



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË FIZIKE DHE MATEMATIKE
DEPARTAMENTI I INXHINIERISË FIZIKE

Rr: “Muhamet Gjollësia”, Tiranë

Tel/fax: ++ 355 4 2257294, www.upt.al

DISERTACION

PËR MBROJTJEN E GRADËS SHKENCORE
“DOKTOR”

PËRCAKTIMI I VLERËS SË GRAVITETIT DHE NDIKIMI I TIJ NË PROÇESIN E
PESHIMIT PËR ZONA TË NDRYSHME NË REPUBLIKËN E SHQIPËRISË NË NDIHMË
TË INSTITUCIONEVE PËRGJEGJËS PËR MATJE TË BESUESHME

Disertanti:
MSc.Luljeta DISHA

Udhëheqës shkencor:
Prof. Dr. Antoneta DEDA

Tiranë, 2019



**REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË FIZIKE DHE MATEMATIKE
DEPARTAMENTI I INXHINIERISË FIZIKE**

Rr: “Muhamet Gjollësja”, Tiranë

Tel/fax: ++ 355 4 2257294, www.upt.al

DISERTACION

paraqitur nga:

Kandidati: LULJETA DISHA

në mbrojtje të gradës shkencore

“DOKTOR”

Tema:

**PËRCAKTIMI I VLERËS SË GRAVITETIT DHE NDIKIMI I TIJ NË PROÇESIN E
PESHIMIT PËR ZONA TË NDRYSHME NË REPUBLIKËN E SHQIPËRISË NË
NDIHMË TË INSTITUCIONEVE PËRGJEGJËS PËR MATJE TË BESUESHME**

Mbrohet më datë 25/11/2019, para Komisionit të përbërë nga:

1. Prof. Asoc.Dr. Adhurim HOXHA - Kryetar komisioni
2. Prof. Asoc. Dr. Altin GJEVORI - Anëtar (Oponent i brendshëm)
3. Prof. Asoc. Dr. Valbona LAME - Anëtar
4. Prof. Dr. Bardh GUDA - Anëtar (Oponent i jashtëm)
5. Prof. Dr. Jani DODE - Anëtar

“Shkenca fillon atje ku fillon matja”

*D.I Mendelejev
Themeluesi i Metrologjisë Ruse*

“Njohja e të gjitha gjërave varet nga mundësia për të matur”

*Thomson
Themeluesi i Metrologjisë Angleze*

Dedikuar familjes time

MIRËNJOHJE DHE FALENDERIME

Për realizimin dhe përfundimin me sukses të këtij disertacioni, shpreh falenderimet e mia më të sinqerta për të gjithë ata që më ndihmuan, mbështetën dhe këshilluan me mënyrën më të pakursyer të tyre.

- Falenderoj në mënyrë të veçantë udhëheqësen time Prof. Dr. Antoneta Deda për nxitjen, besimin dhe inkurajimin e vazhdueshëm për të nisur dhe finalizuar me sukses këtë studim
- I jam mirënjohëse për gatishmërinë e tij, për konsultimet dhe sugjerimet e vazhdueshme, sigurinë dhe qetësinë që ka transmetuar tek unë dhe diskutimet e shumta shkencore, kolegut tim me një eksperiencë 15 vjeçare në fushën e metrologjisë së masës në Shqipëri MSc. Ing.Dëfrim Bulku, si edhe kolegen e Institutit të Metrologjisë së Rumanisë me një eksperiencë mbi 40 vjeçare në fushën e matjeve të masës, për mbështetjen dhe këshillat shkencore mjaft të vlefshme të saj Dr. Adriana Valcu
- Falenderime të sinqerta i shpreh edhe kolegëve të mi të fushës së matjeve të gravitetit absolut të Institutit të Metrologjisë në Itali, Austri dhe Turqi që me mbështetjen, diskutimet dhe këshillat e tyre ma bënë më të lehtë punën në këtë studim të fushës së metrologjisë e cila është një fushë e re shkencore pothuajse e panjohur për vendin tonë
- Falenderoj miken time Dr.Erjona Bakiu për mbështetjen e saj shumë të madhe për artikujt shkencor dhe konferencat
- I shpreh mirënjohjen time të gjithë pjesëtarëve të komisionit përfundimtar, falenderime të sinqerta për interesin dhe dashamirësinë e tyre
- Një falenderim i veçantë shkon për familjen time, bashkëshortin tim dhe familjen e tij që më kanë qëndruar pranë në çdo hap të kësaj rruge të dijes
- Një falenderim special kam për dy fëmijët e mi Kriselën dhe Deanin të cilët kanë qënë forca, durimi dhe motivi im gjatë gjithë kësaj periudhe të vështirë e plot sakrifica
- Faleminderit Zotit, që më dha besimin, vullnetin dhe kurajon që unë ta arrija këtë qëllim kaq të vyer

Përzemërsisht Faleminderit!

Luljeta

PËRMBAJTJA E LËNDËS	vi
SHKURTIMET E FJALËVE	xii
SIMBOLET E PËRDORURA.....	xiii
PËRMBLEDHJE.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
 KAPITULLI I.....	 1
<i>HYRJE</i>	<i>1</i>
<i>1.1 Qëllimi i studimit</i>	<i>2</i>
<i>1.2 Metodologjia e përdorur.....</i>	<i>4</i>
<i>1.3 Struktura e punimit.....</i>	<i>4</i>
 KAPITULLI II.....	 7
 METROLOGJIA.....	 7
<i>2.1 Historia e zhvillimit të metrologjisë.....</i>	<i>7</i>
<i>2.2 Zhvillimi i infrastrukturës së metrologjisë në Shqipëri.....</i>	<i>8</i>
2.2.1 Metrologjia e masës në Shqipëri.....	10
2.2.2 Laboratori primar i masës.....	10
2.2.3 Laboratori sekondar i masës	16
<i>2.3 Kategoritë e metrologjisë në DPM.....</i>	<i>16</i>
2.3.1 Metrologjia shkencore	17

2.3.2 Metrologjia industriale.....	17
2.3.3 Metrologjia ligjore	18
2.3.4 Kundërvajtjet dhe gjobat	20
2.4 Rregulloret teknike mbi mjetet matëse	21
2.5 Tregu i përbashkët European.....	22
2.6 Kontrolli metrologjik i instrumentave matës.	23
2.7 Marrëveshja e njohjes së ndërsjelltë CIPM-MRA.....	24
2.8 Njësitë ligjore të matjeve dhe paraqitja fizike e tyre.....	26
2.9 Gjurmueshmëria e njësisë së masës	28
2.9.1 Gjurmueshmëria e njësisë së masës në Shqipëri.....	30
2.9.2 Aftësitë matëse kalibruese të laboratorit të masës.....	31
 KAPITULLI III.....	 33
 ETALONET E MASËS DHE METODA E KALIBRIMIT.....	 33
 3.1 Klasifikimi i etaloneve të masës	33
3.2 Karakteristikat teknike dhe metrologjike	34
3.2.1 Forma	35
3.2.2 Ndërtimi	36
3.2.3 Materiali	37
3.2.4 Magnetizimi.....	37
3.2.5 Densiteti	38
3.2.6 Kushtet e sipërfaqes	38
3.2.7 Rregullimi	39

3.2.8 Shënjimi	40
3.2.9 Pastrimi	40
3.2.10 Gabimi maksimal i lejuar	41
3.3 Kërkesat ekonomike	43
3.4 Metoda e kalibrimit të etaloneve të masës	43
3.4.1 Parakushtet	43
3.4.2 Zgjedhja e etaloneve referencë	44
3.4.3 Faktorët që ndikojnë në përcaktimin e masës.....	45
3.4.4 Metoda e kalibrimit	45
3.4.5 Llogaritja e pasigurisë së matjes.....	48
 KAPITULLI IV.....	 52
 INSTRUMENTAT E PESHIMIT DHE METODA E KALIBRIMIT	 52
 4.1 Parimi punës së instrumentave të peshimit	 52
4.2 Klasifikimi i instrumentave të peshimit	55
4.3 Karakteristikat metrologjike	57
4.4 Metoda e kalibrimit	57
4.4.1 Parakushtet	58
4.4.2 Kufijtë e matjes në kalibrim.....	59
4.4.3 Zgjedhja e etaloneve të punës që përdoren për kalibrim	60
4.4.4 Vendi i kalibrimit	61
4.4.5 Testi i përsëritshmërisë	62
4.4.6 Testi i jashtëqëndërsisë	62

4.4.7 Testi i linearitetit/gabimit të tregimit.....	62
4.4.8 Llogaritja e pasigurisë së matjes	63
KAPITULLI V.....	70
METODAT E MATJES SË GRAVITETIT ABSOLUT DHE PËRCAKTIMI I NJË ZONE GRAVITETI.....	70
<i>5.1 Metodatat e matjes së gravitetit absolut eksperimentalisht</i>	<i>70</i>
<i>5.2 Përshkrimi i instrumentit matës IMGC-02</i>	<i>71</i>
5.2.1 Sistemi hedhjes	73
5.2.2 Sistemi optiko-mekanik	76
5.2.3 Sistemi kuazi inercial	78
<i>5.3 Rezultatet e matjes së gravitetit absolut në laboratorin e INRIM.....</i>	<i>78</i>
<i>5.4 Llogaritja e vlerës së gravitetit absolut sipas WELMEC.....</i>	<i>83</i>
5.4.1 Shqyrtimi i pasigurive dhe anomalitë.....	83
5.4.2 Analiza e qyteteve të Europës Perëndimore	84
<i>5.5 Matjet e gravitetit absolut eksperimentalisht në Shqipëri.....</i>	<i>86</i>
5.5.1 Rezultatet e matjeve të gravitetit absolut në Sarandë,Tiranë, Shkodër	87
5.5.2 Krahësimi i matjeve teorike me ato eksperimentale në Shqipëri	88
<i>5.6 Rregullat kombëtare për zonat e gravitetit.....</i>	<i>90</i>
5.6.1 Koncepti i ri i zonave të gravitetit	90
5.6.2 Përcaktimi i një zone graviteti	91
<i>5.7 Përcaktimi i zonës së gravitetit për pjesën veriore të Shqipërisë.....</i>	<i>93</i>
<i>5.8 Lëvizja e instrumentave të peshimit në zonën veriore të gravitetit.....</i>	<i>95</i>

5.8.1 Studimi i lëvizjes së peshoreve të klasës I dhe III në këtë zonë.....	95
5.8.2 Studimi i lëvizjes së peshoreve të klasës II dhe III në këtë zonë.....	96

KAPITULLI VI.....99

NDIKIMI I GRAVITETIT ABSOLUT NË PROÇESIN E PESHIMIT DHE METODAT E KORRIGJIMIT.....99

6.1 Njohja e vlerës së gravitetit absolut sipas rendit të saktësisë.....	99
6.1.1 Ndikimi i gravitetit absolut në procesin e peshimit.....	100
6.1.2 Ndikimi i gravitetit absolut në kalibrimin e etaloneve të masës Çelik - Pt-Ir...104	
6.2 Metodat e korrigjimit dhe ilustrimi me balancën analitike klasa I.....	105
6.2.1 Metoda e korrigjimit me rregullim të brendshëm.....	106
6.2.2 Metoda e korrigjimit me rregullim me gramarë të jashtëm	108
6.2.3 Metoda e korrigjimit me vendosjen e vlerës “g” direkt në instrument.....	113
6.2.4 Metoda e korrigjimit me anë të faktorit shumëzues.....	113
6.2.5 Llogaritja e pasigurisë së matjes kur nuk aplikohet rregullim.....	114

KAPITULLI VII.....119

ZHVENDOSJA E PESHOREVE NË DISA QYTETE TË NDRYSHME TË SHQIPËRISË.....119

7.1 Zhvendosja e peshoreve klasa II nga Moglica në Tiranë	119
7.2 Zhvendosja e peshores klasa II nga Tirana në Vlorë	124
7.3 Zhvendosja e peshores klasa III nga Italia në Tiranë	126

KAPITULLI VIII.....	127
----------------------------	------------

PËRFUNDIME DHE REKOMANDIME.....	127
--	------------

<i>8.1 Përfundime.....</i>	<i>127</i>
----------------------------	------------

<i>8.2 Rekomandime.....</i>	<i>130</i>
-----------------------------	------------

<i>Bibliografia.....</i>	<i>131</i>
--------------------------	------------

SHKURTIMET E FJALËVE

DPM	- Drejtoria e Përgjithshme e Metrologjisë
OIML	- Organizata Ndërkombëtare e Metrologjisë Ligjore
EURAMET	- Shoqata Europiane e Instituteve Kombëtare të Metrologjisë
WELMEC	- Bashkëpunimi European në Metrologjinë Ligjore
IMEKO	- Konfederata Ndërkombëtare e Matjeve
NMI	- Institut Kombëtar i Metrologjisë
VIM	- Fjalori Ndërkombëtar i Metrologjisë
DML	- Drejtoria e Metrologjisë Ligjore
DMSHI	- Drejtoria e Metrologjisë Shkencore dhe Industriale
BIPM	- Byroja Ndërkombëtare e Peshave dhe Matjeve
MID	- Direktiva e Instrumentave Matës
CIPM	- Komiteti Ndërkombëtar i Peshave dhe Matjeve
MRA	- Marrëveshja e Njohjes së Ndërsjelltë
IMGC	- Ish Instituti i Metrologjisë së Italisë Gustavo Colonnetti
INRIM	- Instituti Kombëtar i Kërkimeve Metrologjike të Italisë
PTB	- Instituti Kombëtar i Metrologjisë së Gjermanisë
BEV	- Instituti Kombëtar i Metrologjisë së Austrisë
CGPM	- Konferenca e Përgjithshme e Peshave dhe Matjeve
CMC	- Aftësitë Matëse Kalibruese
IM	- Inspektimi Metrologjik
EEC	- Komuniteti Ekonomik European
KCDB	- Data baza e të dhënave e krahasimeve kyçe
IAG	- Shoqata Ndërkombëtare e Gjeodezisë
ASIG	- Autoriteti Shtetëror për Informacionin Gjeohapësinor
CE	- Konformiteti European

