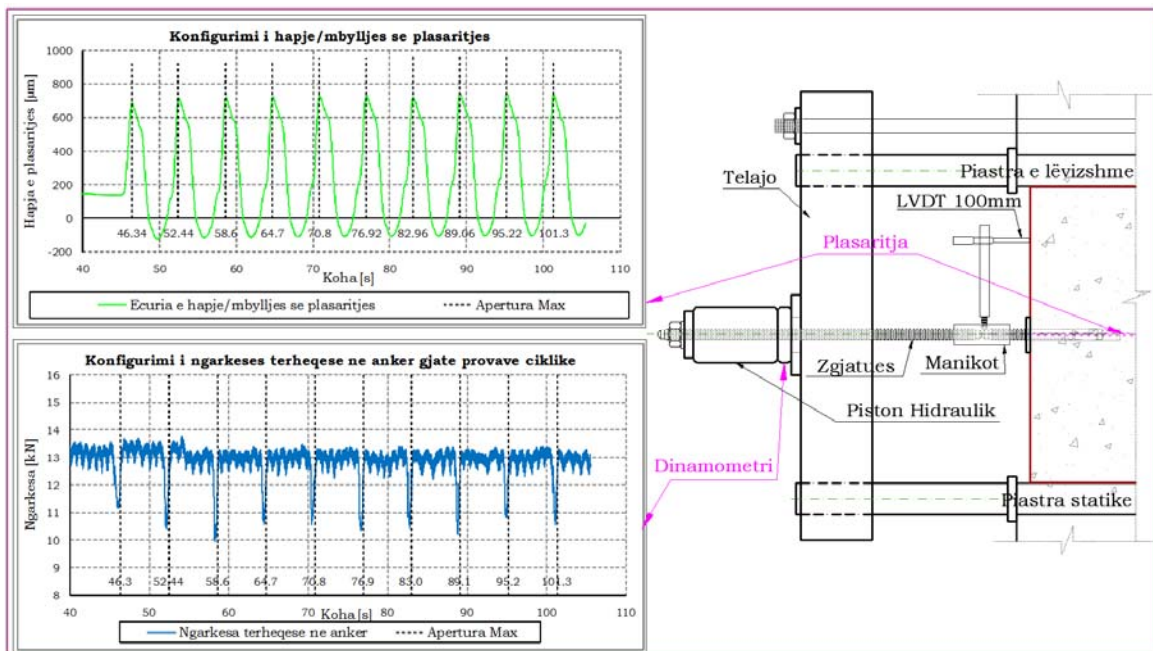


Figura 61: Konfigurimi i sistemit të provave ciklike, hapje/mbyllje ciklike e të plasurës dhe ngarkesë konstante në anker, funksion i kohës.

Nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante në anker vërehet një zvogëlim i kësaj ngarkese me rreth $(1\div 2)\text{ kN}$ në momentet e maksimumit të hapjes së të plasurave, pavarësisht nga konfigurimi që i është bërë sistemi të provës, kjo për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme të ankerit. Kjo është një anomali që ka ndikim në zhvendosjen totale të ankerave në fund të provave ciklike rrjedhimisht edhe në aftësinë

mbajtëse finale të ankerave, pra do të kemi zhvendosje më të vogël të ankerave dhe aftësi mbajtëse më të madhe se në rastin e aplikimit të një ngarkesë konstante përgjatë të gjithë provës.

Mbas përfundimit të provës ciklike dhe vlerësimit që i bëhet gjëndjes dhe zhvendosjes së ankerit përgjatë provës ciklike, fillon prova laboratorike për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave të instaluar në betonin e plasaritur, të cilët u janë nënshtruar më parë provave ciklike që simulojnë veprimin sizmik në një sistem ankerimimi.

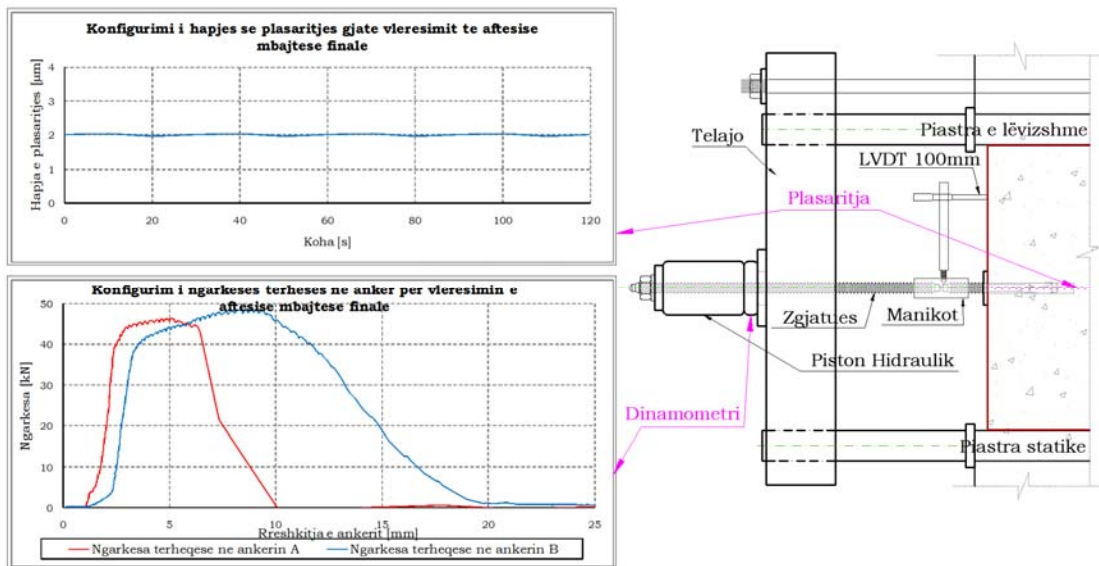


Figura 62: Konfigurimi i sistemit për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave.

Provat për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale konsistojnë në aplikimin e një ngarkese tërheqëse aksiale e cila rritet deri në shkatërrim të ankerit.

KAPITULLI IX

9 – Studimi eksperimental, laboratorik i realizuar mbi sjelljen e funksionimin e ankerave metalik të montuar pas betonimit në betonin e plasaritur

9.1 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 1

Në kampionin 1, formimi i plasaritjes artificiale është realizuar sikurse u përshkrua në paragrafin 8.4.1, aplikimi i forcës tërheqëse nëpërmjet zhvendosjes vertikale të kokës së lëvizshme të presës hidraulike, dhe plasaritja e kampionit në zonën e realizimit të prerejeve paraprake, imazhi 10, figura 57. Është gjeneruar plasaritja artificiale nëpërmjet tërheqjes në zonën e dobësuar nga prerjet paraprake e cila mbyllet duke aplikuar një ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit. Procedohet me instalimin e ankerave T1.A dhe T1.B, dhe me instrumentimin e sistemit të provës, sikurse tregohet në imazhin 11, figura 57, dhe në figurën e mëposhtme.

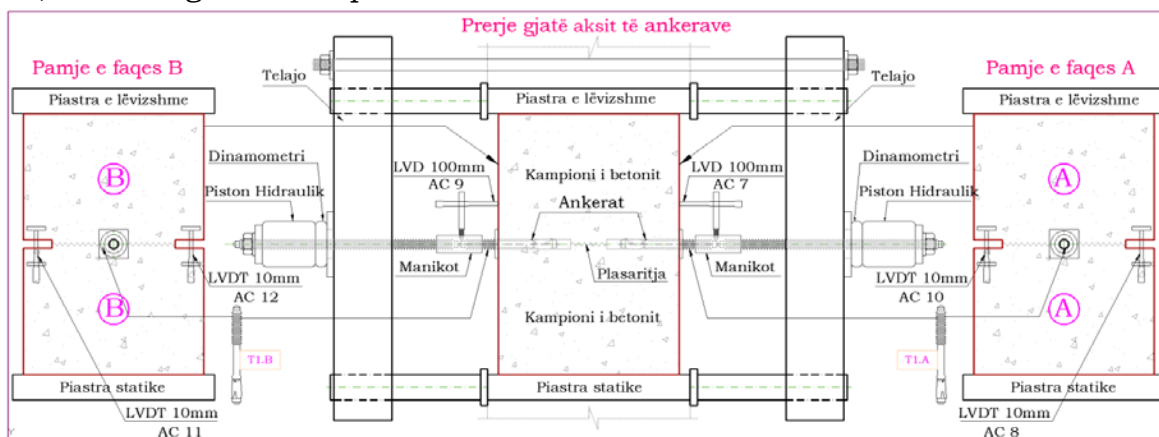


Figura 63: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për Kampionin 1.

Gjatë realizimit të provës ciklike dhe asaj të vlerësimit të aftësisë mbajtëse finale sikurse vërehet edhe në imazhin 3, figura 64 ankeri T1.B nuk është instaluar plotësisht në planin e plasaritjes. Përveç kësaj plasaritja gjatë provave ciklike nuk arrinte të ripërputhej, dhe si e tillë hapje/mbyllja e plasaritjes nuk ndiqte plotësisht konfigurimin e kërkuar nga sistemi i provës.

Gjithashtu nga rezultatet e provës për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale është vënë re që gjenermimi i plasaritjes artificiale sipas kësaj mënyre nuk do të na japë rezultate për rastin më të disfavorshëm të sjelljes së ankerave nën efektin e veprimeve ciklike, sepse plasaritja nuk ishte horizontale dhe kështu vrima e instalimit të ankerave nuk rezultonte të kalonte plotësisht në plasaritjen e gjeneruar.

Nga rezultatet e përfituara vihet re gjithashtu që ankeri kishte një aftësi mbajtëse finale të krahasueshme me atë të dhënë në skedën teknike, pra sikur të mos u ishte nënshtruar provave ciklike. Mbas përfundimit të provës dhe hapjes së kampionit kjo vlerë e aftësisë mbajtëse u shpjegua me faktin që plasaritja e zhvilluar në brendësi të kampionit nuk ishte e rrafshët, prandaj

ankerat nuk ishin instaluar përgjatë gjithë gjatësisë së tyre efektive në planin e plasaritjes. Pra ankerat nuk kanë pësuar demtimin real gjatë hapje/mbylljes ciklike të së plasurës.

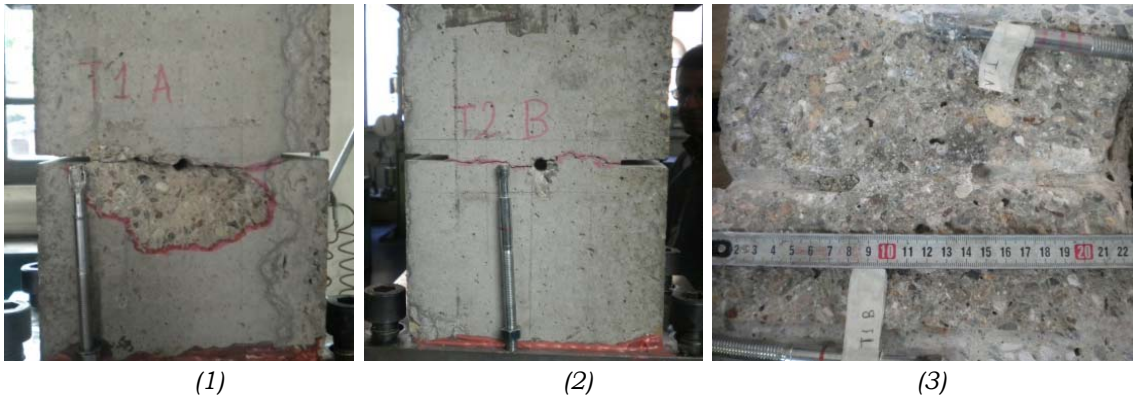


Figura 64: Imazhe të provës së zhvilluar në kampionin 1.

Në imazhin (3) shihet që ankeri T1.B nuk është instaluar përgjatë gjithë gjatësisë në planin e plasaritjes.

9.2 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 2

Në Kampionin 2, formimi i plasaritjes artificiale është realizuar sikurse u përshkrua në paragrafin 8.4.1, aplikimi i forcës tërheqëse nëpërmjet zhvendosjes vertikale të kokës së lëvizshme të presës hidraulike, dhe plasaritja e kampionit në zonën e realizimit të prerjeve paraprake, imazhi 10, figura 57. Është gjeneruar plasaritja artificiale nëpërmjet tërheqjes në zonën e dobësuar nga prerjet paraprake e cila mbyllet duke aplikuar një ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit. Instalohen ankerat T2.A(B), instrumentohet sistemi, sikurse tregohet në imazhin 11, figura 57, dhe në figurën e mëposhtme.

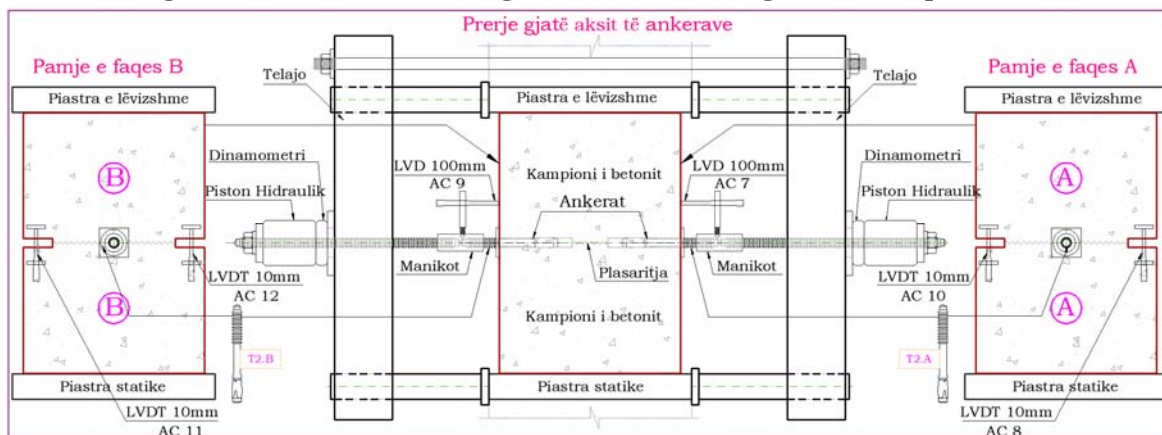


Figura 65: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për Kampionin 2.

9.2.1 Aplikimi i zhvendosjeve në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.

Aplikimi i cikleve (shiko 8.4.3) të hapje/mbylljeve të plasaritjes, konsiston në aplikimin e një spostimi të alternuar në gjysmën e pjesës së sipërme të kampionit të betonit i monitoruar nga tenzometri i presës i konfiguruar në portën In2:Corsa_corto [mm], i cili monitoron spostimin vertikal të pjastrës së

sipërme të presës, spostim i cili përkthehet në hapje/mbyllje të planit të plasaritjes në të cilin janë instaluar ankerat e provës.

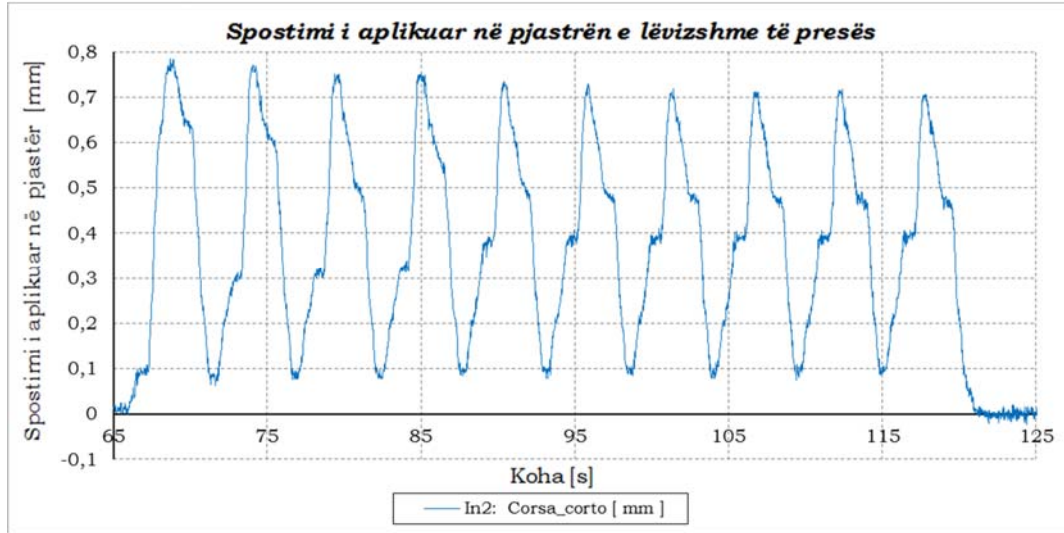


Figura 66: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.

Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës artificiale i montiruar nga tenzometrat LVDT HBM me hap 10 mm, konfiguruar në centralin e presës, përkatësisht në portën AC8 dhe AC10 për faqen A të kampionit dhe AC11 dhe AC12 për faqen B të tij, të cilët janë montuar në të dy anët e planit të plasaritjes . Hapje/mbyllja e plasaritjes shkon nga 0 μm deri në 800 μm .

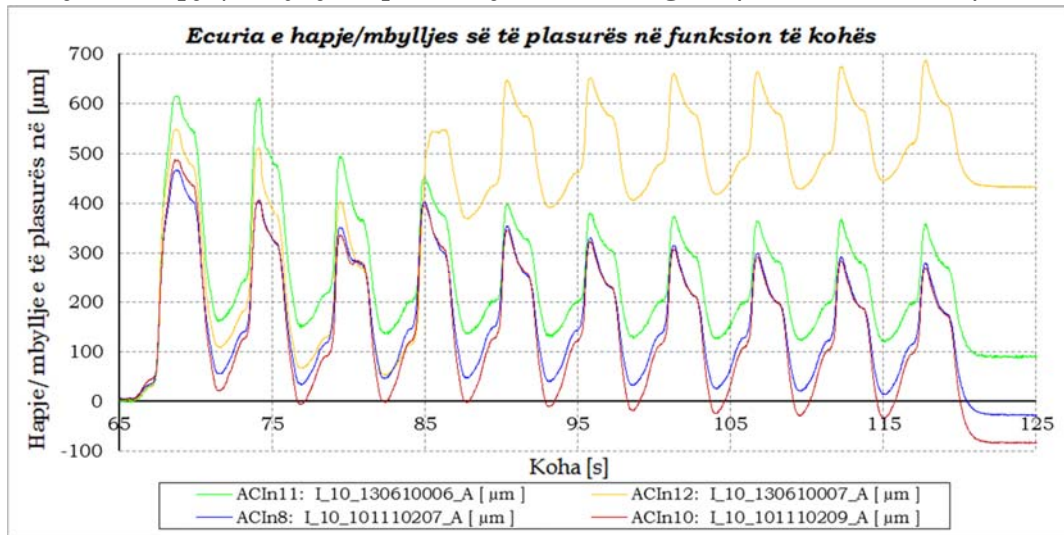


Figura 67: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës, në funksion të kohës e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm.

Sikurse vërehet edhe në grafikun e mësipërm, gjatë realizimit të provës ciklike tenzometri LVDT HBM me hap 10 mm, konfiguruar në portën AC12, mbas një periudhe kohe nga momenti i fillimit të provës ciklike, lexon vlera shumë të ndryshme nga tenzometrat e tjerë. Kjo ndodh sepse, ankeri T2.B krijon plasaritje të betonit dhe bashkë me to ka shkaktuar shkëputje të pjesshme të bazamentit të montimit të këtij tenzometri.

Gjatë provës ciklike, ankerat janë instaluar në planin e plasaritjes, me hapje të të plasurës variabël në kohë, dhe njëkohësisht përgjatë aksit të ankerit vepron ngarkesë konstante tërheqëse prej 13kN, shiko 8.4.3..

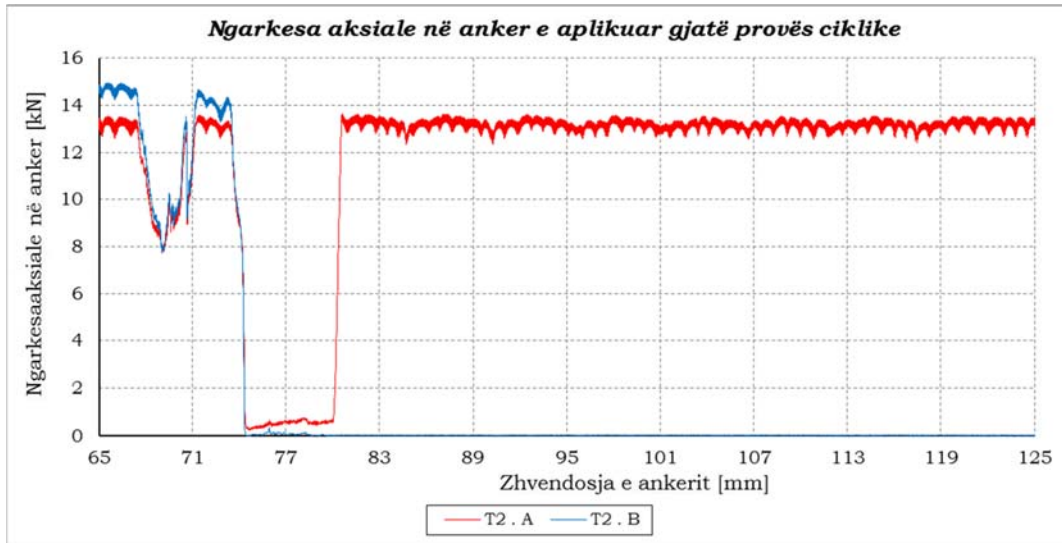


Figura 68: Ecuria e ngarkesës konstante tërheqëse të aplikuar në ankerat gjatë provës ciklike.

Ngarkesa konstante e aplikuar në secilin anker gjatë realizimit të provës ciklike e monitoruar nga dinamometrat elektronik jepet në grafikun e mësipërme, ku vërehet se mbas një kohe nga momenti i fillimit të provës ciklike ngarkesa e aplikuar në ankerin T2.B është anuluar. Kjo ka ndodhur sepse ankeri T2.B ka çeduar mbas ciklit të dytë të hapje/mbylljes së të plasurës sipas mënyrës së shkatërrimit "pull-through". Sistemi i provës është rikonfiguruar për përfundim të provës ciklike (edhe 8 ciklet e mbetura) vetëm me ankerin T2.A. Nga grafiku i mësipërm vërehet që nuk kemi rënie të forcës tërheqëse konstante të aplikuar në anker në momentin e hapjes maksimale të të plasurës.

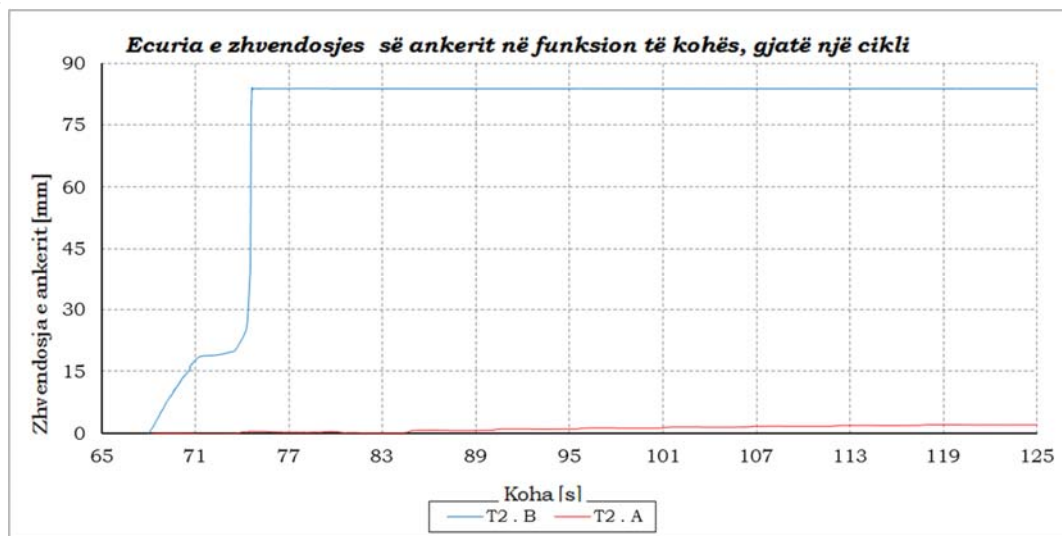


Figura 69: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të kohës, e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm.

Në grafikun e mësipërm jepet, ecuria e zhvendosjes së secilit anker gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT me hap 100 mm, konfiguruar përkatësisht në portën AC7 dhe AC9 të centralit të presës së provës.

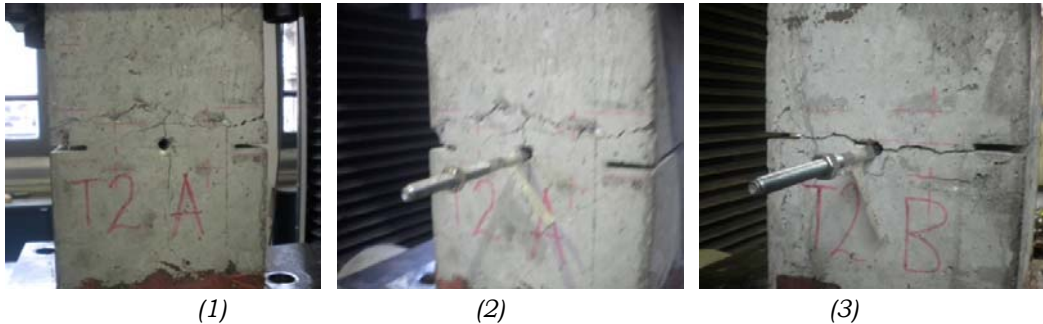


Figura 70: Imazhe të provës së zhvilluar në kampionin 2.

Gjatë realizimit të provës ciklike dhe asaj të vlerësimit të aftësisë mbajtëse finale, u vërejt që ankeri T2.A (për sa kohë që ankeri T2.B çëdoji që gjatë provës ciklike) nuk është i instaluar plotësisht në planin e plasaritjes. Sikurse vërehet edhe në figurën 70, plasaritja gjatë provave ciklike nuk arrinte të ripërputhej, dhe si e tillë hapje/mbyllja e plasaritjes nuk ndiqte plotësisht konfigurimin e kërkuar nga sistemi i provës.

Gjithashtu nga rezultatet e provës për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale është vënë re që ankeri kishte akoma një aftësi mbajtëse të krahasueshme me atë të dhënë në skedën teknike.

Sikurse shikohet edhe në imazhet e provës, gjenermimi i plasaritjes artificiale sipas kësaj mënyre nuk do të na japë rezultate për rastin më të disfavorshëm të sjelljes së ankerave nën efektin e veprimeve ciklike, sepse plasaritja nuk është horizontale dhe si rrjedhojë vrima e instalimit të ankerave nuk rezulton të kalojë plotësisht në plasaritjen e gjeneruar.

Mbas përfundimit të provës dhe hapjes së kampionit ky fakt u shpjegua me faktin që plasaritja e zhvilluar në brendësi të kampionit nuk ishte e rrafshët, prandaj ankerat nuk ishin instaluar përgjatë gjithë gjatësisë së tyre efektive në planin e plasaritjes. Pra ankeri T2.A nuk ka pësuar dëmtimin real gjatë hapje/mbylljes ciklike të së plasurës. Ankeri T2.B çëdoji sipas mënyrës së shkatërrimit "pull-through" mbas dy cikleve të para, pasi dy gjysmë blloqet janë vecuar dhe në fazën e mbylljes së plasaritjes nuk përputheshin plotësisht, duke shkaktuar humbjen e kontrollit të hapje/mbylljes së plasaritjes e cila mbeti e hapur për një madhësi domethënëse dhe si rrjedhojë ankeri rrëshqiti nga vrima e instalimit.

Për të gjitha arsyet e nënvizuara më sipër dhe diskutimeve të detajuara të kryera me udhëheqësin u vendos që rezultatet e marra nga këto dy prova të mos meren në konsideratë për të gjykuar mbi sjelljen e ankerave nën efektin e veprimeve ciklike.

Gjithashtu u vendos që plasaritja artificiale që do të përdoret për kryejn e provave laboratorike në vazhdim, të gjenerohet nëpërmjet prerjes mekanike me disk diamanti në të gjithë thellësinë e kampionit duke përfutur dy gjysëm

kampione në planin e bashkimit (prerjes artificiale) të të cilëve do të instalohen ankerat e provës, sikurse është treguar edhe në paragrafin 8.4.1.

9.3 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 3

Në Kampionin 3, formimi i plasaritjes artificiale është realizuar sikurse u përshkrua në paragrafin 8.4.1, nëpërmjet prerjes mekanike me disk diamanti në të gjithë thellësinë e kampionit duke përfutur dy gjysëm kampione për tu montuar në presën e provës si në figurën 59.

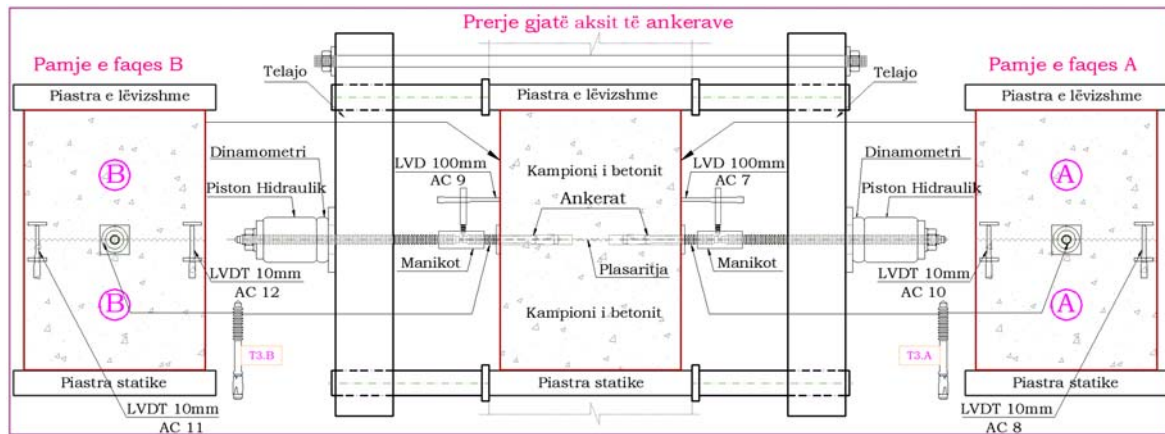


Figura 71: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit te provës per Kampionin 3.

Mbas ngjitjes me rezinë në pjastrat e presës të dy gjysëm kampioneve të përfutur nga prerja bëhet mbyllja e plasaritjes duke aplikuar një ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit. Më tej procedohet me instalimin e ankerave T3.A dhe T3.B në planin artificial të plasaritjes si dhe instrumentohet sistemi i provës, sikurse tregohet në figurën e mësipërme.

9.3.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.

Per aplikimin e cikleve të hapje/mbylljeve të plasaritjes (shiko 8.4.3).

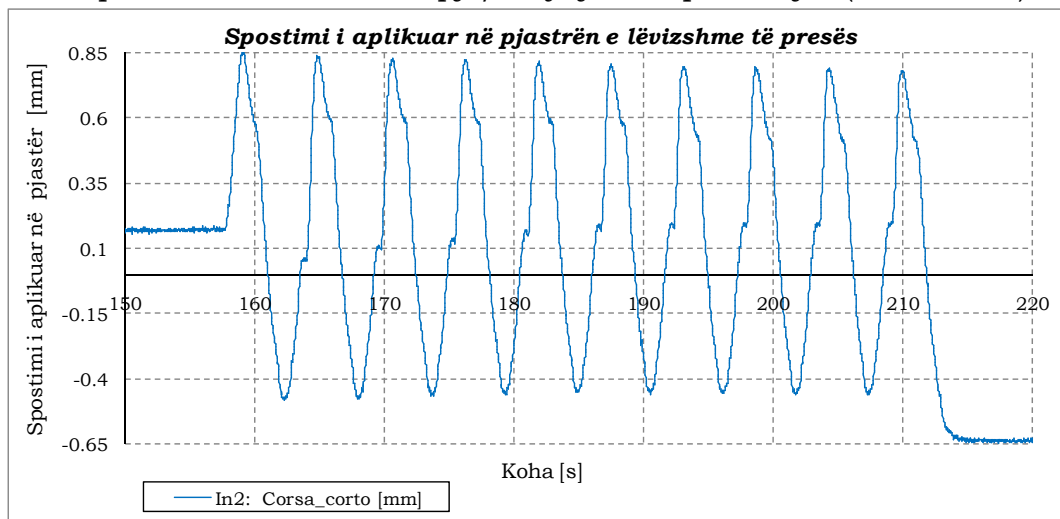


Figura 72: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.

Aplikimi i cikleve të hapje/mbylljeve të plasaritjes, konsiston në aplikimin e një spostimi të alternuar në gjysmën e pjesës së sipërme të kampionit të betonit i monitoruar nga tenzometri i presës i konfiguruar në portën In2:Corso_corto [mm], i cili monitoron spostimin vertikal të pjastrës së sipërme të presës, spostim i cili përkthehet në hapje/mbyllje të planit të plasaritjes në të cilin janë instaluar ankerat e provës.

Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës shoqërohet me aplikimin e një ngarkese shtypëse në kampionin e betonit e cila jepet në grafikun e mëposhtëm. Grafiku me ngjyrë të kuqe, i spostuar majtas është ai i forcës shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuara në pjastrën e lëvizshme të presës *përpara se të instalohen ankerat* në planin e plasaritjes artificiale. Ndërsa grafiku me ngjyrë blu, tregon forcën shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuara në pjastrën e lëvizshme të presës me ankerat të instaluar në planin e plasaritjes gjatë provës ciklike. Sipërfaqja e krijuar nga ciklet isteresis të ngarkesës së aplikuar në funksion të zhvendosjeve jep energjinë (punën) që nevojitet të kryej presa e provës për mbylljen e plasaritjes si rezultat i pranisë së ankerave të instaluar në planin e kësaj plasaritje, madje në disa pjesë të tij edhe duke plasticizuar këmishen e ankerit dhe betonin përreth saj. Pika A është momenti i përfundimit të montimit të ankerit dhe fillimi i cikleve të hapje/mbylljes së plasaritjes artificiale. Ngarkesa që lexohet nga dinamometri i presës së provës dhe spostimi shoqëruës i saj ekzistojnë si rezultat i instalimit të ankerave në planin e plasaritjes (momentit përdredhë i instalimit).

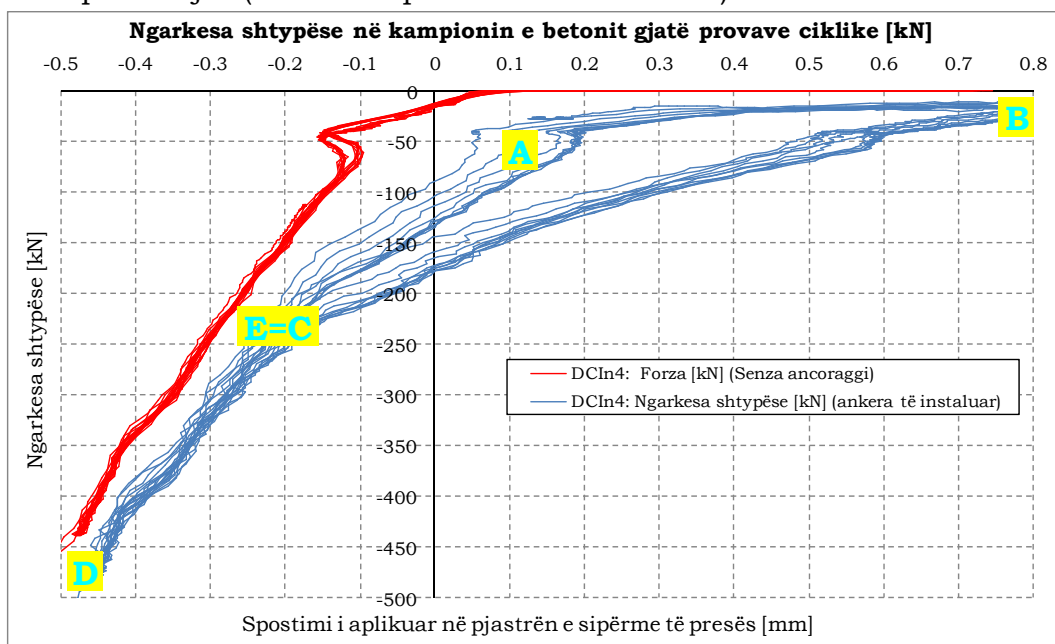


Figura 73: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankerat të instaluar në planin e plasaritjes.

Pika B është momenti i hapjes maksimale të plasaritjes. Pika C është momenti i mbylljes maksimale të plasaritjes, pra dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale sapo kanë arritur të kenë kontakt me njëra-tjetrën. Pika

D është momenti i plotësimit të kushtit të vendosur në konfigurimin e sistemit të provës ciklike (shiko 8.4.3) për mbylljen e plasaritjes, ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit e barabartë me 480 kN (sforcimet shtypëse në beton sa rreth 15 % e rezistencës në shtypje të betonit të përdorur për pregatitjen e kampioneve të betonit). Pika E është momenti i fundit në të cilin dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale janë në kontakt me njëra tjetrën.

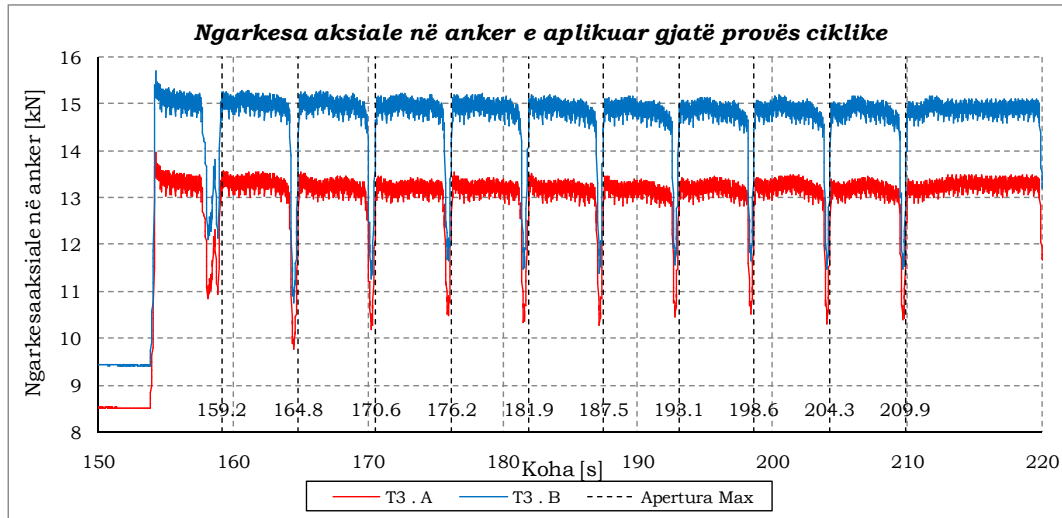


Figura 74: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Gjatë provës ciklike ankerat instalohen në planin e një plasaritje me madhësi që ndryshon në kohë dhe njëkohësisht që i nënshtrohen një ngarkese konstante tërheqëse, ecuria e të cilës jepet në grafikun e mësipërm.

Me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordnatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e ngarkesës tërheqëse të aplikuar në ankera gjatë një cikli të provës ciklike.

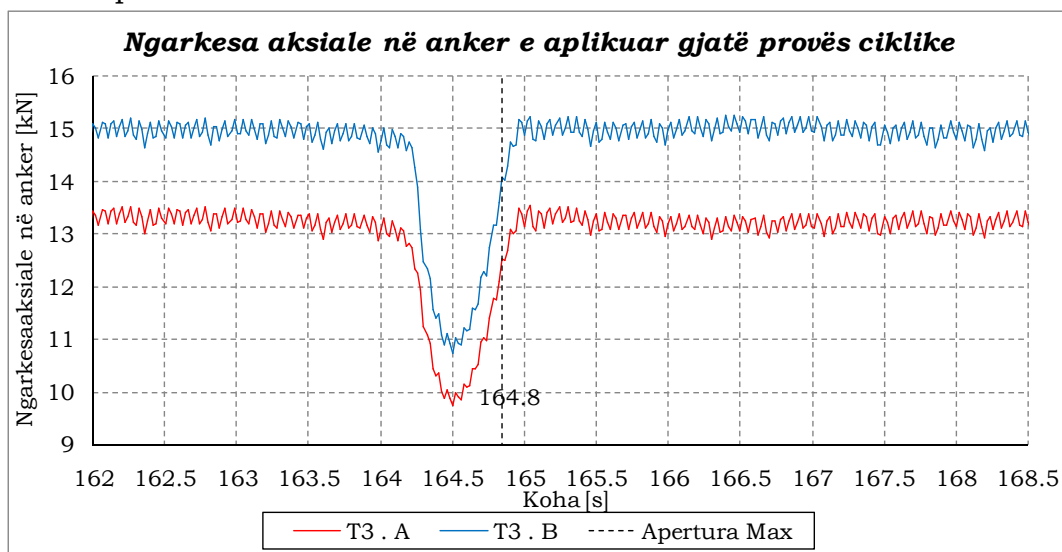


Figura 75: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli të provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Në këta grafikë mund të vihet re se ngarkesa e aplikuar në ankera, fillon të zvogëlohet me fillimin e hapjes së plasaritjes, dhe ky zvogëlim ndalon shumë më shpejt se hapja të arrijë maksimumin.

Nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në seicilin anker vërehet një zvogëlim i kësaj ngarkese me rreth $(1\div3)$ kN në momentet e maksimumit të hapjes së të plasurave, kjo për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme të ankerit. Kjo është një anomali që ndikon negativisht në zhvendosjen totale të ankerave në fund të provave ciklike rrjedhimisht edhe në aftësinë mbajtëse finale të ankerave, pra do të kemi zhvendosje më të vogël të ankerave dhe aftësi mbajtëse më të madhe se në rastin e aplikimit të një ngarkese konstante përgjatë të gjithë provës.

9.3.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike

Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës artificiale e monitoruar nga tenzometrat LVDT HBM me hap 10 mm, konfiguruar në centralin e presës, përkatësisht në portën AC8 dhe AC10 për faqen A të kampionit dhe AC11 dhe AC12 për faqen B të tij, të cilët janë montuar në të dy anët e planit të plasaritjes. Hapje/mbyllja e plasaritjes varion për dhjetë cikle nga 0 μm deri në 800 μm , përgjatë çdo cikli.

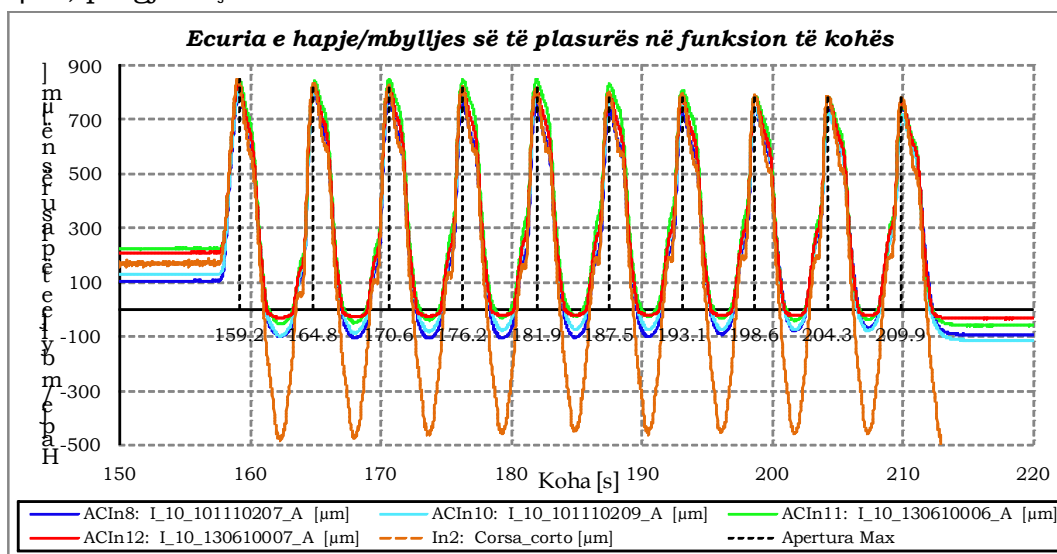


Figura 76: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.