SIMBOLET E PËRDORURA

m_{cr}	– masa konvencionale e gramarit referencë
C_i	– faktori i korrigjimit për shkak të zhvendosjes së ajrit
g	– nxitimi gravitacional lokal
k_s	– faktori i rregullimit
ρ_a	– densiteti i ajrit të zhvendour
ρ_0	– densiteti referencë i ajrit
p	– presioni
hr	– lagështia
t	– temperatura
ρ_t	– densiteti gramarit test
ρ_r	– densiteti gramarit referencë
u_f	– pasiguria standarde e formulës së përafruar për llogaritjen e densitetit të ajrit
u_p	– pasiguria standarde e presionit
u_t	– pasiguria standarde e temperaturës
u_h	– pasiguria standarde e lagështirës
$u_{\rho a}$	– pasiguria standarde e densitetit të ajrit
V_T	– vëllimi i gramarit test
V_R	– vëllimi i gramarit referencë
Δm_w	– vlera e korrigjuar për shkak të zhvendosjes së ajrit
U	– pasiguria e zgjeruar
k	– faktori i mbulimit
u_c	– pasiguria e kombinuar
u_w	– pasiguria standarde e procesit të peshimit
Δm_i	– diferenca e masës konvencionale në një krahasim
$\overline{\Delta m}$	– mesatarja e diferencës së masave konvencionale
$u(m_r)$	– pasiguria standarde e gramarit referencë
u_b	– pasiguria standarde e korrigjimit të ajrit
u_{ba}	– pasiguria standarde e balancës
u_s	– pasiguria e ndjeshmërisë së balancës

u_d	– pasiguria për shkak të rezolucionit
u_E	– pasiguria për shkak të jashtëqëndërsisë së ngarkesës
D	– diferenca maksimale e matjeve të marra në testin e jo-qëndërsisë
d_1	– distanca ndërmjet qëndrave të gramarëve
d_2	– distanca nga qendra e receptorit të ngarkesës deri te cepat
u_{ma}	– pasiguria për shkak të magnetizimit
m_{ref}	– vlera referencë e masës
I	– tregimi i balancës që i korespondon vlerës referencë të masës
m_F	– masa e fluidit të zhvendosur
V	– vëllimi i objektit të peshimit
ρ	– densiteti i objektit të peshimit
m_a	– masa e dukshme
φ	– gjerësia gjeografike e cila shprehet në grad ($^{\circ}$)
h	– lartësia mbi nivelin e detit e cila shprehet në (m)
Δg_h	– ndryshimi maksimal i gravitetit absolut për shkak të ndryshimit të lartësisë h
φ_m	– vlera mesatare e gjerësisë gjeografike φ
Δg_{φ}	– ndryshimi maksimal i vlerës së gravitetit për shkak të ndryshimit të φ
h_m	– vlera mesatare e lartësisë h mbi nivelin e detit
$\mathbf{g}_R$	– vlera referencë e gravitetit të zonës
I_{ref}	– vlera referencë e tregimit të instrumentit
n	– numri i ndarjeve të shkallës
g_{ml}	– gabimi maksimal i lejuar
e	– ndarja e verifikimit të shkallës
L_T	– ngarkesa e testit
$s(I_j)$	– shmangia standarde e tregimeve të marra nga peshimi
d_0	– vlera aktuale e ndarjes së shkallës në zero
L_{jq}	– ngarkesa e zbatuar në testin e jo-qëndërsisë
y	– ndryshimi i vlerës së masës së marrë gjatë peshimit
Δm	– ndryshimi i leximeve të balancës për ciklin e peshimit (ABBA)

V_{Tt}, V_{St}	– vëllimi i gramarit test dhe standard gjatë një matjeje në temperaturën "t"
C_{ml}	– faktori i korrigjimit për shkak të ndryshimit të lartësisë së qendrave të masës
m	– masa nominale e gramarit
γ	– gradienti vertikal gravitacional
δh	– distanca ndërmjet qendrave të masave të dy etaloneve të masës

PËRMBLEDHJE

Në ditët e sotme mund të thuhet se trendi i vrullshëm i globalizimit të tregtisë bazohet në zhvillimin e shpejtë të infrastrukturës së metrologjisë dhe kjo është sfida më e rëndësishme e metrologjisë për sa kohë që marrëveshjet e tregtisë bazohen në kërkesat për eliminimin e barrierave teknike, në marrëveshjet e njohjes së përbashkët dhe vlerësimit të CE. Përafërsisht, çdo transaksion tregtar përmban si element kyç besueshmërinë në matje, aq sa mund të deklarohet se mungesa e kësaj besueshmërie është një nga shkaqet e prapambetjes ekonomike, kështu për të qënë të besueshme, matjet duhet të mbështeten nga metrologjia (shkenca e matjes). Në ekonominë e zhvilluara dhe në shtete të veçanta, përfshi edhe vendet në zhvillim, matjet përbëjnë rreth 3-6 % të GDP. Infrastruktura e metrologjisë është unike dhe ndikon në mënyrën se si kryhen matjet në vend dhe njohjen e tyre nga komuniteti ndërkombëtar, gjë e cila ka një ndikim të gjerë në shoqërinë e vendit duke përfshirë ekonominë, energjinë, mjedisin, shëndetin, prodhimin, industrinë, rendin publik dhe mbrojtjen e konsumatorit. Matja është një faktor thelbësor në marrëdhëniet ndërmjet klientëve dhe nënkontraktorëve. Në mungesë të matjeve të besueshme, është e pamundur të garantohet se pjesët e nënkontraktuara do të përputhen me kërkesat e konsumatorit. Zhvillimet e reja teknologjike të produkteve dhe proceseve industriale kërkojnë nivele më të larta të matjes dhe standarde më të rrepta në hartimin dhe prodhimin e një produkti duke e zhvendosur metrologjinë nga aktivitetet e kontrollit të prodhimit të kufizuar, në një kontroll më të madh të procesit të matjes. Përshkrimi i këtyre aplikacioneve të ndryshme na bën të theksojmë dallimin midis metrologjisë shkencore dhe metrologjisë ligjore. Nga njëra anë, *metrologjia shkencore* që ka të bëjë me realizimin, mirëmbajtjen, përmirësimin dhe transferimin e standardeve metrologjike (etaloneve), dhe nga ana tjetër *metrologjia ligjore* e cila përfaqëson një nga misionet qytetare të shtetit dhe përbëhet nga garantimi i besueshmërisë dhe stabilitetit të matjeve për përdorim tregtar ose statutor dhe parandalimi i mashtrimit. Kështu për të siguruar që matjet dhe rezultatet e tyre janë bërë në baza të njëjta në të gjithë botën, çdo vend ka një NMI e cila siguron gjurmueshmërinë e të gjitha njësive matëse dhe shpërndarjen e tyre me saktësi të besueshme në mbarë vendin, thënë ndryshe, duhet të ekzistojë *një sistem matës i rënë dakord*. Uniformitetin e matjeve në mbarë botën dhe gjurmueshmërinë e tyre në sistemin SI e siguron pikërisht BIPM, e cila organizon krahasime ndërkombëtare të fushave të matjeve të ndryshme dhe kryen aktivitete kërkimore shkencore për të përmirësuar pasigurinë në matje. Instituti

Kombëtar i Metrologjisë në Shqipëri sot përfaqësohet denjësisht nga DPM, me përgjegjësinë e saj të plotë për të siguruar saktësinë dhe besueshmërinë e matjeve kombëtare duke deklaruar CMC në BIPM. Instrumentat e peshimit përdoren gjerësisht për përcaktimin e një ngarkese në terma të masës. Ato përdoren për një sërë aplikimesh të ndryshme në industri, në laboratorë shkencorë, tregti, inspektorate të ndryshme që kanë bazë procesin e peshimit, prodhime etj. Parimi i punës së një instrumenti të peshimit bazohet mbi veprimin e gravitetit absolut mbi trupin që peshohet. Duke qënë se vlera e gravitetit absolut varet nga pozicioni gjeografik dhe lartësia mbi nivelin e detit në vendin e përdorimit të instrumentit të peshimit atëherë, ai është një faktor i cili duhet marrë në konsideratë. Për aplikime të ndryshme të specifikuara nga legjislacioni kombëtar, disa instrumenta të peshimit i nënshtrohen një kontrolli ligjor metrologjik, që do të thotë se ata i nënshtrohen një procesi të quajtur “*verifikim ligjor*”. Ndërsa në raste të tjera veçanërisht kur përdoruesit e instrumentave duhet të njohin domosdoshmërisht saktësinë, besueshmërinë dhe pasigurinë e rezultateve të matjes atëherë këta përdorues kërkojnë *kalibrimin* e instrumentave të peshimit. Duhet theksuar fakti se verifikimi i një instrumenti të peshimit është *detyrim ligjor*, ndërsa kalibrimi i tij është me dëshirë të përdoruesit përkundrejt kërkesave të produktit apo shërbimit. Normalisht, si verifikimi dhe kalibrimi i instrumentave të peshimit janë procese që përgjithësisht kryhen në vendin e përdorimit të instrumentit. Në rast se ky instrument zhvendoset në një vend tjetër pas procesit të verifikimit/kalibrimit atëherë mund të ndodhë që gjatë transportimit të ndryshojnë karakteristikat e tij metrologjike dhe rrjedhimisht verifikimi/kalibrimi i tij është i pavlefshëm. Prandaj në mënyrë që të merren matje të sakta është e këshillueshme të kryhet rregullimi i instrumentit në vendin ku ai përdoret. Ky studim, i pari në fushën e metrologjisë së masës në Shqipëri është bazuar në vet parimin e punës së peshores. Puna e këtij disertacioni qëndron në përcaktimin vlerës së gravitetit për zona të ndryshme në Republikën e Shqipërisë sipas Direktivës për instrumentat e peshimit jo automatik 2009/23/EEC të WELMEC, ndikimi i vlerës së gravitetit absolut në procesin e peshimit dhe metodat e korigjimit të gabimit të tregimit. Për krahasimin e matjeve teorike me matjet eksperimentale të gravitetit absolut, janë kryer matje në tre qytete të Shqipërisë, në Sarandë, Shkodër dhe në Tiranë nga BEV, duke përdorur një gravimetër absolut FG5 të transportueshëm, i cili mat nxitimin e rënies së lirë të një mase test në vakum, me saktësi të lartë.

Fjalë kyçe: graviteti, instrumentat e peshimit, verifikimi/kalibrimi, pasiguria, besueshmëria

ABSTRACT

In nowadays it can be said that the ruthless trend of trade globalization is based on the development of metrology infrastructure and this is the most important challenge of metrology as long as the trade agreements are based on requirements for eliminating the technical barriers, in the agreements of common recognition and in the agreement of European Conformity CE. Virtually, every trade transaction contains as a key element the reliability of measurements, so that it can be stated that the absence of reliability is one of the causes of economic backwardness. In order to be reliable, measurements should be supported by metrology (the science of measurements). In developed economies and in specific countries, including developing countries, measurements account for about 3-6 % of GDP. Metrology infrastructure is unique and affects how measurements are made in a country and their recognition by the international community, which has a wide-ranging impact in its society including economics, energy, environment, health, manufacturing, and industry and consumer confidence. Measurement is an essential factor in the relations between customers and subcontractors. In the absence of reliable measurements, it is impossible to guarantee that the subcontracted parts will match the customer's requirements. The new technological developments of products and industrial processes require higher levels of measurement, and stricter standards in product design and manufacture. Wider use of metrology led to greater effectiveness, moving it from limited product manufacturing control activities to larger measurement process control in design. . The description of these different applications leads us to make a distinction between scientific and legal metrology. On the one hand, scientific metrology is concerned with the creation, maintenance, improvement and transfer of metrological references. On the other hand, legal metrology represents one of the State's missions which consist of guaranteeing the reliability and stability of measurements for commercial or statutory use and preventing fraud. To ensure that measurements and their results are made on the same basis throughout the world, each country has a National Metrology Institute that provides the traceability of all units and disseminates them with consistent accuracy among the country. To facilitate fair trade, there must be *an agreed-upon system of measurement*. BIPM which ensures world-wide uniformity of measurements and their traceability to the SI organizes international comparisons of different

field of measurement and carries out the research activity to improve the measurement uncertainty. The growing requirements concerning the accuracy of measurements and their traceability and worldwide comparability constitute a considerable challenge for Albanian National Metrology Institute, which in nowadays is represented by GDM with its responsibility for ensuring the scientific background for the consistency and accuracy of national measurements, by claiming the CMC in BIPM. Weighing instruments are widely used for the determination of a load in terms of mass. They are used for different applications in industry, scientific laboratories, worldwide trade, inspection etc. The operation of the weighing instrument is usually based on the measurement of the gravitational force. Since gravity is a quantity that varies with location, it must be considered as an influence quantity to be taken into account. For some applications specified by national legislation, NAWI are subject to legal metrological control that means to a verification process and in some other cases especially when users need to know the accuracy, reliability and uncertainty of measurements they require a calibration of the weighing instrument. Normally both the verification/calibration of a weighing instrument must be performed in the location where the instrument is being used. If it is displaced to another location after the verification or calibration, it is possible that during transportation the performance of the instrument could change and consequently may invalidate the verification /calibration. This study, being the first one in the field of mass metrology in Albania is based on the principle work of the weighing instrument. The aim of this thesis is the determination of acceleration due to gravity for different zones in Albania according to the Directive for NAWI 2009/23/EEC of WELMEC, the influence of gravity on precision weighing and the correction methods. For comparing theoretical measurements of absolute gravity with experimental measurements, absolute gravimetric measurements are performed by BEV in three cities of Albania Saranda, Shkodra and Tirana, using an absolute FG5 transportable gravimeter that measures the free fall acceleration of a mass test in vacuum with high accuracy.