Në grafikun e mësipërm vërehet që vlerat minimale dhe maksimale të hapjes së plasaritjes si dhe ecuria e hapje/mbylljes së plasaritjes e monitoruar nga katër tenzometrat LVDT HBM prej 10 mm janë sipas vlerave dhe ecurisë të kërkuara në konfigurimin e sistemit të provës. Sikur edhe te ngarkesa tërheqëse aksiale, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Mbas ciklit të dhjetë vërehet që hapja e të plasurës në beton është "negative", pra ankerat

dhe kampioni i betonit ndodhet nën veprimin e një ngarkese shtypëse të aplikuar nga koka e lëvizshme e presës hidraulike. Sistemi i provës duhet të rikonfigurohet për të eliminuar këtë të metë. Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli.

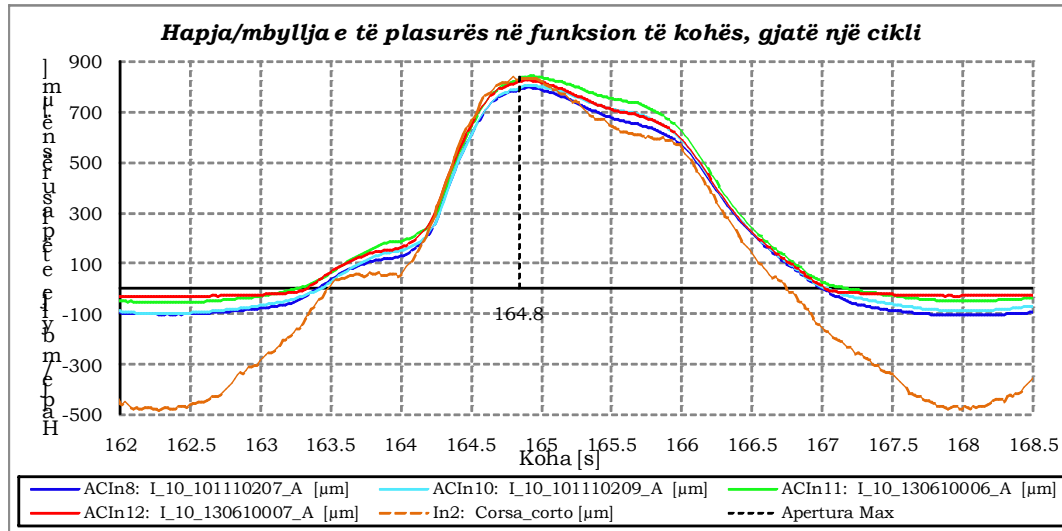


Figura 77: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës

Në grafikun e mësipërm vërehet që momenti i fillimit të hapjes së të plasurës e monitoruar nga tenzometrat është e ndikuar nga prania e ankerave ashtu sikurse është edhe momenti i fillimit të mbylljes së të plasurës. Pra sa herë që hapja e të plasurës duhet të ndryshojë drejtim (nga hapja në mbyllje dhe anasjelltas), ajo duhet të përballet me praninë e ankerave në planin e plasaritjes të cilët ripozicionohen në vrimën e instalimit si rezultat i zhvendosjes gjatë dhe mbas çdo cikli. Në vazhdim jepet, ecuria e zhvendosjese së secilit anker gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT me hap 100 mm, konfiguruar përkatësisht në portën AC7 dhe AC9 të centralit të presës së provës.

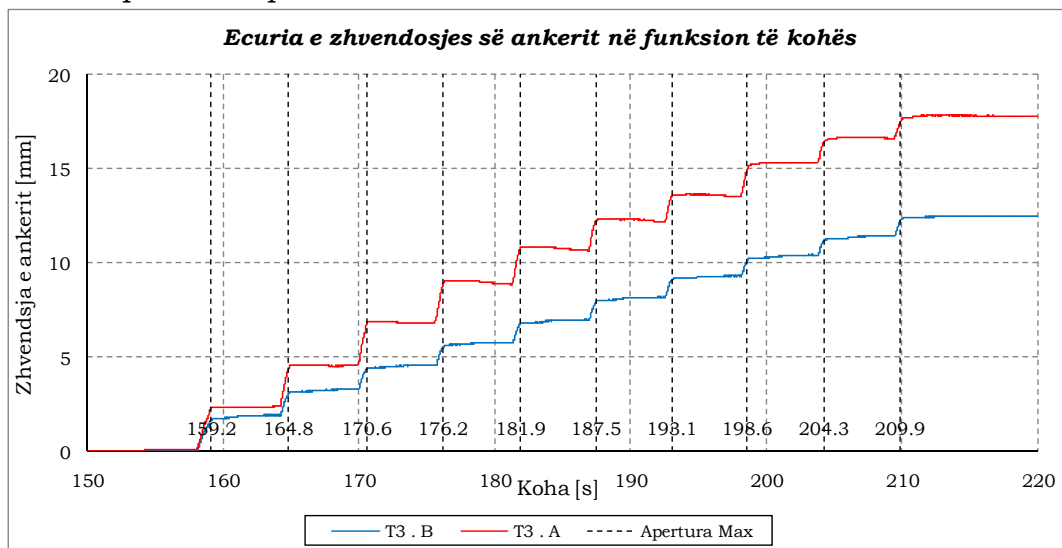


Figura 78: Ecuria e zhvendosjes së ankerit gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Vihet re dukuria e zhvendosjes së ankerave shkallë-shkallë, kjo si rezultat i ndryshimit të madhësisë së hapjes së të plasurës, në planin e të cilës janë montuar ankerat, gjatë provës ciklike. Sikurse edhe në grafikët e mëparshëm, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordnatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet kohore në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Pra ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës por të ndryshme dhe të ndryshueshme edhe gjatë cikleve që zhvillohen në provën ciklike. Gjatë aplikimit të një cikili hapje/mbyllje, ankeri pëson zhvendosje më të madhe dhe për kohë më të shkurtër gjatë procesit të hapjes së plasaritjes duke u ripozicionuar në vrimën e montimit në beton, dhe stabilizohet duke shkuar drejt zeros gjatë procesit të mbylljes së plasaritjes. Gjithashtu ankeri ka zhvendosje gjithmonë e më të vogël duke kaluar nga një cikël hapje/mbyllje të të plasurës te cikli pasardhës.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikili të hapje/mbylljes së të plasurës.

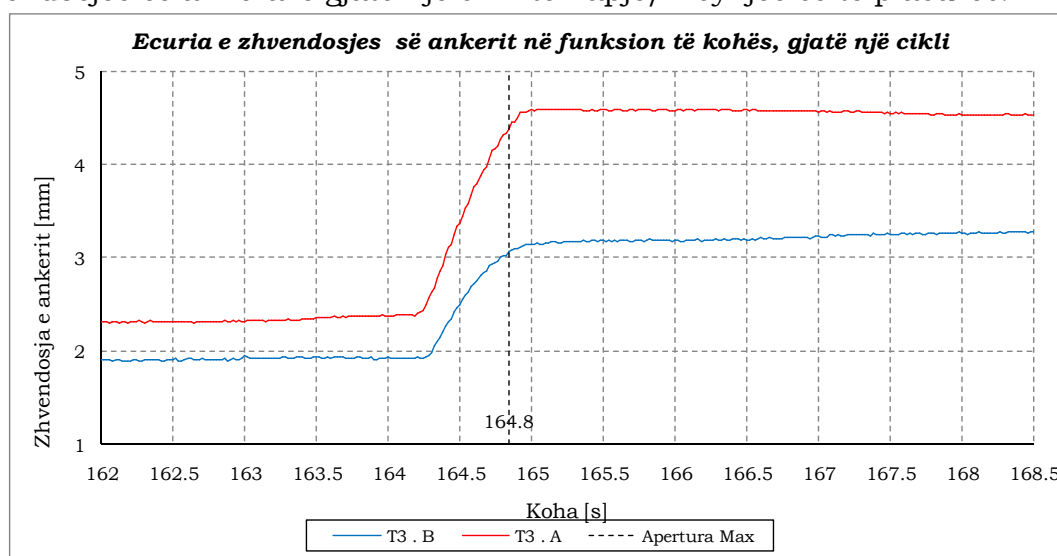


Figura 79: Ecuria e zhvendosjes së ankera gjatë një cikili e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Në grafikun e mësipërm vihet re që pjerrësia e kurbës së rrëshqitjes së seicilit anker ndryshon me fillimin e hapjes dhe mbylljes së plasaritjes, pra sapo këmisha metalike e ankerit humbet kontaktin me sipërfaqen e vrimës së instalimit ankeri pëson një zhvendosje të menjëhershme, e cila stabilizohet sapo këmisha të rifitojë kontaktin me vrimën e instalimit dhe shkon drejt një stabilizimi.

Sikurse u nënvizua edhe te grafiku parardhës, ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës. Zhvendosja e ankerit është e vogël deri në momentin që zvogëlohet në mënyrë të theksuar kontakti i këmishës së ankerit me vrimën e instalimit. Edhe pse sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale humbasin kontaktin me njëra-tjetrën (plasaritja është e

hapur rreth $300\div400\text{ }\mu\text{m}$) madhësia dhe shpejtësia me të cilën ankeri rrëshqet nga vrima e instalimit është shumë e vogël gati zero, situatë e cila rikthehet sapo plasaritja fillon të mbyllet. Ndërkohë që për hapje të plasaritjes nga $(300\div800)\text{ }\mu\text{m}$ madhësia dhe shpejtësia e zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit është shumë e madhe.

Në grafikun e mëposhtëm jepet zhvendosja e ankerave në funksion të ngarkesës aksiale tërheqës të aplikuar në ankera gjatë provës ciklike.

Sikurse është nënvizuar edhe më parë, nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në secilin anker vërehet zvogëlimi i ngarkesës duke filluar nga momenti i hapjes së të plasurës e cila arrin minimumin e saj (ngarkesa) në momentin e maksimumit të hapjes së të plasurës, dhe më pas fillon e rritet deri sa të arrijë vlerën e konfigurimit të aplikuar në sistemin e provës.

Ky zvogëlim i ngarkesës aksiale në anker ndodh për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme dhe progresive të ankerit sapo e platura fillon e hapet, zhvendosje e cila nuk arrin të kompesohet nga presioni i vajit në pistonin hidraulik.

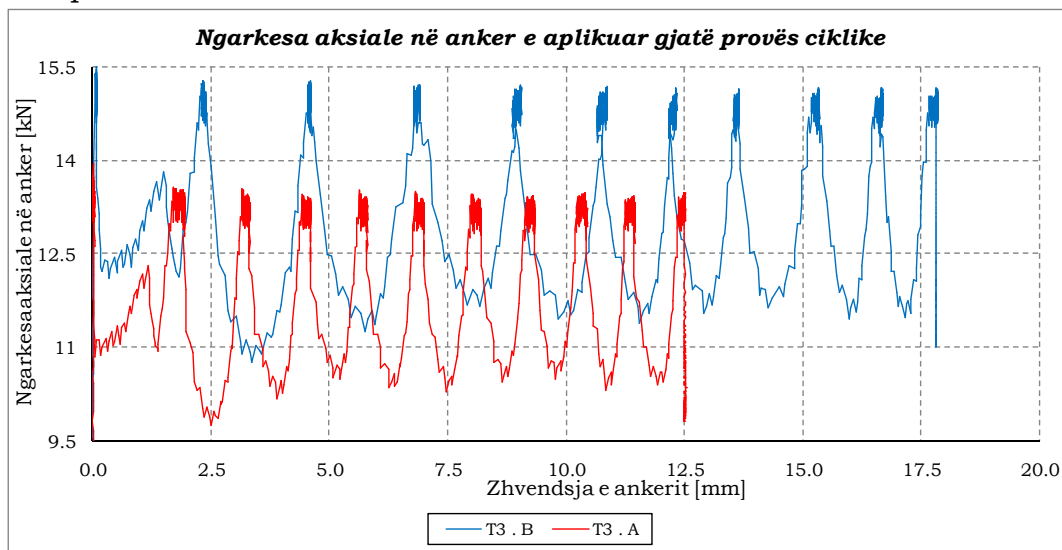


Figura 80: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankera.

Edhe në këtë grafik vihet re se për një ngarkesë aksiale tërheqëse të aplikuar në anker pothuajse konstante ndodh zhvendosja e ankerave vetëm si rezultat i hapje/mbylljes së të plasurës, për çdo cikël gjatë provës ciklike.

9.3.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave

Në momentin e mbylljes së plasaritjes në ciklin e dhjetë të saj, bëhet shkarkimi i ankerit nga ngarkesa aksiale ($N_c=0\text{ kN}$) dhe vlerësohet gjendja dhe zhvendosja e ankerave përgjatë provës ciklike. Mbas përfundimit të provës ciklike dhe vlerësimit që i bëhet gjendjes dhe zhvendosjes së ankerave përgjatë provës ciklike, fillon prova laboratorike për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave të instaluar në betonin e plasaritur.

Provat për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale konsistojnë në aplikimin e një ngarkese tërheqëse aksiale e cila rritet deri në shkatërrim të ankerit.

Në grafikun e mëposhtëm jepet ecuria e aplikimit të ngarkesës aksiale tërheqëse në seicilin anker në funksion të zhvendosjes së ankerave nga vrima e instalimit, ngarkesë e cila rritet deri sa ankerat të çdojnë.

Nga rezultatet e përfituara për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave, pas provës ciklike vihet re që ankerat kanë aftësi mbajtëse më të madhe se ajo e dhënë në skedën teknike për betonin e plasaritur me hapje të të plasurës konstante të barabartë me $w=0,3\text{mm}$. Këto vlera të papranueshme të aftësisë mbajtëse të ankerave janë ndikuar nga prania e ngarkesës shtypëse të aplikuar nga presa e provës (rreth 610 kN) në fund të ciklit të dhjetë. Për provat në vazhdim do të rikonfigurohet sistemi i provës në mënyrë të tillë që në fund të ciklit të dhjetë presa e provës të mos aplikojë një ngarkesë të madhe shtypëse në kampionin e betonit e cila rrjedhimisht mban të “shtrënguara” ankerat dhe ju atribuon një aftësi mbajtëse më të madhe se aftësia mbajtëse që duhet të kishin realisht në atë gjendje dëmtimi.

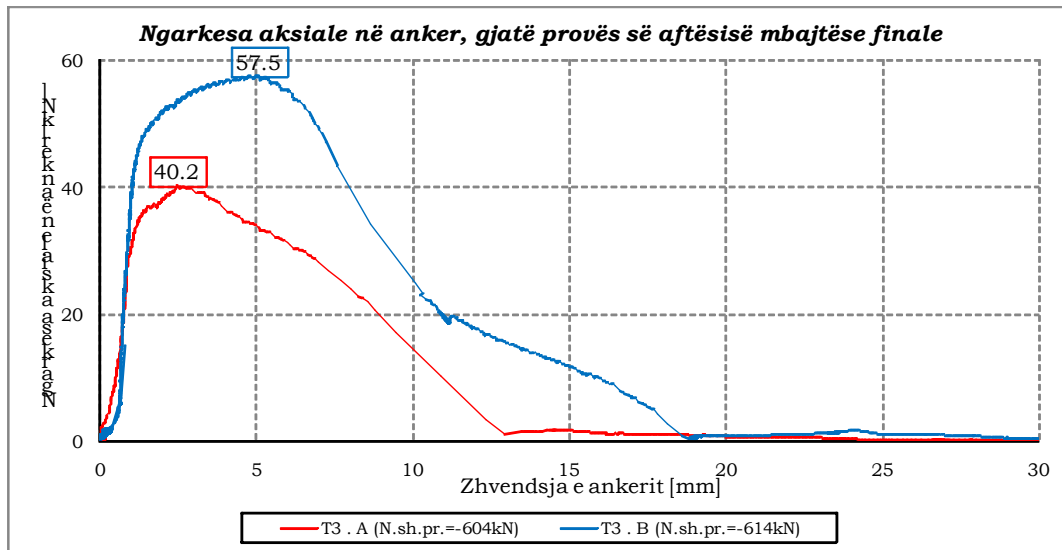


Figura 81: Aftësia mbajtëse finale e ankerave [T3.A; T3.B].

Në vazhdim jepen imazhe të gjëndjes së ankerave në disa momente gjatë realizimit të provës laboratorike.

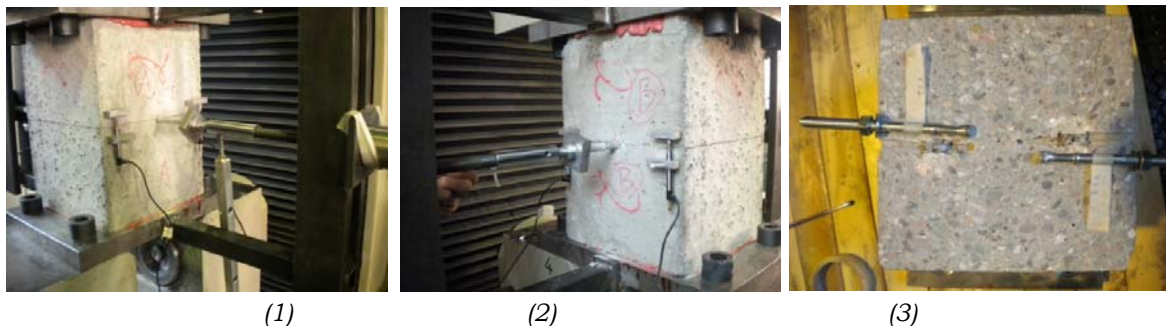


Figura 82: Imazhe të provës së realizuar në kampionin 3.

Vihtet re se ankerat kanë çeduar nga zhvendosja e shufrës së ankerave (pull-through), edhe pse ankeri T3.B ka filluar formimin e konit të betonit. Kjo

mënyrë shkatërrimi (pull-through) është karakteristike për ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit.

9.4 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 4

Në Kampionin 4, formimi i plasaritjes artificiale është realizuar sikurse u përshkrua në paragrafin 8.4.1, nëpërmjet prerjes mekanike me disk diamanti duke përfutur dy gjysëm kampione për tu montuar në presën e provës si në figurën 59. Mbas ngjitjes me rezinë në pjastrat e presës të dy gjysëm kampioneve të përfutur nga prerja bëhet mbyllja e plasaritjes duke aplikuar një ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit. Më tej procedohet me instalimin e ankerave T4.A dhe T4.B në planin artificial të plasaritjes si dhe instrumentohet sistemi i provës, sikurse tregohet në figurën e mëposhtme.

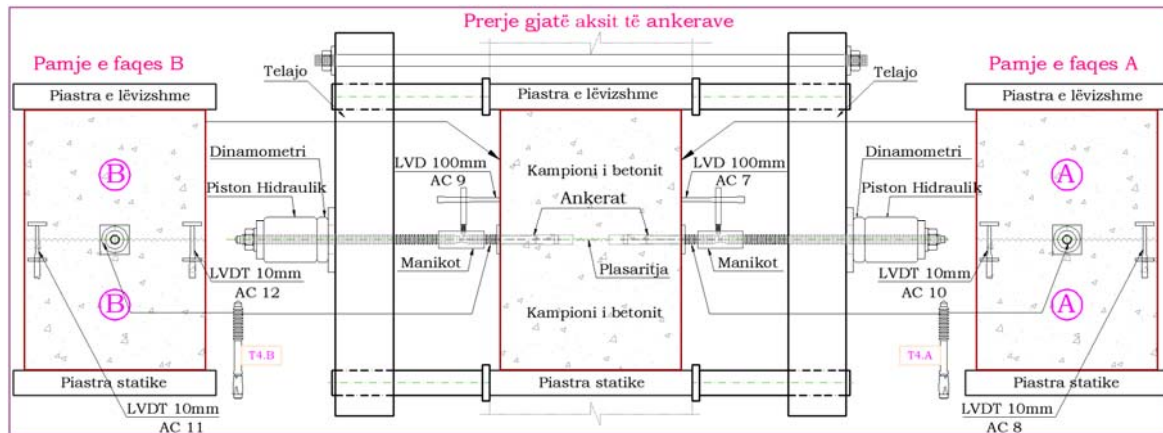


Figura 83: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 4.

9.4.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike

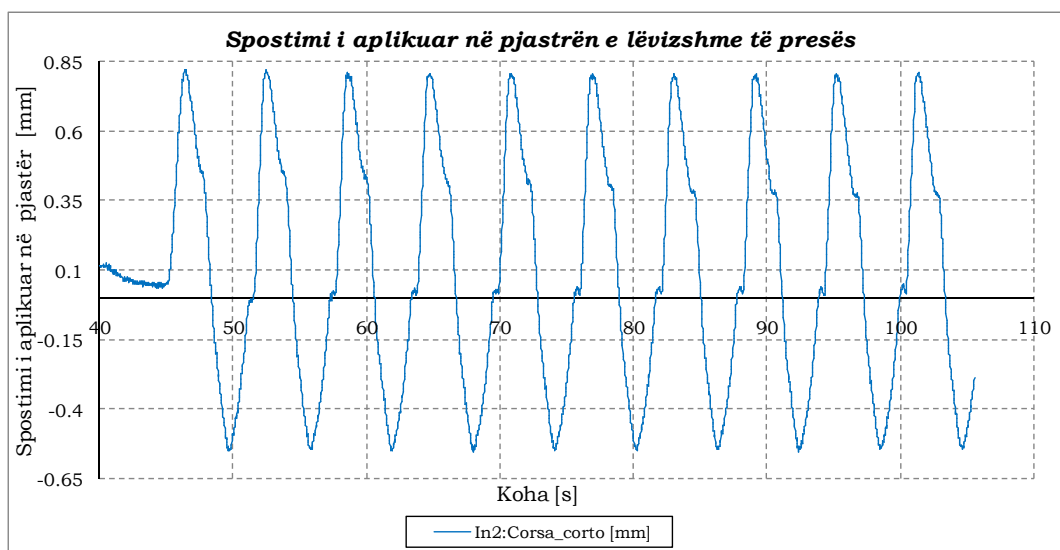


Figura 84: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.

Aplikimi i cikleve (shiko 8.4.3) të hapje/mbylljeve të plasaritjes, konsiston në aplikimin e një spostimi të alternuar në gjysmën e pjesës së sipërme të

kampionit të betonit i monitoruar nga tenzometri i presës i konfiguruar në portën In2:Corsa_corto [mm], i cili monitoron spostimin vertikal të pjastrës së sipërme të presës, spostim i cili përkthehet në hapje/mbyllje të planit të plasaritjes në të cilin janë instaluar ankerat e provës.

Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës shoqërohet me aplikimin e një ngarkese shtypëse në kampionin e betonit e cila jepet në grafikun e mëposhtëm. Grafiku me ngjyrë të kuqe, i spostuar majtas është ai i forcës shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuara në pjastrën e lëvizshme të presës *përpara se të instalohen ankerat* në planin e plasaritjes artificiale. Ndërsa grafiku me ngjyrë blu, tregon forcën shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuara në pjastrën e lëvizshme të presës me ankerat të instaluar në planin e plasaritjes gjatë provës ciklike. Sipërfaqja e krijuar nga ciklet isteresis të ngarkesës së aplikuara në funksion të zhvendosjeve jep energjinë (punën) që nevojitet të kryej presa e provës për mbylljen e plasaritjes si rezultat i pranisë së ankerave të instaluar në planin e kësaj plasaritje, madje në disa pjesë të tij edhe duke plasticizuar këmbishën e ankerit dhe betonin përreth saj. Pika A është momenti i përfundimit të montimit të ankerit dhe fillimi i cikleve të hapje/mbylljes së plasaritjes artificiale. Ngarkesa që lexohet nga dinamometri i presës së provës dhe spostimi shoqërues i saj ekzistojnë si rezultat i futjes së ankerave në vrimat e realizuara në planin e plasaritjes dhe i aplikimit të momentit përdredhës në secilin anker për instalimin e tyre.

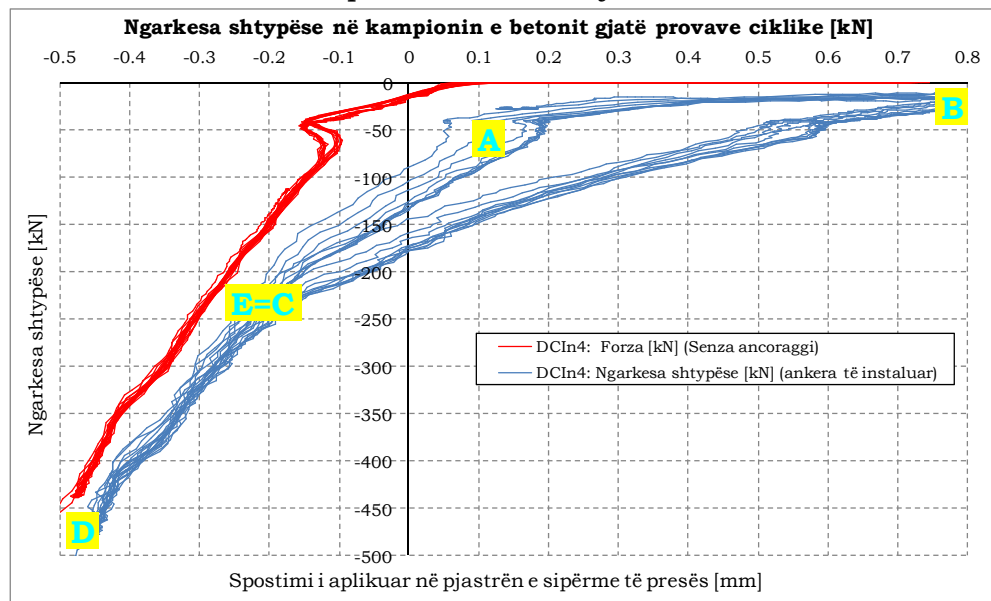


Figura 85: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankerat të instaluar në planin e plasaritjes.

Pika B është momenti i hapjes maksimale të plasaritjes. Pika C është momenti i mbylljes maksimale të plasaritjes, pra dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale sapo kanë arritur të kenë kontakt me njëra-tjetrën. Pika D është momenti i plotësimit të kushtit të vendosur në konfigurimin e sistemit të provës ciklike (shiko 8.4.3) për mbylljen e plasaritjes, ngarkesë shtypëse në

kampionin e betonit e barabartë me 480 kN (sforcimet shtypëse në beton sa rreth 15 % e rezistencës në shtypje të betonit të përdorur për pregatitjen e kampioneve të betonit). Pika E është momenti i fundit në të cilin dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale janë në kontakt me njëra-tjetrën. Është rikonfiguruar sistemi i provës në mënyrë të tillë që në fund të ciklit të dhjetë ngarkesa shtypëse e aplikuar nga presa e provës në kampionin e betonit të jetë më e vogël se 100 kN, duke kthyer hapjen e të plasurës në momentin e përfundimit të montimit të ankerave në vrimën e instalimit, për të eliminuar problematikën që rezultoi në kampionin 3 me aftësinë mbajtëse finale.

Gjatë provës ciklike ankerat instalohen në planin e një plasaritje me madhësi që ndryshon në kohë dhe njëkohësisht që i nënshtrohen një ngakrese konstante tërheqëse, ecuria e të cilës jepet më poshtë.

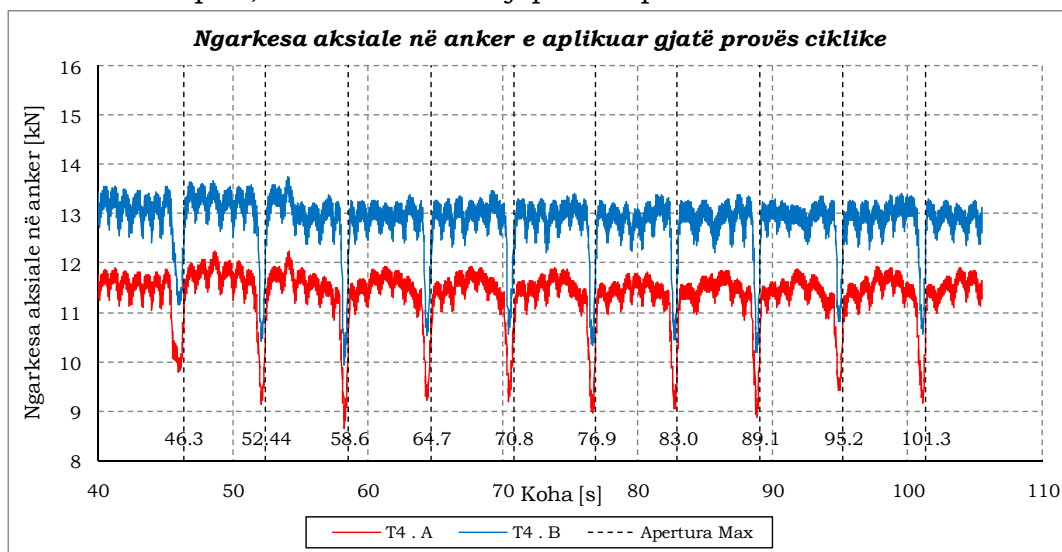


Figura 86: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e ngarkesës tërheqëse të aplikuar në ankera gjatë një cikli të provës ciklike.

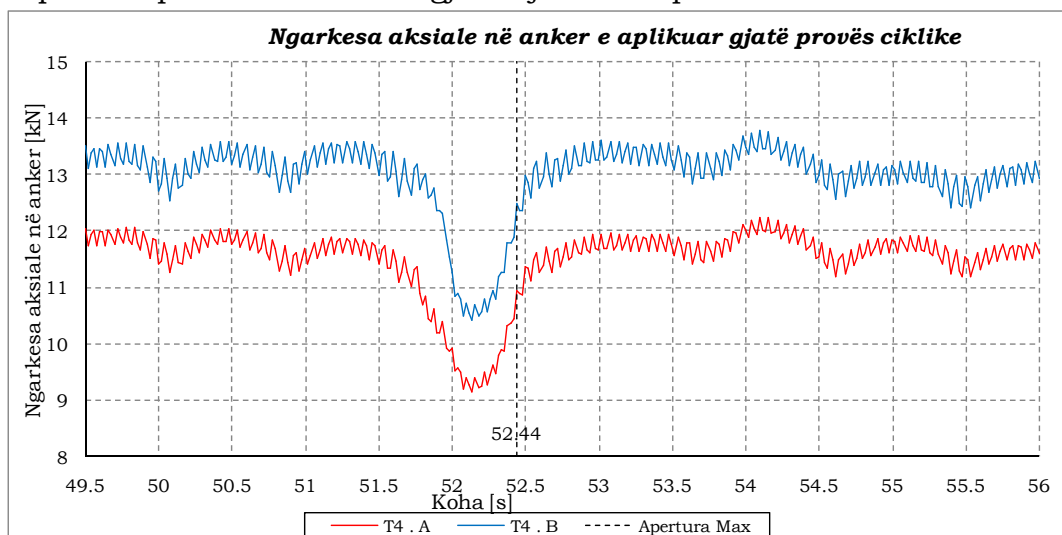


Figura 87: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli të provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkates janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në seicilin anker vërehet një zvogëlim i kësaj ngarkese me rreth (1÷3) kN në momentet e maksimumit të hapjes së të plasurave, kjo për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme të ankerit. Kjo rënie e ngarkesës në anker gjatë provës ciklike do të japë aftësi mbajtëse më të madhe dhe zhvendosje më të vogla.

Vihet re se ngarkesa e aplikuar në ankera, fillon të zvogëlohet me fillimin e hapjes së plasaritjes, dhe ky zvogëlim ndalon shumë më shpejt se hapja të arrijë maksimumin.

9.4.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike

Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës artificiale e monitoruar nga tenzometrat LVDT HBM me hap 10 mm, konfiguruar në centralin e presës, përkatësisht në portën AC8 dhe AC10 për faqen A të kampionit dhe AC11 dhe AC12 për faqen B të tij, të cilët janë montuar në të dy anët e planit të plasaritjes. Hapje/mbyllja e plasaritjes varion për dhjetë cikle nga 0 μm deri në 800 μm , përgjatë çdo cikli.

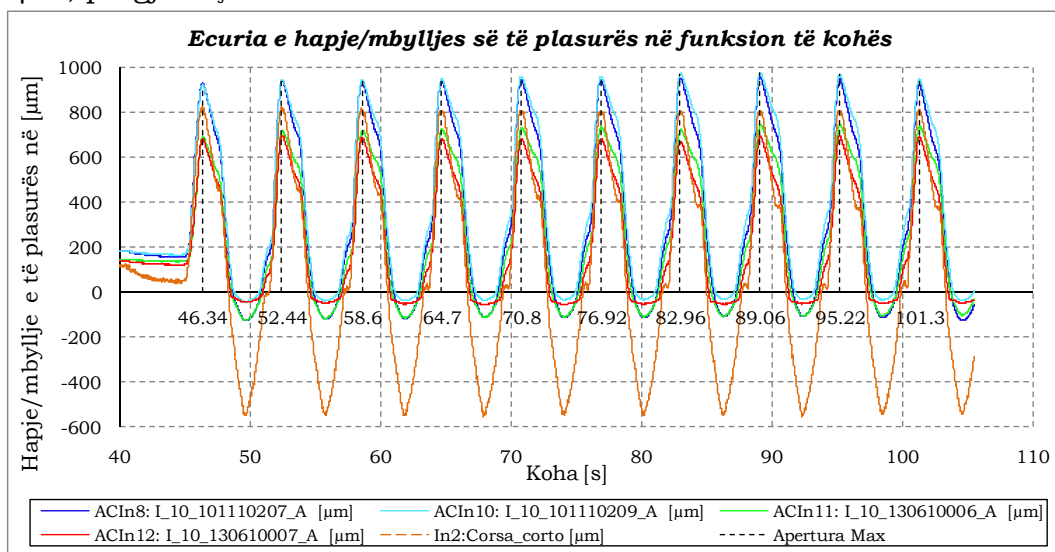


Figura 88: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.

Në grafikun e mësipërm vërehet që vlerat minimale dhe maksimale të hapjes së plasaritjes si dhe ecuria e hapje/mbylljes së plasaritjes e monitoruar nga katër tenzometrat LVDT HBM prej 10 mm janë sipas vlerave dhe ecurisë të kërkuara në konfigurimin e sistemit të provës. Me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkates janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen

maksimale. Nga rikonfigurimi i sistemi të provës hapja e të plasurës figuron me vlerë pozitive, pra kthehet rreth pozicionit që ka hapja e të plasurës në momentin e montimit të ankerave. Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli të provës ciklike.

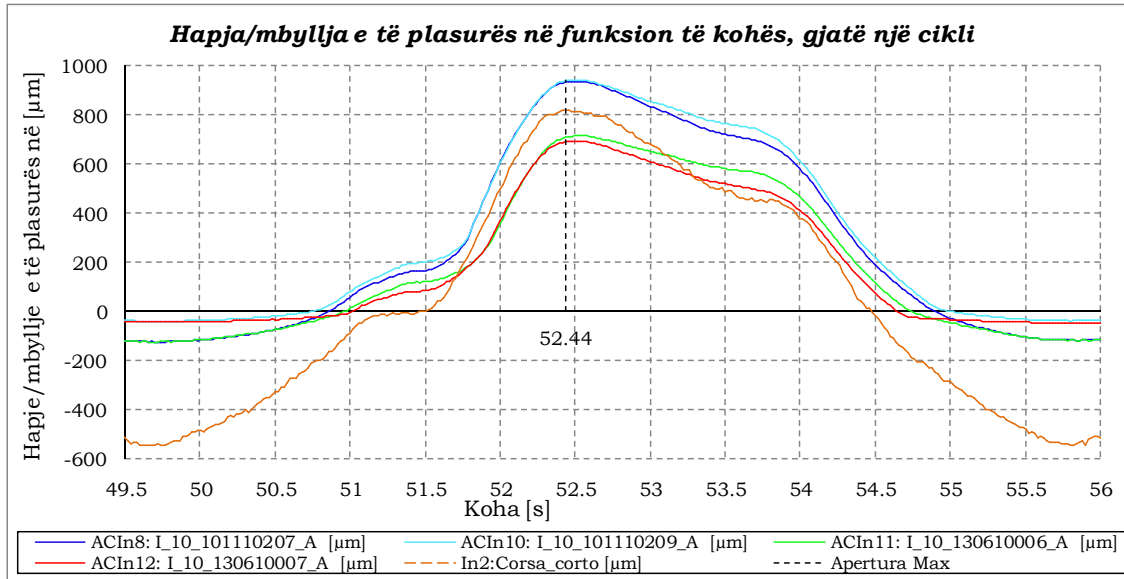


Figura 89: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli të provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës

Vërehet që momenti i fillimit të hapjes së të plasurës e monitoruar nga tenzometrat është e ndikuar nga prania e ankerave ashtu sikurse është edhe momenti i fillimit të mbylljes së të plasurës. Pra sa herë që hapja e të plasurës duhet të ndryshojë drejtim (nga hapja në mbyllje dhe anasjelltas), ajo duhet të përballet me praninë e ankerave në planin e plasaritjes, të cilët ripozicionohen në vrimën e instalimit si rezultat i zhvendosjes gjatë dhe mbas çdo cikli.

Në vazhdim jepet, ecuria e zhvendosjes së secilit anker gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT me hap 100 mm.

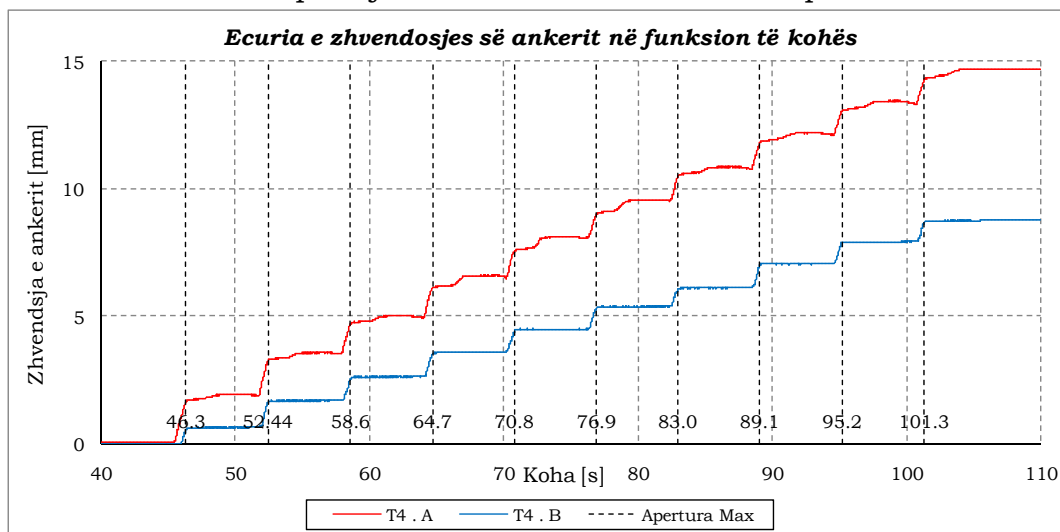


Figura 90: Ecuria e zhvendosjes së ankerit gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Vihet re dukuria e zhvendosjes së ankerave shkallë-shkallë, kjo si rezultat i ndryshimit të madhësisë së hapjes së të plasurës, në planin e të cilës janë montuar ankerat, gjatë provës ciklike. Sikur edhe në grafikët e mësipërm, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Pra ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës por të ndryshme dhe të ndryshueshme edhe gjatë cikleve që zhvillohen në provën ciklike. Gjatë aplikimit të një cikili hapje/mbyllje, ankeri pëson zhvendosje më të madhe dhe për kohë më të shkurtër gjatë procesit të hapjes së plasaritjes duke u ripozicionuar në vrimën e montimit në beton, dhe stabilizohet duke shkuar drejt zeros gjatë procesit të mbylljes së plasaritjes. Gjithashtu ankeri ka zhvendosje gjithmonë e më të vogël duke kaluar nga nje cikël hapje/mbyllje të të plasurës te cikli pasardhës.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikili të hapje/mbylljes së të plasurës.

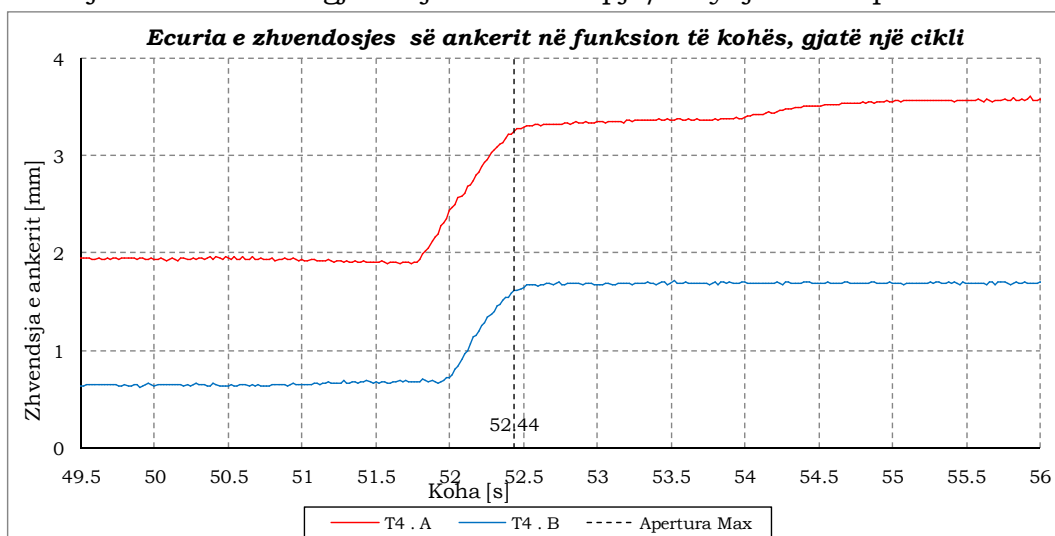


Figura 91: Ecuria e zhvendosjes së ankervave gjatë një cikili të hapje/mbylljes së të plasurës, e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Vihet re që pjerrësia e kurbës së rrëshqitjes së secilit anker ndryshon me fillimin e hapjes dhe mbylljes së plasaritjes, pra sapo këmisha metalike e ankerit humbet kontaktin me sipërfaqen e vrimës së instalimit ankeri pëson një zhvendosje të menjëhershme, e cila stabilizohet sapo këmisha të rifitojë kontaktin me vrimën e instalimit dhe shkon drejt një stabilizimi.

Sikurse u nënvizua edhe te grafiku parardhës, ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës. Zhvendosja e ankerit është e vogël deri në momentin që zvogëlohet në mënyrë të theksuar kontakti i këmishës së ankerit me vrimën e instalimit. Edhe pse sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale humbasin kontaktin me njëra-tjetrën (plasaritja është e hapur rreth 300÷400 μ m) madhësia dhe shpejtësia me të cilën ankeri rrëshqet

nga vrima e instalimit është shumë e vogël gati zero, situatë e cila rikthehet sapo plasaritja fillon të mbyllet. Ndërkohë që për hapje të plasaritjes nga (300÷800) μm madhësia dhe shpejtësia e zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit është shumë e madhe.

Në grafikun e mëposhtëm jepet zhvendosja e ankerave në funksion të ngarkesës aksiale tërheqëse të aplikuar në anker gjatë provës ciklike.