Keywords: gravity, weighing instrument, verification/calibration, uncertainty, reliability

KAPITULLI I

HYRJE

Në çdo vend ekziston një sistem kombëtar i infrastrukturës së cilësisë i përbërë prej metrologjisë, standardeve dhe akreditimit të cilët implementojnë dhe mirëmbajnë këtë infrastrukturë. Konkretisht sistemi i metrologjisë përfshin sistemin kombëtar të matjeve me etalonet kombëtare dhe laboratorët e kalibrimit. Metrologjia është një komponent i rëndësishëm i infrastrukturës së cilësisë të nevojshme në çdo vend të zhvilluar pasi ka një ndikim tek standardet, rregulloret teknike, vlerësimin e konformitetit dhe luan një rol themelor në mbrojtjen e konsumatorëve dhe rritjen e cilësisë së jetës të qytetarëve. Zhvillimi ekonomik ka rritur premiset që shumë kompani me aktivitete industriale të ngrenë për nevoja të cilësisë së produkteve të tyre laboratore për kryerjen e testimeve në fusha të ndryshme [1]. Përballja me konkurrencën e tregut ka sjellë interesin e operatorëve industrial të kërkojnë certifikimin e produkteve të tyre sipas standardeve kombëtare dhe atyre ndërkombëtare në veçanti sipas standardit ISO/IEC 17025 “Kërkesa të përgjithshme për kopetencën e testimit dhe kalibrimit”. Zbatimi i këtyre standardeve kërkon që laboratorët e testimit apo linjat e prodhimit të kenë të siguruar saktësinë dhe besueshmërinë e matjeve që kryejnë, nëpërmjet kalibrimit ose verifikimit të instrumentave matës dhe kontrollit të përditshëm të tyre nga vetë përdoruesi, në funksion të mbrojtjes së konsumatorit. [2].

Një përhapje të madhe kanë laboratorët e testimit të materialeve të ndërtimit, laboratorët e testimit të produkteve ushqimore, laboratorët e testimit të analizave kimike, laboratorët e shërbimit shëndetësor parësor dhe spitalor, laboratorët farmaceutik etj, të cilët po rrisin kërkesat për akreditim dhe një ndër kriteret bazë të akreditimit është edhe siguri i saktësisë dhe besueshmërisë në matjet e kryera nga instrumentat që këta laboratorë përdorin. Afërsisht 80-90% e aktiviteteve të sipërpërmendur bazohen në proceset e matjes nëpërmjet peshimit, dhe e sigurojnë saktësinë dhe besueshmërinë e matjeve nëpërmjet kontrollit të vazhdueshëm të instrumentave të peshimit duke i kalibruar këto të fundit sipas intervaleve kohore përkatëse. Peshoret janë të thjeshta, të shpejta në përdorim dhe preçize. Numri i ndarjeve të shkallës së këtyre peshoreve shkon deri në 1/1000000 e maksimumit. Rezultatet e peshimit të marra nga një peshore elektronike përcaktojnë pranueshmërinë e një produkti ose rezultatin e një testi. Balancat

elektronike japin një gabim që shkon deri në 0.1%, nëse nuk merren parasysh disa faktorë që ndikojnë në procesin e peshimit si: rregullimi/përshtatja e peshores, sensitiviteti, jo-lineariteti, jo-qëndërsia e ngarkesës dhe përsëritshmëria e rezultatit/tregimit dhe meqënëse peshoret elektronike masin forcë, duhet medoemos që tregimet e tyre të përshtaten me vlerën e gravitetit lokal në vendpërdorimin e instrumentit. Kalibrimi i instrumentit të peshimit përcakton karakteristikat e funksionimit të tij dhe kërkohet për arsyet e mëposhtme:

- për të përcaktuar dhe treguar gjurmueshmërinë
- për të siguruar se leximet e instrumentit janë në përputhje me matjet e tjera
- për të përcaktuar saktësinë e leximeve të instrumentit
- për të përcaktuar besueshmërinë e instrumentit, pra që ai të jetë i besueshëm

Në Republikën e Shqipërisë një pjesë e konsiderueshme e instrumentave të peshimit që përdoren nga qytetarët për qëllime të ndryshme, janë subjekt i kontrollit ligjor metrologjik pra *verifikimit*. Këtë kontroll e kryen DML pjesë e DPM_së. Projektimi dhe konstruksioni i peshoreve duhet të jetë i tillë që ato të ruajnë cilësitë e tyre metrologjike kur instalohen dhe përdoren siç duhet dhe kur përdoren në një ambient për të cilin ato janë parashikuar. Verifikimi EC i instrumentave të peshimit dhe rregullimi final i tyre duhet të kryhet patjetër në vendin e përdorimit dhe nga specialistë që kanë kompetencën e duhur teknike. Në rastin kur verifikimi EC i instrumentit kryhet në një vend të ndryshëm nga vendi i përdorimit të tij atëherë, instrumenti duhet përfundimisht të rregullohet për vlerën e gravitetit të vendit të përdorimit. Në mënyrë alternative instrumenti duhet të rregullohet në lidhje me vlerën referencë të një zone specifike graviteti ku ai do të përdoret [4].

Qëllimi i studimit

Matjet e sakta luajnë një rol kyç në të gjitha aktivitetet industriale, që nga kërkimi shkencor dhe zhvillimi deri tek hedhja e një produkti në treg dhe mund të thuhet me siguri që çfarë nuk mund të matet, nuk mund të prodhohet. Duke qënë se rezultatet e peshimit të marra nga një proces matjeje janë shpesh të një rëndësie kritike dhe në shumë raste ato çojnë deri në vendimmarrje të gabuara, duhet domosdoshmërisht që kushdo që kryen matje të masës të jetë i sigurtë për besueshmërinë e rezultateve të marra gjatë një procesi peshimi, gjë e cila sigurohet nëpërmjet procesit të kalibrimit. Janë disa faktorë që ndikojnë në procesin e matjes së masës, por në këtë punim do të studiohet në veçanti faktori i gravitetit absolut.

Ky punim ka për qëllim studimin e metodës së matjes së gravitetit absolut, si ndikon ky faktor në procesin e peshimit dhe studimin e metodave të korigjimit të gabimit të tregimit kur ky instrument ndryshon vendin e përdorimit. Pjesë e këtij studimi është gjithashtu dhe njohja me mënyrën e përcaktimit të një zone graviteti dhe vlerës referencë të gravitetit të kësaj zone në Republikën e Shqipërisë sipas WELMEC. Brënda një zone graviteti në kushte specifike një instrument peshimi mund të lëvizë lirisht pa qënë nevoja e një riverifikimi. Një instrument peshimi i cili është i ndjeshëm ndaj gravitetit dhe i nënshtrohet një kontrolli ligjor metrologjik duhet të tregojë një vlerë brënda gabimit maksimal të lejuar kur vihet për herë të parë në përdorim në tregun shqiptar apo ndryshon vendin e përdorimit brënda territorit tonë. Për ilustrim zona specifike që do të përshkruhet në këtë punim për lëvizjen e lirë të instrumentave të peshimit pa humbur karakteristikat e tyre metrologjike i përket pjesës veriore të Shqipërisë. DPM është një nga ndërvepruesit teknikë kryesorë të Shqipërisë me botën e industrializuar dhe si rrjedhojë ajo e ka të domosdoshme të operojë në bazë të rregullave të pranuar ndërkombëtarisht.

Objektivat kryesore të këtij studimi janë:

- Sigurimi i të gjithë përdoruesve të instrumentave të peshimit, aktiviteti i të cilëve bazohet në procesin e peshimit për konfirmimin se vlerat e tyre të marra nga peshimi kënaqin gjurmueshmërinë në etalonet kombëtare të masës dhe besueshmërinë e një rezultati të matjes si edhe konfirmimin nëse gjendja e instrumentit të tyre pajtohet me kërkesat e qëllimit të përdorimit ose jo
- krijimi i kushteve të përshtatshme (zonat e gravitetit) për lëvizjen e lirë të instrumentave të peshimit që mbartin shenjën e konformitetit CE me qëllim ruajtjen e karakteristikave të tyre metrologjike
- thjeshtësimi i procedurave të prodhuesit për vendosjen e instrumentave të peshimit në treg nga organet përgjegjëse, të vetë përdoruesve të instrumentave të peshimit, organeve përgjegjëse për mbikqyrjen e tregut (IM) dhe verifikimin periodik (DML).
- Nëpërmjet këtyre testeve nga këto organe sigurohet që instrumentat e modelit në fjalë i plotësojnë kërkesat ligjore përkatëse dhe janë të përshtatshme për përdorim, në fushën e rregulluar në mënyrë të tillë që prej tyre pritet që të japin rezultate matjeje të kënaqshme në një periudhë të caktuar kohe dhe në kushte të ndryshme përdorimi. Në këtë mënyrë arrihet sigurimi

dhe përputhja me standardet Europiane në funksionimin e tregjeve, në garantimin e cilësisë dhe sigurisë së produkteve, si dhe mbrojtjen e qytetarëve dhe konsumatorit

Metodologjia e përdorur

Për realizimin e qëllimit të studimit u ndoqën hapat e mëposhtëm:

- Njohja me literaturën e specializuar në fushën e metrologjisë, zanafillën e matjeve, zhvillimin dhe historikun e infrastrukturës së metrologjisë në botë dhe në Republikën e Shqipërisë. Gjurmueshmëria e njësisë së masës në Shqipëri, faktorët që ndikojnë në përcaktimin e masës gjatë një procesi peshimi. Metoda e matjes së gravitetit absolut eksperimentalisht si dhe duke përdorur formulën e standardizuar të WELMEC si faktor kryesor që ndikon në procesin e peshimit si dhe përshkrimi i aparaturës së matjes gravitetit absolut
- Duke qënë se kalibrimi apo verifikimi i instrumentave të peshimit duhet të kryhet në vendin e përdorimit të tyre atëherë në rastet kur këto të fundit ndryshojnë vendin e përdorimit duhet domosdoshmërisht të bëhet korrigjimi për shkak të ndryshimit të vlerës së gravitetit absolut për gabimin e tregimit. Ndikimi i këtij parametri fizik në procesin e peshimit dhe kalibrimin e etaloneve të masës të klasave të larta
- Përcaktimi i zonave të gravitetit në Republikën e Shqipërisë dhe studimi i lëvizjes së lirë të instrumentave të peshimit në këto zona
- Njohja me metodat e korrigjimit që përdoren për instrumentat e peshimit të cilët ndryshojnë vendin e përdorimit janë përshkruar dhe ilustruar për instrumentin e peshimit të klasës I. Gjithashtu edhe ilustrime për ndryshimet e gabimeve të tregimeve gjatë zhvendosjes së instrumentit të peshimit në qytete të ndryshme të Shqipërisë etj

Struktura e punimit

Kapitujt në vijim trajtojnë çështjet që kanë të bëjnë me njohjen mbi metrologjinë dhe funksionet e saj në përgjithësi, karakteristikat metrologjike të instrumentave të peshimit dhe etaloneve të masës (gramarët), metodat e kalibrimit të tyre dhe llogaritja e pasigurisë së matjes, metoda e matjes së gravitetit absolut dhe ndikimi i tij në procesin e peshimit. Gjithashtu trajtohen metodat e korrigjimit të gabimit të tregimit kur instrumenti i peshimit ndryshon vendin e përdorimit, krijimin

e zonës së gravitetit në pjesën veriore të territorit të vendit tonë dhe studimi i lëvizjes së disa instrumentave të peshimit brënda kësaj zone.

- **Kapitulli i parë** përfshin hyrjen, qëllimin e studimit, metodologjinë e përdorur si dhe strukturën e punimit.
- **Kapitulli i dytë** trajton metrologjinë dhe historinë e zhvillimit të saj në botë si edhe në Shqipëri. Janë dhënë në mënyrë të detajuar drejtimet në të cilat funksionon metrologjia në Shqipëri dhe roli i saj në jetën e çdo qytetari. Rregulloret teknike të mjeteve matëse, infrastruktura ndërkombëtare e metrologjisë. Përshkrimi i laboratorëve të masës në DPM, sigurimi i gjurmueshmërisë së njësisë së masës në vendin tonë dhe deklarimi i CMC_{ve} të laboratorit të masës në BIPM.
- **Kapitulli i tretë** ka të bëjë me klasifikimin e gramarëve, karakteristikat teknike dhe metrologjike, metoda e kalibrimit të gramarëve dhe llogaritja e pasigurisë së matjes.
- **Kapitulli i katërt** lidhet me klasifikimin e instrumentave të peshimit dhe karakteristikat metrologjike të tyre. Metoda e kalibrimit të tyre dhe llogaritja e pasigurisë së matjes.
- **Kapitulli i pestë** ka të bëjë me përshkrimin e metodës së matjes së gravitetit absolut. Përshkrimi i gravimetrit absolut IMGC-02 i realizuar në INRIM. Rëndësia e njohjes së vlerës së gravitetit absolut në rreze saktësie të nivelit të lartë (10^{-9}). Rezultatet e matjes të marra me këtë gravimetër në laboratorin e INRIM. Matjet eksperimentale të gravitetit absolut të kryera nga BEV në tre qytete të Shqipërisë në Sarandë, Tiranë dhe Shkodër, llogaritja e vlerës së gravitetit absolut sipas WELMEC, si dhe krahasimi i matjeve teorike me ato eksperimentale. Përmban gjithashtu përshkrimin e metodës së krijimit të zonave të gravitetit në territorin shqiptar duke marrë në konsideratë shtrirjen gjeografike veri-jug të vendit tonë i cili shtrihet në koordinatat 39.5° - 42.5° si dhe lartësinë mbi nivelin e detit. Studimi është kryer për çdo 1° gjerësi gjeografike dhe çdo 100 m lartësi. Lartësitë janë studiuar nga 0-1000 m mbi nivelin e detit duke i menduar ato si më të banuarat.

- **Kapitulli i gjashtë** ka të bëjë me studimin e ndikimit të vlerës së gravitetit absolut në procesin e peshimit dhe përshkrimin e metodave të korrigjimit kur instrumenti i peshimit ndryshon vendin e tij të përdorimit. Si ndikon ky faktor në procesin e kalibrimit të gramarëve të klasës E2 me material çeliku duke përdorur si referencë një etalon që përbëhet nga material Pt-Ir. Metoda e korrigjimit në procesin e peshimit lidhet me mënyrën e funksionimit të instrumentit e cila mund të jetë me rregullim të brendshëm ose të jashtëm ose të dyja së bashku dhe ilustrohen me komparatorin e masës klasa I. Këto metoda duhet të zbatohen vetëm nga ekspertë të autorizuar dhe me kopetencën e duhur teknike dhe gjithmonë duke u bazuar në manualin e përdorimit të instrumentit të peshimit në të cilin janë paraqitur në mënyrë të detajuar karakteristikat metrologjike të tij dhe kushtet në të cilat kjo peshore duhet të përdoret në mënyrë që ajo të funksionojë siç duhet. Ekzistojnë edhe instrumenta peshimi të cilët nuk kanë asnjë mekanizëm rregullimi, në këtë rast faktori i gravitetit absolut duhet të merret në konsideratë në llogaritjen e buxhetit të pasigurisë. Gjithashtu shpjegohen edhe dy metoda të tjera korrigjimi si: metoda e korrigjimit me anë të faktorit shumëzues dhe metoda e korrigjimit me anën e vendosjes së vlerës së nxitimit gravitacional lokal direkt në instrumentin e peshimit, duke theksuar edhe në këtë rast se veprimet duhet të kryhen nga ekspertë të autorizuar dhe me kopetencën e duhur teknike dhe duke u bazuar në manualin e përdorimit.
- **Kapitulli i shtatë** lidhet me disa shembuj të zhvendosjes së instrumentave të peshimit në qytete të ndryshme të Shqipërisë dhe zbatimin e metodave të korrigjimit.
- **Kapitulli i tetë** përmban përfundimet e arritura gjatë këtij studimi si edhe rekomadimet për punën në vazhdimësi.

KAPITULLI II

METROLOGJIA

2.1 Historia e zhvillimit të metrologjisë

Metrologjia, e quajtur nga disa kërkues shkencorë si “fabrika e shkencës dhe teknologjisë” është shkenca që merret me matjet dhe aplikimet e tyre. Fjala *metrologji* vjen nga greqishtja e vjetër *metron* që do të thotë *matje* dhe *logos* që do të thotë *studim*. Sipas VIM “metrologjia përfshin të gjitha aspektet teorike dhe praktike të matjes në çfarëdo fushe aplikimi dhe pasigurie të matjes” [5]. Matjet kanë prejardhje shumë të vjetër. Zanafilla e tyre bënë pjesë në burimin e lindjes së kulturës materiale të njerëzimit. Atëherë kur njeriu primitiv mësoi të prodhojë mjetet e punës, ti përdorë ato dhe së bashku me to të influencojë në ambientin që atë e rrethonte, që atëherë ai filloi të kryejë matjet. Në dokumentet më të vjetra të kulturës së njerëzimit janë ruajtur udhëzimet mbi matjet, të cilat realizoheshin prej njeriut. Matjet e para të kryera kanë qënë matjet e kohës, më saktë përcaktimi i kohës, që ka pasur dhe ka një rëndësi të jashtëzakonshme në të gjithë zhvillimin dhe përcaktimin e jetës së gjallë njerëzore, bimore dhe shtazore. Në kohën e komunitetit primitiv matjet kanë qënë shumë primitive dhe kanë pasur qëllim vetëm të përcaktohet se kush nga dy madhësi është më e madhe apo më e vogël. Matje të tilla kryheshin me sy, (vizualisht) me ndjeshmërinë e muskujve, (peshimet me dorë), me anë të zgjatshmërisë së kohës së kryerjes së rrugës (kohës së udhëtimit). Pastaj matjet filluan të kenë qëllim për të gjetur se sa herë njëra madhësi është më e madhe ose më e vogël se tjetra. Në këtë etapë njeriu krahasonte dhe kundërvinte sendet dhe madhësitë e vëzhguara, me përmasat e trupit vetjak. Njësitë e para të gjatësisë ai i identifikonte me pjesët e trupit të tij [3].

“Kubiti i parë mbretëror ishte përcaktuar si gjatësia e parakrahut nga bërryli deri tek maja e gishtit të mesit të shtrirë të Faraonit sundues plus gjerësinë e dorës së tij”

Madhësia origjinale u transferua në një granit të zi të gdhendur. Punëtorëve të kantierëve të ndërtimit ju kishin dhënë kopje prej graniti apo druri dhe ishte përgjegjësia e arkitektëve për mirëmbajtjen dhe ruajtjen e tyre.

Dënimi me vdekje i priste ata që harronin apo neglizhonin detyrën e tyre të kalibrimit të etalonit të njësisë së gjatësisë në çdo hënë të plotë. I tillë ishte edhe dënimi që kërkohej për arkitektët e mbretit të cilët ishin përgjegjës për ndërtimin e piramidave dhe tempujve të Faraonëve në Egjiptin e lashtë, 3000 vjet para Krishtit.

Megjithëse ne e ndjejmë veten të jemi shumë larg nga kjo pikë nisje si në kohë dhe në distancë, njerëzimi ka këmbëngulur gjithmonë për matje korrekte. Nga mungesa e saktësisë së matjeve mund të ndodhin katastrofa, përplasje aeroplanësh, përplasje trenash etj. Nga ana tjetër saktësia e matjeve në nivele të larta besueshmërie ndihmon në shumë fenomene të ndryshme psh: në kërkimet e pasurive të nëntokës me anë të matjes së forcës së gravitetit në vënde të ndryshme të tokës, përpilimin e hartave gjeografike, drejtimin e anijeve në det të hapur etj. Ndërkohë vlen të theksohet fakti se për çdo madhësi që do të matet kërkohet një kontroll i saktë dhe i vazhdueshëm i aparateve dhe instrumentave matës, disa herë në ditë (psh, çdo sahat sado i përpiktë të jetë mund të mbetet mbrapa ose të shkojë përpara).

2.2 Zhvillimi i infrastrukturës së metrologjisë në Shqipëri

Kontrolli i instrumentave matës në Shqipëri e ka origjinën të dokumentuar që në shekullin e XVII, me aktivitet kryesor kontrollin e instrumentave matës që përdorehin në tregti. Metrologjia Moderne u vendos me *Ligjin Bashkiak (1921)*, *Ligjin mbi Sistemin Metrik (1922)*, si dhe *Ligjin mbi Masat dhe Sistemin Matës (1928)*. Ky i fundit është nënshkruar në datë 17.11.1928 nga Ministria e Punëve të Brendshme me emërtimin “*Mbi sistemin e peshës dhe të matjes*”. Megjithëse këto ligje ishin moderne për kohën, mungesa e organizimit dhe infrastrukturës së përshtatshme nuk mundësoi zbatimin e tyre. Zgjidhja e këtij problemi u mundësua në vitin 1946 me themelimin e *Drejtorisë të Kontrollit të Instrumentave Matës*.

Kjo drejtori mundësoi sistemin ligjor dhe strukturën organizative për laboratorët që do kryenin verifikimin e instrumentave matës, të përdorur në prodhim apo tregti, që ishin në sasi të pakët. Nga materialet e gjetura rezulton se Këshilli Ministrial i Republikës Popullore të Shqipërisë me qëllim vendosjen e një sistemi unik të masave dhe të peshave në të gjithë territorin e R.P.SH si dhe për të ushtruar një kontroll të rregullt në vërtetimin e saktësisë të peshimeve dhe të matjes nxjerr urdhëresën mbi kontrollimin e detyrueshëm të mjeteve dhe njësive të matjes dhe të peshimit ku ndër të tjera përmendet që në të gjithë territorin e R.P.SH njihen si njësi matje ligjore

vetëm ato të sistemit metrik decimal me shumëfishet dhe nënfishet. Nga korrespondenca gjendet gjithashtu një proces verbal mbi dorëzimin e degës së peshave dhe të matjeve, Kryeministrit. Po në këtë vit Këshilli i Ministrave merr vendimin për aprovimin e rregullores mbi mënyrën e përdorimit të veglave të peshimit dhe të matjes që disponohen nga ndërmarrjet, institutet shtetërore, kooperativiste e shoqërore dhe private. Ndër të tjera në këtë rregullore përshkruhet se [6]:

Të gjitha veglat e peshimit dhe të matjes që përdoren në tregti ose për ndonjë profesion tjetër me përjashtim të atyre që përdoren për përdorim vetiak i nënshtrohen verifikimit dhe damkosjes së detyrueshme të cilat kryhen nga organet e administratës shtetërore të verifikimit të peshave dhe matjeve pranë Këshillit të Ministrave të R.P.SH brënda tremujorit të parë të çdo viti.

Metrologjia, si shkenca mbi precizionet e matjes dhe sigurimin e masave unike, unitetit të masave çdo vit, gjithmonë e më shumë ka depërtuar në të gjitha sferat e veprimtarisë njerëzore. Çdo ditë e më shumë janë rritur kërkesat në rritjen e rendit të precizionit dhe të saktësisë, sigurisë së matjeve si rruga e progresit të mëtejshëm të shkencës dhe teknikës. Zgjidhja e këtyre detyrave kërkon zhvillimin e pandërprerë të metrologjisë, të perfeksionimit të metodave të riprodhimit dhe të transportimit të njësive të pranuar të matjes. Kështu me kalimin e viteve metrologjia në Shqipëri ka pësuar ndryshime të mëdha dhe në ditët e sotme funksionin e saj e kryen DPM. Që prej Shtatorit të vitit 2017, DPM funksionon në varësi të Ministrisë së Ekonomisë dhe Financave dhe misioni i saj është:

- Të ruajë dhe përdorë etalonet kombëtare të njësive të matjeve
- Të mbrojë konsumatorët nëpërmjet organizimit të kontrollit të instrumentave matës në fushat e transaksioneve zyrtare dhe tregtare, mbrojtjen e shëndetit, mjedisit, sigurisë teknike, rendin publik si dhe kontrollin sasior të parapaketimeve
- Të ofrojë shërbime të kalibrimit prodhuesve dhe përdoruesve të mjeteve matëse për të qënë konkurues në tregun e brendshëm dhe të jashtëm

DPM është një institucion publik i cili siguron gjurmueshmërinë e matjeve në vend në nivel ndërkombëtar nëpërmjet një *Sistemi Cilësie* dhe *Etalonesh Kombëtar* dhe siguron mbështetje

teknike në matjet e disa madhësive fizike në territorin e Republikës së Shqipërisë. Shqipëria gjatë viteve të fundit ka bërë një përparim mjaft të rëndësishëm në fushën e metrologjisë, veçanërisht në metrologjinë e masës dhe tashmë është në gjendje të vijojë zhvillimin e kësaj fushe në përputhje me nevojat dhe mundësitë e vendit tonë.

2.2.1 Metrologjia e masës në Shqipëri

Laboratori i masës bënë pjesë në strukturën e sektorit të masës dhe densitetit. Qëllimi i laboratorit të masës është ruajtja dhe zhvillimi i standardeve kombëtare të masës, sigurimi i gjurmueshmërisë dhe shpërndarja e njësisë së masës në të gjitha matjet shkencore, industriale etj në vend nëpërmjet procesit të kalibrimit. Kjo gjë arrihet duke krijuar laboratorët e duhur me ambientet, personelin, pajisjet dhe kushtet mjedisore specifike. Laboratorët e matjeve të masës përbëhen nga tre dhoma të veçanta të pajisura me instrumentacionin e duhur si më poshtë:

- Laboratori për kalibrimin e gramarëve të klasave E1/E2 dhe një dhomë vëzhgimi për grumbullimin e të dhënave.
- Laboratori për kalibrimin e gramarëve të klasave F1/F2/M1 dhe një dhomë vëzhgimi për grumbullimin e të dhënave.
- Laborator për kalibrimin e gramarëve të masave të mëdha të klasave M1/M2

2.2.2 Laboratori primar i masës

Laboratori primar i masës është një laborator i ri i cili përdoret për mirëmbajtjen e standardit primar dhe kalibrimin e standardeve të masës të klasës më të lartë të saktësisë, klasa “E”. Ky laborator është në përdorim që nga nëntori i vitit 2014. Madhësia e dhomës së kalibrimit të këtij laborator është rreth 25 m² dhe paradhoma është rreth 10 m². Laboratori ndodhet në katin e nëndheshëm (-2) të ndërtesës së DPM. Janë instaluar pesë masa sizmike, të ndashme me dyshtemenë dhe tavolinat prej guri në të cilat janë të instaluar komparatorët e masës, në mënyrë që të mos ketë vibrime shqetësuese gjatë procesit të matjeve dhe niveli i pastërtisë është i mjaftueshëm. Standardet e masës ruhen në këmbana qelqi dhe disa prej tyre në kuti druri brënda laboratorit. Specifikimet për temperaturën dhe lagështinë janë 20-23 ° C ± 0.3 ° C / h dhe 40-60% ± 2.5% / 4h respektivisht dhe monitorohen vazhdimisht gjatë gjithë kohës. Temperatura e

parametrave të mjedisit, lagështia relative dhe presioni maten me një stacion klimaterik. Fotografitë e laboratorit dhe të pajisjeve që përdoren në këtë laborator paraqiten në figurën 2.1[7].