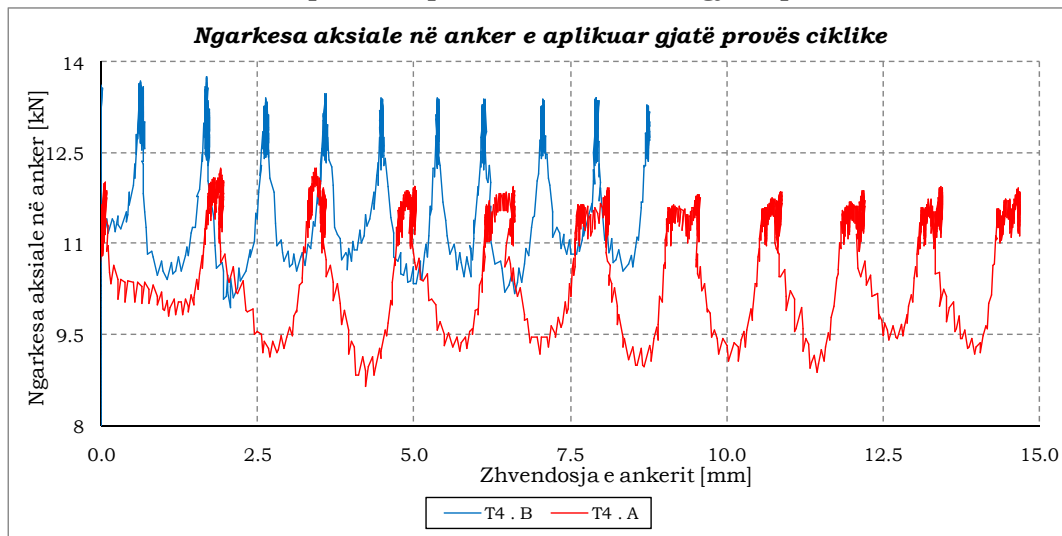


Figura 92: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në anker.

Sikurse është nënvizuar edhe më parë, nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në secilin anker vërehet zvogëlimi i ngarkesës duke filluar nga momenti i hapjes së të plasurës e cila arrin minimumin e saj (ngarkesa) në momentin e maksimumit të hapjes së të plasurës, dhe më pas fillon e rritet deri sa të arrijë vlerën e konfigurimit të aplikuar në sistemin e provës. Ky zvogëlim i ngarkesës aksiale në anker ndodh për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme dhe progresive të ankerit sapo e platura fillon e hapet, zhvendosje e cila nuk arrin të kompesohet nga presioni i vajit në pistonin hidraulik.

Edhe në këtë grafik vihet re se për një ngarkesë aksiale tërheqëse të aplikuar në anker pothuajse konstante ndodh zhvendosja e ankerave vetëm si rezultat i hapje/mbylljes së të plasurës, për çdo cikël gjatë provës ciklike.

9.4.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave

Në momentin e mbylljes së plasaritjes në ciklin e dhjetë të saj, bëhet shkarkimi i ankerit nga ngarkesa aksiale ($N_c=0$ kN) dhe vlerësohet gjendja dhe zhvendosja e ankerave përgjatë provës ciklike. Mbas përfundimit të provës ciklike dhe vlerësimit që i bëhet gjendjes dhe zhvendosjes së ankerave përgjatë provës ciklike, fillon prova laboratorike për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave të instaluar në betonin e plasaritur.

Provat për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale konsistojnë në aplikimin e një ngarkese tërheqëse aksiale e cila rritet deri në shkatërrim të ankerit.

Në grafikun e mëposhtëm jepet ecuria e aplikimit të ngarkesës aksiale tërheqëse në secilin anker në funksion të zhvendosjes së ankerave nga vrima e instalimit, ngarkesë e cila rritet deri sa ankerat të çedojnë.

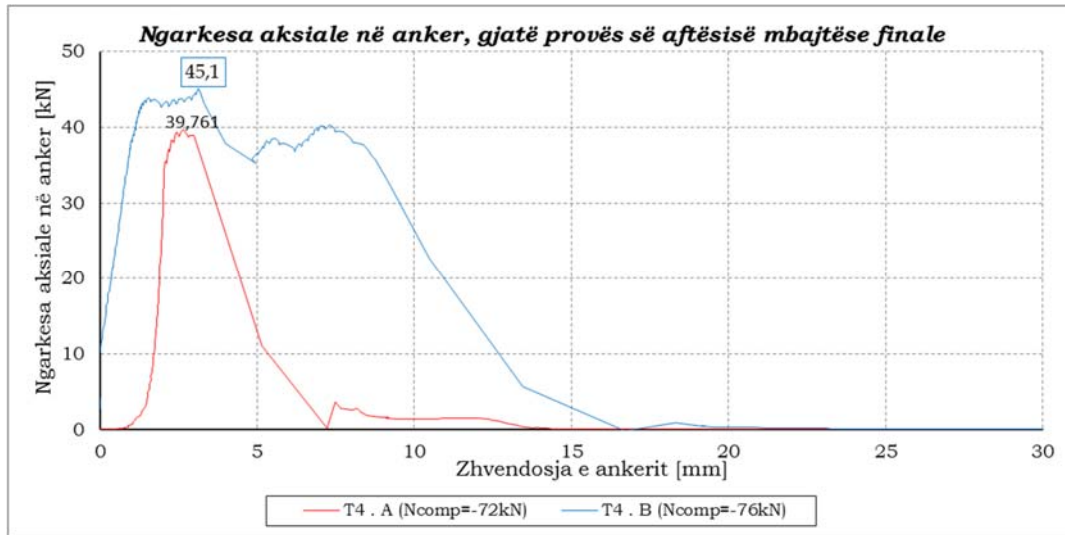


Figura 93: Aftësia mbajtëse finale e ankerave [T4.A; T4.B].

Nga rezultatet e përfituara për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave, pas provës ciklike vihet re që ankerat kanë aftësi mbajtëse të lartë e krahasueshme ose më e madhe se aftësia mbajtëse që jepet në skedën teknike për betonin e plasaritur me hapje të të plasurës konstante të barabartë me $w=0,3\text{mm}$. Vlera e aftësisë mbajtëse finale të ankerave të përfituara nëpërmjet kësaj provë janë të pranueshme.

Në vazhdim jepen imazhe të gjendjes së ankerave në disa momente gjatë realizimit të provës laboratorike.

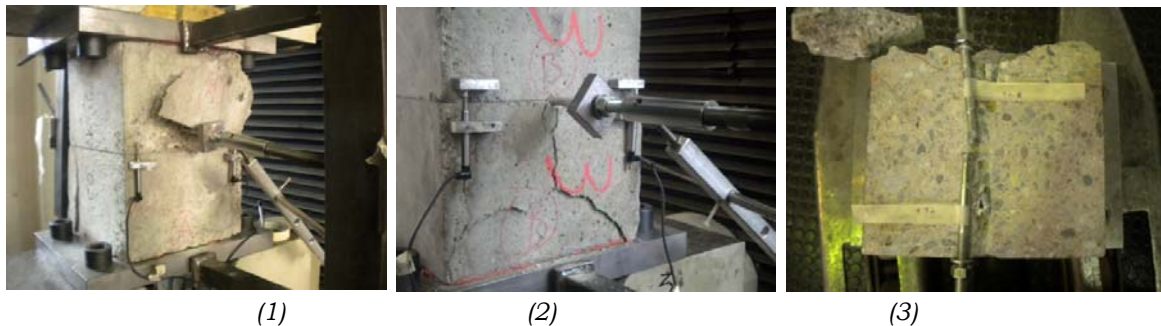


Figura 94: Imazhe të provës së realizuar në kampionin 4.

Nga imazhet e mësipërme vihet re se ankerat kanë çeduar nga formimi i konit në kampionin e betonin.

9.5 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 5

Në kampionin 5, formimi i plasaritjes artificiale është realizuar sikurse u përshkrua në paragrafin 8.4.1, nëpërmjet prerjes mekanike me disk diamanti në të gjithë thellësinë e kampionit duke përfutur dy gjysëm kampione për tu montuar në presën e provës si në figurën 59. Mbas ngjitjes me rezinë në pjastrat e presës të dy gjysëm kampioneve të përfutur nga prerja bëhet mbyllja e plasaritjes duke aplikuar një ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit. Më

tejt procedohet me instalimin e ankerave T5.A dhe T5.B në planin artificial të plasaritjes si dhe instrumentohet sistemi i provës, si në figurën e mëposhtme.

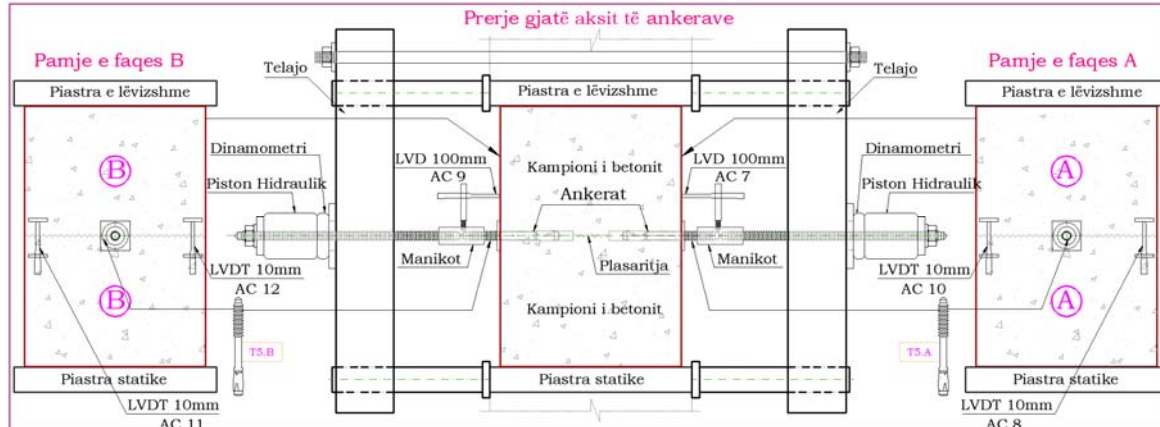


Figura 95: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 5.

9.5.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.

Aplikimi i cikleve (shiko 8.4.3) të hapje/mbylljeve të plasaritjes, konsiston në aplikimin e një spostimi të alternuar në gjysmën e pjesës së sipërme të kampionit të betonit i monitoruar nga tenzometri i presës i konfiguruar në portën In2:Corsa_corto [mm], i cili monitoron spostimin vertikal të pjastrës së sipërme të presës, spostim i cili përkthehet në hapje/mbyllje të planit të plasaritjes në të cilin janë instaluar ankerat e provës.

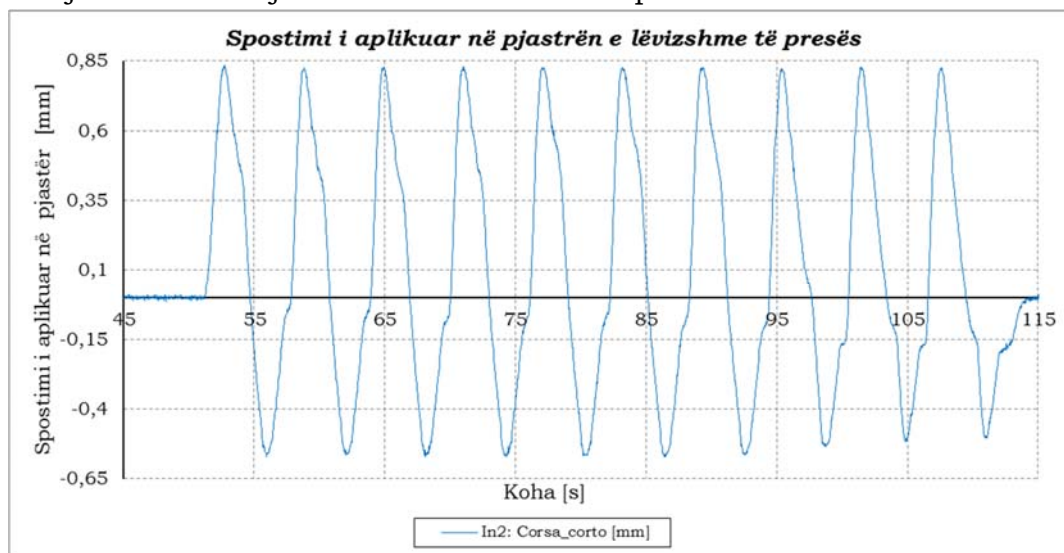


Figura 96: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.

Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës shoqërohet me aplikimin e një ngarkese shtypëse në kampionin e betonit e cila jepet në grafikun e mëposhtëm. Grafiku me ngjyrë të kuqe, i spostuar majtas është ai i forcës shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuar në pjastrën e lëvizshme të presës përpara se të instalohen ankerat

në planin e plasaritjes artificiale. Ndërsa grafiku me ngjyrë blu, tregon forcën shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuara në pjastrën e lëvizshme të presës me ankerë të instaluar në planin e plasaritjes gjatë provës ciklike. Sipërfaqja e krijuar nga ciklet isteresis të ngarkesës së aplikuar në funksion të zhvendosjeve jep energjinë (punën) që nevojitet të kryej presa e provës për mbylljen e plasaritjes si rezultat i pranisë së ankerave të instaluar në planin e kësaj plasaritje, madje në disa pjesë të tij edhe duke plasticizuar këmishën e ankerit dhe betonin përreth saj. Pika A është momenti i përfundimit të montimit të ankerit dhe fillimi i cikleve të hapje/mbylljes së plasaritjes artificiale. Ngarkesa që lexohet nga dinamometri i presës së provës dhe spostimi shoqërues i saj ekzistojnë si rezultat i instalimit të ankerave në planin e plasaritjes.

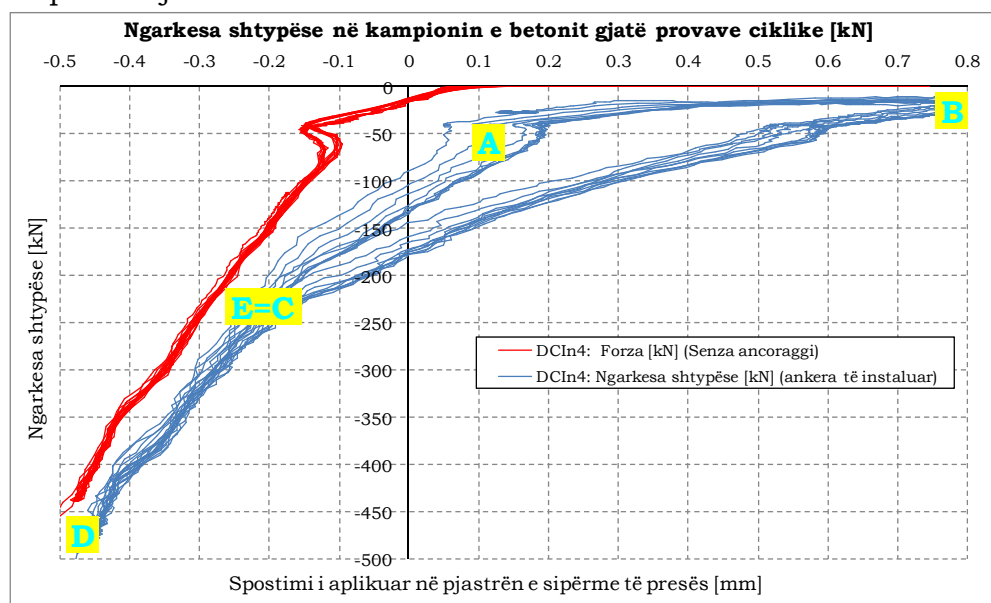


Figura 97: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankerë të instaluar në planin e plasaritjes.

Pika B është momenti i hapjes maksimale të plasaritjes. Pika C është momenti i mbylljes maksimale të plasaritjes, pra dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale sapo kanë arritur të kenë kontakt me njëra-tjetrën. Pika D është momenti i plotësimit të kushtit të vendosur në konfigurimin e sistemit të provës ciklike (shiko 8.4.3) për mbylljen e plasaritjes, ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit e barabartë me 480 kN (sforcimet shtypëse në beton sa rreth 15 % e rezistencës në shtypje të betonit të përdorur për pregatitjen e kampionëve të betonit). Pika E është momenti i fundit në të cilin dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale janë në kontakt me njëra-tjetrën.

Është rikonfiguruar sistemi i provës në mënyrë që në fund të ciklit të dhjetë hapja e të plasurës të jetë e njëjtë me atë të shkaktuar nga instalimi i ankerave. Ky rikonfigurim është kryer për të eliminuar ngarkesën shtypëse në kampion e betonit, e cila ndikon në aftësinë mbajtëse finale të ankerave. Gjatë provës ciklike ankerat instalohen në planin e një plasaritje me madhësi të

ndryshueshme, dhe njëkohësisht i nënshtrohen një ngarkese konstante tërheqëse, ecuria e të cilës jepet më poshtë.

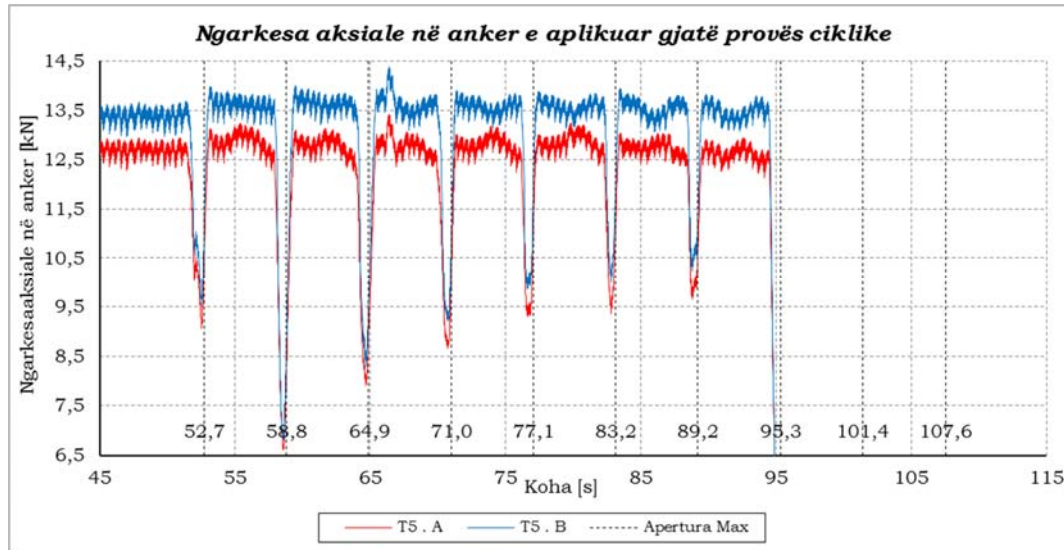


Figura 98: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordnatave, të shoqëruara me momentin kohor përkatës janë dhënë hapjet e të plasurës maksimale. Nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante në anker vërehet zvogëlim i ngarkesës me rreth (1÷3) kN në maksimumin e hapjes së të plasurave, si rezultat i rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike nga zhvendosja e menjëhershme e ankerit. Nga kjo anomali do të kemi zhvendosje më të vogël të ankerave dhe aftësi mbajtëse më të madhe se në rastin e aplikimit të një ngarkese konstante përgjatë të gjithë provës. Prova ciklike përfundon në hapjen maksimale të ciklit të tetë sepse ankeri T5.B ka çeduar, pra mbetet për tu vlerësuar aftësia mbajtëse finale mbas provës ciklike vetëm për ankerin T5.A.

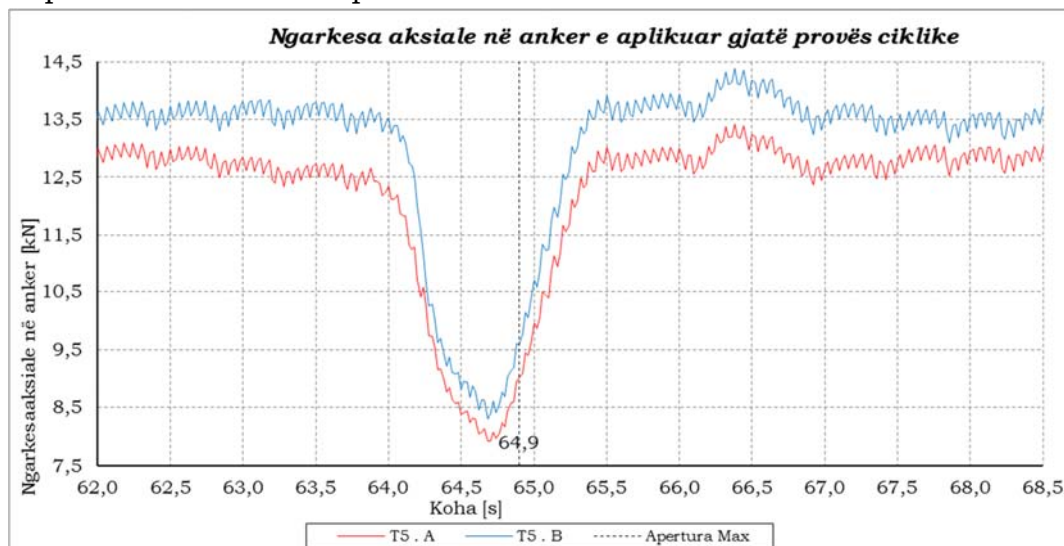


Figura 99: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Në grafikun e mëspërm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e ngarkesës tërheqëse të aplikuar në ankerë gjatë një cikli të provës ciklike.

Në këtë grafik vihet re se ngarkesa e aplikuar në ankerë, fillon të zvogëlohet me fillimin e hapjes së plasaritjes, dhe ky zvogëlim ndalon shumë më shpejt se hapja të arrijë maksimumin.

9.5.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike

Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës artificiale e monitoruar nga tenzometrat LVDT HBM me hap 10 mm, konfiguruar në centralin e presës, përkatësisht në portën AC8 dhe AC10 për faqen A të kampionit dhe AC11 dhe AC12 për faqen B të tij, të cilët janë montuar në të dy anët e planit të plasaritjes. Hapje/mbyllja e plasaritjes varion për dhjetë cikle nga (0÷800) μm .

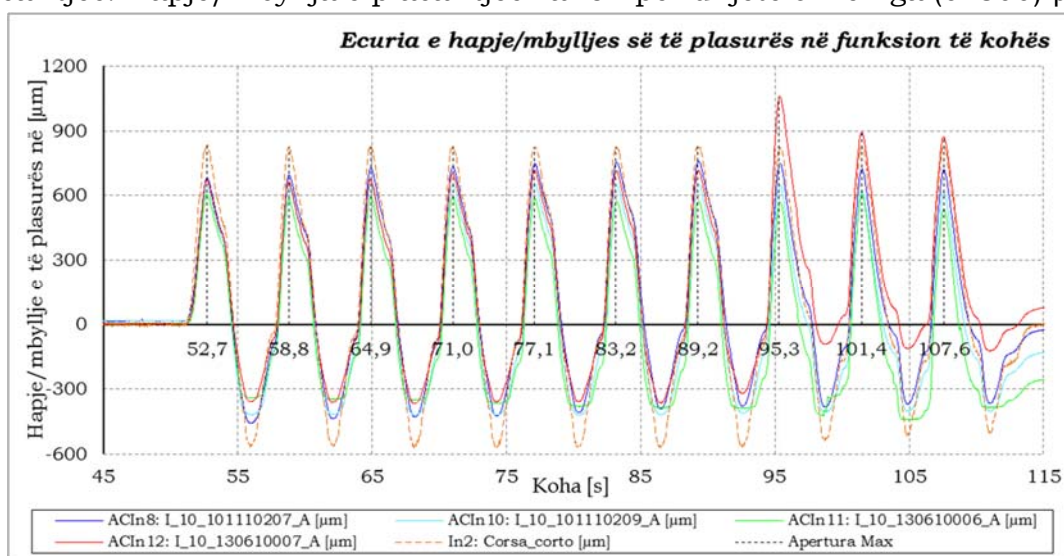


Figura 100: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.

Në grafikun e mësipërm vërehet që vlerat minimale dhe maksimale të hapjes së plasaritjes si dhe ecuria e hapje/mbylljes së plasaritjes e monitoruar nga katër tenzometrat LVDT HBM prej 10 mm janë sipas vlerave dhe ecurisë të kërkuara në konfigurimin e sistemit të provës. Sikur edhe të ngarkesa tërheqëse aksiale, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Sikurse vërehet është rikonfiguruar sistemi i provës në mënyrë të tillë që në fund të ciklit të dhjetë hapja e të plasurës të jetë me vlerë pozitive, pra të kthehet rreth pozicionit që ka hapja e të plasurës në momentin e montimit të ankerave në vrimën e instalimit. Ky rikonfigurim është kryer për të eliminuar problematikën që rezultoi te kampionin 3 me aftësinë mbajtëse finale të ankerave si rezultat i pranisë së ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit.

Përpara fillimit të provës ciklike presa e provës dha defekt teknik. Për këtë arsye kampioni i betonit u zmontua së bashku me piastrat metalike në të cilat është ngjitur me rezinë dhe u rimontua mbas riparimit të presës së provës. Ky

veprim u shoqërua me vështirësi për rimontimit e dy gjysëm kampioneve duke mos lejuar puthitjen e plotë të tyre si rezultat i së cilës plasaritja artificiale në të cilën do të montohen ankerat ka një vlerë fillestare të hapjes së të plasurës që përpara instalimit të ankerave.

Vihet re që gjatë provës ciklike tenzometri LVDT HBM prej 10 mm AC12, nga një farë casti e në vijim, lexon vlera shumë të ndryshme në krahasim me tenzometrat e tjerë. Kjo gjë ndodh sepse, në vazhdimësi të çedimit të ankerit T5.B, plasaritja e betonit si rezultat i formimit të konit në beton ka shkaktuar një shkëputje të pjesshme të bazamentit në të cilën ishte montuar ky tenzometër.

Vihet re gjithashtu se vlerat ekstreme dhe ecuria e hapjes së të plasurës e monitoruar nga katër tenzometrat LVDT HBM prej 10 mm nuk janë të njëjta, dhe në ndryshim me provat e kryera me kampionin tre dhe kampionin katër në mbyllje të plasaritjes maten vlera shumë më të larta, kjo sepse kampioni pesë u zmontua dhe rimontua për shkak të defektit teknik të presës së provës.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli të provës ciklike.

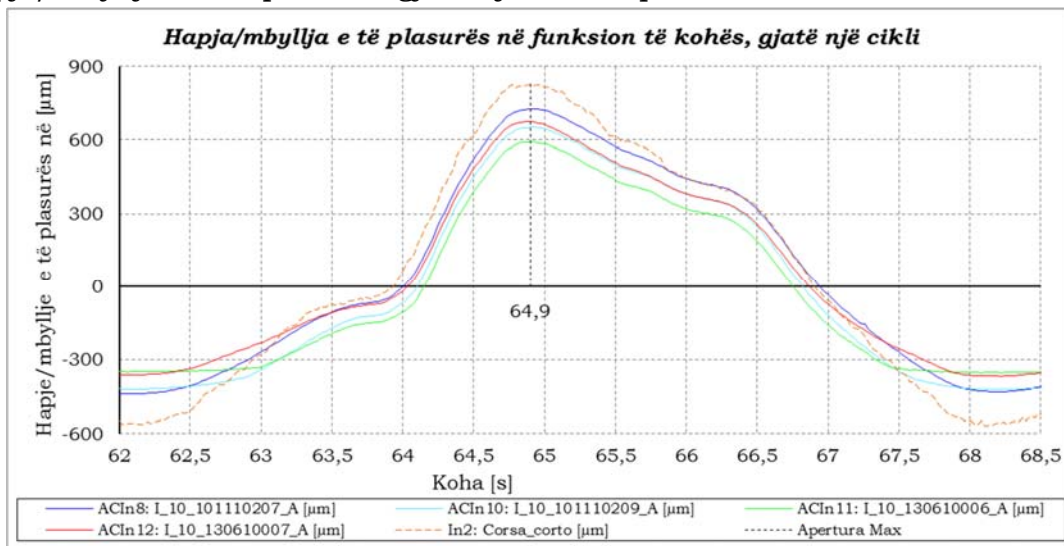


Figura 101: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli të provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës

Në grafikun e mësipërm vërehet që momenti i fillimit të hapjes së të plasurës e monitoruar nga tenzometrat është e ndikuar nga prania e ankerave ashtu sikurse është edhe momenti i fillimit të mbylljes së të plasurës. Pra sa herë që hapja e të plasurës duhet të ndryshojë drejtim (nga hapja në mbyllje dhe anasjelltas), ajo duhet të përballet me praninë e ankerave në planin e plasaritjes të cilët ripozicionohen në vrimën e instalimit si rezultat i zhvendosjes gjatë dhe mbas çdo cikli.

Në vazhdim jepet, ecuria e zhvendosjes së secilit anker gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT me hap 100 mm, konfiguruar përkatësisht në portën AC7 dhe AC9 të centralit të presës së provës. Vihet re dukuria e zhvendosjes së ankerave shkallë-shkallë, kjo si

rezultat i ndryshimit të madhësisë së hapjes së të plasurës, në planin e të cilës janë montuar ankerat, gjatë provës ciklike.

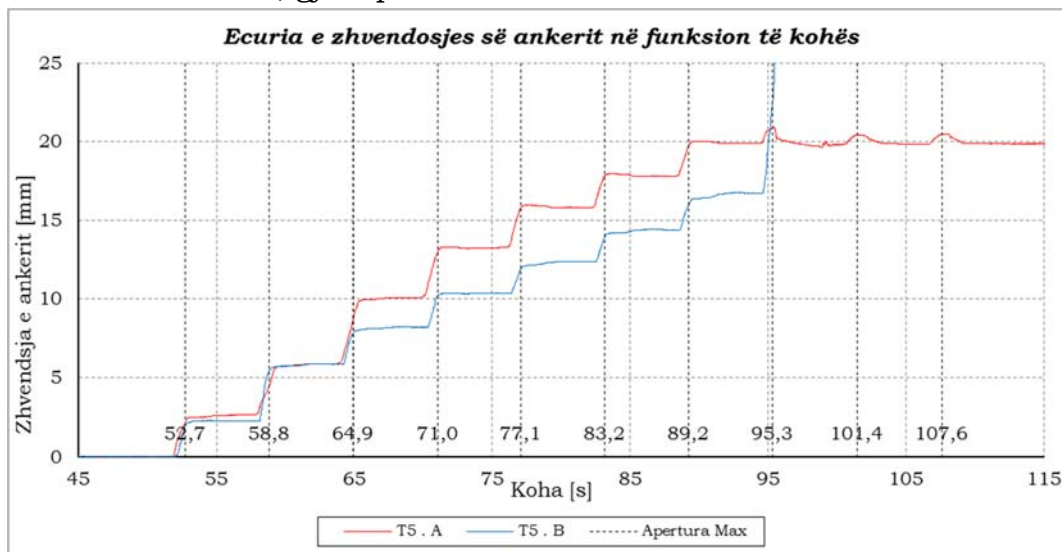


Figura 102: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Në ndryshim nga provat e tjera vihet re një zhvendosje e ankerave pothuajse dy herë më e madhe në çdo cikël por edhe në total, dhe kjo është një anomali e ndodhur si “rezultat” i zmontimit dhe rimontimit të kampionit nga makina e provës. Sikurse edhe në grafikët parardhës, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Pra ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës por të ndryshme dhe të ndryshueshme edhe gjatë cikleve që zhvillohen në provën ciklike. Gjatë aplikimit të një cikli hapje/mbyllje, ankeri pëson zhvendosje më të madhe dhe për kohë më të shkurtër gjatë procesit të hapjes së plasaritjes duke u ripozicionuar në vrimën e montimit në beton, dhe stabilizohet duke shkuar drejt zeros gjatë procesit të mbylljes së plasaritjes. Gjithashtu ankeri ka zhvendosje gjithmonë e më të vogël duke kaluar nga një cikël hapje/mbyllje të të plasurës te cikli pasardhës. Në këtë provë janë kryer vetëm tetë cikle sepse sikurse është nënvizuar edhe më sipër ankeri T5.B ka çeduar ndërmjet ciklit të shtatë e të tetë.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikli të hapje/mbylljes së të plasurës.

Vihtet re që pjerrësia e kurbës së rrëshqitjes së secilit anker ndryshon me fillimin e hapjes dhe mbylljes së plasaritjes, pra sapo këmisha metalike e ankerit humbet kontaktin me sipërfaqen e vrimës së instalimit ankeri pëson një zhvendosje të menjëhershme, e cila stabilizohet sapo këmisha të rifitojë kontaktin me vrimën e instalimit dhe shkon drejt një stabilizimi. Sikurse u nënvizua edhe te grafiku parardhës, ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës.

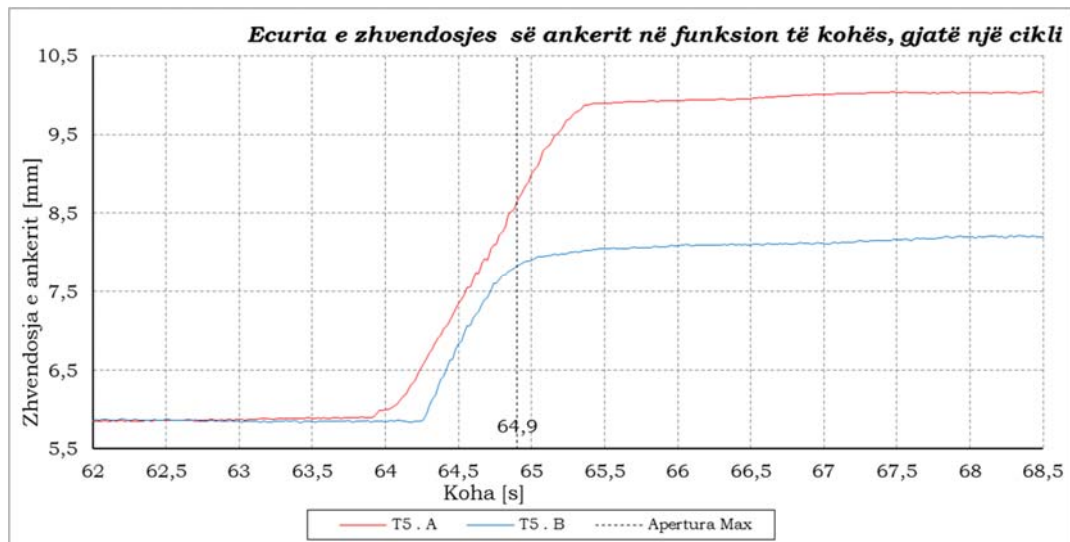


Figura 103: Ecuria e zhvendosjes së ankera gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Zhvendosja e ankerit është e vogël deri në momentin që zvogëlohet në mënyrë të theksuar kontakti i këmishës së ankerit me vrimën e instalimit. Edhe pse sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale humbasin kontaktin me njëra-tjetrën (plasaritja është e hapur rreth $300\div400\ \mu\text{m}$) madhësia dhe shpejtësia me të cilën ankeri rrëshqet nga vrima e instalimit është shumë e vogël gati zero, situatë e cila rikthehet sapo plasaritja fillon të mbyllet. Ndërkohë që për hapje të plasaritjes nga $(300\div800)\ \mu\text{m}$ madhësia dhe shpejtësia e zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit është shumë e madhe.

Ne grafikun e mëposhtëm jepet zhvendosja e ankerave në funksion të ngarkesës aksiale tërheqës të aplikuar në ankera gjatë provës ciklike.

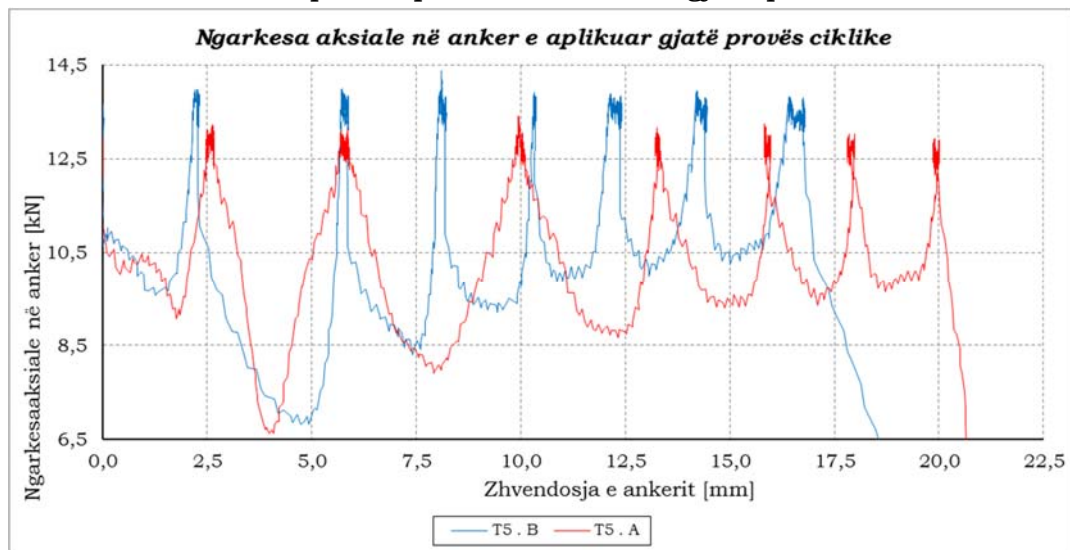


Figura 104: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankera.

Sikurse është nënvizuar edhe më parë, nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në secilin anker

vërehet zvogëlimi i ngarkesës duke filluar nga momenti i hapjes së të plasurës e cila arrin minimumin e saj (ngarkesa) në momentin e maksimumit të hapjes së të plasurës, dhe më pas fillon e rritet deri sa të arrijë vlerën e konfigurimit të aplikuar në sistemin e provës. Ky zvogëlim i ngarkesës aksiale në anker ndodh për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme dhe progresive të ankerit sapo e plasura fillon e hapet, zhvendosje e cila nuk arrin të kompesohet nga presioni i vajit në pistonin hidraulik.

Edhe në këtë grafik vihet re se për një ngarkesë aksiale tërheqëse të aplikuar në anker pothuajse konstante ndodh zhvendosja e ankerave vetëm si rezultat i hapje/mbylljes së të plasurës, për çdo cikël gjatë provës ciklike.

Në ndryshim nga provat e tjera vihet re një zhvendosje e ankerave më e madhe për çdo cikël por edhe në total, kjo është një anomali e ndodhur si “rezultat” i zmontimit dhe rimontimit të kampionit nga presa e provës, sikurse është përshkruar edhe në paragrafët parardhës.

9.5.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave

Në momentin e mbylljes së plasaritjes në ciklin e tetë të saj, bëhet shkarkimi i ankerit nga ngarkesa aksiale ($N_c=0$ kN) dhe vlerësohet gjendja dhe zhvendosja e ankerave përgjatë provës ciklike. Gjatë provës ciklike ankeri T5.B ka çeduar, pra ngelet për të vlerësuar aftësinë mbajtëse finale vetëm për ankerin T5.A. Mbas përfundimit të provës ciklike dhe vlerësimit që i bëhet gjendjes dhe zhvendosjes së ankerave përgjatë provës ciklike, fillon prova laboratorike për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave të instaluar në betonin e plasaritur.

Provat për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale konsistojnë në aplikimin e një ngarkese tërheqëse aksiale e cila rritet deri në shkatërrim të ankerit.

Në grafikun e mëposhtëm jepet ecuria e aplikimit të ngarkesës aksiale tërheqëse në ankerin T5.A në funksion të zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit, ngarkesë e cila rritet deri sa ankeri të çedojë.

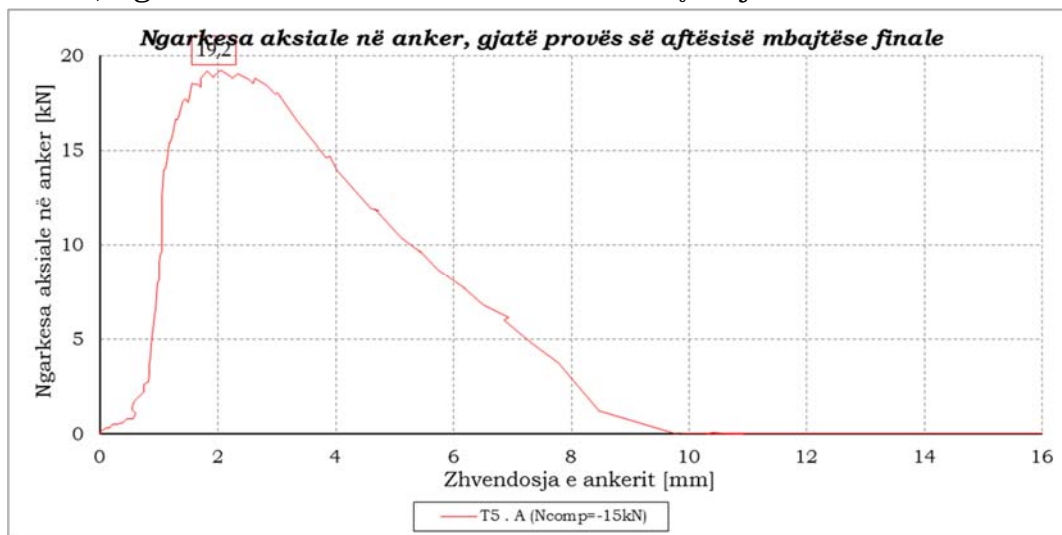


Figura 105: Aftësia mbajtëse finale e ankerit [T5.A].

Nga rezultatet e përfituara për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerit, pas provës ciklike vihet re që ankeri T5.A ka aftësi mbajtëse të vogël krahasuar me provat e tjera por edhe me aftësinë mbajtëse që jepet në skedën teknike për betonin e plasaritur me hapje të të plasurës konstante të barabartë me $w=0,3\text{mm}$. Aftësia mbajtëse finale e ankerit T5.A rezulton e vogël edhe për shkak të zmontimit dhe rimontimit të kampionit nga presa e provës.

Në vazhdim jepen imazhe të gjendjes së ankerave në disa momente gjatë realizimit të provës laboratorike.

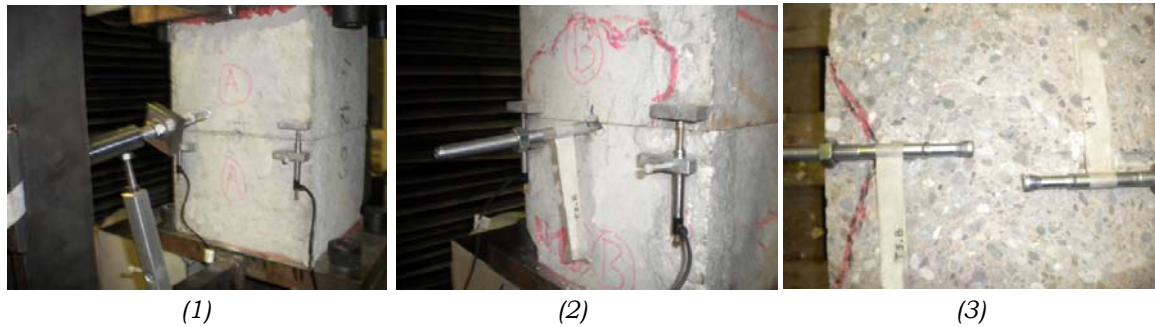


Figura 106: Imazhe të provës së realizuar në kampionin 5.

Nga imazhet e mësipërme vihet re se ankeri T5.A ka çeduar nga zhvendosja vetëm e shufrës së ankerave (pull-through), gjatë provës për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerit. Ankeri T5.B ka çeduar nga formimi i konit në kampionin e betonit, gjatë provës ciklike, ndërmjet ciklit të shtatë dhe të tetë të saj.

9.6 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 6

Në kampionin 6, formimi i plasaritjes artificiale është realizuar sikurse u përshkrua në paragrafin 8.4.1, nëpërmjet prerjes mekanike me disk diamanti në të gjithë thellësinë e kampionit duke përfituar dy gjysëm kandidate për tu montuar në presën e provës si në *Figurën 59*. Mbas ngjitjes me rezinë në pjastrat e presës të dy gjysëm kandidateve të përfituar nga prerja bëhet mbyllja e plasaritjes duke aplikuar një ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit. Më tej procedohet me instalimin e ankerave T6.A dhe T6.B në planin artificial të plasaritjes si dhe instrumentohet sistemi i provës, sikurse tregohet në *figurën e mëposhtme*.