Figura 2.1. Fotografitë e laboratorit primar dhe të pajisjeve që përdoren në këtë laborator

Në fotot e figurës 2.1 të laboratorit tregohen: instalimi i tavolinave prej guri, komparatorëve të masës, standardeve, pajisjeve të tjera dhe hapësirave të dhomës së kalibrimit. Në figurën 2.2 dhe figurën 2.3 më poshtë paraqiten standardet primare të masës të ruajtur në këmbana qelqi, në rafte. Etalonet e masës të klasës E0 përdoren si referencë për kalibrimin e etaloneve të masës të klasës E1[7].

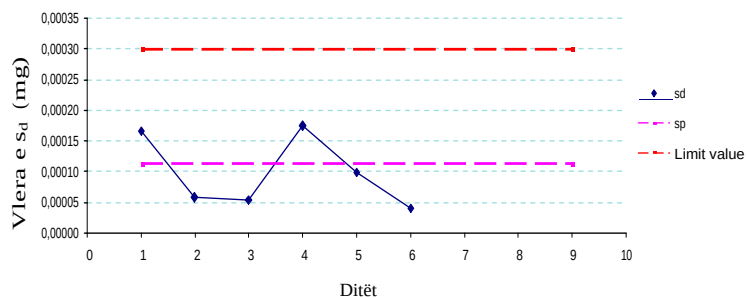


Figura 2.2. Standardet Referencë E₀ të DPM



Figura 2.3. Standardet Referencë E₁ të DPM

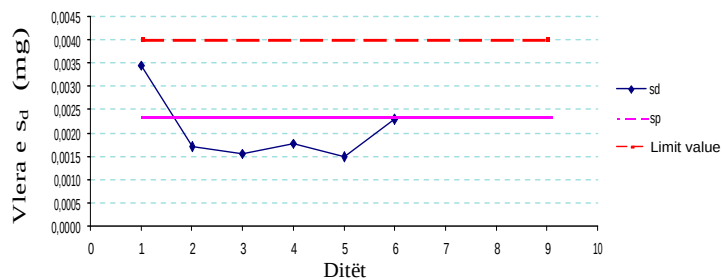
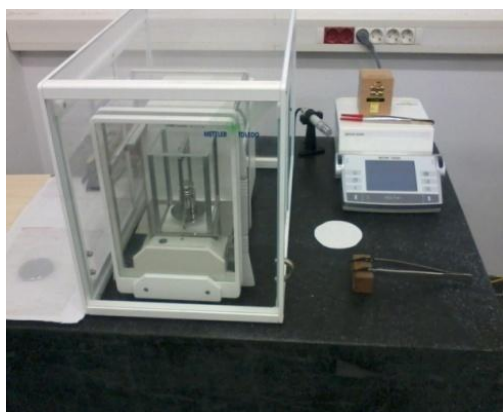
Komparatorët e masës të laboratorit primar të DPM përbëhen nga një gamë e plotë që mbulon kufijtë e kalibrimit nga 1 mg deri 10 kg të klasës E1 dhe 1 deri 20 kg të klasës së saktësisë E2. Komparatorët e masës kontrollohen dhe kalibrohen çdo vit në bazë të procedurës teknike të laboratorit. Kontrolli konsiston në testet e përsëritshmërisë prej minimumi 3x10 cikle ABBA (Referencë-Test-Test-Referencë) për secilën ngarkesë të përcaktuar, me të cilën llogaritet devijimi standard i bashkuar. Në fund të çdo procesi përgatitet një grafik i cili tregon vlerat e devijimit standard të përsëritshmërisë të veçantë dhe vlerën e devijimit standard të bashkuar për vlerën nominale të zgjedhur. Në figurat 2.4, 2.5, 2.6 dhe 2.7 më poshtë paraqiten komparatorët e masës që ndodhen në laboratorin primar të masës si edhe një grafik që korrespondon me një vlerë nominale të zgjedhur për kontrollin vjetor në një nga ngarkesat e përcaktuara. Secila figurë është shoqëruar me një foto të komparatorit, tabelën e specifikimeve teknike dhe grafikun e devijimit standard të bashkuar për çdo komparator mase në veçanti [7].



grafiku i devijimit standard të bashkuar për komparatorin e masës CCE6 në ngarkesën 2 g

Komparatori i masës	CCE6
Identifikimi	LM-16
Max/d	6.1 g / 0.1 µg
Kufijtë e kalibrimit	1 mg deri 5 g
Devijimi standard	0.15 µg / 0.3 µg

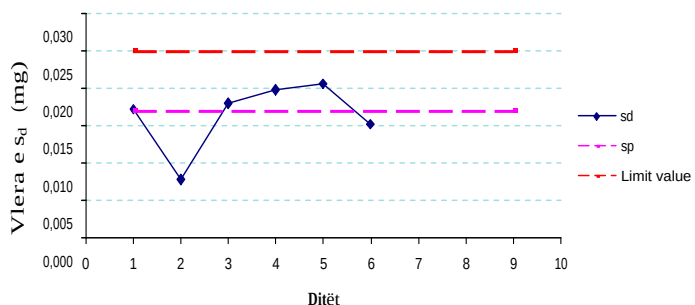
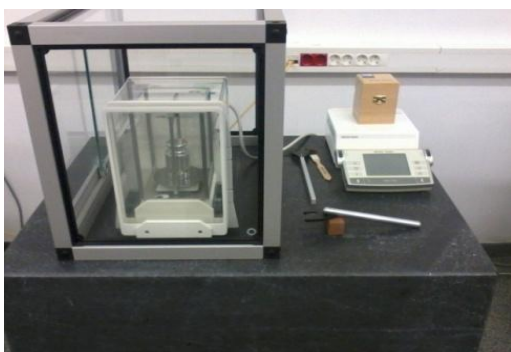
Figura 2.4. Komparatori i masës CCE6, specifikimet teknike dhe grafiku



grafiku i devijimit standard të bashkuar për komparatorin e masës AX206 në ngarkesën 200 g

Komparatori i masës	AX206
Identifikimi	LM-17
Max/d	205 g / 1 µg
Kufijtë e kalibrimit	10 g deri 200 g
Devijimi standard	2 µg / 4 µg

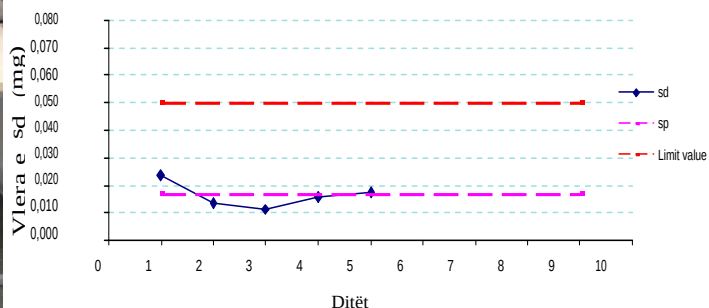
Figura 2.5. Komparatori i masës AX206, specifikimet teknike dhe grafiku



Komparatori i masës	AX1005
Identifikimi	LM-15
Max/d	1109 g / 0.010 mg
Kufijtë e kalibrimit	200 g deri 1 kg
Devijimi standard	0.020 mg / 0.025 mg

grafiku i devijimit standard të bashkuar për komparatorin e masës AX1005 në ngarkesën 1 kg

Figura 2.6. Komparatori i masës AX1005, specifikimet teknike dhe grafiku



Komparatori i masës	CC10000U-L
Identifikimi	LM-16
Max/d	10.5 kg / 0.010 mg
Kufijtë e kalibrimit	1 kg deri 10 kg
Devijimi standard	0.02 mg / 0.05 mg

grafiku i devijimit standard të bashkuar për komparatorin e masës CC10000 në ngarkesën 10kg

Figura 2.7. Komparatori i masës CC10000 U-L, specifikimet teknike dhe grafiku

Në figurën 2.8 paraqitet një foto e Suspektometrit i cili përdoret për përcaktimin e vetive magnetike të gramarëve[7].



Figura 2.8. Suspektometri

Në figurën 2.9 paraqitet një foto e stacionit klimaterik të laboratorit të masës i cili përdoret për matjen e parametrave të mjedisit të laboratorit. Të dhënat e paraqitura në fotografi i përkasin një dite normale pune në laborator [7].



Stacioni klimaterik	YCM16C
Identifikimi	LM-55
Kufijtë e temperaturës	19 °C në 25 °C
ndryshimi për orë	0.3 °C / 0.5 °C
Kufijtë e lagështirës	40 % në 60 %
ndryshimi për 4 orë	2.5 % në 5 %
Kufijtë e presionit	950 hPa në 1050 hPa
Ndryshimi për orë	≤0.5 hPa

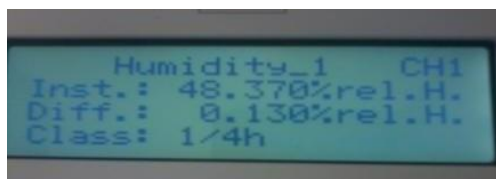


Figura 2.9. Foto e stacionit klimaterik të laboratorit të masës

2.2.3 Laboratori sekondar i masës

Laboratori sekondar i masës është gjithashtu një laborator i ri i cili përdoret për mirëmbajtjen dhe kalibrimin rutinor të standardeve të masave të klasës F1 dhe më të ulët. Është në përdorim që nga shkurti i vitit 2014. Madhësia e dhomës së kalibrimin të këtij laborator është rreth 35 m² dhe paradhoma është rreth 10 m². Laboratori ndodhet në katin (-2) të ndërtesës së DPM. Kufijtë e kalibrimin mbulohen nga 1 deri në 20 kg. Ky laborator është pothuajse i njëjtë me atë primar por në këtë laborator ndryshimet e kushteve të ambientit janë në kufij pak më të gjerë. Shpejtësia e lëvizjes së ajrit duhet të jetë shumë e ulët. Është e rëndësishme të theksohet se laboratori i masës tashmë i posedon të gjitha pajisjet e nevojshme për fushën e metrologjisë së masës. Gjithashtu përveç këtyre pajisjeve pjesë e laboratorit të masës janë edhe komparatori i automatik i cili përdoret për përcaktimin e densitetit të trupave solide, si edhe sfera prej silikonit që përdoret si referencë për densitetin, por këto pajisje ndodhen në laboratorin e matjeve të densitetit. Pra siç shihet edhe nga përshkrimi i aparaturave më sipër mund të thuhet se të gjitha matjet e masës kryhen në kushte standarde shumë të mira. Para fillimit të procesit të matjes sigurohet që standardet të jenë në një gjendje ekuilibri duke parandaluar ndryshime të mëdha të temperaturës. Më e rëndësishme është kujdesja për të parandaluar çdo dëmtim të standardeve për shkak të trajtimit të pakujdesshëm.

Në DPM është duke u ndërtuar edhe laboratori i masave të mëdha për kalibrimin e gramarëve deri në 500kg. Mirëmbajtja e standardeve të masës është përgjegjësi statutor e DPM. Standardet primare shqiptare të masës të mbajtura në laboratorin e masës në ambientet e DPM, mbrohen nga një trup e jashtme sigurie.

2.3 Kategoritë e Metrologjisë në DPM

Aktiviteti i DPM luan një rol kyç në përmbushjen e kriterëve të politikave qeveritare sektoriale, të cilat synojnë liberalizimin e ekonomisë vendase në tregjet ndërkombëtare. Kjo për vendin tonë ka marrë një rëndësi primare, sidomos në periudhën e procesit të përmbushjes së detyrimeve që rrodhën nga nënshkrimi i Marrëveshjes së Stabilizim Asociimit, periudhë e cila është konsideruar si një sfidë e shtetit dhe e shoqërisë shqiptare drejt integritit sa më të shpejtë në familjen Europiane. Duke qënë shkenca e matjeve dhe e zbatimit të tyre, metrologjia në vendin

tonë përfshin tre fushat e njohura [8]:

- 1. Metrologjia shkencore**
- 2. Metrologjia industriale**
- 3. Metrologjia ligjore**

2.3.1 Metrologjia shkencore

Është ajo pjesë e metrologjisë, e cila merret me realizimin, zhvillimin dhe mirëmbajtjen e etaloneve kombëtare shqiptare të matjeve. Ajo mbulon problemet teorike dhe praktike lidhur me njësitë e matjeve, përfshi realizimin e tyre, përhapjen me metodat shkencore të njësisë, problemet e gabimit dhe të pasigurisë në matje. Metrologjia shkencore e cila përfshin kopetencën teknike të të bërit matje, është baza e metrologjisë që do të thotë, trajtimi në nivelin më të lartë të saktësisë brënda një fushe matjeje të dhënë. Për karakterizimin e matjeve, metrologjia shkencore zhvillohet në tre koncepte kryesore: rezultati i matjes, pasiguria e matjes që është një tregues sasi i cilësisë së rezultatit të matjes, si edhe gjurmueshmëria.