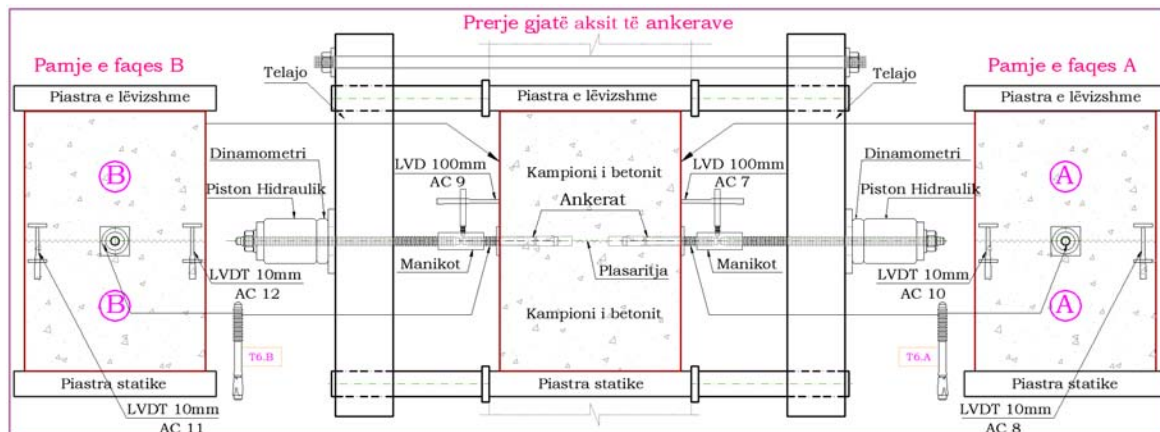


Figura 107: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 6.

9.6.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.

Aplikimi i cikleve (shiko 8.4.3) të hapje/mbylljeve të plasaritjes, konsiston në aplikimin e një spostimi të alternuar në gjysmën e pjesës së sipërme të kampionit të betonit i monitoruar nga tenzometri i presës i konfiguruar në portën In2:Corsa_corto [mm], i cili monitoron spostimin vertikal të pjastrës së sipërme të presës, spostim i cili përkthehet në hapje/mbyllje të planit të plasaritjes në të cilin janë instaluar ankerat e provës.

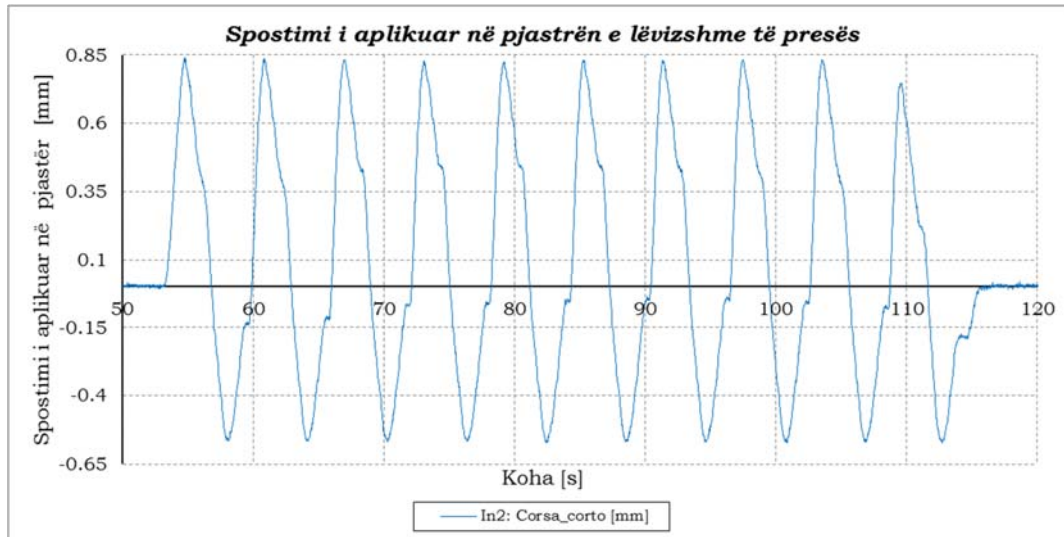


Figura 108: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.

Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës shoqërohet me aplikimin e një ngarkese shtypëse në kampionin e betonit e cila jepet në grafikun e mëposhtëm. Grafiku me ngjyrë të kuqe, i spostuar majtas është ai i forcës shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuara në pjastrën e lëvizshme të presës përpara se të instalohen ankerat në planin e plasaritjes artificiale. Ndërsa grafiku me ngjyrë blu, tregon forcën shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuara në pjastrën e lëvizshme të presës me ankera të instaluar në planin e plasaritjes gjatë provës ciklike. Sipërfaqja e krijuar nga ciklet isteresis të ngarkesës së aplikuar në funksion të zhvendosjeve jep energjinë (punën) që nevojitet të kryej presa e provës për mbylljen e plasaritjes si rezultat i pranisë së ankerave të instaluar në planin e kësaj plasaritje, madje në disa pjesë të tij edhe duke plasticizuar këmbishën e ankerit dhe betonin përreth saj. Pika A është momenti i përfundimit të montimit të ankerit dhe fillimi i cikleve të hapje/mbylljes së plasaritjes artificiale. Ngarkesa që lexohet nga dinamometri i presës së provës dhe spostimi shoqërues i saj ekzistojnë si rezultat i futjes së ankerave në vrimat e realizuara në planin e plasaritjes dhe i aplikimit të momentit përdredhës në secilin anker për instalimin e tyre.

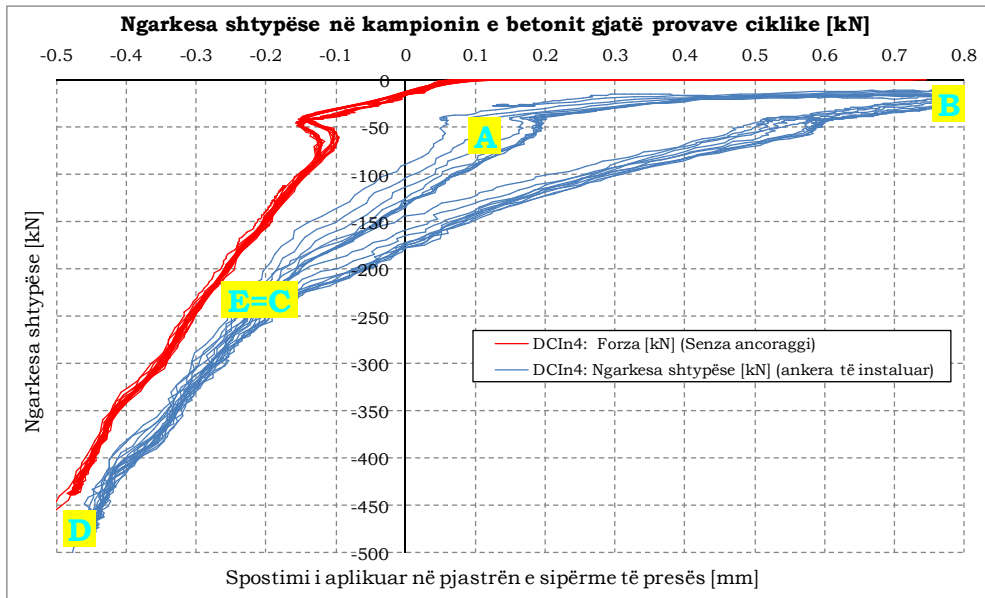


Figura 109: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankerat të instaluar në planin e plasaritjes.

Pika B është momenti i hapjes maksimale të plasaritjes. Pika C është momenti i mbylljes maksimale të plasaritjes, pra dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale sapo kanë arritur të kenë kontakt me njëra-tjetrën. Pika D është momenti i plotësimit të kushtit të vendosur në konfigurimin e sistemit të provës ciklike (shiko 8.4.3) për mbylljen e plasaritjes, ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit e barabartë me 480 kN (sforcimet shtypëse në beton sa rreth 15 % e rezistencës në shtypje të betonit të përdorur për përgatitjen e kampioneve të betonit). Pika E është momenti i fundit në të cilin dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale janë në kontakt me njëra-tjetrën.

Është rikonfiguruar sistemi i provës në mënyrë të tillë që në fund të ciklit të dhjetë ngarkesa shtypëse e aplikuar nga presa e provës në kampionin e betonit të jetë më e vogël se 100 kN, duke kthyer hapjen e të plasurës në momentin e përfundimit të montimit të ankerave në vrimën e instalimit. Ky rikonfigurim është kryer për të eliminuar problematikën që rezultoi të kampionin 3 me aftësinë mbajtëse finale të ankerave si rezultat i pranisë së ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit.

Gjatë provës ciklike ankerat instalohen në planin e një plasaritje me madhësi që ndryshon në kohë dhe njëkohësisht që i nënshtrohen një ngakrese konstante tërheqëse, ecuria e të cilës jepet më poshtë. Me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në secilin anker vërehet një zvogëlim i kësaj ngarkese me rreth (1÷3) kN në momentet e maksimumit të hapjes së të plasurave, kjo për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme të ankerit.

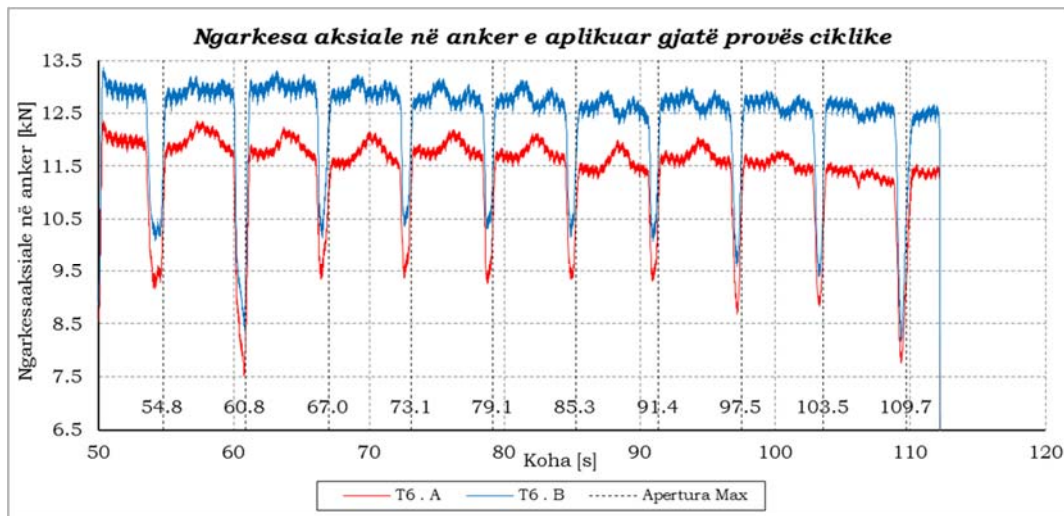


Figura 110: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Kjo është një anomali që ndikon negativisht në zhvendosjen totale të ankerave në fund të provave ciklike rrjedhimisht edhe në aftësinë mbajtëse finale të ankerave, pra do të kemi zhvendosje më të vogël të ankerave dhe aftësi mbajtëse më të madhe se në rastin e aplikimit të një ngarkese konstante përgjatë të gjithë provës.

Ankeri T6.A çedon mbas përfundimit të ciklit të dhjetë, pra mbetet për tu vlerësuar aftësia mbajtëse finale mbas provës ciklike vetëm për ankerin T6.B.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e ngarkesës tërheqëse të aplikuar në ankera gjatë një cikli të provës ciklike.

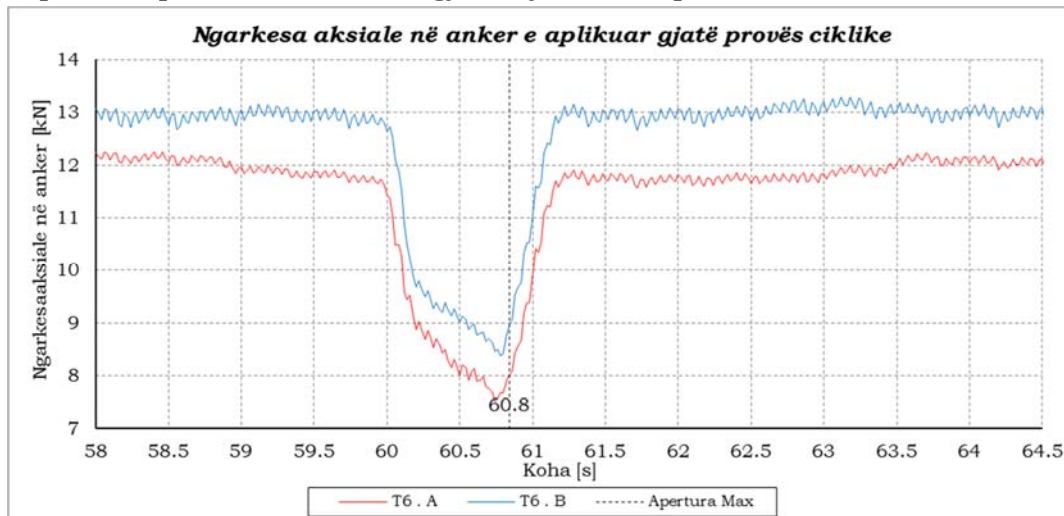


Figura 111: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli të provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Në këtë grafik mund të vihet re se ngarkesa e aplikuar në ankera, fillon të zvogëlohet me fillimin e hapjes së plasaritjes, dhe ky zvogëlim ndalon shumë më shpejt se hapja të arrijë maksimumin.

9.6.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike

Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës artificiale e monitoruar nga tenzometrat LVDT HBM me hap 10 mm, konfiguruar në centralin e presës, përkatësisht në portën AC8 dhe AC10 për faqen A të kampionit dhe AC11 dhe AC12 për faqen B të tij, të cilët janë montuar në të dy anët e planit të plasaritjes. Hapje/mbyllja e plasaritjes varion për dhjetë cikle nga 0 μm deri në 800 μm , përgjatë çdo cikli.

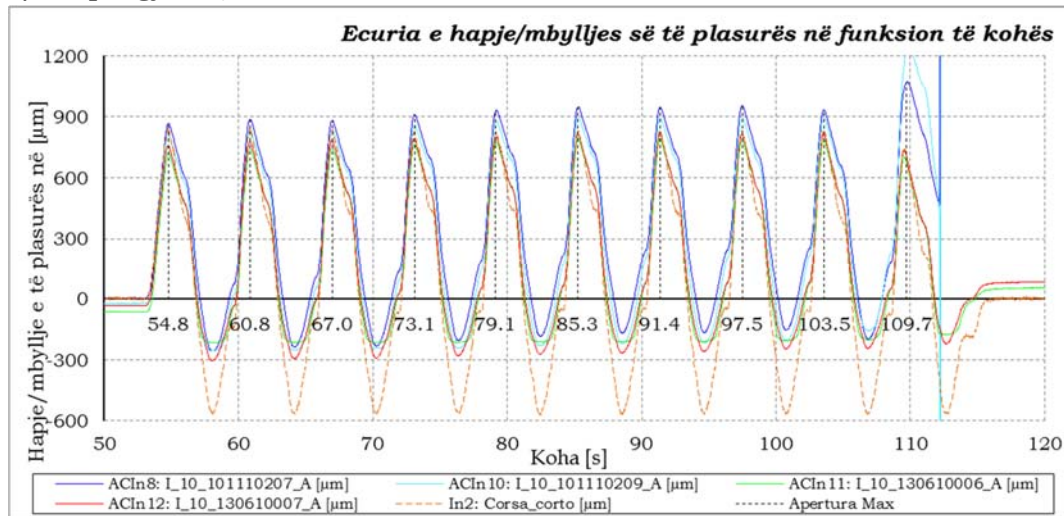


Figura 112: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.

Në grafikun e mësipërm vërehet që gjatë provës ciklike tenzometrat LVDT HBM prej 10 mm AC8 dhe AC10 të montuar në faqen A të kampionit, në ciklet e fundit lexojnë vlera më të mëdha se tenzometrat LVDT HBM prej 10 mm AC11 dhe AC12 të montuar në faqen B të kampionit. Kjo ndodh sepse, çedimi i ankerit T6.A si rezultat i formit të konit të shkatërrimit në beton (gjysmë kampioni i poshtëm) gjatë provës ciklike, duke u zhvilluar për çdo cikël hapje/mbyllje të të plasurës krijon shkëputje të bazamenteve të montimit të këtyre tenzometrave, rrjedhimisht leximi në këta tenzometra nuk është i ndikuar nga kjo situatë.

Në grafikun e mësipërm vërehet që vlerat minimale dhe maksimale të hapjes së plasaritjes si dhe ecuria e hapje/mbylljes së plasaritjes e monitoruar nga katër tenzometrat LVDT HBM prej 10 mm nuk janë të njëjta. Tenzometrat që monitorojnë hapjen e të plasurës në faqen A të kampionit (AC8 dhe AC10), lexojnë vlera më të mëdha, që do të thotë se gjatë instalimit të ankerave hapja e të plasurës në faqen A është gjeneruar më e madhe se ajo e faqes B.

Me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordnatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet e hapjes së të plasurës maksimale. Është rikonfiguruar sistemi i proves, që në fund të ciklit të dhjetë hapja e të plasurës të kthehet rreth pozicionit që ka hapja e të plasurës në momentin e montimit të ankerave në vrimën e instalimit.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli të provës ciklike.

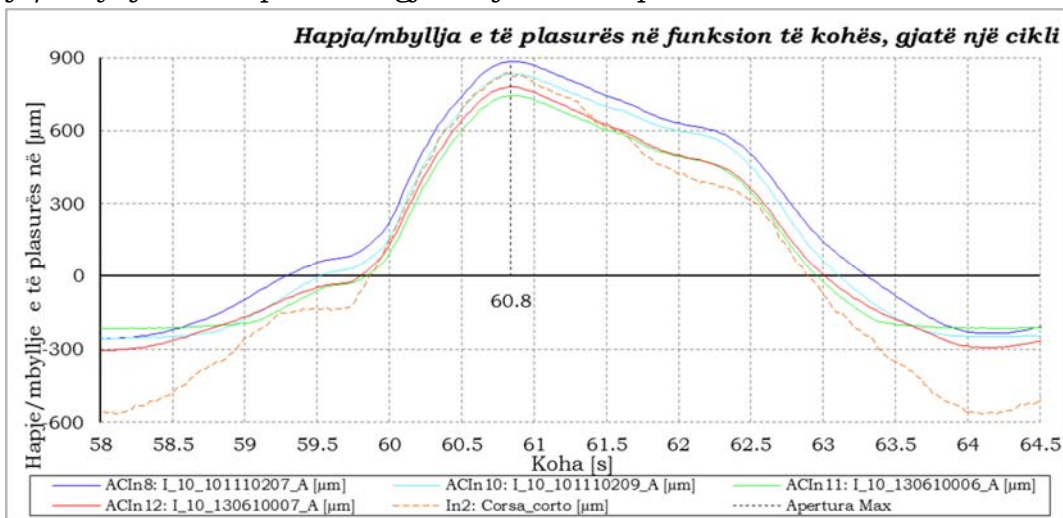


Figura 113: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli të provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës

Në grafikun e mësipër vërehet që momenti i fillimit të hapjes së të plasurës e monitoruar nga tenzometrat është e ndikuar nga prania e ankerave ashtu sikurse është edhe momenti i fillimit të mbylljes së të plasurës. Pra sa herë që hapja e të plasurës duhet të ndryshojë drejtim (nga hapja në mbyllje dhe anasjelltas), ajo duhet të përballet me praninë e ankerave në planin e plasaritjes të cilët ripozicionohen në vrimën e instalimit si rezultat i zhvendosjes gjatë dhe mbas çdo cikli. Vërehet gjithashtu se tenzometrat që monitorojnë hapjen e të plasurës në faqen A të kampionit (AC8 dhe AC10), lexojnë vlera më të mëdha se ato të faqes B (AC11 dhe AC12).

Në vazhdim jepet, ecuria e zhvendosjes së secilit anker gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT me hap 100 mm, konfiguruar përkatësisht në portën AC7 dhe AC9 të centralit të presës së provës.

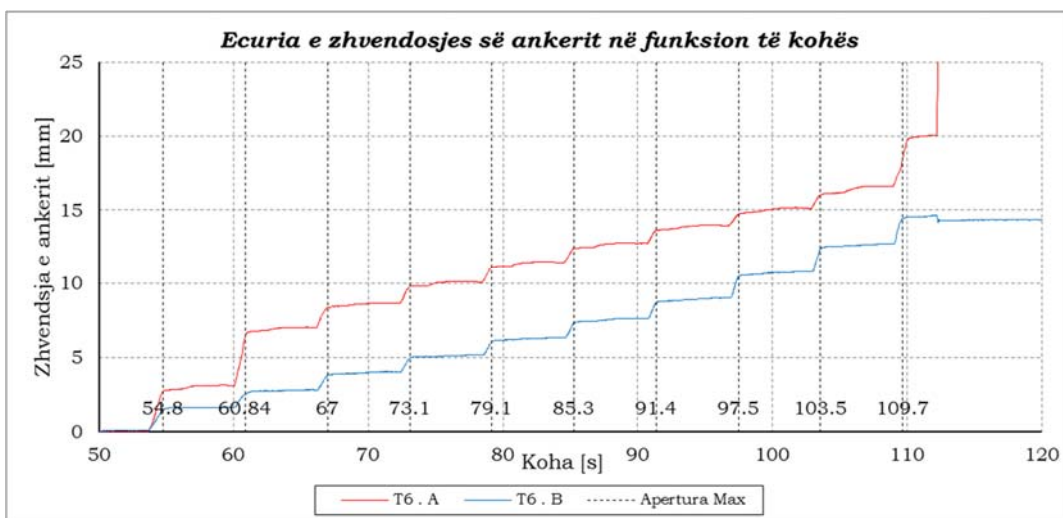


Figura 114: Ecuria e zhvendosjes së ankerit gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Vihet re dukuria e zhvendosjes së ankerave shkallë-shkallë, kjo si rezultat i ndryshimit të madhësisë së hapjes së të plasurës, në planin e të cilës janë montuar ankerat, gjatë provës ciklike. Sikur edhe në grafikët e mësipërm, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Pra ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës por të ndryshme dhe të ndryshueshme edhe gjatë cikleve që zhvillohen në provën ciklike. Gjatë aplikimit të një cikli hapje/mbyllje, ankeri pëson zhvendosje më të madhe dhe për kohë më të shkurtër gjatë procesit të hapjes së plasaritjes duke u ripozicionuar në vrimën e montimit në beton, dhe stabilizohet duke shkuar drejt zeros gjatë procesit të mbylljes së plasaritjes. Gjithashtu ankeri ka zhvendosje gjithmonë e më të vogël duke kaluar nga një cikël hapje/mbyllje të të plasurës te cikli pasardhës.

Vëzhgimi i bërë gjatë monitorimit të hapje/mbylljes së të plasurës në të cilën nënvizuam se hapja e të plasurës në faqen A të kampionit është më e madhe se hapja e të plasurës në faqen B, rrjedhimisht ankeri i instaluar në faqen A (T6.A) rezulton të rrëshqasë më shumë gjatë provës ciklike, e cila konfirmohet edhe nga grafiku i mësipërm.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikli të hapje/mbylljes së të plasurës.

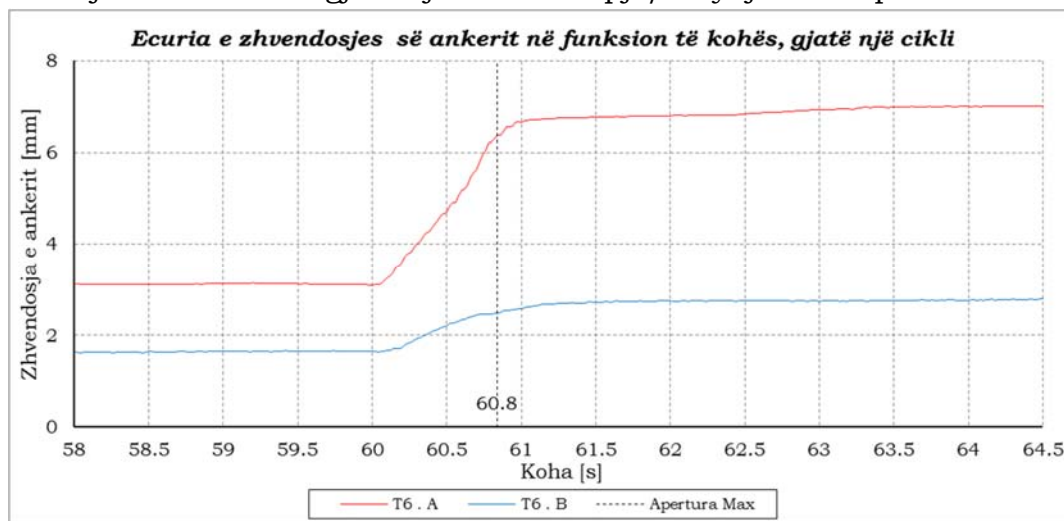


Figura 115: Ecuria e zhvendosjes së ankera gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Në grafikun e mësipërm vihet re që pjerrësia e kurbës së rrëshqitjes së secilit anker ndryshon me fillimin e hapjes dhe mbylljes së plasaritjes, pra sapo këmisha metalike e ankerit humbet kontaktin me sipërfaqen e vrimës së instalimit ankeri pëson një zhvendosje të menjëhershme, e cila stabilizohet sapo këmisha të rifitojë kontaktin me vrimën e instalimit dhe shkon drejt një stabilizimi.

Sikurse u nënvizua edhe te grafiku parardhës, ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton më shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme

gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës. Zhvendosja e ankerit është e vogël deri në momentin që zvogëlohet në mënyrë të theksuar kontakti i këmishës së ankerit me vrimën e instalimit. Edhe pse sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale humbasin kontaktin me njëra-tjetrën (plasaritja është e hapur rreth $300\div400\text{ }\mu\text{m}$) madhësia dhe shpejtësia me të cilën ankeri rrëshqet nga vrima e instalimit është shumë e vogël gati zero, situatë e cila rikthehet sapo plasaritja fillon të mbyllet. Ndërkohë që për hapje të plasaritjes nga $(300\div800)\text{ }\mu\text{m}$ madhësia dhe shpejtësia e zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit është shumë e madhe. Edhe në këtë grafik konfirmohet fakti i zhvendosjes më të madhe që pëson ankeri T6.A, si rezultat i instalimit në faqen me hapje më të madhe të të plasurës gjatë provës ciklike.

Në grafikun e mëposhtëm jepet zhvendosja e ankerave në funksion të ngarkesës aksiale tërheqëse të aplikuar në ankera gjatë provës ciklike.

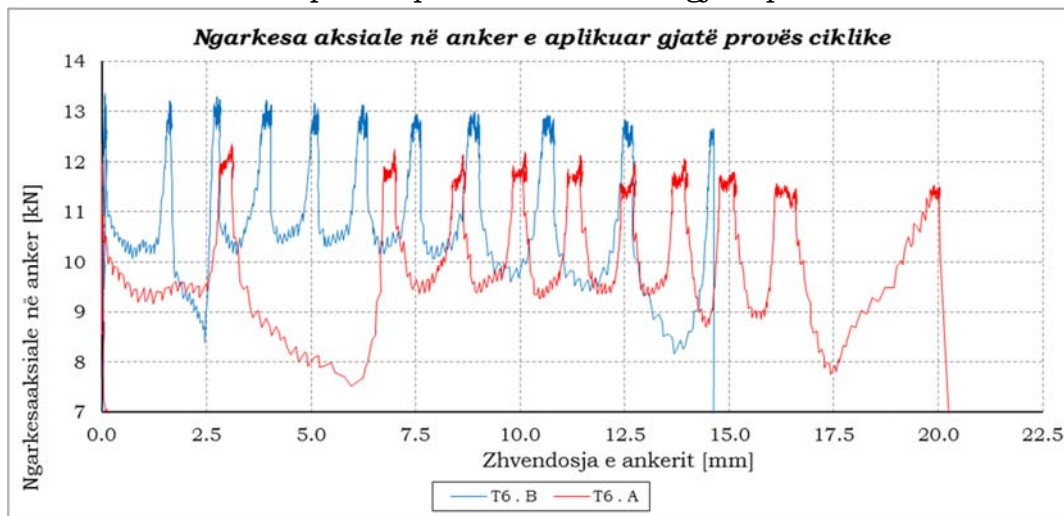


Figura 116: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankera.

Sikurse është nënvizuar edhe më parë, nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në seicilin anker vërehet zvogëlimi i ngarkesës duke filluar nga momenti i hapjes së të plasurës e cila arrin minimumin e saj (ngarkesa) në momentin e maksimumit të hapjes së të plasurës, dhe më pas fillon e rritet deri sa të arrijë vlerën e konfigurimit të aplikuar në sistemin e provës. Ky zvogëlim i ngarkesës aksiale në anker ndodh për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme dhe progresive të ankerit sapo e plasura fillon e hapet, zhvendosje e cila nuk arrin të kompesohet nga presioni i vajit në pistonin hidraulik.

Edhe në këtë grafik vihet re se për një ngarkesë aksiale tërheqëse të aplikuar në anker pothuajse konstante ndodh zhvendosja e ankerave vetëm si rezultat i hapje/mbylljes së të plasurës, për çdo cikël gjatë provës ciklike.

Vihet re gjithashtu se gjatë provës ciklike ankeri T6.A në ciklin e dytë dhe të fundit rrëshqet më shumë se në ciklet e tjera, zhvendosje e cila ul më tepër vlerën e ngarkesës tërheqëse të aplikuar në anker, si rezultat i rënies së menjëhershme të presioni të vajit në pistonin hidraulik.

9.6.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave

Në momentin e mbylljes së plasaritjes në ciklin e dhjetë të saj, bëhet shkarkimi i ankerit nga ngarkesa aksiale ($N_c=0$ kN) dhe vlerësohet gjendja dhe zhvendosja e ankerave përgjatë provës ciklike. Gjatë provës ciklike ankeri T6.A ka çeduar, pra ngelet për të vlerësuar aftësinë mbajtëse finale vetëm për ankerin T6.B. Mbas përfundimit të provës ciklike dhe vlerësimit që i bëhet gjendjes dhe zhvendosjes së ankerave përgjatë provës ciklike, fillon prova laboratorike për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave të instaluar në betonin e plasaritur.

Prova për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale konsiston në aplikimin e një ngarkese tërheqëse aksiale e cila rritet deri në shkatërrim të ankerit.

Në grafikun e mëposhtëm jepet ecuria e aplikimit të ngarkesës aksiale tërheqëse në ankerin T6.B në funksion të zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit, ngarkesë e cila rritet deri sa ankeri çedon.

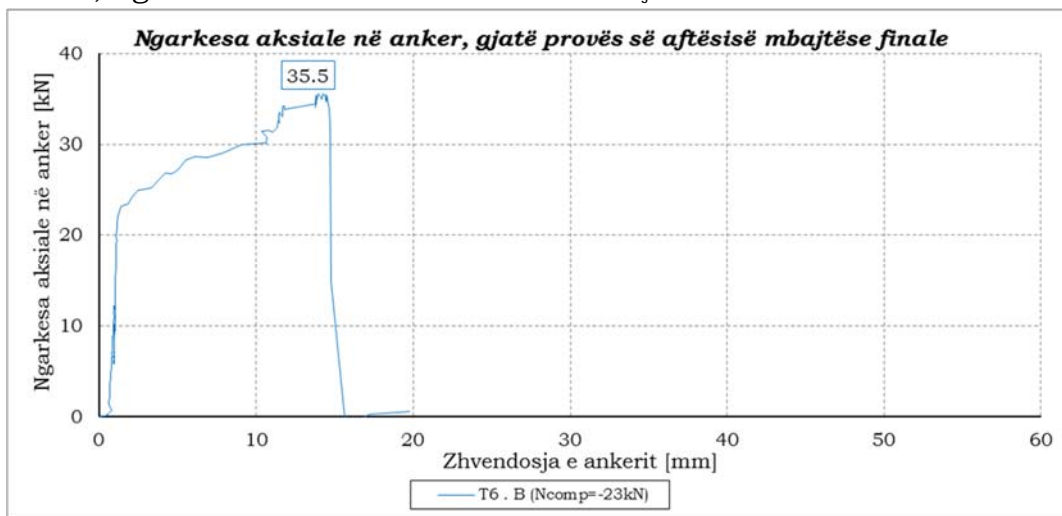


Figura 117: Aftësia mbajtëse finale e ankerit [T6.B].

Në vazhdim jepen imazhe të gjendjes së ankerave në disa momente gjatë realizimit të provës laboratorike.

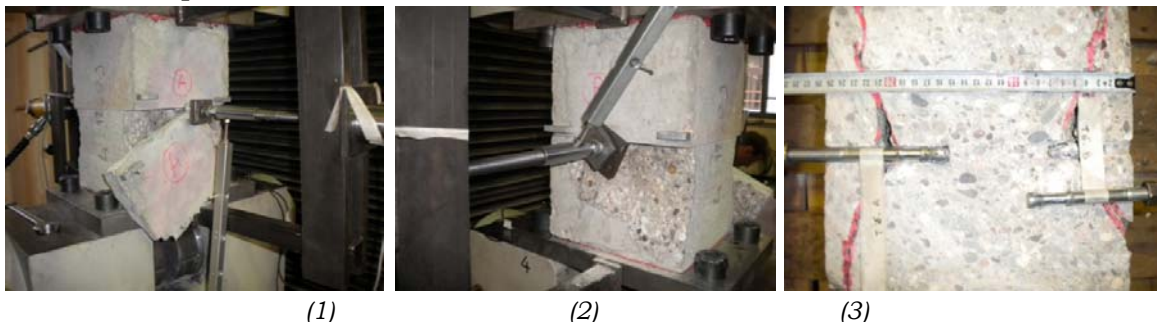


Figura 118: Imazhe të provës së realizuar në kampionin 6.

Nga imazhet e mësipërme vihet re se të dy ankerat kanë çeduar nga formimi i konit në kampionin e betonit.

Nga rezultatet e përfituara për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave, pas provës ciklike vihet re që ankeri T6.B ka aftësi mbajtëse të

krahasueshme me aftësinë mbajtëse që jepet në skedën teknike për betonin e plasaritur me hapje të të plasurës konstante të barabartë me $w=0,3\text{mm}$.

Nga forma e grafikut të vlerësimit të aftësisë mbajtëse finale si dhe nga vrojtimet e kryera gjatë provës, është vënë re një spostim/lëvizje fizike e tenzometerit AC9 që monitoron zhvendosjen e ankerit T6.B (aksi i tenzometerit ka lëvizur nga pozicioni pingul me faqen B të kampionit).

Për sa më sipër vlera e përfutur e aftësisë mbajtëse finale të ankerit T6.B është e saktë, ndërsa ecuria e kësaj force në funksion të zhvendosjes së ankerit nuk është reale.

9.7 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 7

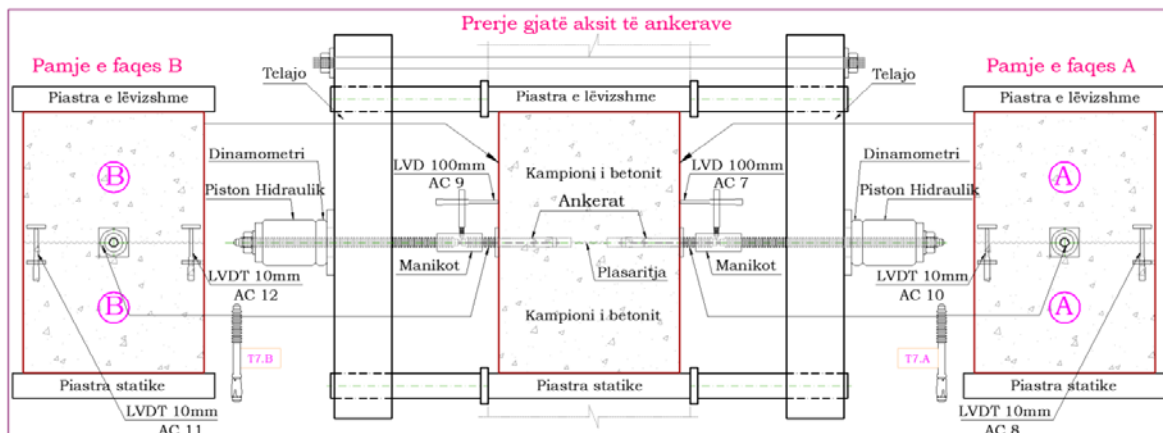
Për të përfutur vlera referuese të aftësisë mbajtëse të ankerave në betonin e plasaritur por me hapje të të plasurës konstante në kampionin 7 u realizuan dy prova të pavarura.

Në kampionin 7, formimi i plasaritjes artificiale është realizuar sikurse u përshkrua në paragrafin 8.4.1, nëpërmjet prerjes mekanike me disk diamanti në të gjithë thellësinë e kampionit duke përfutur dy gjysëm kandidate për tu montuar në presën e provës si në *Figurën 59*. Mbas ngjitjes me rezinë në pjastrat e presës të dy gjysëm kandidateve të përfutur nga prerja bëhet mbyllja e plasaritjes duke aplikuar një ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit.

Në faqen A të kampionit instalohet ankeri T7.A në planin artificial të plasaritjes si dhe instrumentohet sistemi i provës për faqen A të kampionit, sikurse tregohet në figurën e mëposhtme. Aplikohet një hapje e të plasurës konstante e barabartë me $w=0,3\text{ mm}$ (hapje e të plasurës e rekomanduar nga normat dhe hapja e të plasurës e aplikuar për të përfutur vlerën e ngarkesës së lejuar në anker për betonin e plasaritur në skedën e ankerit FM-753 crack).

Më tej procedohet me rritjen e ngarkesës tërheqëse në ankerin T7.A për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale.

Kjo provë konsiston në aplikimin e një ngarkese tërheqëse aksiale e cila rritet deri në shkatërrim të ankerit ndërkohë që hapja e të plasurës në planin e të cilës është instaluar ankeri T7.A mbahet konstante e barabartë me $w=0,3\text{ mm}$.



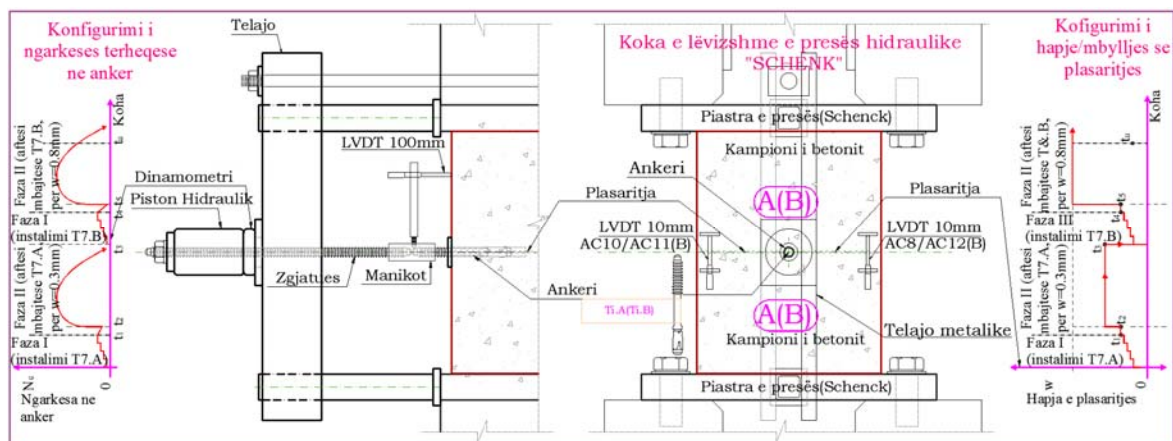


Figura 119: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 7.

Në faqen B të kampionit instalohet ankeri T7.B në planin artificial të plasaritjes si dhe instrumentohet sistemi i provës për faqen B të kampionit, sikurse tregohet në figurën e mësipërme. Sistemi i provës përgatitet për të filluar provën në faqen B të kampionit për të cilën do të ndiqet e njëjta procedurë por me hapje të të plasurës të barabartë me $w=0,8$ mm. Aplikohet një hapje e të plasurës konstante e barabartë me $w=0,8$ mm (hapja maksimale e plasaritjeve gjatë provave ciklike të zhvilluar në këtë kërkim).

Më tej procedohet me rritjen e ngarkesës tërheqëse në ankerin T7.B për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale. Kjo provë konsiston në aplikimin e një ngarkese tërheqëse aksiale e cila rritet deri në shkatërrim të ankerit ndërkohë që hapja e të plasurës në planin e të cilës është instaluar ankeri T7.B mbahet konstante e barabartë me $w=0,8$ mm.

Në grafikët e mësipërm të konfigurimit për aplikimin e ngarkesës aksiale tërheqëse në secilin anker për vlerësimin e aftësisë mbajtëse me hapje të të plasurës konstante, momentet e kohës përfaqësojnë;

- t_1 – përfundimi i procesit të instalimit të ankerit T7.A
- t_2 – hapja e të plasurës $w=0,3$ mm
- t_3 – mbyllja e të plasurës ($w=0$ mm) mbasi përcaktohet aftësia mbajtëse e ankerit T7.A, dhe fillimi i instalimit të ankerit T7.B
- t_4 – përfundimi i procesit të instalimit të ankerit T7.B
- t_5 – hapja e të plasurës $w=0,8$ mm
- t_u – vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerit T7.B

9.7.1 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse të ankerave për hapje të të plasurës konstante $w=0,3$ mm dhe $w=0,8$ mm.

Në grafikun e mëposhtëm jepet ecuria e aplikimit të ngarkesës aksiale tërheqëse në ankerin T7.A me hapje të të plasurës konstante $w=0,3$ mm dhe T7.B me hapje të të plasurës konstante $w=0,8$ mm, në funksion të zhvendosjes së ankerave nga vrima e instalimit, ngarkesë e cila rritet deri sa ankerat të çedojnë.

Sikurse pritej, nga grafikët e mëposhtëm vërehet se ankeri T7.A i instaluar në një plasaritje me hapje të plasurës konstante të barabartë me $w=0,3$ mm,

rezulton me aftësi mbajtëse më të madhe se ankeri T7.B i instaluar në një plasaritje me hapje të plasurës konstante të barabartë me $w=0,8$ mm.

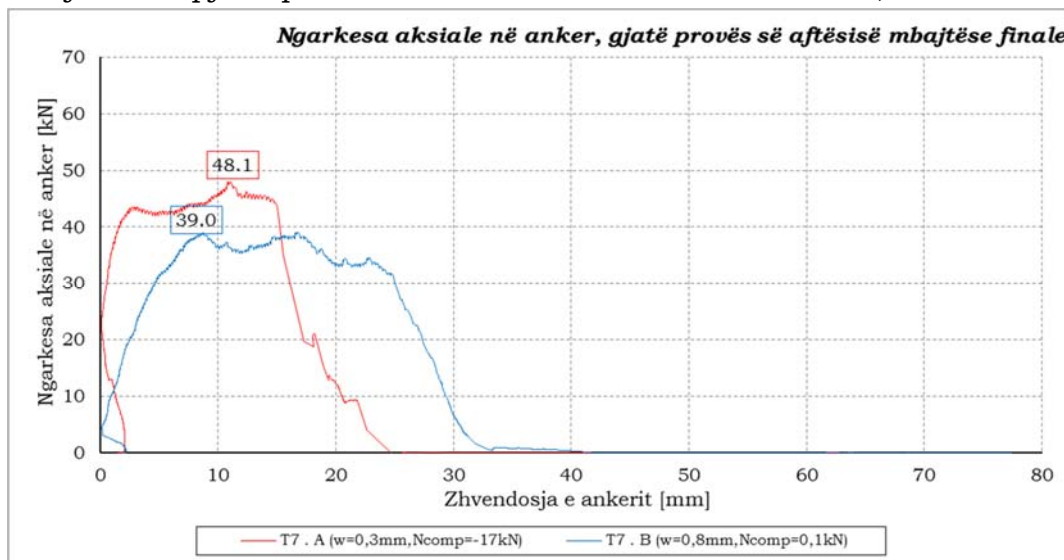


Figura 120: Aftësia mbajtëse e ankerave [T7.A; hapja e të plasurës 300 μ m; T7.B; hapja e të plasurës 800 μ m].