2.3.2 Metrologjia industriale

Metrologjia industriale është ajo pjesë e metrologjisë, e cila merret me realizimin e krahasimit të rezultateve të matjes dhe konsiston në zbatimin e shkencës së matjeve. Metrologjia industriale siguron funksionimin e përshtatshëm të instrumentave matës që përdoren në industri, prodhim, në proceset e testimit në vendin tonë dhe në rajon, si edhe cilësi në matjet e kryera. Ajo mbulon procedurat e kalibrimit, kontrollin e proceseve të matjes dhe menaxhimin e instrumentave matës në industri, për të siguruar që gjendja e tyre pajtohet me kërkesat e qëllimit të përdorimit. Duhet theksuar fakti se në Shqipëri metrologjia shkencore dhe ajo industriale nuk janë të ndara, duke qënë se metrologjia shkencore në vendin tonë është zhvilluar pas viteve 2000. Veprimtaria e matjeve dhe kalibrimit mbulohet nga DMSHI përgjegjëse për funksionimin e laboratorëve të etaloneve kombëtare të matjeve si dhe njohjen e tyre nëpërmjet pjesëmarrjes në ndërkrahime kyçe të EURAMET, njohjen e rezultateve të matjes në rang ndërkombëtar nëpërmjet deklarimit të CMC në BIPM. DMSHI është baza mbi të cilën funksionon sistemi kombëtar i metrologjisë së

Shqipërisë dhe përfshin laboratorët e etaloneve kombëtare, si dhe laboratorët e kalibrimit dhe të testimit, të cilët kryejnë matje të një niveli të lartë saktësie dhe besueshmërie, referuar nevojave të ekonomisë dhe industrisë në Shqipëri dhe rajon. Në DMSHI funksionojnë laboratorët me këto fusha matjeje:

- Laboratori i matjeve të masës
- Laboratori i matjeve të densitetit
- Laboratori i matjeve të forcës dhe fortësisë
- Laboratori i matjeve të presionit
- Laboratori i matjeve të rrjedhjeve
- Laboratori i matjeve të volumeve
- Laboratori i matjeve kimike, analizave të alkolit në frymëmarrje
- Laboratori i matjeve të gjatësisë
- Laboratori i matjeve elektrike
- Laboratori i matjeve të temperaturës
- Laboratori i matjeve të lagështirës

2.3.3 Metrologjia ligjore

Metrologjia ligjore është kategoria e tretë e metrologjisë e cila lindi nga nevoja për të siguruar tregti të ndershme. Struktura e organizimit të metrologjisë ligjore varion nga një vend në tjetrin. dhe minimalisht duhet të ketë këto organe thelbësore:

- Një trupë drejtuese koordinuese qendrore përgjegjëse për: planifikimin dhe koordinimin e veprimtarive të detyrueshme të organeve vendore përgjegjëse për kontrollin metrologjik, përgatitjen e drafteve të legjislacionit teknik në fushën e metrologjisë ligjore, mbështetjen e punës të organizatave të tjera lidhur me metrologjinë ligjore, organizimin e trajnimit në fushën e metrologjisë, përfaqësimin e vendit në veprimtaritë rajonale lidhur me metrologjinë ligjore
- Trupat vendore përgjegjëse për veprimet e fushës dhe detyrimet ligjore që përfshijnë funksionet e mëposhtme: supervizionin dhe kontrollin e prodhimit, shitjes dhe riparimit të instrumentave matës, kontrollin metrologjik mbi instrumentat matës, kontrollin e mallrave të parapaketuara

Metrologjia ligjore është pjesë e DPM, e cila rregullohet me ligj dhe dispozita të tjera, për sigurimin e saktësisë dhe të besueshmërisë në rezultatet e matjes në fushat ku aplikohen instrumenta matës ligjorisht të kontrolluara. Termi *ligjore* lidhet me matjet kur këto ndikojnë në transparencën e transaksioneve ekonomike, veçanërisht atje ku ka një kërkesë për verifikim ligjor të instrumentit matës. Këto verifikime kryhen nga specialistët e DML periodikisht, në intervale kohe të përcaktuara me akte nënligjore dhe garantojnë që instrumenti matës plotëson kërkesat ndaj saktësisë gjatë gjithë kohës që ai është në përdorim. Kështu instrumentat matës që janë lejuar të hidhen në treg, të vihen në përdorim dhe që i janë nënshtruar verifikimit periodik nga këta specialistë konsiderohen që përmbushin kërkesat teknike metrologjike ligjore “pra janë të saktë”. Me qëllim që konsumatori të dallojë lehtësisht që një instrument matës është kontrolluar nga DPM dhe është i saktë, specialistët që kryejnë këtë shërbim vendosin në çdo instrument matës të kontrolluar pullën përkatëse të verifikimit. Çdo instrument matës që nuk përmban këtë shenjë nuk është i saktë dhe konsiderohet abuziv dhe kundravajtës ndaj “*Ligjit për Metrologjinë*” [9]. Pjesë e metrologjisë e cila përfaqëson masat shtrënguese që merr shteti në fushën e metrologjisë me qëllim mbrojtjen e interesave të konsumatorëve është edhe *Inspektimi Metrologjik* i cili sot funksionon në varësi direkt të Ministrisë së Ekonomisë dhe Financave. Inspektimi metrologjik, organizohet dhe kryhet nga punonjësit e IM dhe përfshin kontrollin për zbatimin e ligjshmërisë për përdorimin dhe saktësinë e instrumentave matës ligjorisht të kontrolluar në përdorim dhe kontrollin për saktësi të matjeve të produkteve të paketuara në prodhim, shpërndarje dhe tregtim. Metrologjia ligjore, nga natyra e saj rregullatore është veçanërisht e ndjeshme në eliminimin e barrierave të tregtisë. Rregulloret e qeverive janë pa përjashtim barriera teknike dhe potenciale për tregtin derisa ato të harmonizohen rajonalisht dhe më në fund, ndërkombëtarisht. Për pasojë harmonizimi i kërkesave metrologjike, i atyre të vlerësimit të konformitetit CE dhe procedurave të verifikimit po bëhet një sfidë shumë e rëndësishme dhe urgjente për metrologjinë ligjore. Misioni i metrologjisë ligjore në DPM është të mbrojë konsumatorët dhe shtetin nga matjet e pasakta nëpërmjet kontrollit metrologjik ligjor të instrumentave matës, që përdoren për matje në transaksionet tregtare dhe zyrtare, kujdesin shëndetësor, mbrojtjen e mjedisit, rendin publik, sigurinë dhe mbrojtjen e konsumatorit. Matjet praktikisht hyjnë në të gjitha transaksionet tregtare që nga tregtia e mallrave si: nafta, gazi natyror, xeherorët e metaleve në sasi të mëdha, deri tek shitja me pakicë e mallrave për popullsinë në tregje. Si rregull i transaksioneve tregtare, metrologjia ligjore siguron që gjatë

shitjes së çdo produkti në formë të lirë (të papaketuar), sasia aktuale e mallit tek blerësi të jetë jo më e vogël se sasia e kontraktuar dhe e paguar nga ky i fundit. Gjithashtu, ajo inkurajon prodhuesit, shpërndarësit dhe shitësit me pakicë për të ndjekur praktika të mira të prodhimit dhe të shpërndarjes së mallrave. Kontrolli ligjor në matjet, duke përfshirë shëndetin publik dhe sigurimin human, është po aq i rëndësishëm nga këndvështrimi i mbrojtjes së konsumatorit. Për shembull, një termometër klinike ose, instrument i presionit të gjakut që nuk është i verifikuar mund të çojë në diagnoza dhe mjekime të gabuara. Metrologjia kimike monitoron ushqimet dhe substancat toksike në trupin e njeriut, ndërsa analizuesit e frymës së njeriut dhe radarët që masin shpejtësinë ndihmojnë për të siguruar jetën tonë në rrugë. Fusha e mbrojtjes së mjedisit dhe monitorimi i ndotjes është një nga fushat më të rëndësishme të veprimtarisë së matjes të metrologjisë ligjore. Ndërsa planeti kërcënohet nga humbja e shumë nga burimet e tij të rëndësishme (uji, mineralet, nafta dhe gazi, etj), çmimet tentojnë të rriten, për pasojë rritet nevoja e matjeve të sakta. Pritet që në vazhdimësi, mbrojtja e ambientit të bëhet fusha më e rëndësishme e metrologjisë ligjore, njëloj me metrologjinë e tregtisë [10]. Metrologjia ligjore në Shqipëri përbëhet nga katër qendra rajonale:

- Qendra Rajonale Nr.1 (Qendra Rajonale Tiranë e cila ushtron aktivitetin e saj në qarqet Tiranë, Durrës dhe Elbasan
- Qendra Rajonale Nr.2 (Qendra Rajonale Fier) e cila ushtron aktivitetin e saj në qarqet Fier, Berat, Vlorë, Sarandë dhe Delvinë
- Qendra Rajonale Nr.3 (Qendra Rajonale Lezhë) e cila ushtron aktivitetin e saj në qarqet Shkodër, Lezhë, Kukës dhe Dibër
- Qendra Rajonale Nr.3. (Qendra Rajonale Korçë) e cila ushtron aktivitetin e saj në qarqet Korçë dhe Gjirokastër

2.3.4 Kundërvajtjet dhe gjobat

Në funksion të mbrojtjes së konsumatorëve metrologjia ligjore përdor masa me karakter parandalues dhe masa me karakter ndëshkues, duke miratuar dhe verifikuar instrumentat matës dhe duke sanksionuar me gjobë abuzuesit. Kundërvajtjet ligjore sipas metrologjisë ligjore përfshijnë:

- Përdorimin e instrumentit matës i cili është jo korrekt, i ngacmuar ose, i paverifikuar apo i pavulosur
- Prodhimin, importin apo shitjen e instrumentave matës që nuk përputhen me rregulloret
- Parapaketimet, shpërndarjen, ofrimin për shitje ose shitjen e produkteve të mallrave të parapaketuara të cilat janë me sasi më të vogël, të pa etiketuara përshtatshëmrisht ose, që nuk plotësojnë kërkesat e tjera të rregulloreve

Me qëllim, për të patur një përputhje efektive me legjislacionin e metrologjisë ligjore, parashikohen masa administrative ose penale. Gjohet për kundërvajtjet në metrologjinë ligjore arrijnë në vlerën e disa miliona lekëve [9].

2.4 Rregulloret teknike mbi mjetet matëse

Rregulloret teknike për instrumentat matës që përdoren në fusha të interesit publik, të tilla si tregtia (instrumentat e peshimit, gramarët, sistemet e matjes për lëngjet, taksimetra), kujdesit shëndetësor (termometra klinike, instrumenta të presionit të gjakut), mbrojtjes së mjedisit (kromatografët e gazit, spektrometrat e absorbimit atomik), mbikqyrjes së trafikut (analizuesit e frymës, instrumentat për matjen e gazeve të automjeteve) ose të sigurisë në punë (dozimetrat) përgjithësisht përshkruhen në legjislacionin sekondar dhe që mbulon [9]:

- Kërkesat metrologjike
- Kërkesat teknike
- Kërkesat administrative

Kërkesat metrologjike kanë për qëllim që, të përcaktojnë gabimet maksimale të lejueshme të instrumentave dhe kushtet në të cilat ato duhet të plotësohen. Ato mund të specifikojnë gjithashtu, diapazonet e matjes, tregimin e matjeve, procedurat e verifikimit etj.

Kërkesat teknike kanë për qëllim të përcaktojnë karakteristikat e përgjithshme thelbësore të instrumentave pa bërë kufizime në zhvillimin teknik për të siguruar që:

- cilësitë metrologjike të tyre ruhen gjatë përdorimit
- rezultatet e matjeve janë të qarta, të thjeshta dhe jo me dy kuptime
- rreziqet e mashtrimit eliminohen sa të jetë e mundur

Kërkesat administrative përcaktojnë qëllimin dhe fushën e aplikimit të rregulloreve, autoritetin e shqyrtimit të instrumentave për qëllimet e sigurimit të plotësimit të kërkesave teknike e metrologjike, detyrimet e përdoruesve të instrumentave matës, e kështu me radhë.

2.5 Tregu i përbashkët European

Që nga krijimi i EEC nëpërmjet Traktatit të Romës në vitin 1958, një nga parimet kryesore ka qënë heqja e barrierave të tregtisë, si të barrierave të taksave ashtu edhe të barrierave teknike. Është e njohur që harmonizimi i kërkesave teknike është një nga elementet kyç për krijimin e një tregu të vetëm. Aktualisht harmonizimi i instrumentave matës ligjërisht të kontrolluara në Europë bazohet në Direktivën 71/316/EEC, që përmban kërkesat horizontale për të gjitha kategoritë e instrumentave matës, si dhe në Direktiva të tjera të veçanta që mbulojnë kategori të veçanta të instrumentave matës dhe që janë botuar që prej vitit 1971 [11]. Në fushën e metrologjisë ligjore, përfshirë parapaketimet një rregullim i ri i quajtur “Përafrimi i Ri për harmonizimin teknik dhe standardet” kaloi zyrtarisht me rezolutën e Këshillit në Maj 1985 ku në vend të kërkesave me detaje teknike, vetëm kërkesat thelbësore do të përfshiheshin në Direktiva. Sidoqoftë, këto Direktiva do të kishin zbatim të detyrueshëm vetëm në Vendet Anëtare. Këtyre vendeve do t’ju kërkoheshin rregullime ligjore tranzitore për shfuqizimin e rregulloreve kombëtare ekzistuese dhe rregulloreve që implementonin Direktivat e “Përafrimit të Vjetër” në lidhje me instrumentat e rinj që do të futeshin në treg dhe në përdorim. “ Përafrimi i Ri” parashikon një rrugë alternative të plotësimit të kërkesave thelbësore të cilat mund të plotësohen nëpërmjet zbatimit direkt të tyre ose, nëpërmjet zbatimit të standardeve të harmonizuara me marrëveshje. Rruga e standardeve parashikon një shkallë më të lartë të sigurisë për prodhuesin, me qëllim që, projekti i produktit të tij dhe prodhimi të plotësojnë këto kërkesa. Prodhuesi mund t’ju referohet standardeve Europiane të harmonizuara. Kur instrumentat përputhen me standardet e harmonizuara në fjalë, presupozohet se ato përmbushin kërkesat e Direktivës, që do të thotë se zbatimi i standardeve të harmonizuara e lehtëson aksesin në treg. Instrumentat matës që pajtohen me Direktivën duhet të kenë markën - CE dhe markën suplementare të metrologjisë ligjore “M” përpara se të tregtohen në vendet e BE, me kusht që të kenë kaluar procedurën e vlerësimit të konformitetit CE. Kontrolli ligjor i detyrueshëm i instrumentave matës, sipas përcaktimit të Direktivës, i lihet çdo Vendi Anëtar. Riverifikimet, inspektimet dhe afatet e vlefshmërisë së

verifikimit mund të përcaktohen nga vendet anëtare në bazë të legjislacionit të tyre kombëtar. Një hap i rëndësishëm drejt tregut të përbashkët European mbi instrumentat matës u hodh me futjen e Direktivës së Instrumentave Matës. MID ka për qëllim eliminimin e pengesave teknike të tregtisë dhe rregullon tregtimin si edhe përdorimin e tipeve të ndryshëm të instrumentave matës në çdo vend [10].