Ankeri T7.B ka shkatërrim më duktil pra me zhvendosje më të mëdha se ankeri T7.A, kjo si rezultat i hapjes së të plasurës më të madhe në rastin e ankerit T7.B, si rrjedhim ky anker rrëshqet më shpejt se ankeri T7.A dhe më kryesorja është mënyra e shkatërrimit. Ankeri T7.B ka çeduar si rezultat i zhvendosjes së trupit të ankerit nga këmisha e tij e cila është bllokuar në vrimën e instalimit, kjo mënyrë shkatërrimi është më duktile se formimi i konit në beton nëpërmjet të cilës ka çeduar ankeri T7.A.

Është e rëndësishme të nënvizojmë se ankeri T7.B i montuar në planin e plasaritjes me hapje të të plasurës $w=0,8$ mm, ka aftësi mbajtëse rreth 11% më të madhe se mesatarja e aftësive mbajtëse finale të ankerave të shkatërruar mbas provave ciklike të zhvilluara me kampionet katër, pesë dhe gjashtë.

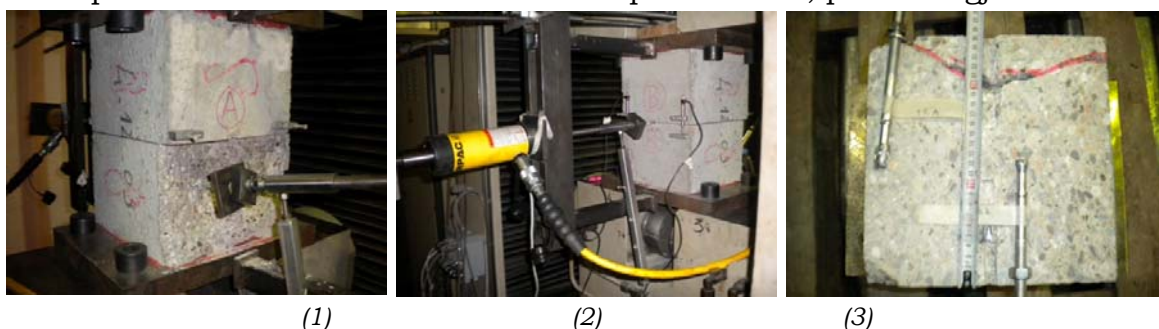


Figura 121: Imazhe te provës te zhvilluara me kampionin 7.

Nga imazhet vihet re se ankeri T7.A i montuar në plasaritjen me hapje të të plasurës $w=0,3$ mm, ka çeduar si rezultat i formimit të konit në beton. Ankeri T7.B i montuar në plasaritjen me hapje të të plasurës $w=0,8$ mm, ka çeduar nëpërmjet mënyrës së shkatërrimit (pull-through).

9.8 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 8

Në kampionin 8, formimi i plasaritjes artificiale është realizuar sikurse u përshkrua në paragrafin 8.4.1, nëpërmjet prerjes mekanike me disk diamanti në të gjithë thellësinë e kampionit duke përfituar dy gjysëm kampione për tu montuar në presën e provës si në figurën 59. Mbas ngjitjes me rezinë në pjastrat e presës të dy gjysëm kampioneve të përfituar nga prerja bëhet mbyllja e plasaritjes duke aplikuar një ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit, dhe më pas instalohen ankerat T8.A dhe T8.B në planin artificial të plasaritjes si dhe instrumentohet sistemi i provës, sikurse tregohet në figurën e mëposhtme.

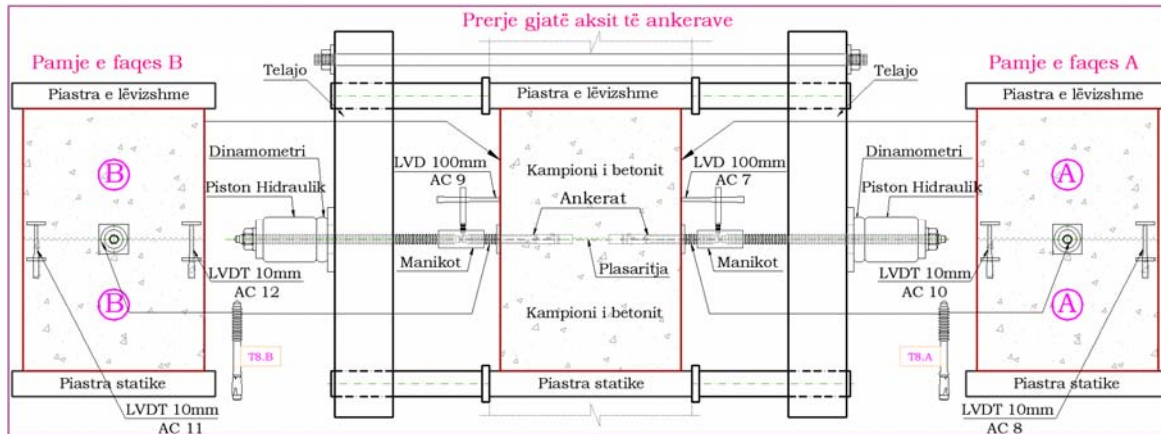


Figura 122: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 8.

9.8.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.

Aplikimi i cikleve (shiko 8.4.3) të hapje/mbylljeve të plasaritjes, konsiston në aplikimin e një spostimi të alternuar në gjysmën e pjesës së sipërme të kampionit të betonit i monitoruar nga tenzometri i presës i konfiguruar në portën In2:Corsa_corto [mm], i cili monitoron spostimin vertikal të pjastrës së sipërme të presës, spostim i cili përkthehet në hapje/mbyllje të planit të plasaritjes në të cilin janë instaluar ankerat e proves.

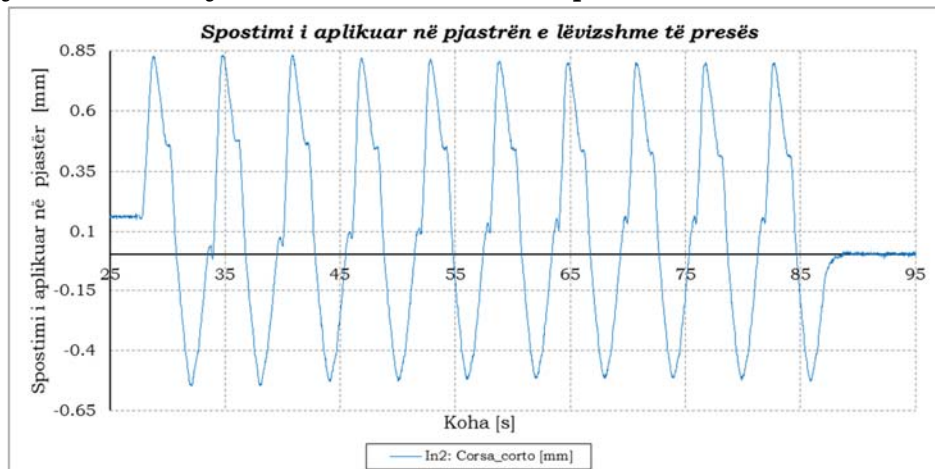


Figura 123: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.

Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës shoqërohet me aplikimin e një ngarkese shtypëse në kampionin e betonit e cila jepet në grafikun e mëposhtëm. Grafiku me ngjyrë të kuqe, i spostuar majtas është ai i forcës shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuara në pjastrën e lëvizshme të presës *përpara se të instalohen ankerat* në planin e plasaritjes artificiale. Ndërsa grafiku me ngjyrë blu, tregon forcën shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuara në pjastrën e lëvizshme të presës me ankerat të instaluar në planin e plasaritjes gjatë provës ciklike. Sipërfaqja e krijuar nga ciklet isteresis të ngarkesës së aplikuara në funksion të zhvendosjeve jep energjinë (punën) që nevojitet të kryej presa e provës për mbylljen e plasaritjes si rezultat i pranisë së ankerave të instaluar në planin e kësaj plasaritje, madje në disa pjesë të tij edhe duke plasticizuar këmbishën e ankerit dhe betonin përreth saj. Pika A është momenti i përfundimit të montimit të ankerit dhe fillimi i cikleve të hapje/mbylljes së plasaritjes artificiale. Ngarkesa që lexohet nga dinamometri i presës së provës dhe spostimi shoqërues i saj ekzistojnë si rezultat i futjes së ankerave në vrimat e realizuara në planin e plasaritjes dhe i aplikimit të momentit përdredhës në secilin anker për instalimin e tyre.

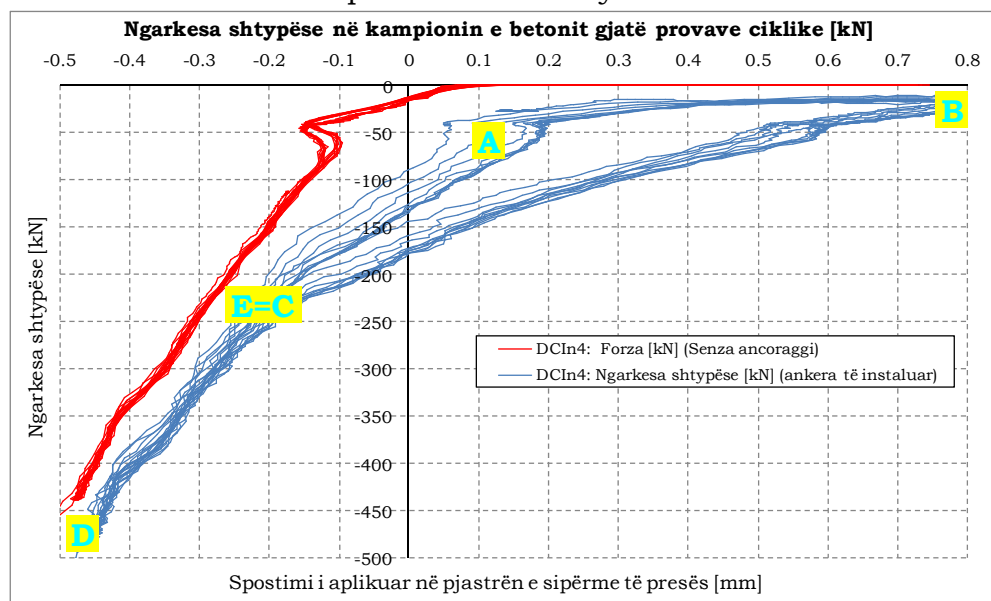


Figura 124: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankerat të instaluar në planin e plasaritjes.

Pika B është momenti i hapjes maksimale të plasaritjes. Pika C është momenti i mbylljes maksimale të plasaritjes, pra dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale sapo kanë arritur të kenë kontakt me njëra-tjetrën. Pika D është momenti i plotësimit të kushtit të vendosur në konfigurimin e sistemit të provës ciklike (shiko 8.4.3) për mbylljen e plasaritjes, ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit e barabartë me 480 kN (sforcimet shtypëse në beton sa rreth 15 % e rezistencës në shtypje të betonit të përdorur për pregatitjen e kampioneve të betonit). Pika E është momenti i fundit në të cilin dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale janë në kontakt me njëra-tjetrën.

Është rikonfiguruar sistemi i provës në mënyrë të tillë që në fund të ciklit të dhjetë ngarkesa shtypëse e aplikuar nga presa e provës në kampionin e betonit të jetë më e vogël se 100 kN, duke kthyer hapjen e të plasurës në momentin e përfundimit të montimit të ankerave në vrimën e instalimit. Ky rikonfigurim është kryer për të eliminuar problematiken që rezultoi te kampionin 3 me aftësinë mbajtëse finale të ankerave si rezultat i pranisë së ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit.

Gjatë provës ciklike ankerat instalohen në planin e një plasaritje me madhësi që ndryshon në kohë dhe njëkohësisht i nënshtrohen një ngarkese konstante tërheqëse, ecuria e të cilës jepet më poshtë. Si rezultat i një difekti në impiantin e ajrit të komprimuar, për kryerjen e provave në vazhdim do të përdoret një kompresor, për furnizimin e pistonave hidraulik me vaj. Është vënë re që kompresori nuk arrin të japë të njejtin presion sikurse sistemi i ajrit të komprimuar për sistemin hidraulik të pistonave që aplikojnë ngarkesat konstante në ankera.

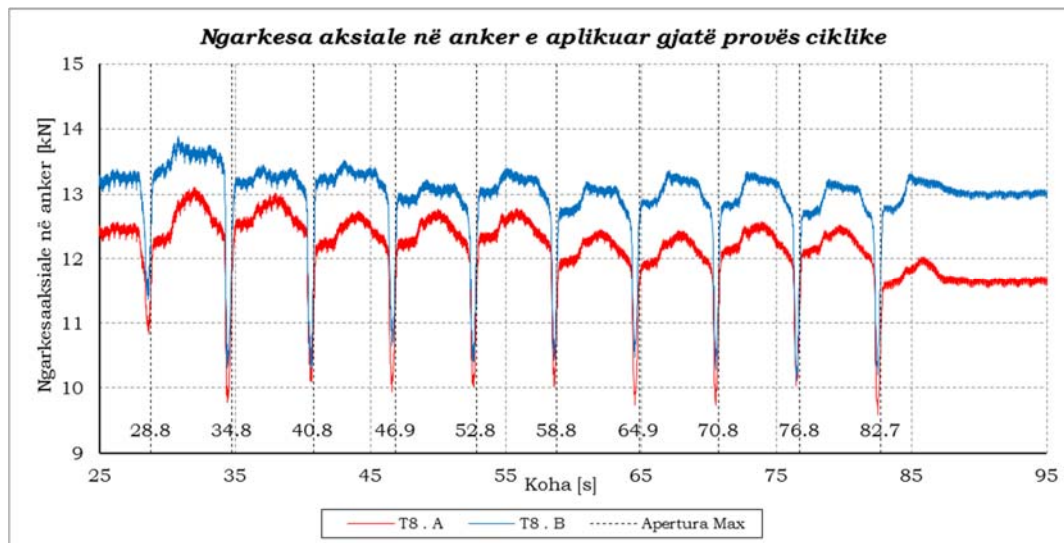


Figura 125: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordnatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në secilin anker vërehet një zvogëlim i kësaj ngarkese me rreth (1÷3) kN në momentet e maksimumit të hapjes së të plasurave, kjo për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme të ankerit. Kjo është një anomali që ndikon negativisht në zhvendosjen totale të ankerave në fund të provave ciklike rrjedhimisht edhe në aftësinë mbajtëse finale të ankerave, pra do të kemi zhvendosje më të vogël të ankerave dhe aftësi mbajtëse më të madhe se në rastin e aplikimit të një ngarkese konstante përgjatë të gjithë provës.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e ngarkesës tërheqëse të aplikuar në ankera gjatë një cikli të provës ciklike.

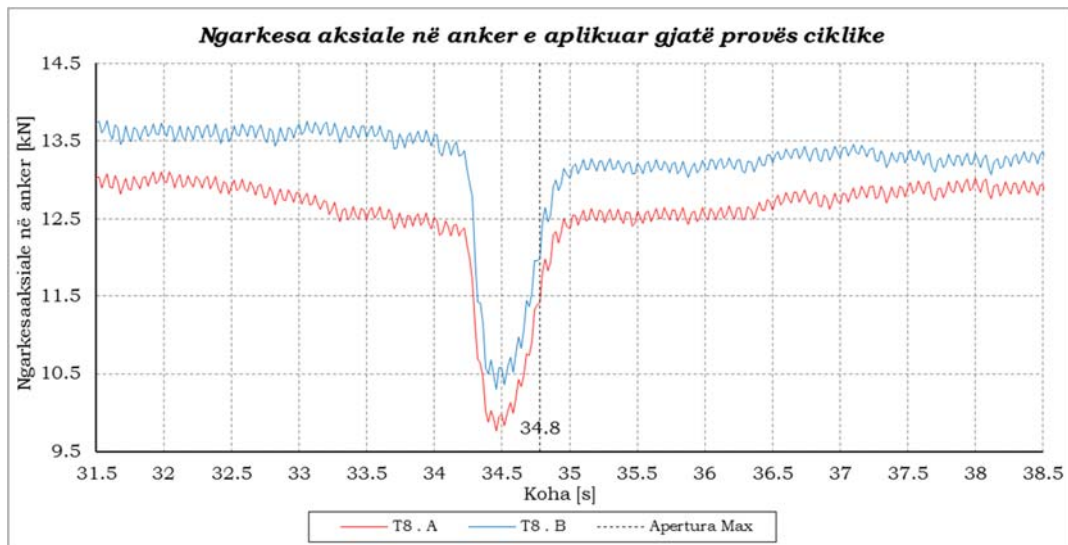


Figura 126: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Në këtë grafik mund të vihet re se ngarkesa e aplikuar në ankera, fillon të zvogëlohet me fillimin e hapjes së plasaritjes, dhe ky zvogëlim ndalon shumë më shpejt se hapja të arrijë maksimumin.

9.8.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike

Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës artificiale e monitoruar nga tenzometrat LVDT HBM me hap 10 mm, konfiguruar në centralin e presës, përkatësisht në portën AC8 dhe AC10 për faqen A të kampionit dhe AC11 dhe AC12 për faqen B të tij, të cilët janë montuar në të dy anët e planit të plasaritjes. Hapje/mbyllja e plasaritjes varion për dhjetë cikle nga 0 μm deri në 800 μm , përgjatë çdo cikli.

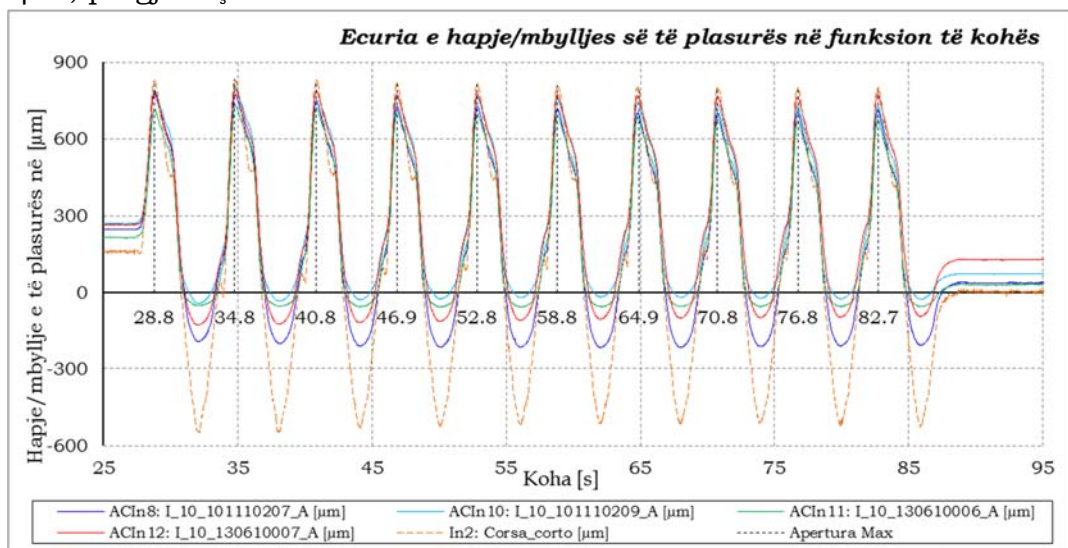


Figura 127: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.

Në grafikun e mësipërm vërehet që vlerat minimale dhe maksimale të hapjes së plasaritjes si dhe ecuria e hapje/mbylljes së plasaritjes e monitoruar nga katër tenzometrat LVDT HBM prej 10 mm janë sipas vlerave dhe ecurise të kërkuara në konfigurimin e sistemit të provës. Sikur edhe te ngarkesa tërheqëse aksiale, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Sikurse vërehet është rikonfiguruar sistemi i provës në mënyrë të tillë që në fund të ciklit të dhjetë hapja e të plasurës të jetë me vlerë pozitive, pra të kthehet rreth pozicionit që ka hapja e të plasurës në momentin e montimit të ankerave në vrimën e instalimit. Ky rikonfigurim është kryer për të eliminuar problematikën që rezultoi te kampionin 3 me aftësinë mbajtëse finale të ankerave si rezultat i pranisë se ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli të provës ciklike.

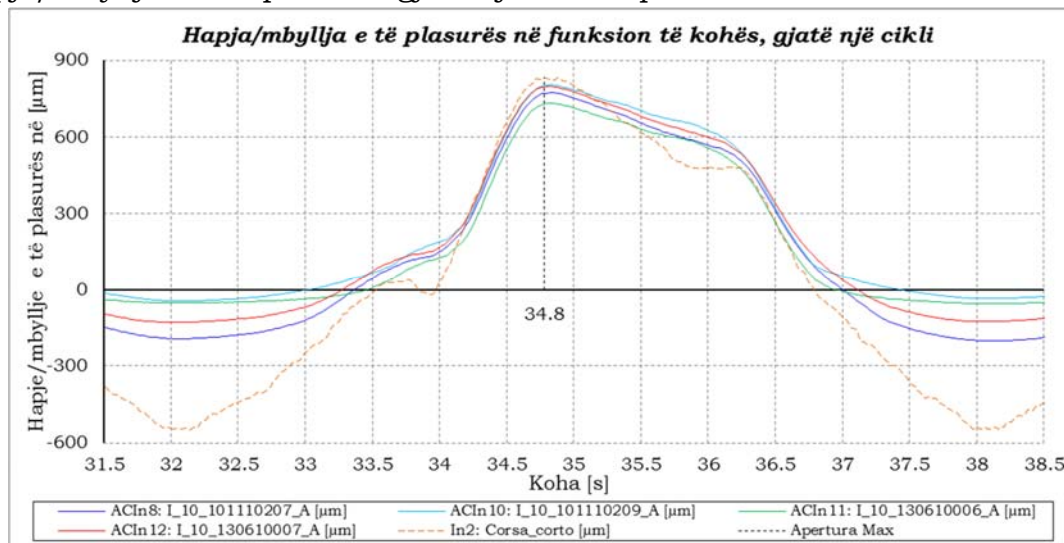


Figura 128: Ëcuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli të provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës

Në grafikun e mësipër vërehet që momenti i fillimit të hapjes së të plasurës e monitoruar nga tenzometrat është e ndikuar nga prania e ankerave ashtu sikurse është edhe momenti i fillimit të mbylljes së të plasurës. Pra sa herë që hapja e të plasurës duhet të ndryshojë drejtim (nga hapja në mbyllje dhe anasjelltas), ajo duhet të përballet me praninë e ankerave në planin e plasaritjes të cilët ripozicionohen në vrimën e instalimit si rezultat i zhvendosjes gjatë dhe mbas çdo cikli.

Në vazhdim jepet, ecuria e zhvendosjese së seicilit anker gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT me hap 100 mm, konfiguruar përkatësisht në portën AC7 dhe AC9 të centralit të presës së provës. Vihet re dukuria e zhvendosjes së ankerave shkallë-shkallë, kjo si rezultat i ndryshimit të madhësisë së hapjes së të plasurës, në planin e të cilës janë montuar ankerat, gjatë provës ciklike.

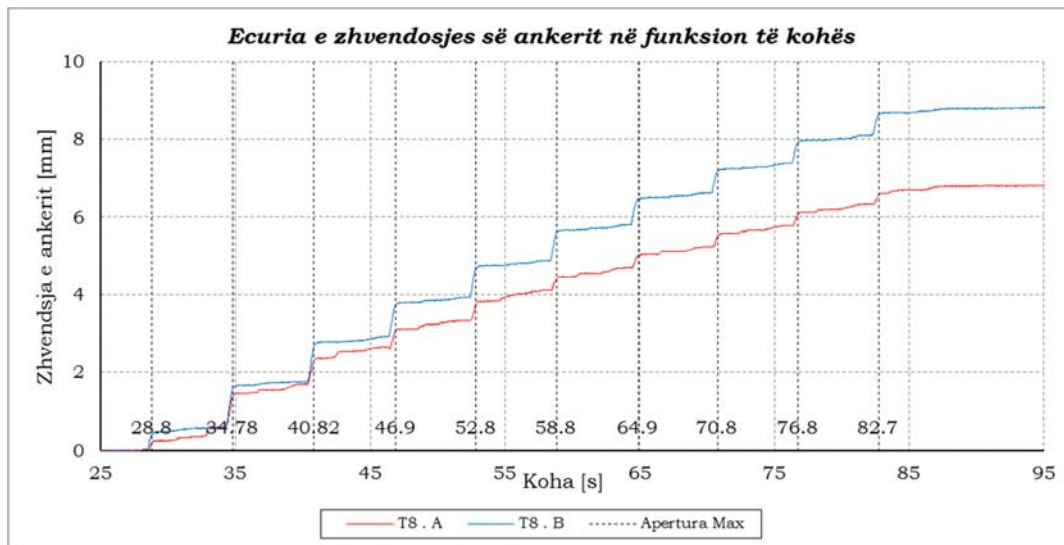


Figura 129: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Sikurse edhe në grafiket e mësipërm, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Pra ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikli të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës por të ndryshme dhe të ndryshueshme edhe gjatë cikleve që zhvillohen në provën ciklike. Gjatë aplikimit të një cikli hapje/mbyllje, ankeri pëson zhvendosje më të madhe dhe për kohë më të shkurtër gjatë procesit të hapjes së plasaritjes duke u ripozicionuar në vrimën e montimit në beton, dhe stabilizohet duke shkuar drejt zeros gjatë procesit të mbylljes së plasaritjes. Gjithashtu ankeri ka zhvendosje gjithmone e më të vogël duke kaluar nga një cikël hapje/mbyllje të të plasurës të cikli pasardhës.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikli të hapje/mbylljes së të plasurës.

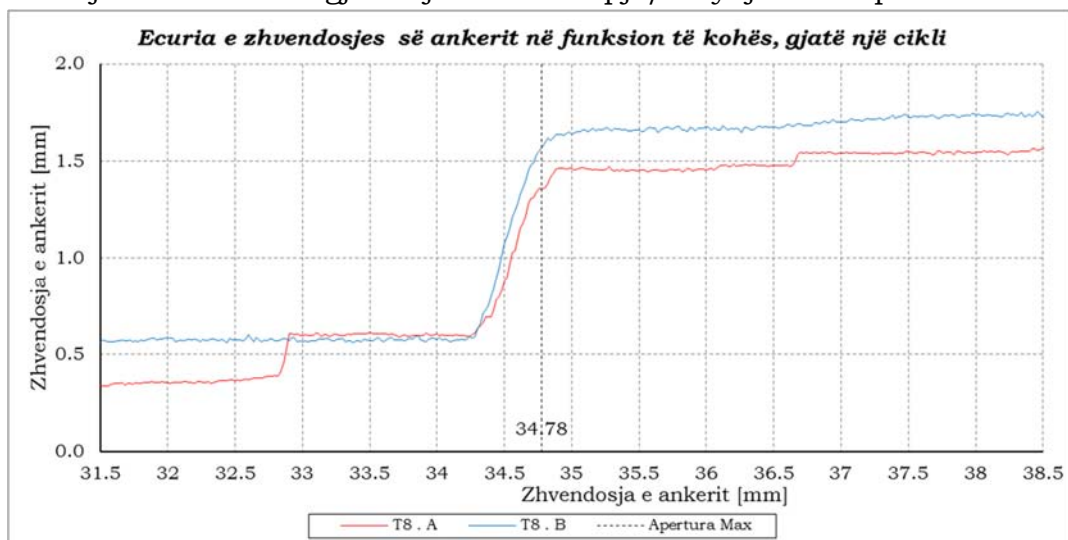


Figura 130: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Në grafikun e mësipërm vihet re që pjerrësia e kurbës së rrëshqitjes së seicilit anker ndryshon me fillimin e hapjes dhe mbylljes së plasaritjes, pra sapo këmisha metalike e ankerit humbet kontaktin me sipërfaqen e vrimës së instalimit ankeri pëson një zhvendosje të menjëhershme, e cila stabilizohet sapo këmisha të rifitojë kontaktin me vrimën e instalimit dhe shkon drejt një stabilizimi.

Mund të vihet re se kurba e zhvendosjes së ankerit T8.A ndryshon pjerrësi në tre momente thelbësore, në momentin kur plasaritja bëhet zero (mbyllje-hapje dhe e kundërta) dhe në momentin kur plasaritja i afrohet hapjes maksimale.

Sikurse u nënvizua edhe te grafiku parardhës, ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës. Zhvendosja e ankerit është e vogël deri në momentin që zvogëlohet në mënyrë të theksuar kontakti i këmishës së ankerit me vrimën e instalimit. Edhe pse sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale humbasin kontaktin me njëra-tjetrën (plasaritja është e hapur rreth $300\div400\text{ }\mu\text{m}$) madhësia dhe shpejtësia me të cilën ankeri rrëshqet nga vrima e instalimit është shumë e vogël gati zero, situatë e cila rikthehet sapo plasaritja fillon të mbyllet. Ndërkohë që për hapje të plasaritjes nga $(300\div800)\text{ }\mu\text{m}$ madhësia dhe shpejtësia e zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit është shumë e madhe.

Në grafikun e mëposhtëm jepet zhvendosja e ankerave në funksion të ngarkesës aksiale tërheqës të aplikuar në ankera gjatë provës ciklike.

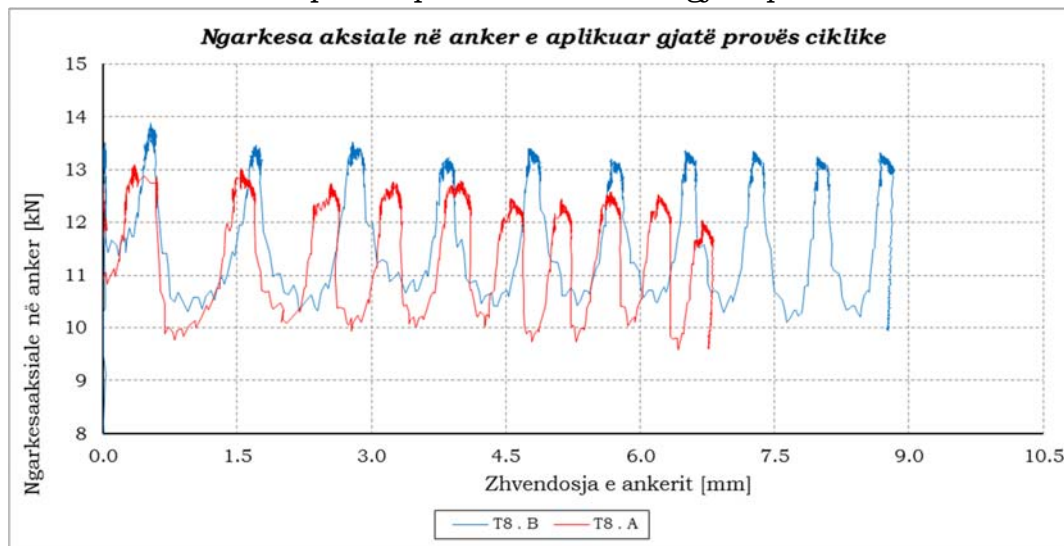


Figura 131: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankera.

Sikurse është nënvizuar edhe më parë, nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në seicilin anker vërehet zvogëlimi i ngarkesës duke filluar nga momenti i hapjes së të plasurës e cila arrin minimumin e saj (ngarkesa) në momentin e maksimumit të hapjes së të plasurës, dhe më pas fillon e rritet deri sa të arrijë vlerën e konfigurimit të aplikuar në sistemin e provës. Ky zvogëlim i ngarkesës aksiale në anker ndodh

për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme dhe progresive të ankerit sapo e plasura fillon e hapet, zhvendosje e cila nuk arrin të kompesohet nga presioni i vajit në pistonin hidraulik.

Edhe në këtë grafik vihet re se për një ngarkesë aksiale tërheqëse të aplikuar në anker pothuajse konstante ndodh zhvendosja e ankerave vetëm si rezultat i hapje/mbylljes së të plasurës, për çdo cikël gjatë provës ciklike.

9.8.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave

Në momentin e mbylljes së plasaritjes në ciklin e dhjetë të saj, bëhet shkarkimi i ankerit nga ngarkesa aksiale ($N_c=0$ kN) dhe vlerësohet gjendja dhe zhvendosja e ankerave përgjatë provës ciklike. Mbas përfundimit të provës ciklike dhe vlerësimit që i bëhet gjendjes dhe zhvendosjes së ankerave përgjatë provës ciklike, fillon prova laboratorike për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave të instaluar në betonin e plasaritur.

Provat për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale konsistojnë në aplikimin e një ngarkese tërheqëse aksiale e cila rritet deri në shkatërrim të ankerit.

Në grafikun e mëposhtëm jepet ecuria e aplikimit të ngarkesës aksiale tërheqëse në secilin anker në funksion të zhvendosjes së ankerave nga vrima e instalimit, ngarkesë e cila rritet deri sa ankerat të çdojnë.

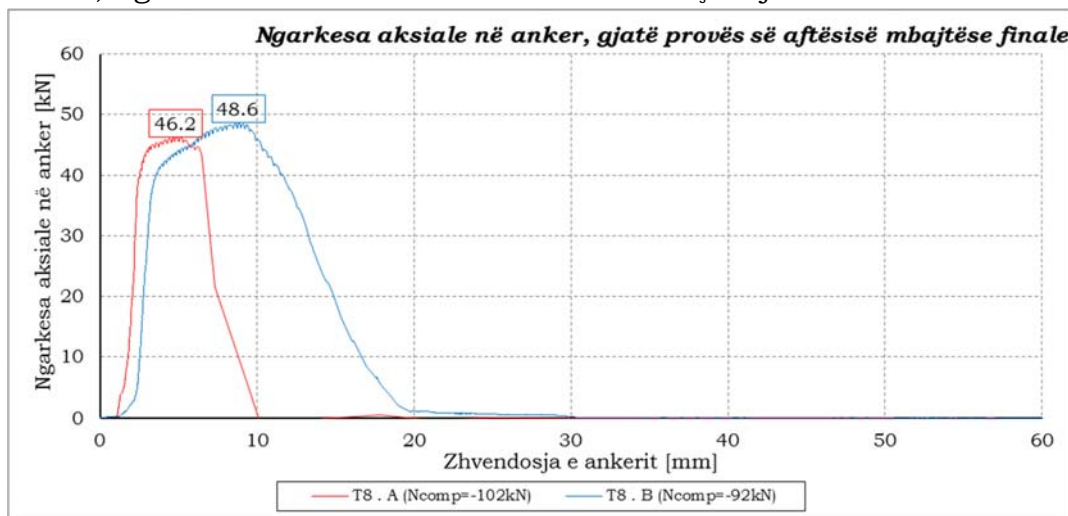


Figura 132: Aftësia mbajtëse finale e ankerave [T8.A; T8.B].

Nga rezultatet e përfituara për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave, pas provës ciklike vihet re që ankerat kanë aftësi mbajtëse të lartë e krahasueshme ose më e madhe se aftësia mbajtëse që jepet në skedën teknike për betonin e plasaritur me hapje të të plasurës konstante të barabartë me $w=0,3$ mm. Vlera e aftësisë mbajtëse finale të ankerave e përfituar nëpërmjet kësaj prove janë të pranueshme.

Në vazhdim jepen imazhe të gjendjes së ankerave në disa momente gjatë realizimit të provës laboratorike.

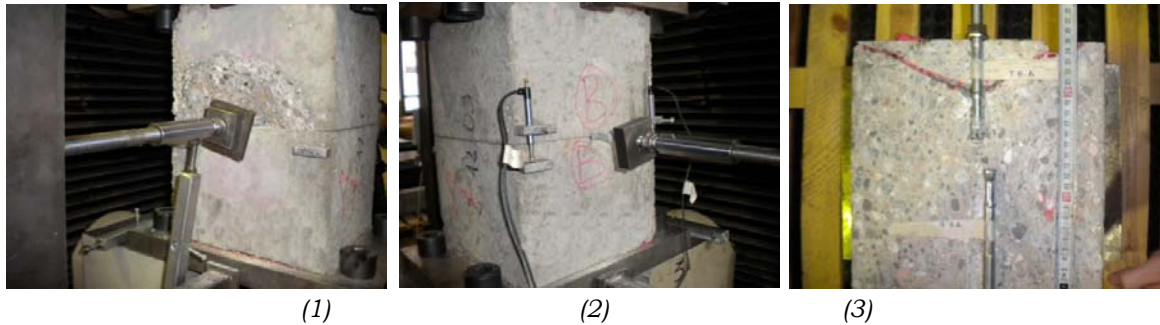


Figura 133: Imazhe të provës së zhvilluar me kampionin 8.

Nga imazhet e mësipërme vihet re se ankeri T8.A ka çeduar nga formimi i konit në kampionin e betonit, ndërsa ankeri T8.B ka çeduar nga zhvendosja e ankerit nga këmisha (pull-through).

9.9 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 9

Në kampionin 9, formimi i plasaritjes artificiale është realizuar sikurse u përshkrua në paragrafin 8.4.1, nëpërmjet prerjes mekanike me disk diamanti në të gjithë thellësinë e kampionit duke përfutur dy gjysëm kampione për tu montuar në presën e provës si në figurën 59. Mbas ngjitjes me rezinë në pjastrat e presës të dy gjysëm kampioneve të përfutur nga prerja bëhet mbyllja e plasaritjes duke aplikuar një ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit. Më tej procedohet me instalimin e ankerave T9.A dhe T9.B në planin artificial të plasaritjes si dhe instrumentohet sistemi i provës, sikurse tregohet në figurën e mëposhtme.

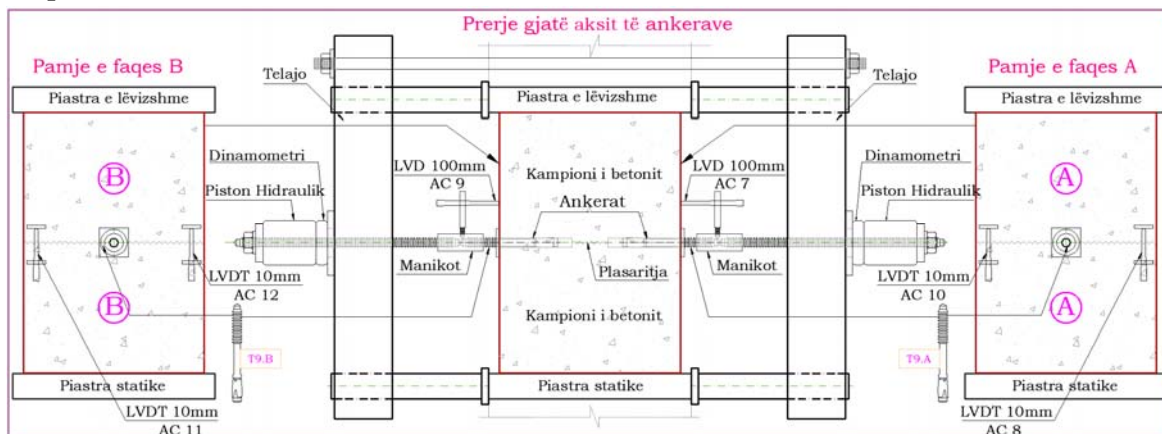


Figura 134: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 9.

9.9.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.

Aplikimi i cikleve (shiko 8.4.3) të hapje/mbylljeve të plasaritjes, konsiston në aplikimin e një spostimi të alternuar në gjysmën e pjesës së sipërme të kampionit të betonit i monitoruar nga tenzometri i presës i konfiguruar në portën In2:Corsa_corto [mm], i cili monitoron spostimin vertikal të pjastrës së sipërme të presës, spostim i cili përkthehet në hapje/mbyllje të planit të plasaritjes në të cilin janë instaluar ankerat e provës.

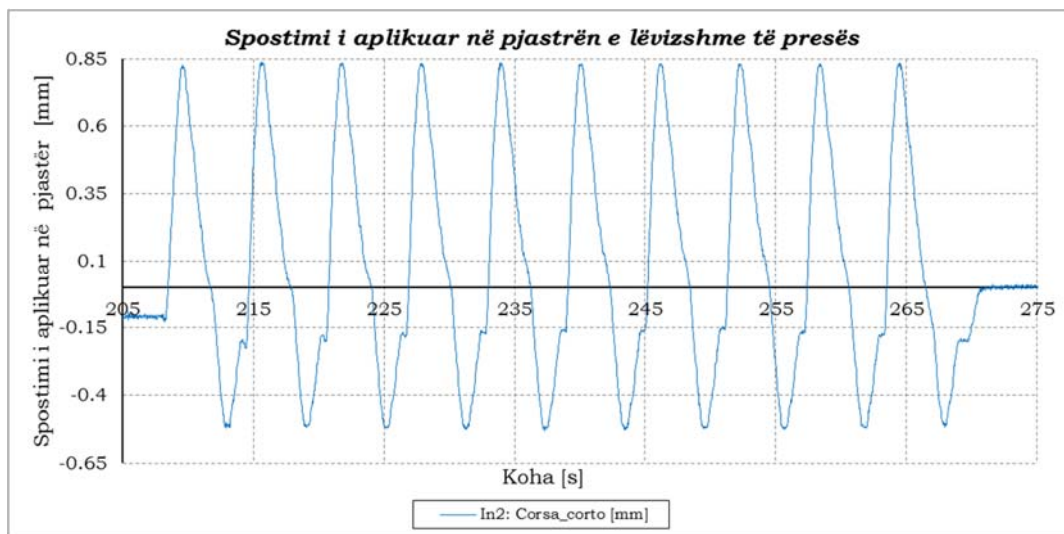


Figura 135: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.

Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës shoqërohet me aplikimin e një ngarkese shtypëse në kampionin e betonit e cila jepet në grafikun e mëposhtëm. Grafiku me ngjyrë të kuqe, i spostuar majtas është ai i forcës shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuara në pjastrën e lëvizshme të presës *përpara se të instalohen ankerat* në planin e plasaritjes artificiale. Ndërsa grafiku me ngjyrë blu, tregon forcën shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuara në pjastrën e lëvizshme të presës me ankerat të instaluar në planin e plasaritjes gjatë provës ciklike.

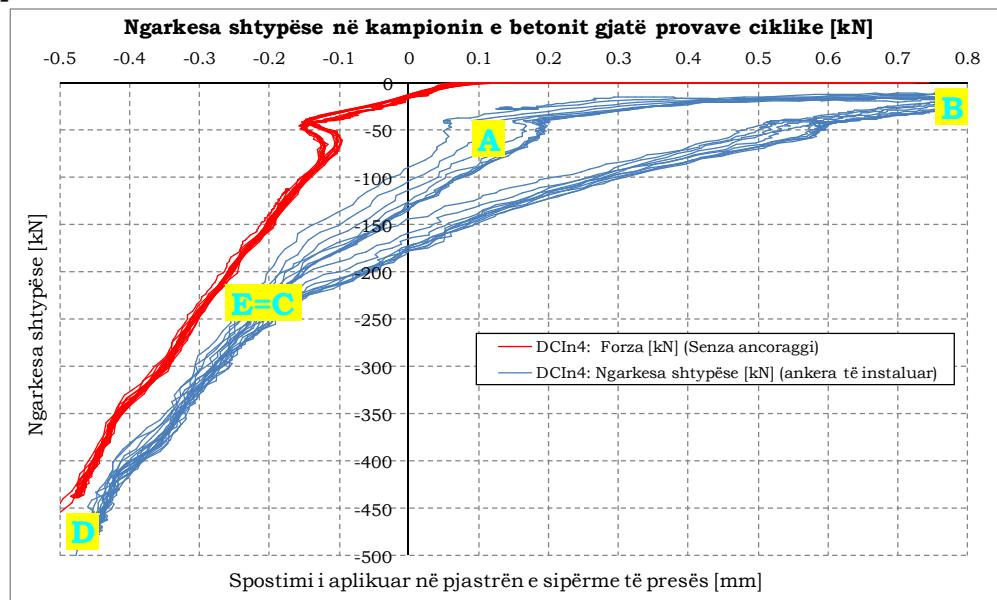


Figura 136: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankerat të instaluar në planin e plasaritjes.

Sipërfaqja e krijuar nga ciklet isteresis të ngarkesës së aplikuar në funksion të zhvendosjeve jep energjinë (punën) që nevojitet të kryej presa e

provës për mbylljen e plasaritjes si rezultat i pranisë së ankerave të instaluar në planin e kësaj plasaritje, madje në disa pjesë të tij edhe duke plasticizuar këmishën e ankerit dhe betonin përreth saj. Pika A është momenti i përfundimit të montimit të ankerit dhe fillimi i cikleve të hapje/mbylljes së plasaritjes artificiale. Ngarkesa që lexohet nga dinamometri i presës së provës dhe spostimi shoqërues i saj ekzistojnë si rezultat i futjes së ankerave në vrimat e realizuara në planin e plasaritjes dhe i aplikimit të momentit përdredhës në seicilin anker për instalimin e tyre. Pika B është momenti i hapjes maksimale të plasaritjes. Pika C është momenti i mbylljes maksimale të plasaritjes, pra dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale sapo kanë arritur të kenë kontakt me njëra-tjetrën. Pika D është momenti i plotësimit të kushtit të vendosur në konfigurimin e sistemit të provës ciklike (shiko 8.4.3) për mbylljen e plasaritjes, ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit e barabartë me 480 kN (sforcimet shtypëse në beton sa rreth 15 % e rezistencës në shtypje të betonit të përdorur për pregatitjen e kampionëve të betonit). Pika E është momenti i fundit në të cilin dy sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale janë në kontakt me njëra-tjetrën.

Është rikonfiguruar sistemi i provës në mënyrë të tillë që në fund të ciklit të dhjetë ngarkesa shtypëse e aplikuar nga presa e provës në kampionin e betonit të jetë më e vogël se 100 kN, duke kthyer hapjen e të plasurës në momentin e përfundimit të montimit të ankerave në vrimën e instalimit. Ky rikonfigurim është kryer për të eliminuar problematikën që rezultoi te kampionin 3 me aftësinë mbajtëse finale të ankerave si rezultat i pranisë së ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit.

Gjatë provës ciklike ankerat instalohen në planin e një plasaritje me madhësi që ndryshon në kohë dhe njëkohësisht që i nënshtrohen një ngarkese konstante tërheqëse, ecuria e të cilës jepet më poshtë. Si rezultat i një difekti në impiantin e ajrit të komprimuar, edhe për kryerjen e kësaj prove u përdor një kompresor, për furnizimin e pistonave hidraulik me vaj.

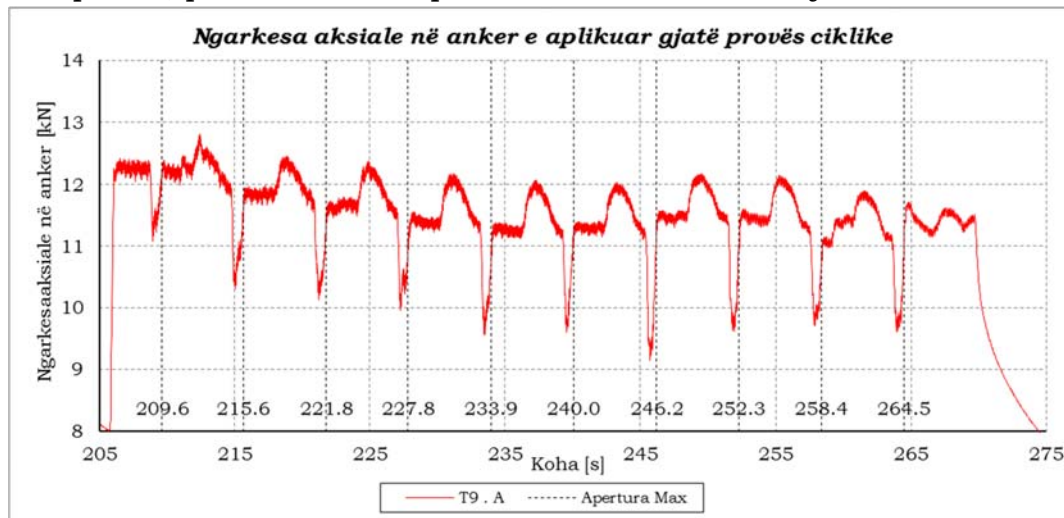


Figura 137: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrit ANK 100, në funksion të kohës.

Është vënë re që kompresori nuk arrin të japë të njëjtin presion sikurse sistemi i ajrit të komprimuar për sistemin hidraulik të pistonave që aplikojnë ngarkesat konstante në anker.

Gjatë provës ciklike ankeri T9.B ka çeduar që në ciklin e tretë nëpërmjet mënyrës së shkatërrimit (pull-through), zhvendosja e ankerit nga këmisha. Meqenëse 3 cikle janë pak për të vlerësuar aftësinë mbajtëse të ankerit T9.A, u vendos që për këtë anker të aplikohet nga fillimi prova ciklike, pra të aplikohen edhe dhjetë cikle hapje/mbyllje të të plasurës, provë e cila do të pasqyrohet edhe në vazhdim.

Në grafikun e mësipërm, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në anker vërehet një zvogëlim i kësaj ngarkese me rreth (1÷3) kN në momentet e maksimumit të hapjes së të plasurave, kjo për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme të ankerit. Kjo është një anomali që ndikon negativisht në zhvendosjen totale të ankerave në fund të provave ciklike rrjedhimisht edhe në aftësinë mbajtëse finale të ankerave, pra do të kemi zhvendosje më të vogël të ankerave dhe aftësi mbajtëse më të madhe se në rastin e aplikimit të një ngarkese konstante përgjatë të gjithë provës.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e ngarkesës tërheqëse të aplikuar në anker gjatë një cikli të provës ciklike.

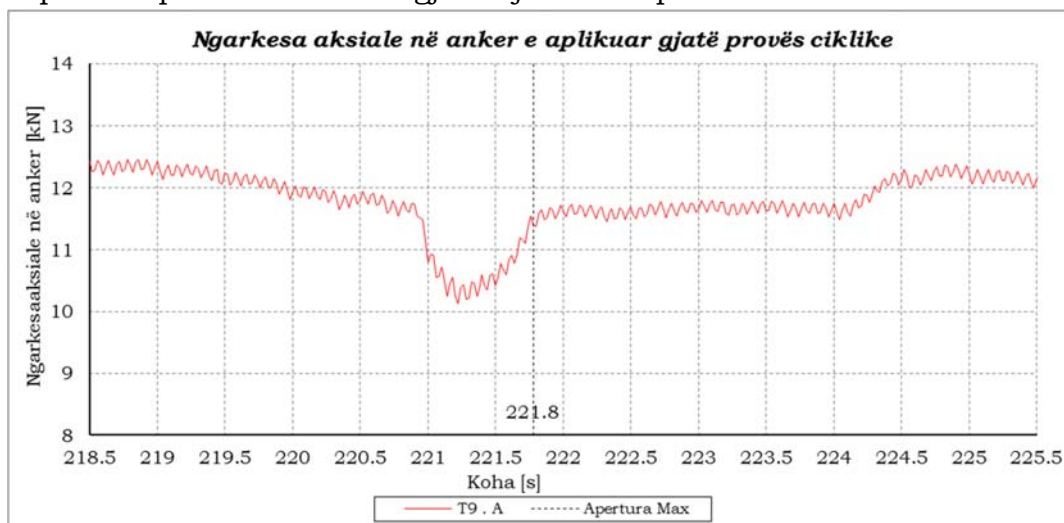


Figura 138: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli të provës ciklike nëpërmjet dinamometrit ANK 100, në funksion të kohës.

Në këtë grafik mund të vihet re se ngarkesa e aplikuar në anker, fillon të zvogëlohet me fillimin e hapjes së plasurit, dhe ky zvogëlim ndalon shumë më shpejt se hapja të arrijë maksimumin.

9.9.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike

Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës artificiale e monitoruar nga tenzometrat LVDT HBM me hap 10 mm, konfiguruar në centralin e presës, përkatësisht në portën AC8 dhe AC10 për faqen A të kampionit dhe AC11 dhe AC12 për faqen B të tij, të cilët janë montuar në të dy anët e planit të plasaritjes. Hapje/mbyllja e plasaritjes varion për dhjetë cikle nga (0÷800) μm .

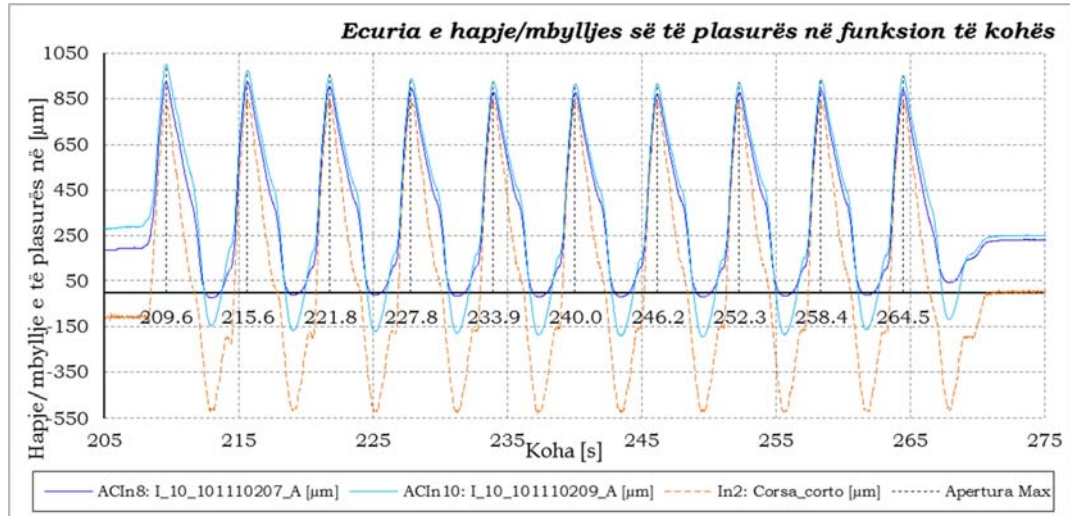


Figura 139: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.

Në grafikun e mësipërm vërehet që vlerat minimale dhe maksimale të hapjes së plasaritjes si dhe ecuria e hapje/mbylljes së plasaritjes e monitoruar nga katër tenzometrat LVDT HBM prej 10 mm janë sipas vlerave dhe ecurisë të kërkuara në konfigurimin e sistemit të provës. Sikur edhe te ngarkesa tërheqëse aksiale, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordnatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Sikurse vërehet është rikonfiguruar sistemi i provës në mënyrë të tillë që në fund të ciklit të dhjetë hapja e të plasurës të jetë me vlerë pozitive, pra të kthehet rreth pozicionit që ka hapja e të plasurës në momentin e montimit të ankerave në vrimën e instalimit. Ky rikonfigurim është kryer për të eliminuar problematikën që rezultoi te kampionin 3 me aftësinë mbajtëse finale të ankerave si rezultat i pranisë së ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli të provës ciklike.

Në grafikun e mëposhtëm vërehet që momenti i fillimit të hapjes së të plasurës e monitoruar nga tenzometrat është e ndikuar nga prania e ankerit ashtu sikurse është edhe momenti i fillimit të mbylljes së të plasurës.

Pra sa herë që hapja e të plasurës duhet të ndryshojë drejtim (nga hapja në mbyllje dhe anasjelltas), ajo duhet të përballet me praninë e ankerit në planin e plasaritjes i cili ripozicionohet në vrimën e instalimit si rezultat i zhvendosjes gjatë dhe mbas çdo cikli.

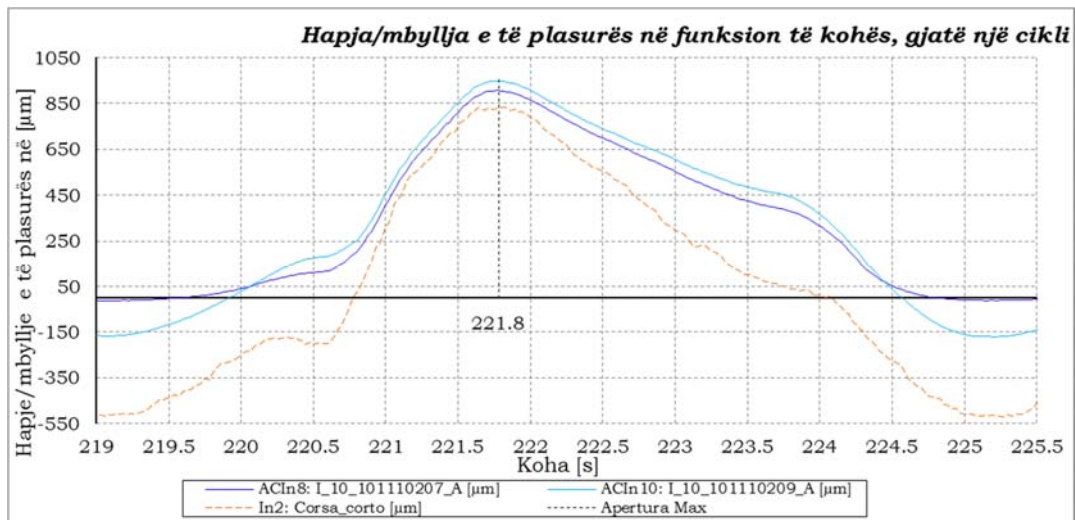


Figura 140: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës

Në vazhdim jepet, ecuria e zhvendosjes së ankerit gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrit LVDT me hap 100 mm, konfiguruar në portën AC7 të centralit të presës së provës.

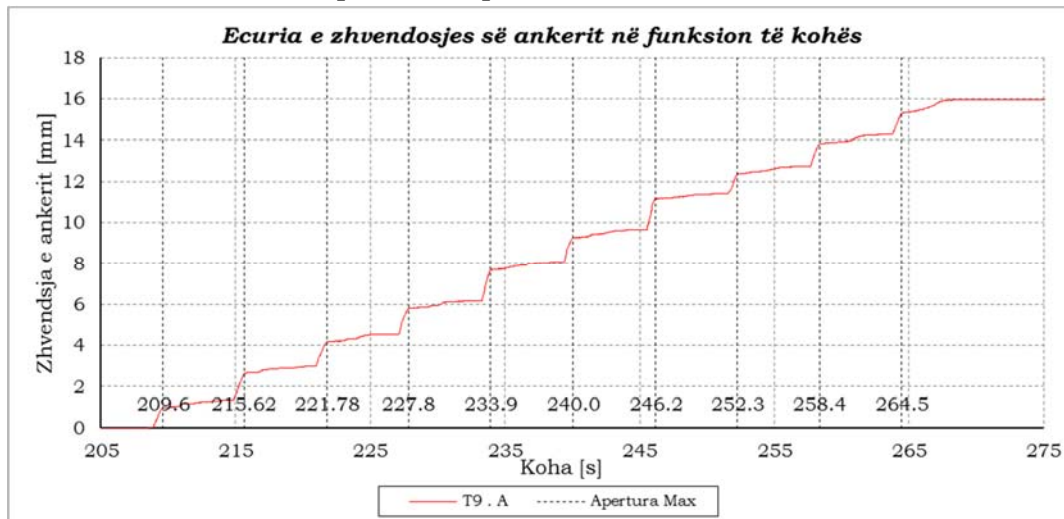


Figura 141: Ecuria e zhvendosjes së ankerit gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrit LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Vihet re dukuria e zhvendosjes së ankerit shkallë-shkallë, kjo si rezultat i ndryshimit të madhësisë së hapjes së të plasurës, në planin e të cilës është montuar ankeri, gjatë provës ciklike. Sikur edhe në grafikët e mësipërm, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Pra ankeri rrëshqet nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës por të ndryshme dhe të ndryshueshme edhe gjatë cikleve që zhvillohen në provën ciklike. Gjatë aplikimit të një cikli hapje/mbyllje, ankeri pëson zhvendosje më të madhe dhe për kohë më të shkurtër gjatë procesit të hapjes së plasaritjes duke u

ripozicionuar në vrimën e montimit në beton, dhe stabilizohet duke shkuar drejt zeros gjatë procesit të mbylljes së plasaritjes. Gjithashtu ankeri ka zhvendosje gjithmonë e më të vogël duke kaluar nga një cikël hapje/mbyllje të të plasurës te cikli pasardhës.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikli të hapje/mbylljes së të plasurës.

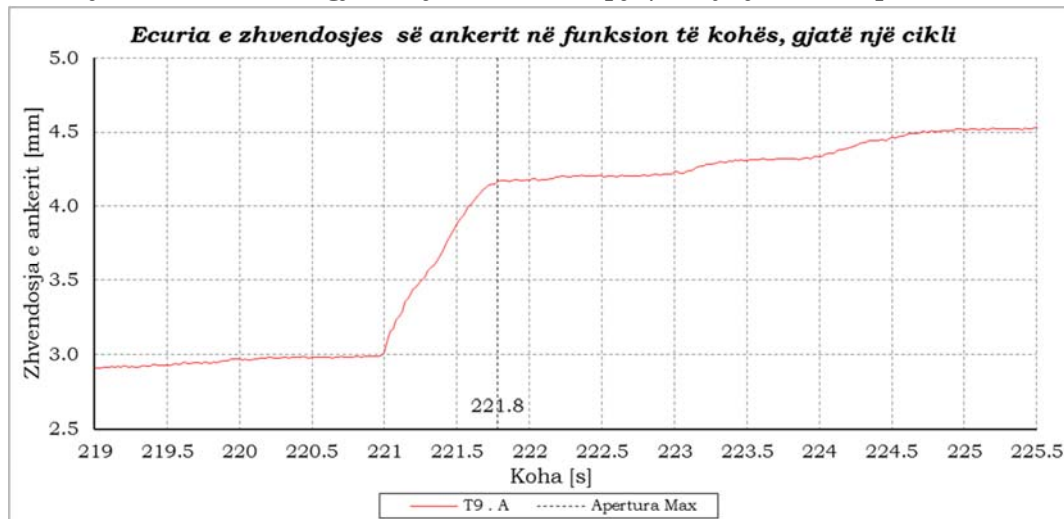


Figura 142: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Në grafikun e mësipërm vihet re që pjerresia e kurbës së rrëshqitjes së ankerit ndryshon me fillimin e hapjes dhe mbylljes së plasaritjes, pra sapo këmisha metalike e ankerit humbet kontaktin me sipërfaqen e vrimës së instalimit ankeri pëson një zhvendosje të menjëhershme, e cila stabilizohet sapo këmisha të rifitoje kontaktin me vrimën e instalimit dhe shkon drejt një stabilizimi.

Mund të vihet re se kurba e zhvendosjes së ankerit T9.A ndryshon pjerresë në tre momente thelbësore, në momentin kur plasaritja bëhet zero (mbyllje-hapje dhe e kundërta) dhe në momentin kur plasaritja i afrohet hapjes maksimale.

Sikurse u nënvizua edhe të grafiku parardhës, ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës. Zhvendosja e ankerit është e vogël deri në momentin që zvogëlohet në mënyrë të theksuar kontakti i këmishës së ankerit me vrimën e instalimit. Edhe pse sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale humbasin kontaktin me njëra-tjetrën (plasaritja është e hapur rreth 300÷400 μm) madhësia dhe shpejtësia me të cilën ankeri rrëshqet nga vrima e instalimit është shumë e vogël gati zero, situatë e cila rikthehet sapo plasaritja fillon të mbyllet. Ndërkohë që për hapje të plasaritjes nga (300÷800) μm madhësia dhe shpejtësia e zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit është shumë e madhe.

Në grafikun e mëposhtëm jepet zhvendosja e ankerave në funksion të ngarkesës aksiale tërheqës të aplikuar në ankera gjatë provës ciklike.

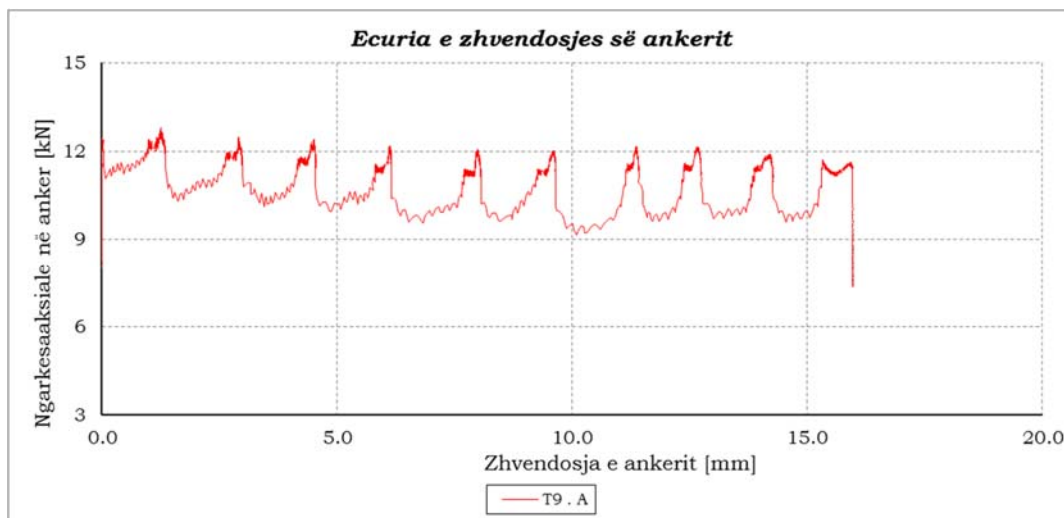


Figura 143: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankerat.

Sikurse është nënvizuar edhe më parë, nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në secilin anker vërehet zvogëlimi i ngarkesës duke filluar nga momenti i hapjes së të plasurës e cila arrin minimumin e saj (ngarkesa) në momentin e maksimumit të hapjes së të plasurës, dhe më pas fillon e rritet deri sa të arrijë vlerën e konfigurimit të aplikuar në sistemin e provës. Ky zvogëlim i ngarkesës aksiale në anker ndodh për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme dhe progresive të ankerit sapo e plasura fillon e hapet, zhvendosje e cila nuk arrin të kompesohet nga presioni i vajit në pistonin hidraulik.

Edhe në këtë grafik vihet re se për një ngarkesë aksiale tërheqëse të aplikuar në anker pothuajse konstante ndodh zhvendosja e ankerave vetëm si rezultat i hapje/mbylljes së të plasurës, për çdo cikël gjatë provës ciklike.

9.9.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave

Në momentin e mbylljes së plasaritjes në ciklin e dhjetë të saj, bëhet shkarkimi i ankerit nga ngarkesa aksiale ($N_c=0$ kN) dhe vlerësohet gjendja dhe zhvendosja e ankerave përgjatë provës ciklike. Mbas përfundimit të provës ciklike dhe vlerësimit që i bëhet gjendjes dhe zhvendosjes së ankerit përgjatë provës ciklike, fillon prova laboratorike për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerit të instaluar në betonin e plasaritur.

Prova për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale konsiston në aplikimin e një ngarkese tërheqëse aksiale e cila rritet deri në shkatërrim të ankerit.

Në grafikun e mëposhtëm jepet ecuria e aplikimit të ngarkesës aksiale tërheqëse në anker në funksion të zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit, ngarkesë e cila rritet deri sa ankerat të çdojnë.



Figura 144: Aftësia mbajtëse finale e ankerit [T9.A].

Nga rezultatet e përfituara për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerit, pas provës ciklike vihet re që ankeri ka aftësi mbajtëse të ulët krahasuar me aftësinë mbajtëse që jepet në skedën teknike për betonin e plasaritur me hapje të të plasurës konstante të barabartë me $w=0,3\text{mm}$.

Nga grafiku i mësipërm vihet re një çedim i menjëhershëm i ankerit, ky si rezultat i shkatërrimit nëpërmjet mekanizimit të formimit të konit në beton.

Në vazhdim jepen imazhe të gjendjes së ankerave në disa momente gjatë realizimit të provës laboratorike.

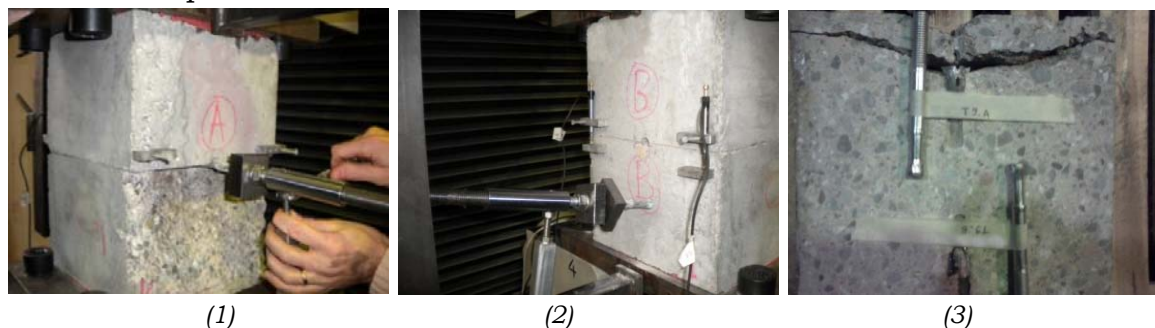


Figura 145: Imazhe të provës së zhvilluar me kampionin 9.

Nga imazhet e mësipërme vihet re se ankeri T9.A ka çeduar nga formimi i konit në kampionin e betonin, ndersa ankeri T9.B ka çeduar nga zhvendosja e ankerit nga këmisha (pull-through).

9.10 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 10

Në këtë provë hapja maksimale e të plasurës shkon deri në $500\text{ }\mu\text{m}$ jo deri në $800\text{ }\mu\text{m}$ si në provat e tjera të zhvilluara, ecuria e hapje/mbylljes së plasaritjes shkon nga 0 deri në $500\text{ }\mu\text{m}$. Për këtë është bërë rikonfigurimi i sistemit të provës me qellim kufizimin e hapjes maksimale të të plasurës në $500\text{ }\mu\text{m}$, ndërsa të gjithë parametrat e tjerë nuk do të ndryshojnë.

Në kampionin 10, formimi i plasaritjes artificiale është realizuar sikurse u përshkrua në paragrafin 8.4.1, nëpërmjet prerjes mekanike me disk diamanti në të gjithë thellësinë e kampionit duke përfituar dy gjysëm kandidate për tu

montuar në presën e provës si në figurën 59. Mbas ngjitjes me rezinë në pjastrat e presës të dy gjysëm kampioneve të përfituar nga prerja bëhet mbyllja e plasaritjes duke aplikuar një ngarkesë shtypëse në kampionin e betonit.

Më tej procedohet me instalimin e ankerave T10.A dhe T10.B në planin artificial të plasaritjes si dhe instrumentohet sistemi i provës, sikurse tregohet në figurën e mëposhtme.

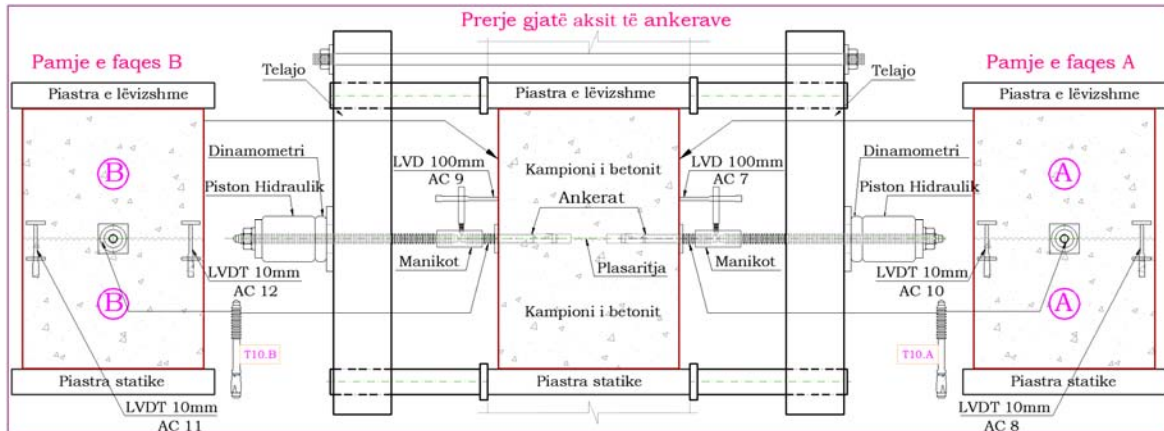


Figura 146: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit për kampionin 10.

9.10.1 Aplikimi i zhvendosjeve të alternuara në kampion dhe ngarkesave tërheqëse në ankera për realizimin e provës ciklike.

Aplikimi i cikleve (shiko 8.4.3) të hapje/mbylljeve të plasaritjes, konsiston në aplikimin e një spostimi të alternuar në gjysmën e pjesës së sipërme të kampionit të betonit i monitoruar nga tenzometri i presës i konfiguruar në portën In2:Corso_corto [mm], i cili monitoron spostimin vertikal të pjastrës së sipërme të presës, spostim i cili përkthehet në hapje/mbyllje të planit të plasaritjes në të cilin janë instaluar ankerat e provës.

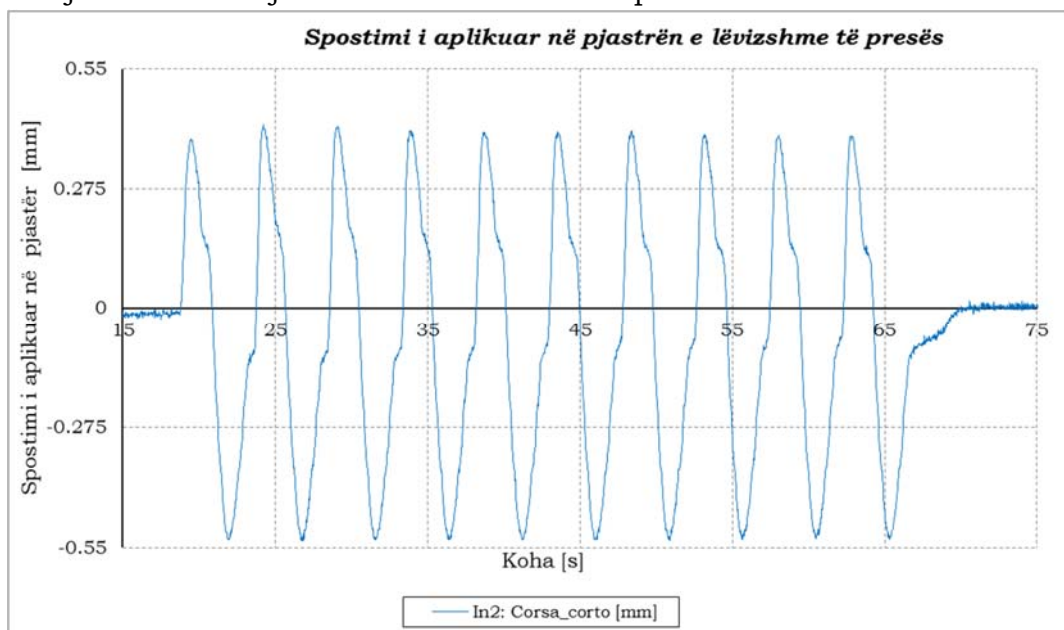


Figura 147: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.

Nga grafiku i mësipërm dhe krahasimi i tij me atë të provave të tjera, vihet re se gjatë provës ciklike me hapje maksimale të plasaritjes deri në 500 μm koha e nevojshme për të kryer të dhjetë ciklet është reduktuar me (10–15)s në krahasim me provat e kryera me hapje maksimale të plasaritjeve deri në 800 μm , për pasojë këto prova zhvillohen me një frekuencë më të lartë të hapje/mbylljes së plasaritjes.

Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës shoqërohet me aplikimin e një ngarkese shtypëse në kampionin e betonit e cila jepet në grafikun e mëposhtëm. Grafiku tregon forcën shtypëse në kampionin e betonit në funksion të zhvendosjeve të aplikuar në pjastrën e lëvizshme të presës me ankerat të instaluar në planin e plasaritjes gjatë provës ciklike. Sipërfaqja e krijuar nga ciklet isteresis të ngarkesës së aplikuar në funksion të zhvendosjeve jep energjinë (punën) që nevojitet të kryej presa e provës për mbylljen e plasaritjes si rezultat i pranisë së ankerave të instaluar në planin e kësaj plasaritje, madje në disa pjesë të tij edhe duke plasticizuar këmishën e ankerit dhe betonin përreth saj.

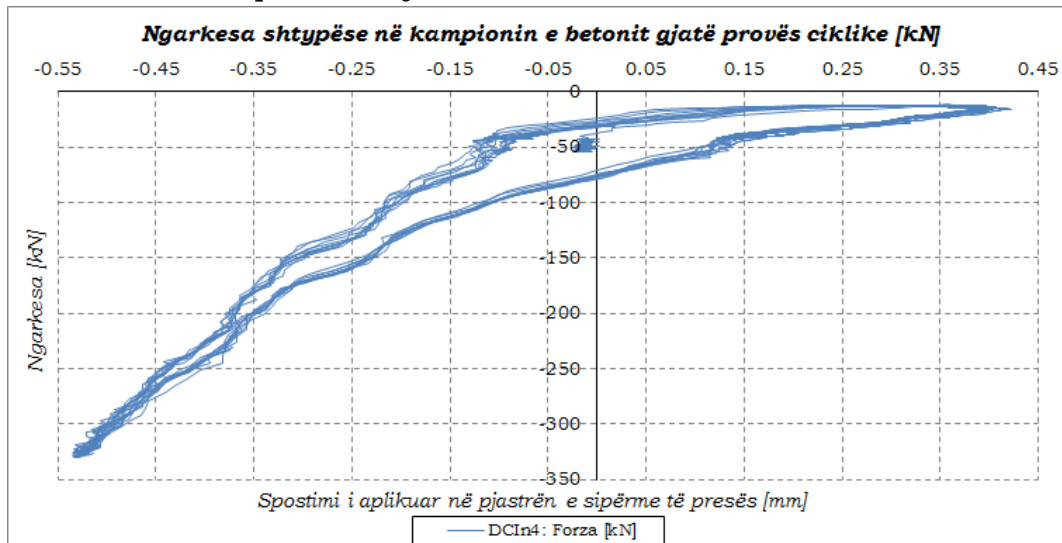


Figura 148: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës.

Është rikonfiguruar sistemi i provës në mënyrë të tillë që hapja maksimale e planit të plasaritjes të jetë 500 μm dhe në fund të ciklit të dhjetë ngarkesa shtypëse e aplikuar nga presa e provës në kampionin e betonit të jetë më e vogël se 100 kN, duke kthyer hapjen e të plasurës në momentin e përfundimit të montimit të ankerave në vrimën e instalimit.

Gjatë provës ciklike ankerat instalohen në planin e një plasaritje me madhësi që ndryshon në kohë dhe njëkohësisht që i nënshtrohen një ngarkese konstante tërheqëse, ecuria e të cilës jepet më poshtë. Si rezultat i një difekti në impiantin e ajrit të komprimuar, edhe për kryerjen e kësaj prove është përdorur një kompresor, për furnizimin e pistonave hidraulik me vaj. Është vënë re që kompresori nuk arrin të japë të njëjtin presion sikurse sistemi i ajrit të komprimuar për sistemin hidraulik të pistonave që aplikojnë ngarkesat konstante në ankerat.

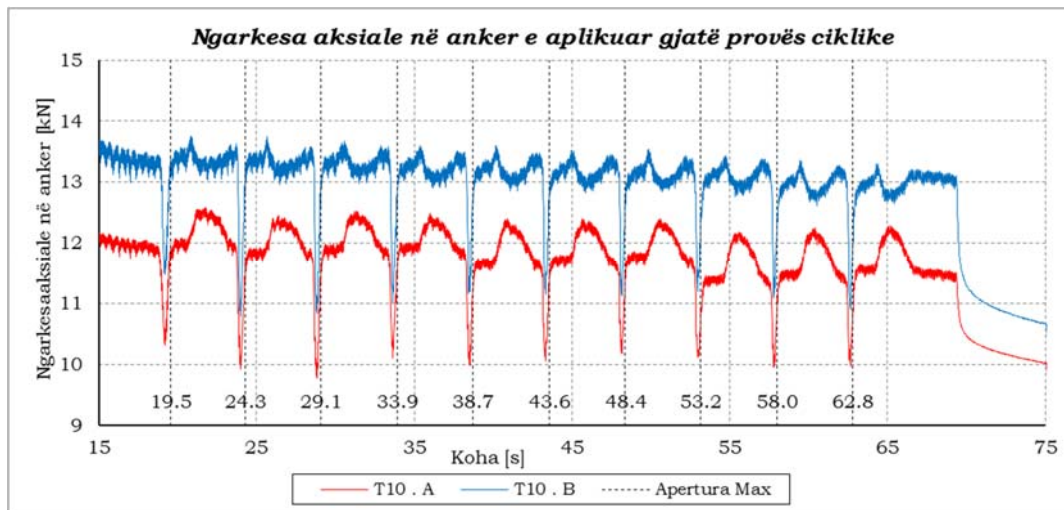


Figura 149: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordnatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në seicilin anker vërehet zvogëlim i saj në momentet e maksimumit të hapjes së të plasurave, për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike. Kjo është një anomali që ndikon negativisht në zhvendosjen totale të ankerave në fund të provave ciklike rrjedhimisht edhe në aftësinë mbajtëse finale të ankerave, pra do të kemi zhvendosje më të vogël të ankerave dhe aftësi mbajtëse më të madhe se në rastin e aplikimit të një ngarkese konstante përgjatë të gjithë provës.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e ngarkesës tërheqëse të aplikuar në anker gjatë një cikli të provës ciklike.



Figura 150: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli të provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.

Në këtë grafik vihet re se ngarkesa e aplikuar në ankera, fillon të zvogëlohet me fillimin e hapjes së plasaritjes, dhe ky zvogëlim ndalon shumë më shpejt se hapja të arrijë maksimumin.

9.10.2 Monitorimi i hapje/mbylljes së plasaritjes dhe zhvendosjes së ankerave, gjatë realizimit të provës ciklike

Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës artificiale e monitoruar nga tenzometrat LVDT HBM me hap 10 mm, konfiguruar në centralin e presës, përkatësisht në portën AC8 dhe AC10 për faqen A të kampionit dhe AC11 dhe AC12 për faqen B të tij, të cilët janë montuar në të dy anët e planit të plasaritjes. Hapje/mbyllja e plasaritjes varion për dhjetë cikle nga 0 μm deri në 500 μm , përgjatë çdo cikli.

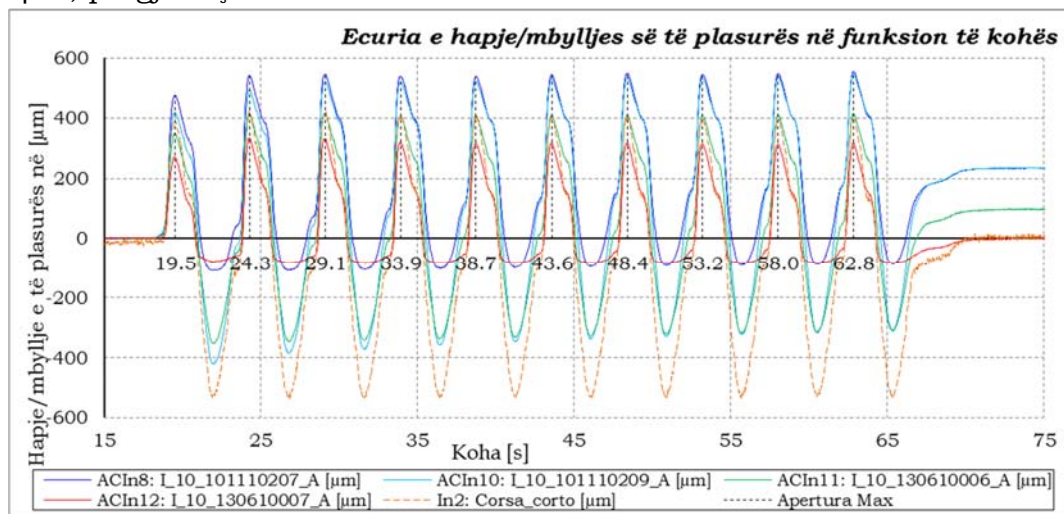


Figura 151: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.

Në grafikun e mësipërm vërehet që vlerat minimale dhe maksimale të hapjes së plasaritjes si dhe ecuria e hapje/mbylljes së plasaritjes e monitoruar nga katër tenzometrat LVDT HBM prej 10 mm janë sipas vlerave dhe ecurisë të kërkuara në konfigurimin e sistemit të provës. Sikur edhe te ngarkesa tërheqëse aksiale, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Sikurse vërehet është rikonfiguruar sistemi i provës në mënyrë të tillë që hapja maksimale e të plasurës të jetë 500 μm , gjë e cila lexohet edhe nga tenzometrat që monitorojnë hapje/mbylljen e plasaritjes gjatë provave ciklike.

Vihet re se në fund të ciklit të dhjetë tenzometerat që monitorojnë hapjen e të plasurës së faqes A të kampionit, pasqyrojnë vlera që tregojnë se kjo plasaritje mbetet e hapur në fund të provave ciklike, hapje e cila do të ndikojë në vlerën e ngarkesës finale të ankerit T10.A të instaluar në këtë plasaritje.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli të provës ciklike.

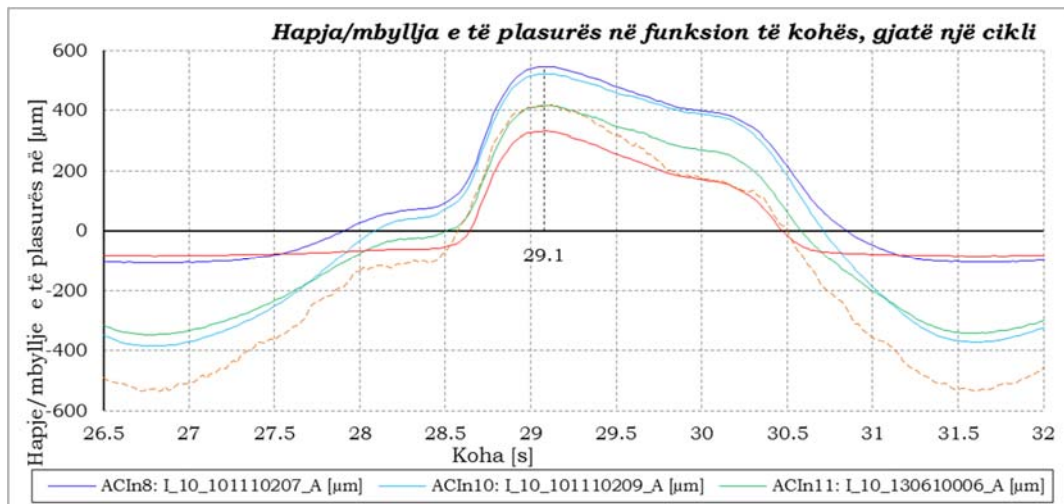


Figura 152: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës

Në grafikun e mësipër vërehet që momenti i fillimit të hapjes së të plasurës e monitoruar nga tenzometrat është e ndikuar nga prania e ankerave ashtu sikurse është edhe momenti i fillimit të mbylljes së të plasurës. Pra sa herë që hapja e të plasurës duhet të ndryshojë drejtim (nga hapja në mbyllje dhe anasjelltas), ajo duhet të përballet me praninë e ankerave në planin e plasaritjes të cilët ripozicionohen në vrimën e instalimit si rezultat i zhvendosjes gjatë dhe mbas çdo cikli.