2.6 Kontrolli metrologjik i instrumentave matës

Bazuar në ligjin “Për Metrologjinë” në Republikën e Shqipërisë, instrumentat matës ligjërish të kontrolluar duhet të vendosen në treg dhe të futen në përdorim vetëm pasi të jetë konfirmuar përputhja e kërkesave teknike dhe metrologjike të tyre me kërkesat teknike – metrologjike të dhëna në këtë rregullore, sipas procedurave të miratuara të:

- miratimit të tipit
- verifikimit fillestar
- njohjes së miratimit të tipit dhe verifikimit fillestar

Në çdo skemë të miratimit të tipit ose të modelit, një ose më shumë instrumenta të të njëjtit model janë subjekt i testimeve rigoroze të përcaktuara në ligj. Objektivi i këtyre testimeve është që të sigurojnë që instrumentat e modelit në fjalë i plotësojnë kërkesat ligjore përkatëse dhe janë të përshtatshme për përdorim në fushën e rregulluar në mënyrë të tillë që, prej tyre pritet që të japin rezultate matjeje të kënaqshme në një periudhë të caktuar kohe dhe në kushte të ndryshme përdorimi. Miratimi i modelit është zakonisht detyrë e instituteve të metrologjisë ligjore ose e shërbimit metrologjik ligjor, dhe varet nga situata e çdo vendi [12]. Me verifikim fillestar kuptohet verifikimi i një instrumenti matës i cili nuk është verifikuar më parë. Verifikimi fillestar ka të bëjë me kontrollin e instrumentit matës të ri ose të riparuar dhe vërtetimin e përputhshmërisë së tij me tipin e miratuar. Ky instrument matës ligjërish të kontrolluar çertifikohet me shenjen e verifikimit fillestar. Sipas ligjit, çdo instrument që përdoret në fushën e rregulluar duhet të jetë i verifikuar dhe i vulosur përpara se të futet në përdorim. Përgjithësisht, kërkesat e saktësisë për verifikimin fillestar janë më të forta se ato të verifikimit vijues ose të inspektimit. Verifikimi fillestar normalisht është përgjegjësi e shërbimeve të metrologjisë ose të

një organizate tjetër të autorizuar. Në BE, prodhuesi është përgjegjës për verifikimin fillestar të disa tipeve të instrumentave. Me verifikimin periodik kuptohet çdo verifikim i instrumentave matës, pas verifikimit fillestar. Ai përfshin [10]:

- Verifikimin periodik të detyrueshëm
- Verifikimin pas riparimit

Rregulloret kombëtare të disa vendeve parashikojnë që disa instrumenta matës që përdoren në fusha të rregulluara (tregti, diagnostikime mjekësore, mbrojtjen dhe monitorimin e mjedisit, etj) duhen të verifikohen periodikisht në intervale të rregullta në një vit, dy vite ose më shumë, në varësi të tipit të instrumentit, për të siguruar që çdo instrument i veçantë është brenda kufijve të përcaktuar të gabimit dhe plotëson të gjitha kërkesat e tjera teknike e metrologjike të përcaktuara. Ligji gjithashtu parashikon shpesh që, çdo instrument matës i cili është riparuar duhet të riverifikohet dhe të vuloset edhe nëqoftëse periudha e verifikimit të mëparshëm nuk ka përfunduar [11]. Inspektimi ose supervizioni është kontrolli i ushtruar respektivisht në prodhimin, importin, instalimin, përdorimin dhe riparimin e instrumentave matës, që kryhet me qëllim, për të kontrolluar nëse ata janë në përputhje me ligjet dhe rregulloret e metrologjisë. Ai përfshin edhe kontrollin e cilësisë dhe të sasisë së treguar dhe të përmbajtur në parapaketimet. Inspektimet kryhen pa paralajmërim dhe shpesh, fillohen si rezultat i ankimeve të publikut. Qeveria është e detyruar të pengojë që, instrumentat matës që i nënshtrohen kontrollit metrologjik ligjor të cilat nuk përputhen me dispozitat e aplikueshme të direktivave, të hidhen në treg dhe/ose vendosen në përdorim [3].

2.7 Marrëveshja e njohjes së ndërsjelltë (CIPM-MRA)

Marrëveshja e njohjes së ndërsjelltë është një marrëveshje midis NMI_ve e cila u nënshkrua në vitin 1999, u rishkrua në tre pika teknike në vitin 2003 dhe përbëhet nga dy pjesë: njëra pjesë lidhet me caktimin e nivelit të barazvlefshmërisë të standardeve kombëtare të matjes, ndërsa pjesa tjetër lidhet me njohjen reciproke të certifikatave të kalibrimit dhe matjeve të lëshuara nga institutet pjesëmarrëse. NMI-të e vendeve të asociuara të Konventës së Metrit mund ti bashkohen CIPM MRA vetëm nëpërmjet Organizatave të tyre Rajonale të Metrologjisë. Duhet të theksojmë

së CIPM MRA është një rregullim teknik midis NMI-ve dhe jo një traktat diplomatik, objektivat e së cilës janë [13]:

- të caktojë shkallën e barazvlefshmërisë së standardeve kombëtare të matjeve të mirëmbajtura nga NMI_të
- të sigurojë njohjen reciproke të matjeve dhe të certifikatave të kalibrimit të lëshuara nga NMI_të
- rrjedhimisht t'u sigurojë qeverive dhe palëve të tjera një bazë të sigurtë teknike për marrëveshje më të gjera në lidhje me tregtinë ndërkombëtare dhe çështjet rregullatore

Këto objektiva janë arritur nëpërmjet proceseve të mëposhtëm:

- rishikimit në nivel ekspertësh (peer review) të aftësive matëse dhe kalibruese të NMI-ve pjesëmarrëse
- pjesëmarrjes së besueshme nga NMI_të në krahasime ndërkombëtare të standardeve të matjes (krahasime kyçe – key comparison ose krahasime shtesë – supplementary comparison)
- rishikimit në nivel ekspertësh (peer review) të Sistemeve të Menaxhimit të Cilësisë dhe demonstrimi i kompetencës së NMI_ve pjesëmarrëse

Realizimi i proceseve të mësipërme çon në deklaratimet e CMC-ve të çdo NMI-je dhe të gjitha rezultatet e krahasimeve botohen në një bazë të dhënash KCDB që mirëmbahet nga BIPM. Në këtë mënyrë marrëveshja siguron bazën për njohjen ndërkombëtare të matjeve të bëra nga laboratorët e akredituar të testimit dhe kalibrimit me kusht që, këto laboratorë të mund të demonstrojnë gjurmueshmëri kompetente të matjeve të tyre para një NMI_je. Nëpërmjet anëtarësimit në organizatat ndërkombëtare të metrologjisë DPM përgatit kuadrin e njohjes ndërkombëtare të etaloneve kombëtare të matjes, e cila është një element kyç për të siguruar një gjë të tillë për metrologjinë në Shqipëri në mënyrë që, të kontribuojnë drejtpërdrejt në konkurrencën e ekonomisë shqiptare në tregun rajonal dhe atë global. Shqipëria në disa prej këtyre organizatave është anëtare me të drejta të plota dhe në disa të tjera anëtare asociuar:

- **OIML** – në të cilën DPM është anëtare me të drejta të plota prej vitit 2001
- **EURAMET** – në të cilën DPM është anëtare me të drejta të plota prej vitit 2010

- **WELMEC** – në të cilën DPM është anëtare e asociuar prej vitit 2009
- **IMEKO** – në të cilën DPM është anëtare me të drejta të plota prej vitit 2000
- **BIPM-CGPM** – në të cilën DPM është anëtare e asociuar prej vitit 2007

2.8 Njësitë ligjore të matjeve dhe paraqitja fizike e tyre

Ideja për sistemin metrik, një sistem njësisë i bazuar tek *metri* dhe *kilogrami* lindi gjatë Revolucionit Francez kur u ndërtuan dy standarde referencë artefakti prej Platini për *metrin* dhe *kilogramin*, të cilat u depozituan në Arkivën Kombëtare Franceze, në Paris në vitin 1799, e që më vonë do të njiheshin si *Metri i Arkivës* dhe *Kilogrami i Arkivës*. Akademia Franceze e Shkencave u autorizua nga Asambleja Kombëtare të ndërtonte një sistem të ri njësisë për tu përdorur në të gjithë botën, dhe në vitin 1946 vendet e Konventës së Metrit pranuan Sistemin MKSA (*Metri, Kilogrami, Sekonda, Amperi*). Në vitin 1954 MKSA u zgjerua më tej duke përfshirë *Kelvin* dhe *Kandelën*. Ky sistem në vitin 1960 nga Konferenca e CGPM mori emrin Sistemi Ndërkombëtar i Njësive SI. Në konferencën e 14 të CGPM të mbajtur në 1971 sistemi SI u zgjerua me *Molin* si njësia bazë e sasisë së substancës. Sot ky sistem përbëhet nga 7 njësi bazë të cilat së bashku me njësitë e rrjedhura përbëjnë një sistem koherent të njësive [14]. Përkufizimi dhe realizimi i çdo njësie bazë të sistemit SI modifikohet kur kërkimi metrologjik gjen mundësinë për arritjen e një përkufizimi dhe realizimi më të saktë të njësisë. Njësitë themelore bazë të sistemit SI paraqiten në tabelën 2.1.

Tabela 2.1 Njësitë bazë të sistemit SI

Madhësia bazë	Njësia bazë SI	
	Emri	Simboli
Gjatësia	Metër	m
Masa	Kilogram	kg
Koha	Sekondë	s
Rryma elektrike	Amper	A
Temperatura	Kelvin	K
Sasia e lëndës	Mol	mol
Intensiteti i dritës	Kandelë	cd

Njësitë e rrjedhura formohen nga kombinimi i njësive bazë të SI në përputhje me lidhjen fizike ndërmjet madhësive që lidhin sasitë korresponduese. P.sh. njësia e shpejtësisë, *metër për sekondë* (m/s) rrjedh nga njësitë bazë *metër* dhe *sekondë* ndërsa njësia e volumit, *metër kub* (m³) rrjedh nga njësia bazë *metër*. Disa njësi të rrjedhura kanë emra të veçantë, p.sh. njësia e presionit *Paskal* (Pa) është emri i veçantë për *njuton për metër katror* (N/m²). Me qëllim, përkthimin e njësive ligjore në praktikë, për zbatim në fusha të ndryshme, ato duhet të realizohen fizikisht. Një standard matjeje mund të jetë një masë fizike, instrument matës, material referues ose sistem matjeje që ka për qëllim të përcaktojë, ruajë ose riprodhojë një njësi apo më shumë vlera sasive që shërben si referencë.

“Standardi Ndërkombëtar (ose Prototipi) i Kilogramit është një artefakt cilindrik prej aliazhit Platin-Iridiumi (90% Pt, 10% Ir) me diametër dhe lartësi secila 39 mm dhe me një densitet prej 21.5 g/cm³ i cili ruhet në Zyrën Ndërkombëtare BIPM në Sevre, Paris”

Çdo vend anëtar i Konventës së Metrit ka një kopje të Prototipit Ndërkombëtar të çertifikuar nga BIPM dhe një foto e Prototipit të njësisë *Kilogram* paraqitet në figurën 2.1 [15]. Standardet e para të njësive të tjera mund të realizohen në institute metrologjie të pajisura mirë, nëpërmjet përgatitjes së këtyre objekteve ose, duke i riprodhuar sipas nevojave të qëllimit.



Figura 2.1. Prototipi prej Pt-Ir i njësisë *Kilogram*

Përkufizimin e parë të njësisë së masës të pranueshme si një masë e vetme në të gjithë botën e realizoi Akademia Franceze e Shkencave në vitin 1790 dhe u quajt “masa absolute”:

Një litër ujë i distiluar në 4°C të përdoret si një “masë absolute” ,

Për përdorim praktik një cilindër platini 1 kg (që i korespondonte masës së 1 litër uji) u prodhua në vitin 1799 dhe më pas në vitin 1883 u krijuan tre prototipet e kilogramit Pt-Ir (KI, KII, KIII). Me përjashtim të Kilogramit përcaktimi i të cilit bazohet në një artefakt, përcaktimi i të gjitha njësive të tjera themelore bazohet në një konstante që mund të riprodhohet më lehtë në nivelin e laboratorëve kombëtare. Realizimi i këtyre njësive bazë është detyrë komplekse, sidoqoftë, avantazhi është që në parim mund të realizohen në çdo vend e në çdo kohë. Disa NMI dhe BIPM kanë bërë përpjekje të konsiderueshme për të avancuar dhe përmirësuar njësitë themelore të sistemit SI, por njësia e masës në sistemin SI nuk ka ndryshuar në më shumë se 125 vjet. Prej disa vitesh është duke u punuar për një përkufizim të ri të njësisë *Kilogram* bazuar në një konstante [16], [17]. Një ndër eksperimentet është eksperimenti elektro-mekanik i realizuar nëpërmjet Watt-Balanc ku kërkohet të lidhet *Kilogrami* me Konstanten e Planck “ h ”, në të cilin një masë prej 1 kg balancohet kundrejt forcës elektromagnetike të gjeneruar nga një spirale që mbart rrymë, e vendosur në një fushë magnetike [18]. Eksperimenti i dytë kërkon të lidh *Kilogramin* me një masë atomike dhe që mund të përkufizohet si masa e një numri fiks të atomeve dhe bazohet në konstanten e Avogadros “ N_A ” [19]. Shkenca dhe teknologjia kanë përparuar shumë dhe përkufizimi i ri i Kilogramit pritet të hyjë në fuqi në fund të vitit 2018. Në këtë kontekst, po diskutohen gjithashtu edhe ripërkufizimet e njësive të tjera si Moli, Amperi dhe Kelvin [20].