Në vazhdim jepet, ecuria e zhvendosjes së seicilit anker gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT me hap 100 mm, konfiguruar përkatësisht në portën AC7 dhe AC9 të centralit të presës së provës.

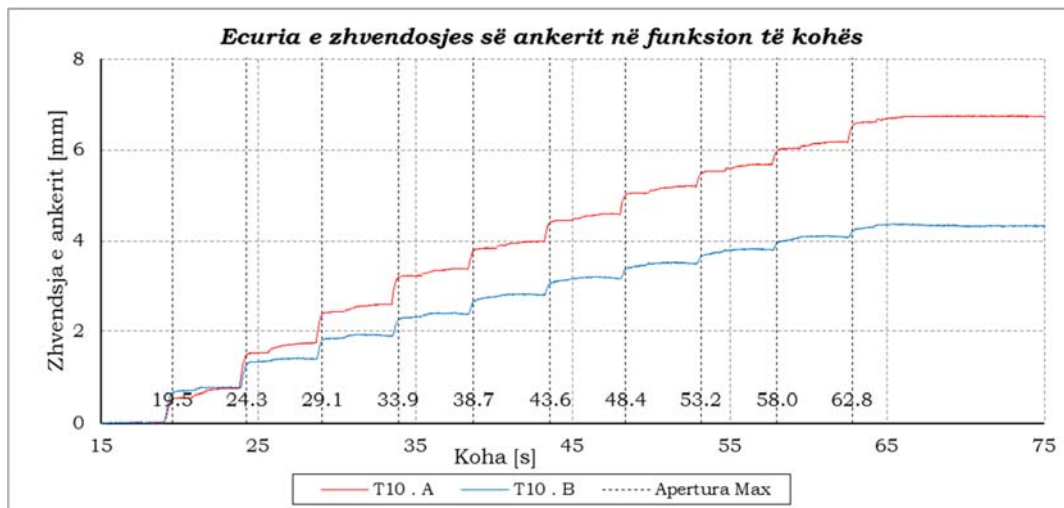


Figura 153: Ecuria e zhvendosjes së ankerit gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Vihet re dukuria e zhvendosjes së ankerave shkallë-shkallë, kjo si rezultat i ndryshimit të madhësisë së hapjes së të plasurës, në planin e të cilës janë montuar ankerat, gjatë provës ciklike. Sikur edhe në grafikët e mësipërm, me vija të ndërprera vertikale që zhvillohen mbi boshtin e ordinatave, të

shoqëruara edhe me momentin kohor përkatës janë dhënë momentet në të cilat hapjet e të plasurës bëhen maksimale. Pra ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës por të ndryshme dhe të ndryshueshme edhe gjatë cikleve që zhvillohen në provën ciklike. Gjatë aplikimit të një cikli hapje/mbyllje, ankeri pëson zhvendosje më të madhe dhe për kohë më të shkurtër gjatë procesit të hapjes së plasaritjes duke u ripozicionuar në vrimën e montimit në beton, dhe stabilizohet duke shkuar drejt zeros gjatë procesit të mbylljes së plasaritjes. Gjithashtu ankeri ka zhvendosje githmonë e më të vogël duke kaluar nga një cikël hapje/mbyllje të të plasurës te cikli pasardhës.

Në grafikun e mëposhtëm jepet në mënyrë të detajuar ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikli të hapje/mbylljes së të plasurës.

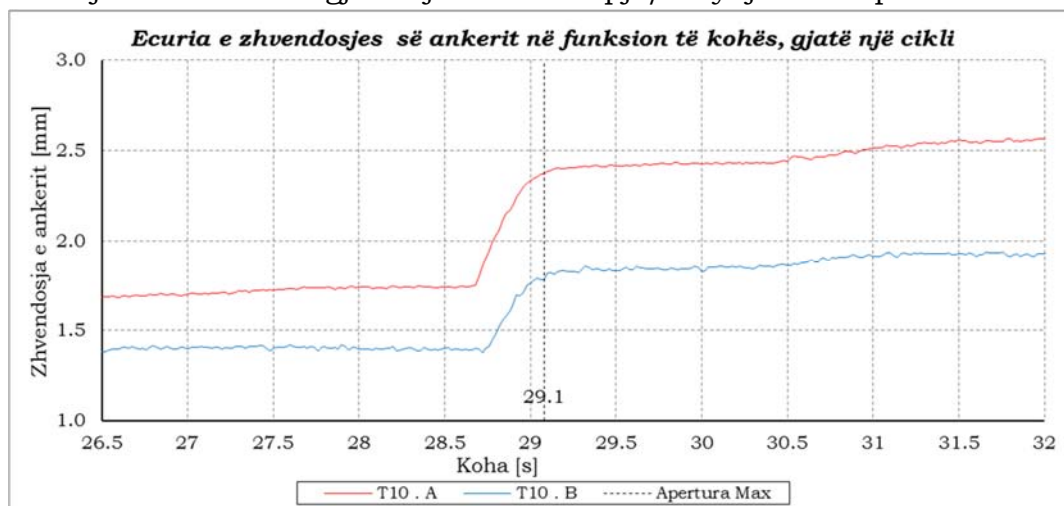


Figura 154: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës

Në grafikun e mësipërm vihet re që pjerrësia e kurbës së rrëshqitjes së secilit anker ndryshon me fillimin e hapjes dhe mbylljes së plasaritjes, pra sapo këmisha metalike e ankerit humbet kontaktin me sipërfaqen e vrimës së instalimit ankeri pëson një zhvendosje të menjëhershme, e cila stabilizohet sapo këmisha të rifitojë kontaktin me vrimën e instalimit dhe shkon drejt një stabilizimi.

Sikurse u nënvizua edhe te grafiku parardhës, ankerat rrëshqasin nga vrima e montimit në beton me shpejtësi të ndryshme dhe të ndryshueshme gjatë një cikili të vetëm të hapje/mbylljes së të plasurës. Zhvendosja e ankerit është e vogël deri në momentin që zvogëlohet në mënyrë të theksuar kontakti i këmishës së ankerit me vrimën e instalimit. Edhe pse sipërfaqet e betonit të plasaritjes artificiale humbasin kontaktin me njëra-tjetrën (plasaritja është e hapur rreth $100\div250\text{ }\mu\text{m}$) madhësia dhe shpejtësia me të cilën ankeri rrëshqet nga vrima e instalimit është shumë e vogël gati zero, situatë e cila rikthehet sapo plasaritja fillon të mbyllet. Ndërkohë që për hapje të plasaritjes nga $(250\div500)\text{ }\mu\text{m}$ madhësia dhe shpejtësia e zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit është shumë e madhe.

Si rezultat i zvogëlimit të kufirit të hapjes maksimale të plasaritjes nga 800 μm në 500 μm në çdo cikël edhe zhvendosja që pësojnë ankerat gjatë çdo cikli zvogëlohet ndjeshëm.

Në grafikun e mëposhtëm jepet zhvendosja e ankerave në funksion të ngarkesës aksiale tërheqës të aplikuar në ankerat gjatë provës ciklike.

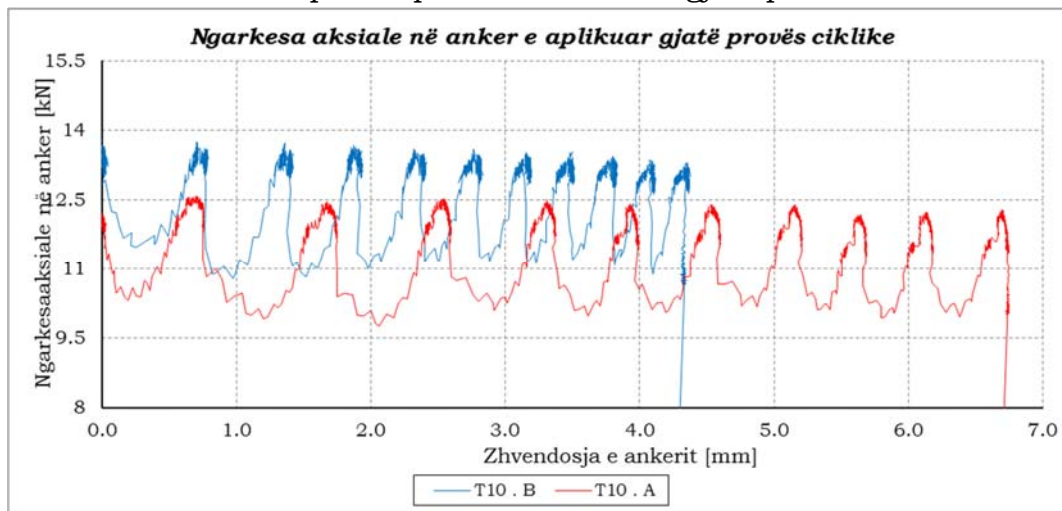


Figura 155: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankerat.

Sikurse është nënvizuar edhe më parë, nga vlerat e monitoruara nga dinamometri që lexon ngarkesën konstante të aplikuar në seicilin anker vërehet zvogëlimi i ngarkesës duke filluar nga momenti i hapjes së të plasurës e cila arrin minimumin e saj (ngarkesa) në momentin e maksimumit të hapjes së të plasurës, dhe më pas fillon e rritet deri sa të arrijë vlerën e konfigurimit të aplikuar në sistemin e provës. Ky zvogëlim i ngarkesës aksiale në anker ndodh për shkak të rënies së presionit të vajit në pompën hidraulike që furnizon pistonat hidraulik si rezultat i zhvendosjes së menjëhershme dhe progresive të ankerit sapo e plasura fillon e hapet, zhvendosje e cila nuk arrin të kompesohet nga presioni i vajit në pistonin hidraulik.

Edhe në këtë grafik vihet re se për një ngarkesë aksiale tërheqëse të aplikuar në anker pothuajse konstante ndodh zhvendosja e ankerave vetëm si rezultat i hapje/mbylljes së të plasurës, për çdo cikël gjatë provës ciklike.

Edhe në këtë grafik konfirmohet se si rezultat i zvogëlimit të kufirit të hapjes maksimale të plasaritjes nga 800 μm në 500 μm edhe zhvendosja totale e ankerave gjatë provës ciklike zvogëlohet.

9.10.3 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse finale të ankerave

Në momentin e mbylljes së plasaritjes në ciklin e dhjetë të saj, bëhet shkarkimi i ankerit nga ngarkesa aksiale ($N_c=0$ kN) dhe vlerësohet gjendja dhe zhvendosja e ankerave përgjatë provës ciklike. Mbas përfundimit të provës ciklike dhe vlerësimit që i bëhet gjendjes dhe zhvendosjes së ankerave përgjatë provës ciklike, fillon prova laboratorike për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave të instaluar në betonin e plasaritur.

Provat për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale konsistojnë në aplikimin e një ngarkese tërheqëse aksiale e cila rritet deri në shkatërrim të ankerit.

Në grafikun e mëposhtëm jepet ecuria e aplikimit të ngarkesës aksiale tërheqëse në secilin anker në funksion të zhvendosjes së ankerave nga vrima e instalimit, ngarkesë e cila rritet deri sa ankerat të çedojnë.

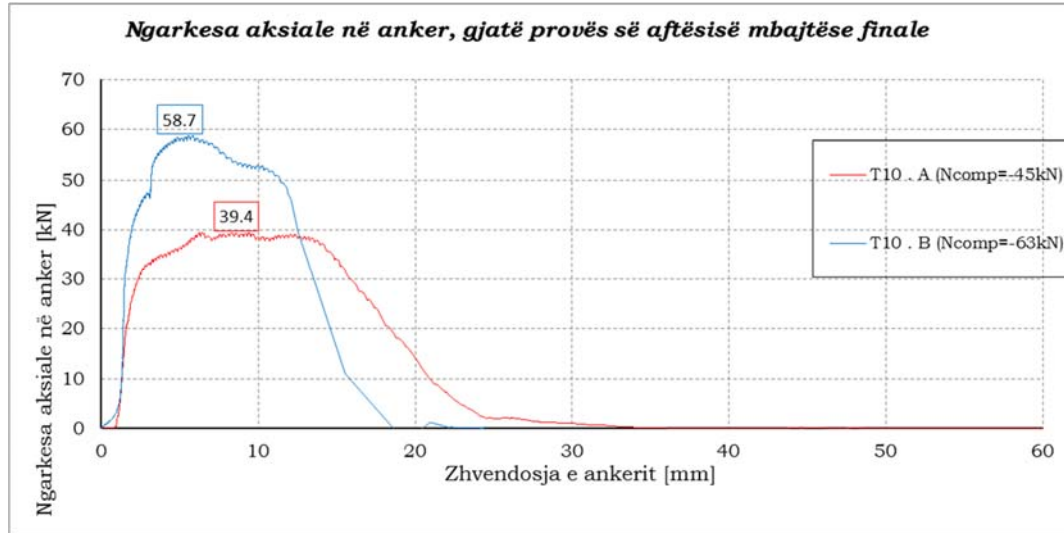


Figura 156: Aftësia mbajtëse finale e ankerave [T10.A; T10.B].

Nga rezultatet e përfituara për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave, pas provës ciklike vihet re që ankerat kanë aftësi mbajtëse të lartë e krahasueshme ose më e madhe së aftësisë mbajtëse që jepet në skedën teknike për betonin e plasaritur me hapje të të plasurës konstante të barabarte me $w=0,3\text{mm}$.

Në vazhdim jepen imazhe të gjendjes së ankerave në disa momente gjatë realizimit të provës laboratorike.

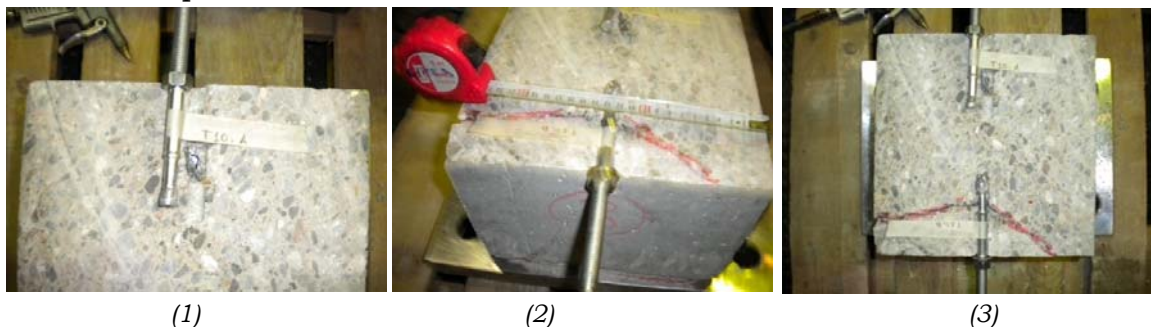


Figura 157: Imazhe të provës së zhvilluar me kampionin 10.

Nga imazhet e mësipërme vihet re se ankeri T10.A ka çeduar nga zhvendosja e ankerit nga këmisha (pull-through), ndërsa ankeri T10.B ka çeduar nga formimi i konit në kampionin e betonin.

9.11 – Provat laboratorike të kryera mbi kampionin 11

Në këtë provë do të vlerësohet aftësia mbajtëse e dy ankerave të montuar në beton të pa plasaritur, me qëllim përfitim të vlerave referuese për të krijuar një shtrat të plotë mbi sjelljen e ankerave, për të gjykuar më drejtë e më saktë për sjelljen e tyre nën efektin e veprimeve ciklike.

Në kampionin 11, zhvillohen dy prova të pavarura duke instaluar në betonin e paplasaritur mbi dy faqe përballë njëra-tjetrës një e nga një, dy ankerë për të vlerësuar aftësinë mbajtëse të ankerave në betonin e paplasaritur. Kampioni 11 instrumentohet si në figurën e mëposhtme. Fiksohet kampioni i betonit në një bazament të padeformueshëm dhe instalohet ankeri në qendër të kampionit. Nëpërmjet pistonit hidraulik të monitoruar nga një dinamometër prej 100kN aplikohet ngarkesa tërheqëse aksiale në anker e cila rritet derisa ankeri të çetojë, ndërsa zhvendosja e ankerit monitorohet nga një tenzometër elektrik me hap 100mm. I njëjti veprim përsëritet, për secilën nga dy faqet përballë njëra-tjetrës në kampionin e paplasaritur.



Figura 158: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i provës për kampionin 11.

9.11.1 Vlerësimi i aftësisë mbajtëse të ankerave në betonin e paplasaritur

Sikurse sqaruar edhe në paragrafin e mësipërm, provat për vlerësimin e aftësisë mbajtëse të ankerave në betonin e paplasaritur konsistojnë në aplikimin e një ngarkese tërheqëse aksiale e cila rritet deri në shkatërrim të ankerit të instaluar në beton të paplasaritur.

Në grafikun e mëposhtëm jepet ecuria e aplikimit të ngarkesës aksiale tërheqëse në secilin anker në funksion të zhvendosjes së ankerave nga vrima e instalimit, ngarkesë e cila rritet deri sa ankerat të çetojnë.

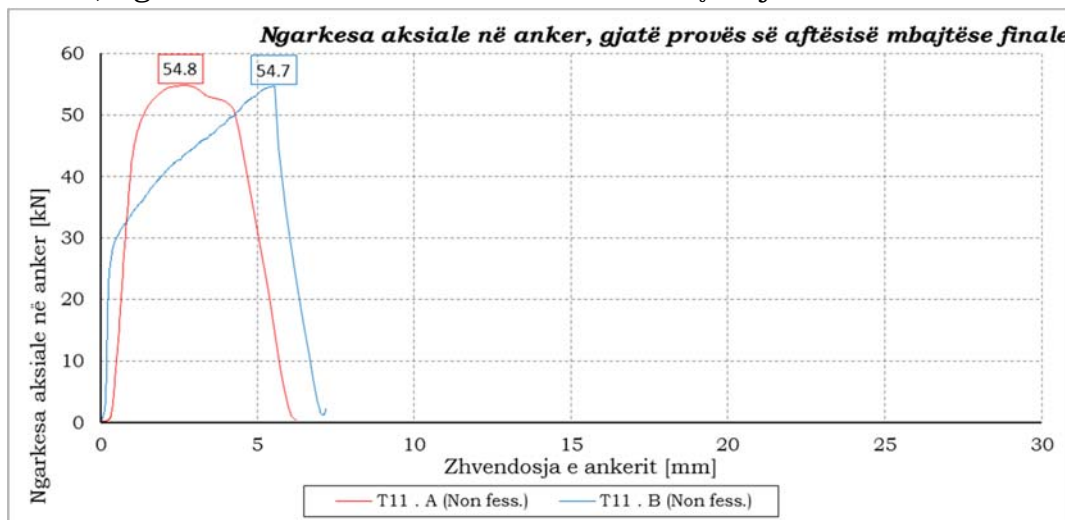


Figura 159: Aftësia mbajtëse finale e ankerave në beton të paplasaritur [T11.A; T11.B].

Nga rezultatet e përfituara për vlerësimin e aftësisë mbajtëse të ankerave, në betonin e pa plasaritur vihet re që ankerat kanë aftësi mbajtëse më të madhe se aftësia mbajtëse që jepet në skedën teknike për betonin e pa plasaritur. Për betonin e klasës C50/60 aftësia mbajtëse e ankerit në betonin e pa plasaritur është $N_{RK}=47.7$ kN.

Në vazhdim jepen imazhe të gjendjes së ankerave në disa momente gjatë realizimit të provës laboratorike.

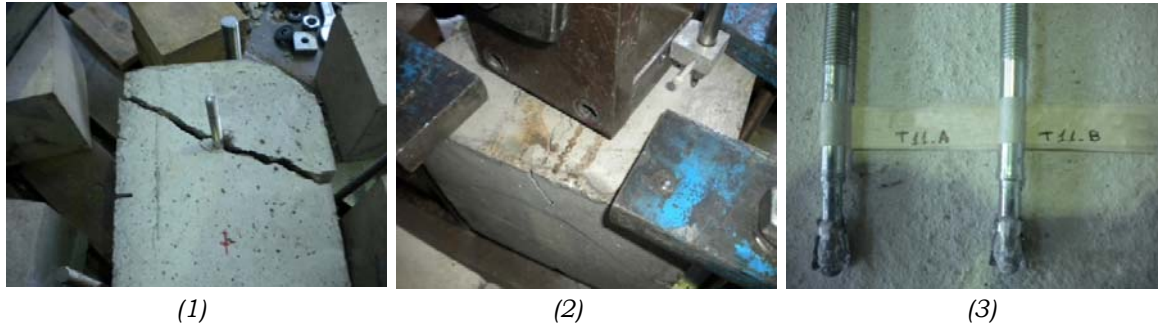


Figura 160: Imazhe të provës zhvilluar me kampionin 11.

Nga imazhet e mësipërme vihet re se ankerat kanë çeduar nga shkatërrimi i betonit, kampioni i betonit të përdorur për këtë provë ishte i njëjtë me kampionet e përdorura për provat e mëparshme.

Dimensionet e kampioneve të betonit nuk ishin të përshtatshme për këtë mënyrë të fiksimit të kampionit në bazamentin e padeformueshëm. Në imazhin (2) vërehet që si rezultat i fiksimit të papërshtatshëm në bazament kampioni i betonit është çarë/shkatërruar (mënyrë shkatërrimi që nuk njihet në mekanizmat e çedimit të ankerave). Në imazhin (3) vihet re që ankerat kanë qene duke çeduar për shkak të zhvendosjes së ankerave nga këmisha (pull-through), mekanizëm i cili nuk ka arritur të konkludojë si rezultat i çarjes së betonit. Pra ankerat do të kishin aftësi mbajtëse më të madhe nëse do të konkludonte mekanizmi i shkatërrimit (pull-through), por është gjeneruar një mekanizëm i panjohur shkatërrimi (çarja e betonit) si rezultat i fiksimit të papërshtatshëm të kampionit të betonit.

KAPITULLI X

10 – Modeli numerik me element të fundëm për studimin e sjelljes së ankerave nën efektin e veprimeve ciklike (FEA).

Në këtë doktoraturë u mendua të realizohej një model numerik me elemente të fundëm për të përfutur një tablo më të plotë mbi sjelljen e ankerave. Qëllimi kryesor është zgjerimi i informacionit në dispozicion, me qëllim krahasimin e tij me atë të përfutur nga provat laboratorike të realizuara në këtë doktoraturë por edhe me informacionin e mbledhur nga literatura ndërkombëtare.

Modeli numerik është konceptuar të jetë një pasqyrim i plotë i të njëjtës situatë që u përdor në provat laboratorike, për përcaktimin e aftësisë mbajtëse të ankerave në beton të paplasaritur me qëllim përfutimin e rezultateve nga dy mënyra të ndryshme me impostime të njëjta, në këtë mënyrë është shumë më i lehtë krahasimi dhe gjykimi që do të jepet mbi rezultatet e përfutura.

I gjithë informacioni do të përdoret për të kuptuar dhe më tej për të gjykuar më mirë sjelljen e ankerave dhe njëkohësisht për të dalë në përfundime sa më të sakta e përgjithësuese.

10.1 – Gjeometria e kampionit dhe ankerit që do të përdoren në modelin numerik, dhe modelet e sjelljes së materialeve.

Sikurse u përshkrua edhe në paragrafin e mësipërm, gjeometria e kampionit të betonit do të jetë e njëjtë me atë që u përdor në provat laboratorike, pra në formë paralelopipedi me seksion katror (250x250) mm, me lartësi 360 mm.

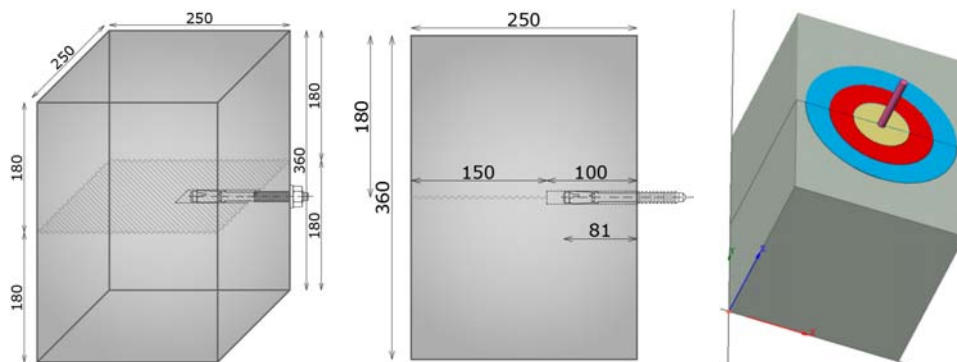


Figura 161: Gjeometria e kampionit të betonit të përdorur për modelin numerik.

10.1.1 Betoni i përdorur dhe parametrat e tij

Betoni i përdorur në model është i klasës C50/60, sa klasa e betonit në momentin e kryerjes së provave laboratorike. Ndërsa rezistenca mesatare në tërheqje f_{ctm} , moduli i elasticitetit E_c , dhe energjia e shkatërrimit të betonit G [43], janë llogaritur në mënyrë analitike ndërsa koeficienti i Puasonit ν_c është pranuar sa vlera në tabelën e mëposhtme [11]. Deformimi kufitar i betonit $\epsilon_{cu}=0.0015\text{mm/mm}$, raporti i rezistencës bi-aksiale me atë aksiale $f_{bu}/f_{ck}=1.16$ janë llogaritur gjithashtu [44].

Klasa e betonit	f_{ck} (N/mm²)	R_{ck} (N/mm²)	f_{ctm} (N/mm²)	E_c (N/mm²)	ν_c	G (N/mm)
C50/60	50	60	4.1	37277	0.2	0.202

Tabela 14: Karakteristikat e betonit të përdorur për modelin numerik.

Për sjelljen e betonit në modelin numerik është zgjedhur modeli jolinear "Total Strain Crack". Funkcioni i këtij modeli për sjelljen e betonit në tërheqje është sipas Hordijk [45], [46], ndërsa sjellja e betonit në shtypje është sipas Thorenfeld [47].

10.1.2 Ankerat e përdorur dhe parametrat e tij

Në modelin numerik do të përdoret i njëjti anker që u përdor edhe për provat laboratorike, anker i tipit M12, FM-753 crack [1].



Figura 162: Ankeri M12, FM-753 crack [1].

Çeliku i trupit të ankerit është çelik i zinkuar i tipit 8.8 sipas normativës UNI-EN 20898-2 [14], ndërsa këmisha e ankerit është çelik A2/A4-70 sipas normes EN 10088-3:2005 [18] me karakteristikat e mëposhtme.

Karakteristikat	Klasat e rezistencës	
	Shufra	Fasheta
Lloji i çelikut	8.8	A2 / A4-70
Rezistenca në shkatërrim: $f_{u,k}$ (MPa)	800	700
Rezistenca në rrjedhshmeri: $f_{y,k}$ (MPa)	640	450
Moduli i elasticitetit: E_s (GPa)	200	
Koeficienti i Puasonit: ν_c	0.3	

Tabela 15: Karakteristikat mekanike të ankerit [1].

Sjellja e çelikut të shufrës (trupit) të ankerit dhe këmishës së tij (fashetës) është përcaktuar nëpërmjet një funksioni multilinear sforcim-deformim. Parametrat për secilin nga materialet përbërëse të këtyre elementëve janë marë sipas tabelës 15. Koeficienti i fërkimit çelik - beton është pranuar $\mu_c = 0.43$, ndërsa koeficienti i fërkimit çelik - çelik është pranuar $\mu_s = 0.16$ [48].

Në figurën e mëposhtme jepet gjeometria e ankerit e cila është modeluar me të njëjtat të dhëna edhe në modelin numerik.

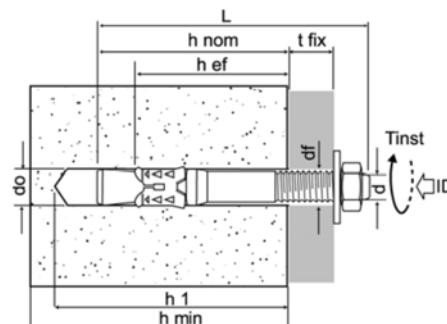


Figura 163: Të dhënat gjeometrike të ankerit FM-753 crack [1].

Në tabelën e mëposhtme jepen disa të dhëna teknike lidhur me tipin e ankerit të përdorur në modelin numerik.

d	Tipi	d_0	h_1	h_{nom}	h_{ef}	d_f	h_{min}	T_{inst}	s_w
	$d \times L$	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N^*m	
M12	M12x170	12	100	81	72	14	150	60	19

Tabela 16: Karakteristikat gjeometrike të ankerit FM – 753 crack [1].

10.2 – Modelimi me elementë të fundëm (FEA)

Sistemi i provës është simuluar duke përdorur modelimin me elementë të fundëm 3D (FEA), për të përfaqësuar kampionin e betonit, trupin e ankerit dhe këmishën e tij.

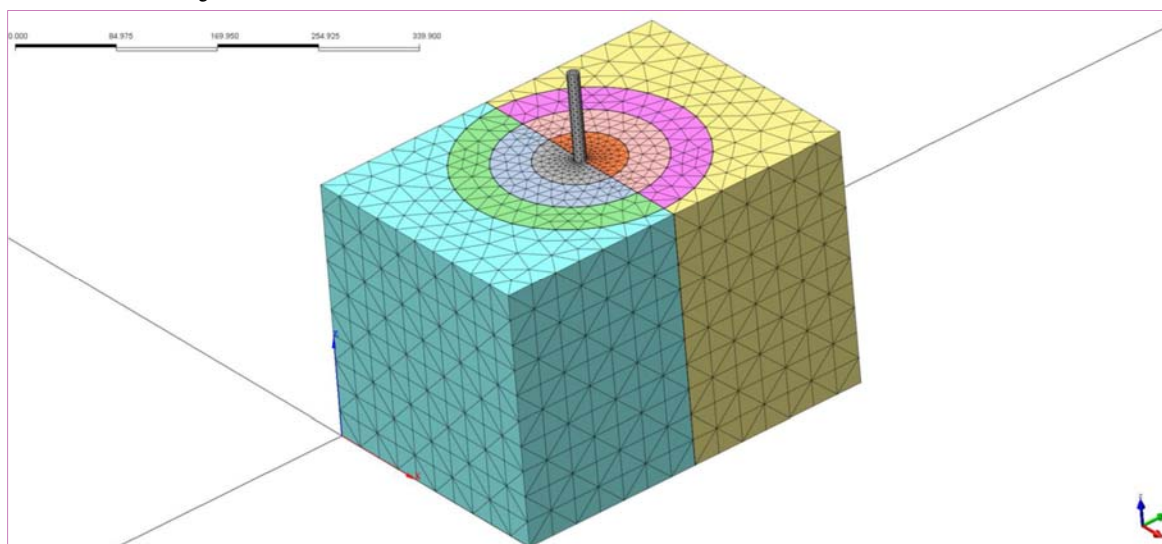


Figura 164: Diskretizimi i modelit me elementë të fundëm 3D (FEA).

Për madhësinë e rrjetës së diskretizimit të elementëve është zgjedhur hap i ndryshëm, në funksion të pozicionimit dhe dimensioneve të elementit, për të patur një optimum zgjidhjeje. Këmisha e ankerit, trupi i ankerit dhe pjesa e betonit rreth vrimës së instalimit është diskretizuar me madhësi rrjete sa spesori i këmishës së ankerit, duke e rritur këtë madhësi rrjete në drejtim të ekstremeve të kampionit të betonit.

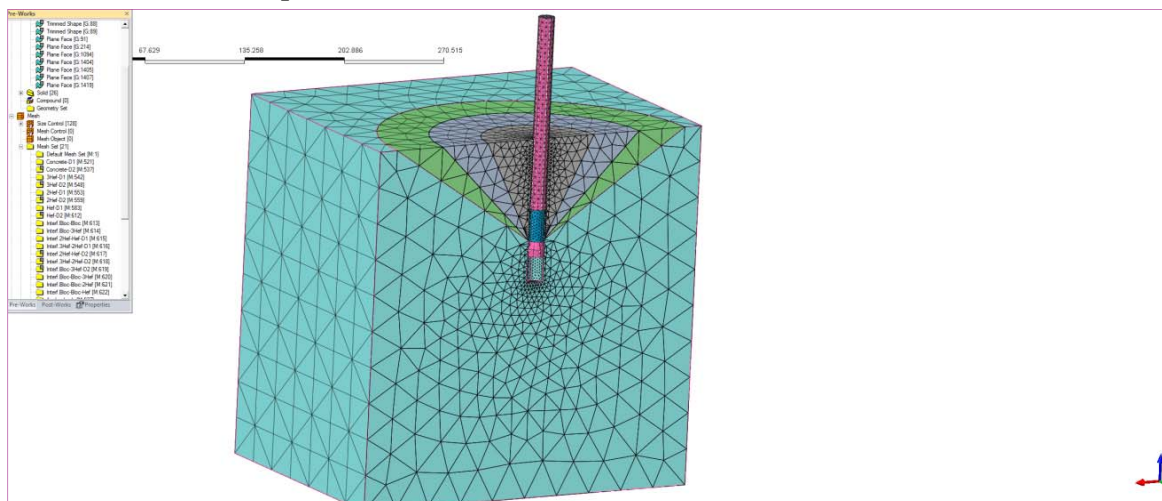


Figura 165: Rrjeta e diskretizimit në brendësi të modelit me elementë të fundëm.

Plani i plasaritjes artificiale është krijuar duke ndarë në dy gjysëm-bloqe kampionin e betonit. Për të gjeneruar të gjithë mekanizmat e shkatërrimit në kampionin e betonit janë krijuar tre kone me lartësi h_{ef} , dhe diametra h_{ef} , $2h_{ef}$ dhe $3h_{ef}$ [7].

Sipërfaqet e kontaktit ndërmjet dy gjysëm-bloqeve të betonit dhe sipërfaqet e kontaktit ndërmjet koneve, janë modeluar me "interface element".

Kontakti ndërmjet këmishës së ankerit dhe betonit të vrimës së instalimit është modeluar si "surface to surface contact", gjithashtu edhe kontakti ndërmjet këmishës dhe trupit të ankerit është modeluar si "surface to surface contact".

Në pjesën e poshtme të kampionit të betonit është aplikuar lidhja inkastim, ndërsa në anker është aplikuar një forcë normale tërheqëse.

10.3 – Analiza llogaritese e modelit dhe rezultatet e përfituara

Nga kryerja e analizës llogaritese është përfituar gjendja e sforcuar dhe zhvendosjet si në figurën 166, 167 dhe 168 si dhe rezultatet aftësi mbajtëse – zhvendosje të paraqitura ne figurën 169.

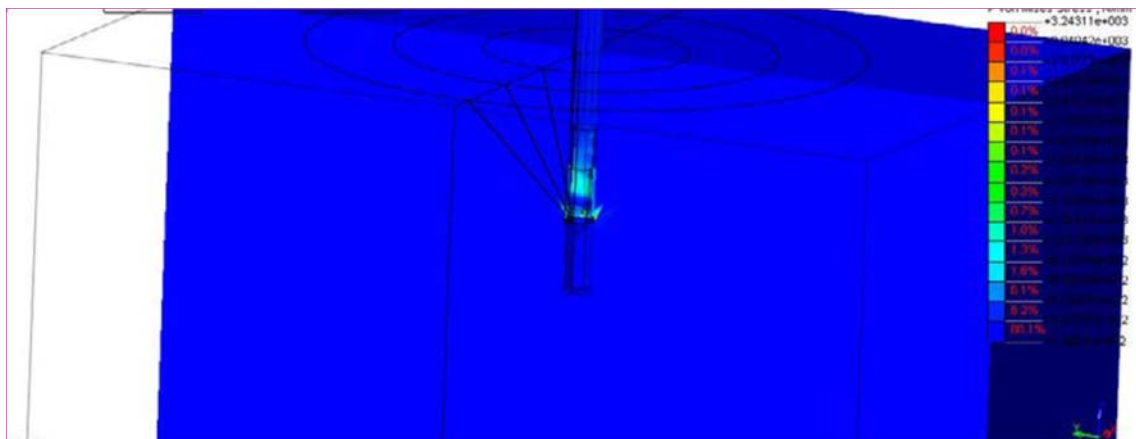


Figura 166: Paraqitja e shpërndarjes së sforcimeve.

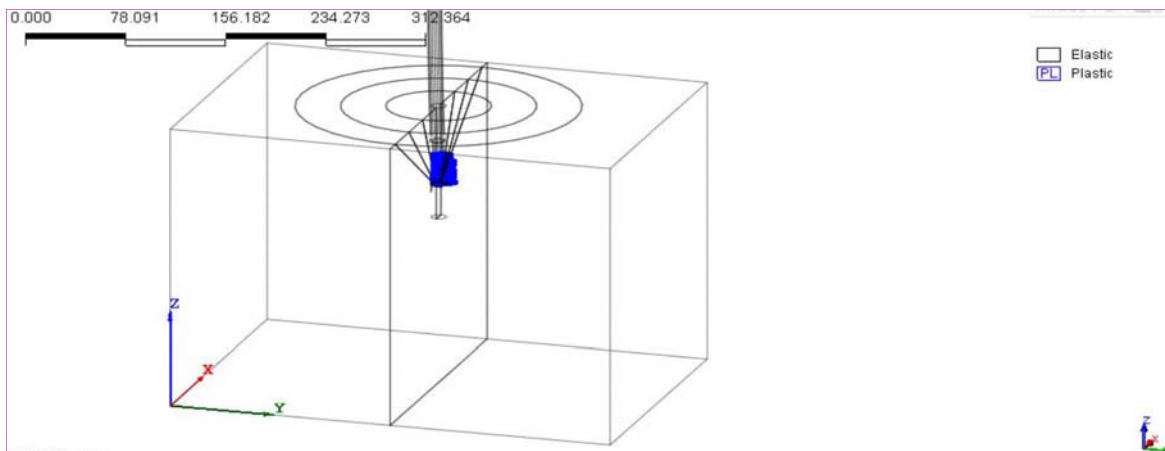


Figura 167: Paraqitja e gjendjes së këmishës së ankerit.

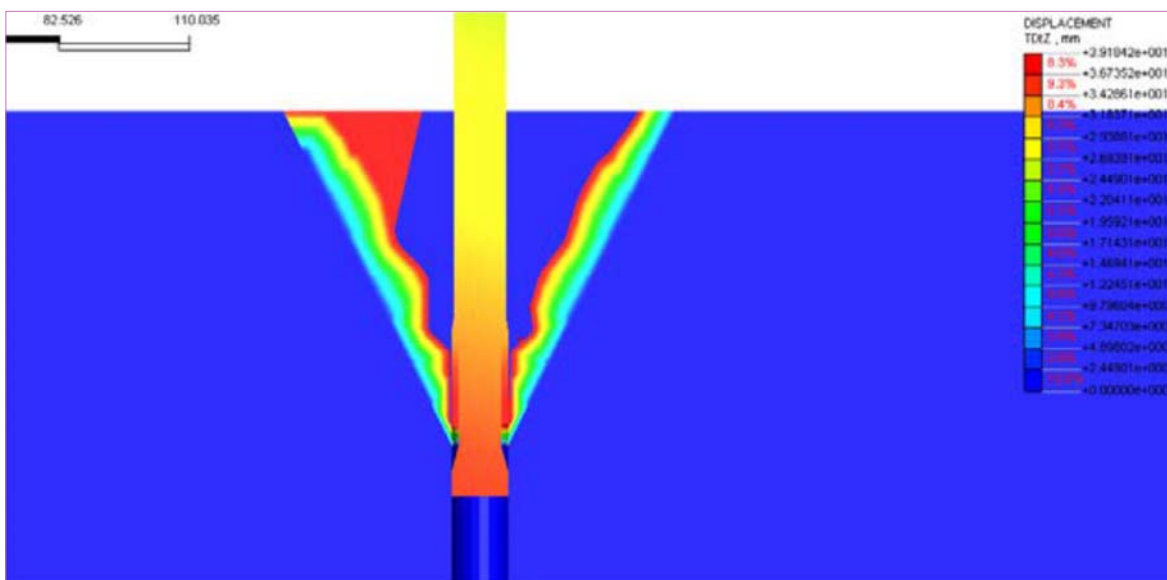


Figura 168: Paraqitja e shpërndarjes së zhvendosjeve.

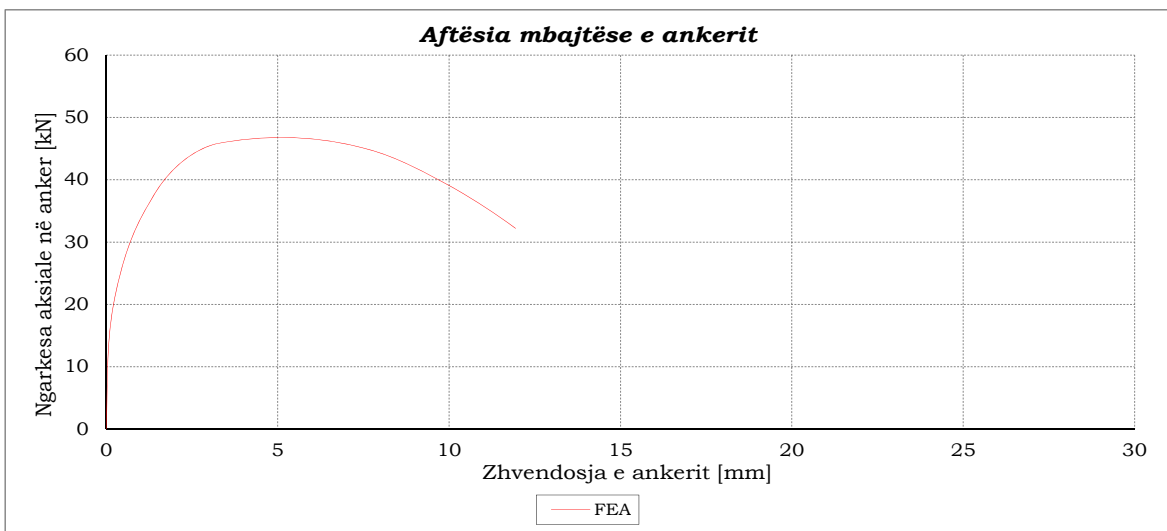


Figura 169: Aftësia mbajtëse finale e ankerit [FEA].

Nga grafikët e mësipërm vërehet që përqendrimi i sforcimeve është në zonën e kontaktit të këmbishës së ankerit me betonin, dhe shpërndahen sipas formimit të koneve të shkatërrimit në beton. Në grafikun e figurës 167, konfirmohet edhe më shumë ky vëzhgim sepse pikërisht në këtë zonë materiali kalon në gjendje plastike.

KAPITULLI XI

11 – Diskutime të rezultateve dhe krahasimi i tyre

Rezultatet e përfituara nga provat eksperimentale paraqiten në trajtë të përmbledhur në Tabelën 17. Vihet re se janë testuar 12 ankerat në beton të plasarit, me hapje të plasaritjes ciklike nga 0 μm deri në 800 μm . Nga 12 ankerat e testuar 9 ankerat (ose 75% e ankerave të testuar) i rezistuan provës ciklike, pra kishin aftësi mbajtëse edhe mbas përfundimit të provës ciklike. 3 ankerat (ose 25% e ankerave të testuar) u shkatërrua gjatë provës ciklike, nga të cilët 1 anker (ose 33,3%) është shkatërruar në 8 cikle ose për 80% të cikleve të kryera dhe 1 anker (ose 33,3%) është shkatërruar në 3 cikle ose për 30% të cikleve të kryera, Figura 176.

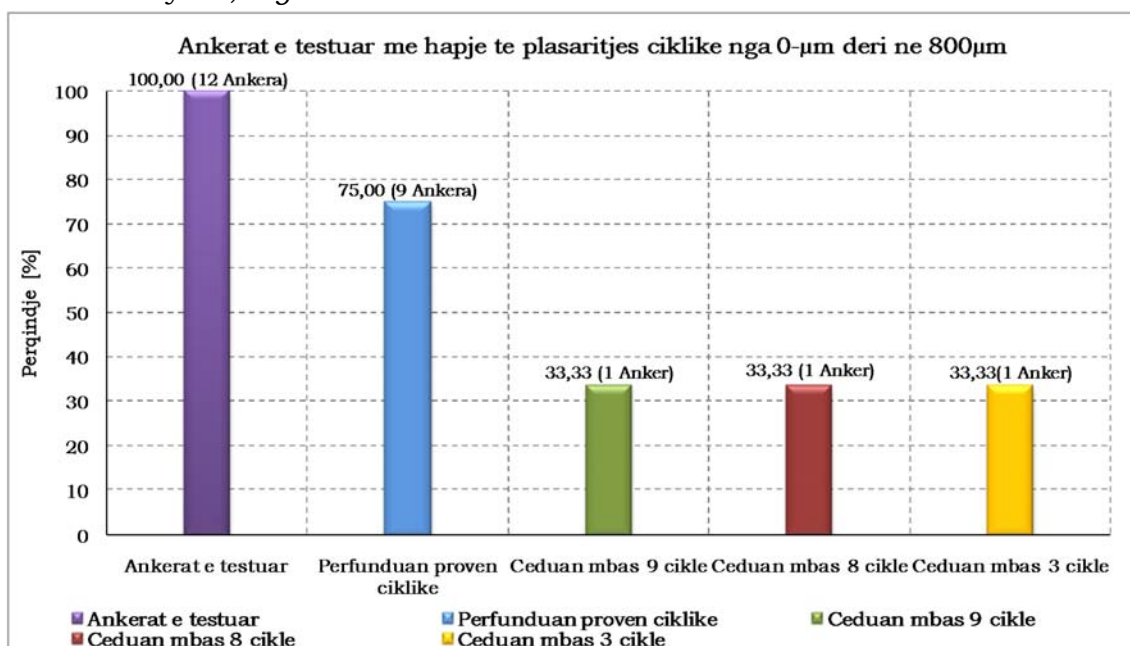


Figura 170: Ankerat e testuar me hapje të plasaritjes ciklike nga 0- μm deri në 800 μm .

Për 9 ankerat që i kanë rezistuar provës ciklike vihet re që zhvendosja gjatë ngarkimit për përcaktimin e aftësisë mbajtëse finale, për shumë prej këtyre ankerave është shumë e ndryshueshme nga 2% deri në 37%, referuar zhvendosjes së matur gjatë provës ciklike.

Hapja e të plasurës	Ankeri	Gjatë provës ciklike				Pas provës ciklike			
		Numuri i cikleve	Hapja e të plasurës		Zhvendosja në fund të cikleve [mm]	Ngarkesa shtypëse në presë [kN]	Aftësia mbajtëse ne shkatërrim [kN]	Zhvendosja në shkatërrim [mm]	Mënyra e shkatërrimit*
			Fillimi i cikleve [μm]	Fundi i cikleve [μm]					
(0–800)μm	T3.A	10	111,5	–110,0	17,84	–603,73	40,2	2,33	PT
(0–800)μm	T3.B	10	213,3	–48,8	12,53	–613,95	57,5	4,67	PT
(0–800)μm	T4.A	10	180,8	171,7	14,69	–72,33	39,8	2,64	KB
(0–800)μm	T4.B	10	213,3	97,4	8,74	–75,83	45,1	2,90	KB
(0–800)μm	T5.A	8	13,2	487,0	19,86	–15,40	19,2	2,00	PT
(0–800)μm	T5.B	8	1,7	592,3	81,00	U shkatërrua pas 8 cikleve			KB
(0–800)μm	T6.A	9	229,5		81,00	U shkatërrua pas 9 cikleve			KB
(0–800)μm	T6.B	9	243,8	68,6	14,56	–22,92	35,5	Non misur.	KB
300μm	T7.A	Hapja e të plasurës konstante w=0,3 mm				–17,39	48,1	10,22	KB
800μm	T7.B	Hapja e të plasurës konstante w=0,8 mm				0,12	39,0	7,70	PT
(0–800)μm	T8.A	10	249,8	45,8	6,81	–101,96	46,2	5,20	KB
(0–800)μm	T8.B	10	242,5	80,5	8,79	–91,80	48,6	8,28	PT
(0–800)μm	T9.A	13	233,6	240,9	15,96	–18,87	18,7	0,31	KB
(0–800)μm	T9.B	3	195,0		81,00	U shkatërrua pas 3 cikleve			PT
(0–500)μm	T10.A	10	113,6	347,9	6,74	–45,14	39,4	8,12	PT
(0–500)μm	T10.B	10	53,8	100,6	4,36	–63,08	58,7	5,14	KB
	T11.A	Beton i paplasaritur					54,8	2,33	SB
	T11.B	Beton i paplasaritur					54,7	5,19	SB

*PT: Pull-through; KB: Kon ne beton; SB: Shkatërrim i betonit

Tabela 17: Rezultatet e përfituara nga provat eksperimentale të kryera me ankerin M12

Aftësia mbajtëse finale e vlerësuar mbas përfundimit të provës ciklike për secilin anker është e ndryshme. Vlera e aftësisë mbajtëse finale është e ndikuar në mënyrë të ndjeshme nga madhësia e hapjes së të plasurës në fund të provës ciklike dhe nga vlera e ngarkesës shtypëse të aplikuar nga presa e provës pingul me hapjen e të plasurës në kampionin e betonit. Ndikim të ndjeshëm në vlerën e aftësisë mbajtëse finale të ankerave ka gjithashtu edhe sasia e zhvendosjes nga vrima e instalimit që ka pësuar ankeri gjatë ekzekutimit të provës ciklike. Nga të dhënat e përfituar vërehet gjithashtu që në vlerën e aftësisë mbajtëse finale ndikon edhe mënyra e çedimit ose shkatërrimit të sistemit ankerues (zhvendosja e ankerit nga vrima e instalimit ose formimi i konit në beton).

Në figurën e mëposhtme paraqiten kurbat forcë-zhvendosje gjatë provës ciklike dhe ato të aftësisë mbajtëse finale në funksion të zhvendosjes së ankerit gjatë provës për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale për secilin nga ankerat që ka përfunduar provën ciklike, me hapje të plasaritjes gjatë cikleve nga 0 μm deri në 800 μm . Për krahasim të rezultateve janë hedhur edhe rezultatet e ankerit T7.B i montuar në beton me plasaritje konstante $w=0.8\text{mm}$, rezultatet e ankerave T11.A(B) të montuar në beton të pa plasaritur dhe rezultatet e përfituara nga modeli numerik FEA.

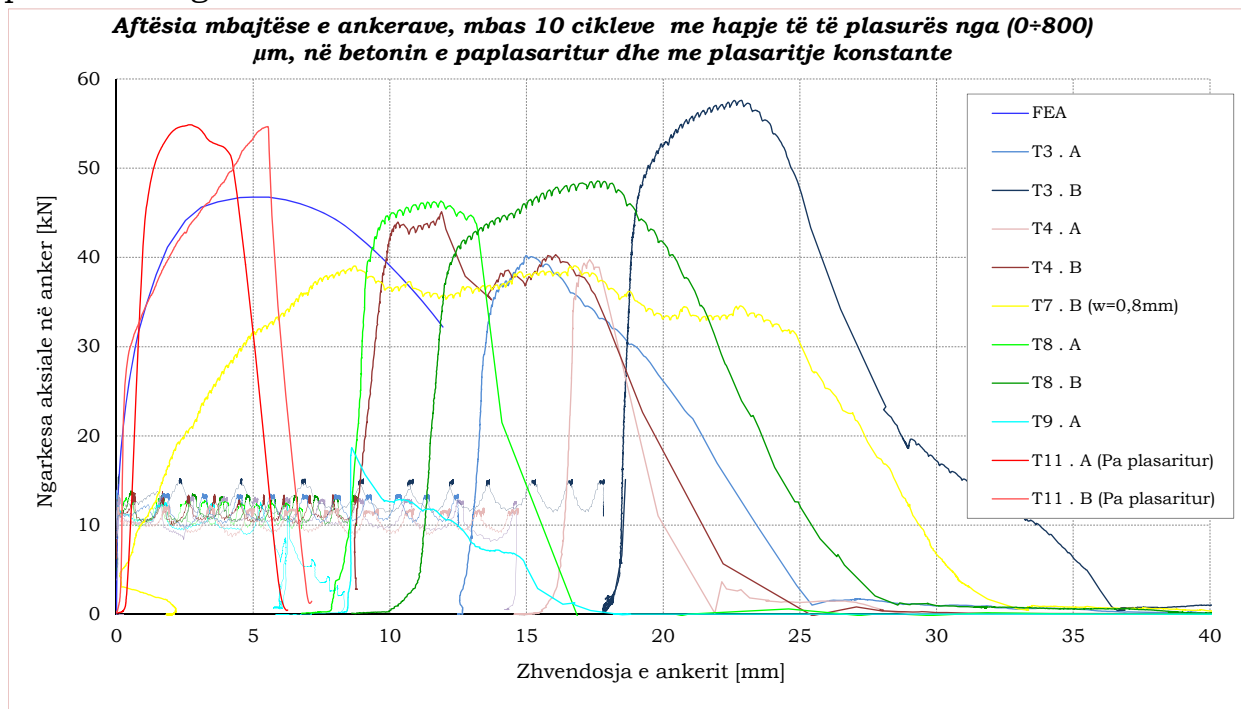


Figura 171: Kurbat forcë-zhvendosje për; ankerat që kanë përballuar provën ciklike me hapje të të plasurës (0 ÷ 800) μm , ankerin T7.B të montuar në plasaritje konstante $w=0.8\text{mm}$, ankerat 11 të montuar në beton të pa plasaritur, modelin numerik FEA.

Në figurën e mëposhtme paraqiten kurbat forcë-zhvendosje gjatë provës ciklike dhe ato të aftësisë mbajtëse finale në funksion të zhvendosjes së ankerit gjatë provës për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale për secilin nga ankerat që ka përfunduar provën ciklike, me hapje të plasaritjes gjatë cikleve nga 0 μm deri në 500 μm . Për krahasim të rezultateve janë hedhur edhe rezultatet e ankerave T11.A (B) të montuar në beton të pa plasaritur dhe rezultatet e përfituara nga modeli numerik FEA.

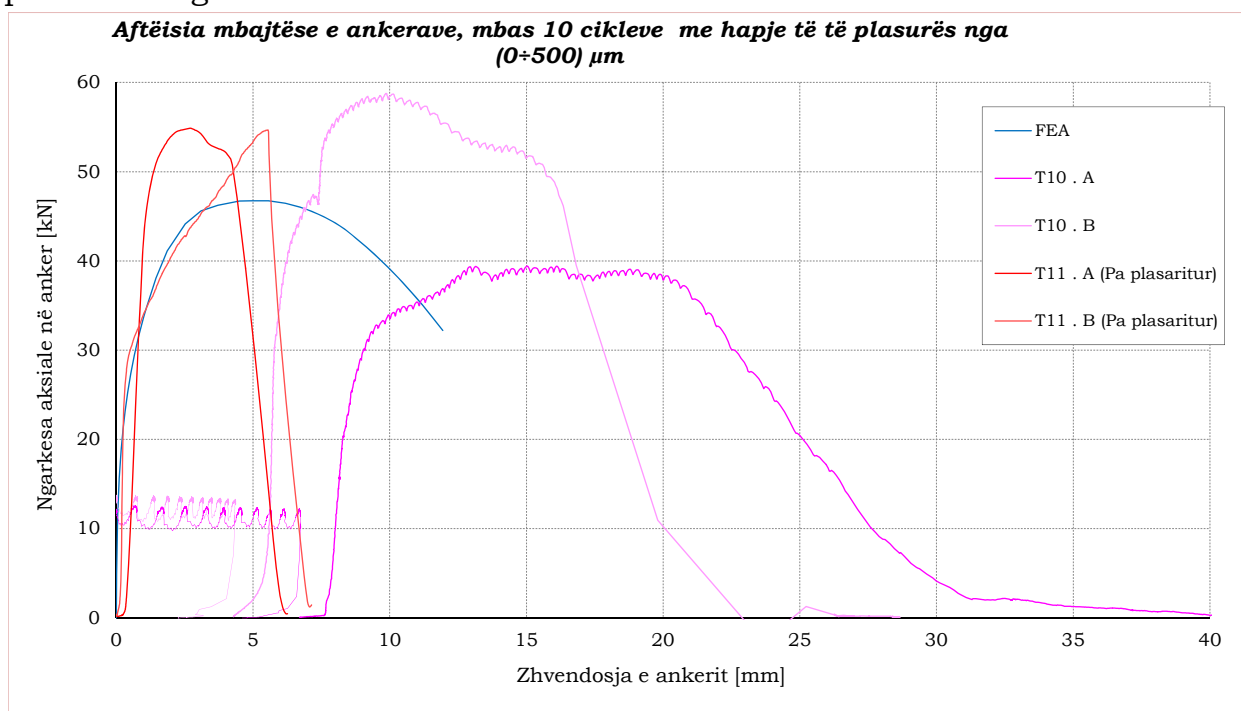


Figura 172: Kurbat forcë-zhvendosje për; ankerat që kanë përballuar provën ciklike me hapje të të plasurës (0 ÷ 500) μm , ankerat 11 të montuar në beton të pa plasaritur, modelin numerik FEA.

KAPITULLI XII

12 – Përfundime dhe Konkluzione

Studimi i sjelljes së ankerave nën efektin e veprimeve ciklike është objekt i hapur kërkimi e diskutimi pasi në thelb nuk ekziston akoma një kuadër normativ i plotë dhe për më tepër nuk është e thjeshtë të kuptohet sjellja e ankerave mekanike të montuar në betonin e plasaritur me plasaritje ciklike.

Rezultatet e përfituara nga provat eksperimentale dhe modeli numerik të kryera në këtë doktoraturë sygjerojnë se duhet t'i kushtohet vëmendje e veçantë sjelljes së ankerave mekanike të montuar pas betonimit në betonin e plasaritur me plasaritje ciklike.

Rezultatet e përfituara nga provat eksperimentale janë të shumëllojshme dhe të shpërndara, për shkak të parametrave të shumtë që perfshihen kur ankeri instalohet në betonin e plasaritur me plasaritje ciklike.

Ankerat mekanike të montuar pas betonimit mund ti nënshtrohen veprimit të plasaritjes ciklike gjatë veprimeve sizmike. Dhjetë cikle me hapje maksimale të të plasurës $w=800\text{ }\mu\text{m}$ dhe mbyllje të të plasurës $w=0\text{ }\mu\text{m}$ janë konsideruar perfaqësuese të situatës më të keqe për ankerat e instaluar në beton të plasaritur.

Nga provat laboratorike dhe modeli numerik të kryera në këtë doktoraturë nënvizojmë konkluzionet e mëposhtme:

- Sjellja e ankerave nën efektin e plasaritjes ciklike të simuluar nga veprimet sizmike, ndikohet ndjeshëm nga madhësia e hapjes së të plasurës në planin e së cilës është i instaluar ankeri.
- Sjellja e ankerave nën efektin e plasaritjes ciklike të simuluar nga veprimet sizmike, është funksion i mënyrës së shkatërrimit të ankerit.
- Madhësia e hapjes maksimale të të plasurës gjatë veprimeve sizmike, në planin e së cilës është i instaluar ankeri, ndikon në vlerën e zhvendosjes së ankerit gjatë këtyre veprimeve.
- Aftësia mbajtëse finale (mbas veprimeve ciklike) e ankerit të instaluar në planin e plasaritjes, zvogëlohet ndjeshëm me rritjen e zhvendosjes së ankerit gjatë veprimeve ciklike.
- Rritja e madhësisë së hapjes së të plasurës mbetëse në fund të veprimeve ciklike, zvogëlon ndjeshëm aftësinë mbajtëse finale (mbas veprimeve ciklike) të ankerit të instaluar në planin e plasaritjes.
- Aftësia mbajtëse finale e ankerit rritet ndjeshëm me rritjen e vlerës së ngarkesës shtypëse të aplikuar pingul me hapjen e të plasurës në planin e së cilës është i instaluar ankeri.

- Vlera e aftësisë mbajtëse finale të ankerit është funksion i mekanizmit të shkatërrimit që aktivizohet, mënyra e shkatërrimit nëpërmjet zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit (PT) rezulton me aftësi mbajtëse më të madhe se mënyra e shkatërrimit nëpërmjet formimit të konit në beton (KB).
- Mënyra e shkatërrimit nëpërmjet zhvendosjes së ankerit nga vrima e instalimit është më duktile se mënyra e shkatërrimit nëpërmjet formimit të konit në beton.
- Parashikimi i aftësisë mbajtëse finale të një ankeri të instaluar në betonin e plasaritur nën veprimin e plasaritjeve ciklike rezulton mjaft kompleks, fakt i cili shpjegohet edhe nga shpërndarja e madhe e rezultateve të përfituara nga provat eksperimentale.

Si përfundim nënvizojmë:

Kjo doktoraturë shërben si një hap i parë për të kuptuar sjelljen e ankerave metalik me zgjerim nëpërmjet rrotullimit të instaluar në beton të plasaritur nën efektin e veprimeve ciklike.

Këto prova kanë evidentuar disa nga faktorët kryesorë që ndikojnë në aftësinë mbajtëse finale të ankerave metalik me zgjerim nëpërmjet rrotullimit, të montuara mbas betonimit nën efektin e veprimeve ciklike.

Rezultatet e arritura në këtë doktoraturë janë një mbështetje mjaft e mirë për kryerjen e provave të tjera në ankerat metalik me zgjerim nëpërmjet rrotullimit të montuar pas betonimit në betonin e plasaritur me plasaritje ciklike nën veprimin e:

- *Ngarkesës normale ciklike.*
- *Ngarkesës prerëse ciklike.*

Kërkimi dhe studimi për projektim të ankerave që *rizgjerohen* gjatë ripozicionimit të tyre në vrimën e instalimit si rezultat i veprimeve ciklike është një temë me mjaft ineters. Aplikimi i një sistemi rizgjerues efikas në ankerat metalik me zgjerim nëpërmjet rrotullimit të montuar pas betonimit në betonin e plasaritur do të përmirësonte sjelljen e këtyre ankerave nën efektin e veprimeve ciklike.

Bibliografia

- [1] Scheda tecnica, "M12 FM-753 CRACK" Ancorante pesante passante per calcestruzzo fessurato.
- [2] Comité Euro-International du Béton (CEB Bulletins), No. 206/207. Fastenings to Reinforced Concrete and Masonry Structures. State-of-art-report - Part I and Part II.
- [3] Comité Euro-International du Béton (CEB Bulletins) (1994): Fastenings to Concrete and Masonry Structures: State - of-the-art report. Bulletin D'Information No. 216, London, 1994.
- [4] EN1992-1-1 (2004). Eurocode 2: Design of Concrete Structures. Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings.
- [5] P.C. Aitcin et al., "Effects of size and curing on cylinder compressive strength of normal and high-strength concretes", ACI materials journal.
- [6] S. Cattaneo, G. Rosati, "Effect of different boundary conditions in direct tensile tests: Experimental Results", Magazine of Concrete Research, vol. 51, n. 5, 1999.
- [7] CEB FIP Model Code, 1990 - High strength concrete
- [8] ACI Committee 363, "Report on High-Strength Concrete" American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich, 2005.
- [9] CEB, FIP, 1995 High performance concrete (Recommended extensions to the Model Code 90)
- [10] ACI 318RM-95, "Building code requirements for structural concrete (ACI 318M-95) and commentary", Detroit, Mich, 1995.
- [11] SH EN 206 - 1, Standardi shqiptar S SHEN 206-1: 2000; 2003; 2006
- [12] M.Balilaj, Xh.Aliu, E.Shehu. Vlerësimimi i rezistencës karakteristike të betoneve durabël për projektimin e strukturave në Shqipëri, Buletini i shkencave teknike, Universiteti Politeknik i Tiranës.
- [13] R.Eligehausen, R.Mallee, J.F.Silva, "Anchorage in Concrete Construction", March 2006.
- [14] UNI EN 20898-2: "Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso". Ottobre 1994.
- [15] ASM International Handbook Committee, ASM International, Materials Park, OH, (1990)
- [16] DIN EN 14306:2013, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Factory made calcium silicate (CS) products - Specification; German version EN 14306:2009+A1:2013 (Foreign Standard)
- [17] BS EN 10088-1:2005, Stainless steels. List of stainless steels

- [18] EN 10088-3: 2005 Stainless steels, Technical delivery conditions for semi-finished products, bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for general purposes.
- [19] R. Cook and R. Konz, Factors Influencing Bond Strength of Adhesive Anchors, July, 2001.
- [20] ETAG001 (2007). Guideline for European Technical Approval of Metal Anchors for Use in Concrete. Part 1–6. EOTA, Bruxelles.
- [21] E. Burdette, T.Perry, R. Funk, Load Relaxation Tests, January 1987, American Concrete Institute.
- [22] Eligehausen R.Fuchs W., Genesio G., P.Grosser, “Connections between Steel and Concrete”, September – 2007, Stuttgart, Germany.
- [23] Fuchs W., Eligehausen R.and Breen J.,”Concrete Capacity Design (CCD) Approach for fastening to concrete”, ACI Structural Journal, Feb.1995.
- [24] Eligehausen, R.; Fuchs, W.; Mayer, B. (1987): Load Bearing Behavior of Anchor Fastenings in Tension: Part 1.
- [25] Hoehler, M. S., “Behavior and Testing of Fastenings to Concrete for Use in Seismic Applications”, PhD dissertation, Universität Stuttgart, Stuttgart, Germany, 2006.
- [26] Eligehausen, R.; Bozenhardt, A. (1989): Crack widths as measured in actual structures and conclusions for the testing of fastening elements, Institute of Construction Materials, University of Stuttgart, August 1989.
- [27] Eligehausen, R.; Fuchs, W. (1988): Load-bearing behaviour of fastenings with anchors under shear, combined tension and shear and bending.
- [28] Eligehausen, R. (1991): Behavior, design and testing of anchors in cracked concrete. In Senkiw, G. A.; Lancelot III, H.B. (Herausgeber): SP-130 “Anchors in Concrete – Design and Behavior”.
- [29] H Bode, K Roik (1987), "Headed Studs – Embedded In Concrete And Loaded In Tension" American Concrete Institute
- [30] Eligehausen, R.; Sawade, G. (1989): A Fracture Mechanics based Description of the Pull-Out Behaviour of headed Studs embedded in Concrete. Fracture Mechanics of Concrete Structures, From Theory to Applications.
- [31] American Concrete Institute Committee 349 (ACI) (1980). Code Requirements for Nuclear Safety Related Concrete Structures (ACI 349-85), American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.
- [32] Eligehausen, R.; Fuchs, W.; Mayer, B. (1988): Load Bearing Behavior of Anchor Fastenings in Tension: Part 2, Betonwerk und Fertigteiltechnik (1988).
- [33] Comité Euro-International Du Béton (CEB 233). (1997). Design of Fastenings in Concrete: Design Guide, Parts 1-3, Thomas Telford, Lausanne, Switzerland.

- [34] D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione.
- [35] Direttiva CEE 89/106 sui prodotti da costruzione, Construction Products Directive.
- [36] D. M. 9 gennaio 1996, Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- [37] EN 1994-1-1 (2004): Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.
- [38] ACI Committee 355, "Qualification of Post-Installed Mechanical Anchors in Concrete (ACI 355.2-04) and Commentary (355.2R-04)" American Concrete Institute.
- [39] Krawinkler, H.; Zohrei, M.; Lashkari-Irvani, B.; Cofie, N. G.; and Hadidi-Tamjed, H., "Recommendation for Experimental Studies on the Seismic Behavior of Steel Components and Materials" Report No. NSF/CEE-83220, Stanford University, 1983.
- [40] Malhotra, P. K., "Cyclic-Demand Spectrum" Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 2002.
- [41] Dutta, A., and Mander, J. B., "Energy Based Methodology for Ductile Design of Concrete Columns" Journal of Structural Engineering, 2002.
- [42] Kunnath, S. K., and Chai, Y. H., "Cumulative Damage-Based Inelastic Cyclic Demand Spectrum" Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 2004.
- [43] Bazant, Z.P., and Becq-Giraudon, E., Cement and Concrete Research 32, 2002. Statistical prediction of fracture parameters of concrete and implications for choice of testing standard.
- [44] H. Kupfer, H.K. Hilsdorf, H. Rüschi, ACI 1969, "Biaxial Behavior of Concrete under Stress".
- [45] Cornelissen, H. A. W., Hordijk, D. A., Reinhardt, H. W., 1986, Experimental determination of crack softening characteristics of normal weight and lightweight concrete.
- [46] Hordijk, D. A., 1991, Local Approach to Fatigue of Concrete.
- [47] Thorenfeldt, E. Tomaszewicz, A., Jensen, J. J. 1987, Mechanical properties of high-strength concrete and applications in design.
- [48] Cook, R.A., and Klingner, R.E. 1989. Behavior and design of ductile multiple-anchor-to-concrete connections.
- [49] Comité Européen de Normalisation, Eurocode 8 (CEN), Design of Structures for Earthquake Resistance – Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings, prEN 1998-1, CEN, Brussels, Belgium, Dec. 2003.

- [50] Comité Euro – International du Béton (CEB) (1981): CEB – Manual Cracking and Deformations (Final Draft), Paris, 1981.
- [51] Comité Euro-International du Béton (CEB) (1995): Design of Fastenings in Concrete. CEB Bulletin 226, Lausanne, 1995. Published by Thomas Telford Services, 1997.
- [52] “Seismic design provisions for anchors in the U.S”, J.F. Silva, M.S. Hoehler.
- [53] “A new seismic test for metal anchors”, T.Guillet, E. David
- [54] “Experimental and numerical investigation of the seismic behavior of concrete anchors”, A.Rieder, K. Bergmeister
- [55] “Behavior of fastenings under realistic earthquake excitations”, T.Sippel, K. Rieder
- [56] “Seismic performance and modelling of post-tensioned precast concrete beam to column connections with supplementary energy dissipation”, H.A. Spieth, A.Carr, S. Pampanin, J.Mander
- [57] Materiali da Costruzione, Volume Prima, Struttura Proprietà e Tecnologie di Produzione, Seconda Edizione, Luca Bertolini, Politecnico di Milano.
- [58] Consideration on ETAG 001 (Amendments) seismic actions; Camillo Nuti, Università degli Studi Roma Tre (2008).
- [59] Guillet T. and David E. (2007). “A New Seismic Test for Metal Anchors”. Proc. 2nd Int. Symposium on Connections between Steel and Concrete, Stuttgart, Germany, September 2007.

Figura dhe grafik

Figura 1: Aplikimi i sistemeve strukturore dhe jostrukturore të ankerimit.....	5
Figura 2: Skemë e thjeshtuar ankerimi [3].....	6
Figura 3: Diagrama sforcim–deformim për betonin.....	8
Figura 4: Fazat e plasaritjes së betonit	11
Figura 5: Moduli i elasticitetit në funksion të rezistencës në shtypje (normativa të ndryshme).....	13
Figura 6: Parimet e funksionimit të ankerave [13].....	15
Figura 7: Sforcimi i kombinuar i ankerave.....	17
Figura 8: Klasifikimi i ankerave [3].....	21
Figura 9: Mekanizmat e zgjerimit për ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit (a)kon i vetëm, (b)kon i dyfishtë, (c)bulon fiksues, (d)pykë, (e)fiksimi me pykë të brendshme [3].	22
Figura 10: Mekanizmat e zgjerimit për ankerat me deformim të kontrolluar (a)tipi me kon poshtë , (b)tipi me trup poshtë, (c)tip koni, (d)anker vetshpues, (e)komanda caulkin, (f)tipi me bulon aktivizues [3].	22
Figura 11: Ankerat me kokë të montuar para betonimit(a)÷(c) koka e realizuar përpara instalimit të ankerit, (d) dhe (e) koka e realizuar gjatë instalimit të ankerit [3].....	23
Figura 12: Ankera kimike (a) – me kapsulë (b) – me injektim	24
Figura 13: Rezistenca mesatare e adezionit të rezinave [19].....	25
Figura 14: Anker plastik, (a) këmisha plastike (b) Vida.	26
Figura 15: Realizimi i vrimave në beton, (a) nëpërmjet trapanit(b) nëpërmjet kokës së diamantit.....	28
Figura 16: Pastrimi i vrimës së instalimit.	31
Figura 17: Montimi i ankerit në vrimën e instalimit	32
Figura 18: Thellësia e zhytjes efektive për ankera të ndryshëm [4].	32
Figura 19: Shpërndarja e ngarkesës në një grup ankerash	34
Figura 20: Seti dinamik.....	34
Figura 21: Provat dhe ballafaqimi i dy situatave të përdorimit ose jo të setit dinamik .	35
Figura 22: Shtrëngimi shkaktonte zgjerimin e ankerit.	36
Figura 23: Zgjerimi pasues i ankerave (Follow-up expansion).....	37
Figura 24: Varësia e forcës së partensionimit dhe forcës së paratensionimit fillestar gjatë dy ditëve të para [21].	38
Figura 25: Varësia e forcës së partensionimit dhe forcës së paratensionimit fillestar duke u rishtënguar dhe duke mos u rishtënguar (pas këtyre ditësh) [21].	38
Figura 26: Vëllimi i idealizuar i betonit rezistues, në tërheqje (a) dhe në prerje (b).....	39
Figura 27: Ngarkesat në ankera, (a) tërheqje, (b) prerje, (c) moment përkulës [13].	41
Figura 28: (a)rrëshqitja e ankerit (b)shkatërrim me formim të konit në beton, (c)shkatërrim i betonit me formimin të çarjeve nga thyerja(splitting), (d)shkatërrim i shufrës së çelikut të ankerit (steel failure), [13].	42
Figura 29: Tipologjitë kryesore të kolapsit të një ankeri të montuar pas betonimit nën veprimin e ngarkesave aksiale në tërheqje dhe kurbat forcë–zhvendosje për mënyrat e ndryshme të shkatërrimit [22].	43
Figura 30: Kurba forcë–zhvendosje sipas ETAG001 [20].....	43
Figura 31: Roli i thellësisë së montimit për ankerat me zgjerim [23].	44
Figura 32: Kurba forcë–zhvendosje për ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit, në betonin e plasaritur dhe të paplasaritur.....	47
Figura 33: Ndikimi i hapjes së të plasurës në vlerën e forcës zgjeruese që gjenerohet në ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit.	47

Figura 34: Ndikimi i hapjes së të plasurës në ngarkesën e shkatërrimit, kurba forcë-zhvendosje për hapje të të plasurës $w=0,4$ mm, për ankerat me zgjerim nëpërmjet rrotullimit [23].	48
Figura 35: Ndikimi i plasaritjeve në ngarkesën e shkatërrimit të një ankeri me zgjerim me kontroll të zhvendosjeve nën veprimin e një ngarkesë tërheqëse aksiale $f_c=(15 \div 55)$ MPa [24].	49
Figura 36: Kurba forcë-zhvendosje për ankerat me zgjerim (të zgjeruar plotësisht) M12 me $hef = 60$ mm pozicionuar në (a)betonin e paplasaritur, (b)betonin e plasaritur, (c)Kurba forcë -zhvendosje për ankerat me zgjerim jo të zgjeruar plotësisht, tipi M12 pozicionuar në plasaritje: $w=0,6$ mm dhe $f_c=53$ MPa.	49
Figura 37: Kurba forcë-zhvendosje për ankerat me kokë të montuar para betonimit në betonin e plasaritur dhe të paplasaritur.	51
Figura 38: Ngarkesat e shkatërrimit për ankerat me kokë të montuar para betonimit në betonin e plasaritur pjesëtuar me ngarkesat e shkatërrimit teorik në betonin e paplasaritur, dhe në funksion të madhësisë së hapjes së të plasurës [26]; $f_c=(15-30)$ MPa, $n=151$.	52
Figura 39: Grafiku tipik forcë-zhvendosje për ankerat që i nënshtrohen forcave tërheqëse dhe prerëse [27].	52
Figura 40: Mënyrat e çedimit të ankerave nën efektin e forcave prerëse [13].	53
Figura 41: Mënyrat e shkatërrimit nga prerja 1)shkatërrimi i skajit të betonit(concrete breakout); 2)shkatërrimi i çelikut (steel failure) [13].	54
Figura 42: Ankerat që i nënshtrohen tërheqjes nga një ngarkesë pulsuese.	59
Figura 43: Diagrama forcë-zhvendosje e ankerave me kokë të montuar para betonimit M12 ($hef=80$ mm), në betonin e plasaritur ($w=0,7$ mm) nën veprimin e cikleve të ngarkimit prej: a)1 Hz b)5 Hz c)10 Hz [30].	60
Figura 44: Diagrama forcë-zhvendosje e ankerave me kokë të montuar para betonimit në betonin e plasaritur($w=0,7$ mm); (a) ngarkim statik; (b) prova statike pas 10s të ngarkimit ciklik; (c)ngarkimi statik dhe ciklik [30].	60
Figura 45: Ngarkesat e alrernuara që veprojnë mbi ankerat e ngarkuar në tërheqje dhe prerje.	61
Figura 46: Diagrama forcë-zhvendosje për një anker me kokë të montuar para betonimit e instaluar në betonin e plasaritur($w=0,7$ mm), i nënshtrohet; (a)10 cikleve ngarkimi shtypje-tërheqje; (b)10 cikleve ngarkimi vetëm në tërheqje [30].	61
Figura 47: Gjendja e veprimeve në një anker jostrukturor në zonë sizmike [25].	76
Figura 48: Gjeometria e kampioneve prej betoni të përdorur për provat.	77
Figura 49: Provat në shtypje të kryera mbi kubet e betonit.	77
Figura 50: Ankeri M12, FM-753 crack.	78
Figura 51: Të dhënat gjeometrike të ankerit FM-753 crack [1].	79
Figura 52: Të dhëna për instalimin dhe limiteve gjeometrike të montimit të ankerit FM753 – crack [1].	80
Figura 53: Instrumentimi i sistemit të provave laboratorike, dhe konfigurimi i ngarkesave e zhvendosjeve në sistem.	82
Figura 54: Gjeometria e sistemit të provës, pozicionimi i kampionit dhe instrumentimi për provat ciklike.	82
Figura 55: Imazhe të instrumentave e pajisjeve laboratorike.	84
Figura 56: Instrumentimi i sistemit te provës per vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale te ankerave.	84
Figura 57: Imazhe të tentativave të ndryshme për krijimin e plasaritjes në kampionin e betonit.	86

Figura 58: Imazhe të tentativës për krijimin e plasaritjes së pjesshme me metodën e tërheqjes indirekte nëpërmjet përkuljes (three point bending).	87
Figura 59: Imazhe të prerjes mekanike dhe ngjitjes me rezinë të dy gjysëm kampioneve në piastrat metalike të presës.	88
Figura 60: Instrumentimi i sistemit dhe emërtimi i kampionëve dhe ankerave.	89
Figura 61: Konfigurimi i sistemit të provave ciklike, hapje/mbyllje ciklike e të plasurës dhe ngarkesë konstante në anker, funksion i kohës.	91
Figura 62: Konfigurimi i sistemit për vlerësimin e aftësisë mbajtëse finale të ankerave.	92
Figura 63: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për Kampionin 1.	93
Figura 64: Imazhe të provës së zhvilluar në kampionin 1.	94
Figura 65: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për Kampionin 2.	94
Figura 66: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.	95
Figura 67: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës, në funksion të kohës e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm.	95
Figura 68: Ecuria e ngarkesës konstante tërheqëse të aplikuar në ankera gjatë provës ciklike.	96
Figura 69: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të kohës, e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm.	96
Figura 70: Imazhe të provës së zhvilluar në kampionin 2.	97
Figura 71: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për Kampionin 3.	98
Figura 72: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.	98
Figura 73: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankera të instaluar në planin e plasaritjes.	99
Figura 74: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	100
Figura 75: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	100
Figura 76: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	101
Figura 77: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	102
Figura 78: Ecuria e zhvendosjes së ankera gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.	102
Figura 79: Ecuria e zhvendosjes së ankera gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.	103
Figura 80: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankera.	104
Figura 81: Aftësia mbajtëse finale e ankerave [T3.A; T3.B].	105
Figura 82: Imazhe të provës së realizuar në kampionin 3.	105
Figura 83: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 4.	106
Figura 84: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.	106

Figura 85: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankerat të instaluar në planin e plasaritjes.	107
Figura 86: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	108
Figura 87: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	108
Figura 88: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	109
Figura 89: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.....	110
Figura 90: Ecuria e zhvendosjes së ankervës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.....	110
Figura 91: Ecuria e zhvendosjes së ankervës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.....	111
Figura 92: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankerat.....	112
Figura 93: Aftësia mbajtëse finale e ankerave [T4.A; T4.B].....	113
Figura 94: Imazhe të provës së realizuar në kampionin 4.....	113
Figura 95: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 5.	114
Figura 96: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.	114
Figura 97: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankerat të instaluar në planin e plasaritjes.	115
Figura 98: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	116
Figura 99: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	116
Figura 100: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	117
Figura 101: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.....	118
Figura 102: Ecuria e zhvendosjes së ankervës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.....	119
Figura 103: Ecuria e zhvendosjes së ankervës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.....	120
Figura 104: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankerat.....	120
Figura 105: Aftësia mbajtëse finale e ankerit [T5.A].....	121
Figura 106: Imazhe të provës së realizuar në kampionin 5.....	122
Figura 107: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 6.	122
Figura 108: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.	123
Figura 109: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankerat të instaluar në planin e plasaritjes.	124

Figura 110: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	125
Figura 111: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	125
Figura 112: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	126
Figura 113: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	127
Figura 114: Ecuria e zhvendosjes së ankera gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.	127
Figura 115: Ecuria e zhvendosjes së ankera gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.	128
Figura 116: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankera.	129
Figura 117: Aftësia mbajtëse finale e ankerit [T6.B].	130
Figura 118: Imazhe të provës së realizuar në kampionin 6.	130
Figura 119: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 7.	132
Figura 120: Aftësia mbajtëse e ankerave [T7.A; hapja e të plasurës 300µm: T7.B; hapja e të plasurës 800µm].	133
Figura 121: Imazhe të provës të zhvilluara me kampionin 7.	133
Figura 122: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 8.	134
Figura 123: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.	134
Figura 124: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankera të instaluar në planin e plasaritjes.	135
Figura 125: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	136
Figura 126: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	137
Figura 127: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	137
Figura 128: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	138
Figura 129: Ecuria e zhvendosjes së ankera gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.	139
Figura 130: Ecuria e zhvendosjes së ankera gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.	139
Figura 131: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankera.	140
Figura 132: Aftësia mbajtëse finale e ankerave [T8.A; T8.B].	141
Figura 133: Imazhe të provës së zhvilluar me kampionin 8.	142
Figura 134: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit të provës për kampionin 9.	142
Figura 135: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.	143

Figura 136: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës, për rastin pa (grafiku i kuq) dhe me (grafiku blu) ankera të instaluar në planin e plasaritjes.	143
Figura 137: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrit ANK 100, në funksion të kohës.	144
Figura 138: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet dinamometrit ANK 100, në funksion të kohës.	145
Figura 139: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	146
Figura 140: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	147
Figura 141: Ecuria e zhvendosjes së ankerit gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrit LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.	147
Figura 142: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.	148
Figura 143: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankera.	149
Figura 144: Aftësia mbajtëse finale e ankerit [T9.A].	150
Figura 145: Imazhe të provës së zhvilluar me kampionin 9.	150
Figura 146: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i sistemit për kampionin 10.	151
Figura 147: Aplikimi i spostimit të alternuar në pjastrën e lëvizshme të presës rrjedhimisht në gjysmën e sipërme të kampionit të betonit.	151
Figura 148: Ecuria e ngarkesës shtypëse në kampionin e betonit si rezultat i aplikimit të zhvendosjeve në pjastrën e lëvizshme të presës.	152
Figura 149: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	153
Figura 150: Ecuria e ngarkesës aksiale tërheqëse gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet dinamometrave BTH 100 dhe ANK 100, në funksion të kohës.	153
Figura 151: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	154
Figura 152: Ecuria e hapje/mbylljes së të plasurës gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 10 mm, në funksion të kohës.	155
Figura 153: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.	155
Figura 154: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë një cikli e monitoruar nëpërmjet tenzometrave LVDT HBM me hap 100 mm, në funksion të kohës.	156
Figura 155: Ecuria e zhvendosjes së ankerave gjatë provës ciklike në funksion të ngarkesës aksiale të aplikuar në ankera.	157
Figura 156: Aftësia mbajtëse finale e ankerave [T10.A; T10.B].	158
Figura 157: Imazhe të provës së zhvilluar me kampionin 10.	158
Figura 158: Montimi i ankerave dhe instrumentimi i provës për kampionin 11.	159
Figura 159: Aftësia mbajtëse finale e ankerave në beton të pa plasatur [T11.A; T11.B].	159
Figura 160: Imazhe të provës zhvilluar me kampionin 11.	160
Figura 161: Gjeometria e kampionit të betoni të përdorur për modelin numerik.	161
Figura 162: Ankeri M12, FM-753 crack [1].	162
Figura 163: Të dhënat gjeometrike të ankerit FM-753 crack [1].	162
Figura 164: Diskretizimi i modelit me elementë të fundëm 3D (FEA).	163
Figura 165: Rrjeta e diskretizimit në brendësi të modelit me elementë të fundëm.	163
Figura 166: Paraqitja e shpërndarjes së sforcimeve.	164

Figura 167: Paraqitja e gjendjes së këmishës së ankerit.	164
Figura 168: Paraqitja e shpërndarjes së zhvendosjeve.	165
Figura 169: Aftësia mbajtëse finale e ankerit [FEA].	165
Figura 170: Ankerat e testuar me hapje të plasaritjes ciklike nga 0- μ m deri në 800 μ m.	167
Figura 171: Kurbat forcë-zhvendosje për; ankerat që kanë përballuar provën ciklike me hapje të të plasurës (0 ÷ 800) μ m, ankerin T7.B të montuar në plasaritje konstante $w=0.8$ mm, ankerat 11 të montuar në beton të pa plasaritur, modelin numerik FEA.....	169
Figura 172: Kurbat forcë-zhvendosje për; ankerat që kanë përballuar provën ciklike me hapje të të plasurës (0 ÷ 500) μ m, ankerat 11 të montuar në beton të pa plasaritur, modelin numerik FEA.	170

Tabelat

Tabela 1: Klasat e rezistencës së betonit [11].....	7
Tabela 2: Klasat e rezistencës në tërheqje aksiale për betonin normal.	9
Tabela 3: Vlerat e energjisë së shkatërrimit referuese në funksion të diametrit maksimal të inerteve	12
Tabela 4: Karakteristikat mekanike të çeliqueve sipas normativës [14].....	18
Tabela 5: Karakteristikat mekanike të çeliqueve A2, A4 [18].....	19
Tabela 6: Diametri i pllakës në funksion të diametrit të ankerit.	34
Tabela 7: Klasifikimi i veprimeve dinamike.....	57
Tabela 8: Numri tipik i cikleve të ngarkimit dhe shembuj të burimeve për lloje të ndryshme veprimesh.....	58
Tabela 9: Karakteristikat e betonit të përdorur për prova.....	77
Tabela 10: Rezultatet e provave në shtypje të kryera mbi kubet e betonit.....	78
Tabela 11: Karakteristikat mekanike të ankerit [1].	78
Tabela 12: Karakteristikat gjeometrike të ankerit FM – 753 crack [1].	79
Tabela 13: Të dhënat teknike të ankerit FM –753 crack, në betonin C20/25 [1].....	79
Tabela 14: Karakteristikat e betonit të përdorur për modelin numerik.....	162
Tabela 15: Karakteristikat mekanike të ankerit [1].	162
Tabela 16: Karakteristikat gjeometrike të ankerit FM – 753 crack [1].	163
Tabela 17: Rezultatet e përfituara nga provat eksperimentale të kryera me ankerin M12	168