2.9 Gjurmueshmëria e njësisë së masës

Standardet kombëtare të matjeve të masës, të cilat krahasohen në intervale të rregullta me standardet ndërkombëtare të masës të një saktësie më të lartë, shërbejnë si baza për përcaktimin e vlerave tek standardet e tjerë sipas sasive në fjalë. Standardet kombëtare të masës nuk përdoren në punën e përditshme, ato përdoren për të kalibruar standardet sekondare të masës të vendit të cilët nga ana e tyre përdoren për të kalibruar standardet e punës. Standardet e punës përdoren nga

shërbimet e metrologjisë ligjore ose nga laboratorët kalibruar të masës për të verifikuar ose kalibruar instrumentat e peshimit që përdoren në tregti, industri e kudo. Qëllimi i të paturit të një hierarkie standardesh është që të sigurohet gjurmueshmëria e matjeve që bëhen në vend. Aktivitetet metrologjike, kalibrimi, testimi dhe matjet janë inpute me vlerë për të siguruar cilësinë e shumë veprimtarive e proceseve industriale dhe të atyre që lidhen me cilësinë e jetës. Kjo përfshin nevojën për të dëshmuar *gjurmueshmëri*, e cila po bëhet po aq e rëndësishme sa dhe vetë matja. Koncepti i gjurmueshmërisë së matjes është një element kyç për të kuptuar se si një sistem kombëtar i matjes i organizuar siç duhet siguron në një nivel të lartë matje të sakta. Nga njëra anë e zinxhirit të gjurmueshmërisë janë matjet rutinore që lidhen me prodhimin, industrinë, shkencën etj dhe në anën tjetër janë NMI_të, përgjegjëse për realizimin sa më të saktë të mundshëm të njësive të ndryshme të matjeve të sistemit SI dhe shpërndarjen e tyre. Kjo siguron që një rezultat matjeje apo vlera e një standardi të lidhet me referencat në nivele më të larta, deri tek standardi primar [21].

Gjurmueshmëria, sipas VIM, është pronësia e rezultatit të matjes ose, vlera e standardit të matjes nëpërmjet së cilës ajo mund të lidhet me një referencë (zakonisht standard kombëtar ose ndërkombëtar), nëpërmjet një zinxhiri të pandërprerë krahasimesh që kanë pasiguri të deklaruar [5].

Një përdorues i fundit i një instrumenti matës mund të sigurojë gjurmueshmërinë deri në nivelin më të lartë ndërkombëtar drejtpërdrejt nga një NMI ose nga një laborator dytësor kalibrimi. Është e rëndësishme të theksojmë se, nuk është instrumenti që përdorim i gjurmueshëm, por *rezultati i matur* nëpërmjet atij instrumenti nga një operator i caktuar. Mjeti bazë për të siguruar gjurmueshmërinë e një matjeje është *kalibrimi* i një instrumenti matës i cili konsiston në krahasimin e rezultatit të matjes që testohet kundrejt një vlere/rezultati me saktësi më të lartë dhe të njohur kur e njëjta madhësi e matur aplikohet tek të dy instrumentet. Në të gjithë institutet e metrologjisë kudo në botë dhe në Europë skema e sigurimit të gjurmueshmërisë është e njëjtë. Në majën e piramidës së skemës së zinxhirit të gjurmueshmërisë qëndron BIPM e cila merret me realizimin e të gjitha njësive matëse dhe më pas vijojnë të gjitha institutet kombëtare të metrologjisë apo institutet e tjera të emëruar si të tillë [3]. Piramida e skemës së zinxhirit të gjurmueshmërisë e përdorur nga të gjitha NMI_të kudo që ato ekzistojnë është ajo e paraqitur në figurën 2.2 [3]. Bazuar në këtë skemë duhet theksuar se pasiguria e matjes arrin vlerat më të ulëta në majën e piramidës të zinxhirit të gjurmueshmërisë pra në BIPM dhe vlera më të larta kur

kalohet tek etalonet të cilat një laborator i deklaron si etalone pune. Pra vlera e pasigurisë së matjes vjen duke u rritur deri tek përdoruesi i fundit.

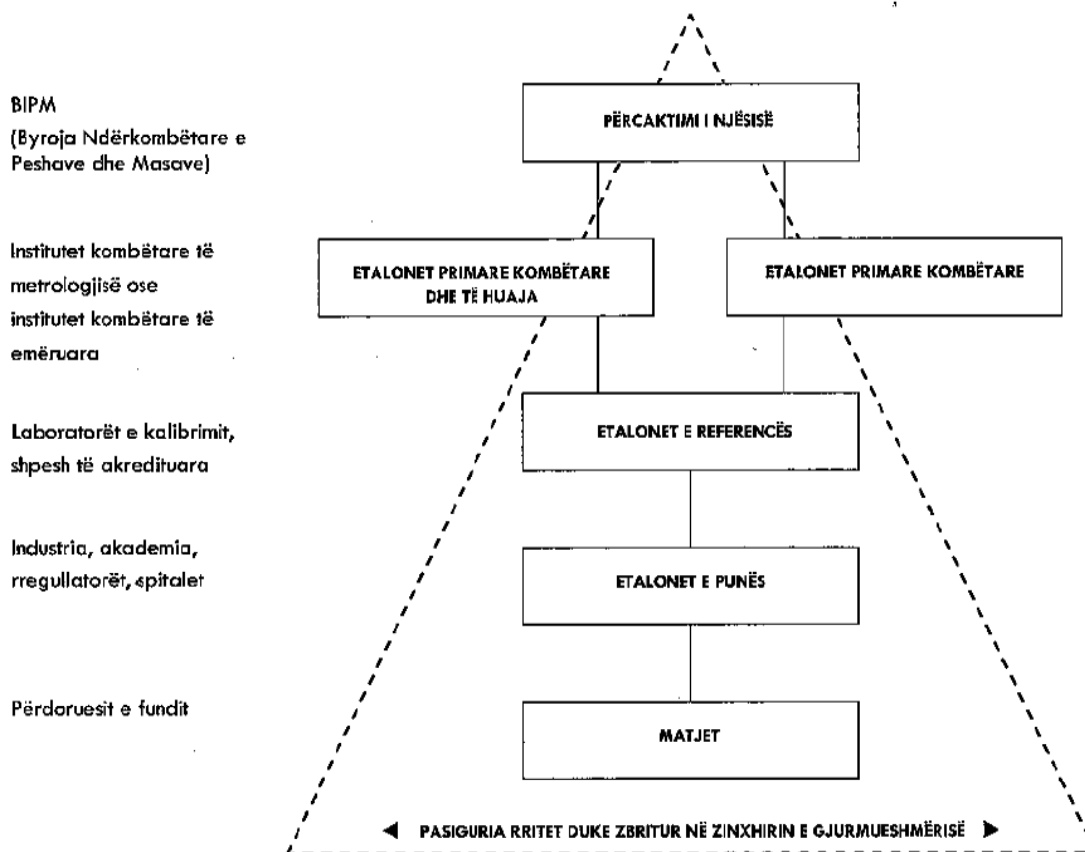


Figura 2.2. Piramida e skemës së zinxhirit të gjurmueshmërisë

2.9.1 Gjurmueshmëria e njësisë së masës në Shqipëri

Në vitet e mëparshme, gjurmueshmëria e njësisë së masës në Shqipëri është kryer nga institutet e metrologjisë së Turqisë, Austrisë dhe Greqisë. Aktualisht, DPM e siguron gjurmueshmërinë e njësisë së masës në institucionet kombëtare të një niveli mjaft të lartë si INRIM dhe PTB. Gjurmueshmëria e etaloneve të klasës E1 të laboratorit të masës në DMSHI sigurohet nëpërmjet procesit të *kalibrimit* të këtyre etaloneve, pra duke i krahasuar ato me etalone të një klase saktësie më të lartë dhe të njohur, ato të klasës E0. Për më shumë për këtë proces kalibrimi, do të flitet në kapitullin III. Skema aktuale e zinxhirit të gjurmueshmërisë së njësisë së masës në Republikën e Shqipërisë është dhënë në figurën 2.3.

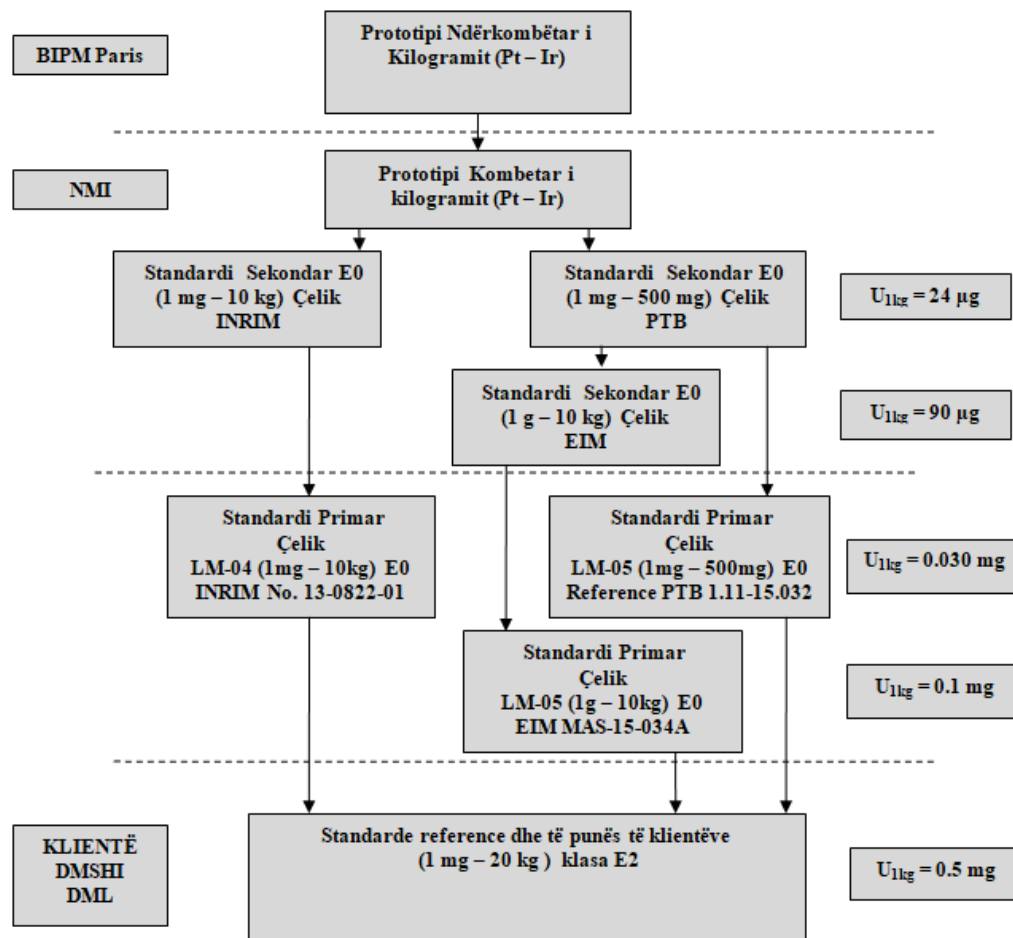


Figura 2.3. Skema e zinxhirit të gjurmueshmërisë për njësinë e masës në Shqipëri 2016

Nga skema e mësipërme, në fund të saj mund të shihet se gramarët referencë të punës përdoren për klientë të ndryshëm të cilët mund të jenë si pjesë e DPM ashtu edhe jashtë saj.

2.9.2 Aftësitë matëse kalibruese të laboratorit të masës

Me qëllim njohjen ndërkombëtare të matjeve, laboratorit të masës në Shqipëri ka marrë pjesë në disa ndërkrahime kyçe të realizuara nga EURAMET, po ashtu laboratorit të masës ka qënë edhe laborator Pilot në një nga këto ndërkrahime [22]. Pas pranimit të rezultateve ky laborator është i vetmi në Shqipëri që ka deklaruar CMC të cilat janë shpallur në KCDB e BIPM. Nëpërmjet deklarimit të CMC në fushën e masës, Shqipëria nuk tregon gjë tjetër përveçse demonstrimin e kompetencës teknike të laboratorit për të kryer matje të sakta dhe të besueshme, vlefshmëri të

metodave dhe procedurave të matjeve dhe njohje të Etalonit Kombëtar. Në tabelën 2.2 paraqiten rezultatet e një prej krahasimeve kyç në të cilën Shqipëria ka qënë pjesëmarrëse dhe ka dalë me rezultate matjeje të cilat janë pranuar. Masa standarde me të cilën është marrë pjesë, është një standard 10 kg prej çeliku. Ky krahasim është realizuar nën përgjegjësinë e EURAMET, Project No. 1222 [23]. Matjet janë kryer në periudhën ndërmjet Mars 2012 dhe Korrik 2013, ku BEV është laborator Pilot. Laboratorët pjesëmarrës janë 7 dhe përfshihet edhe PTB e cila funksionon si një laborator lidhës [24].

Tabela 2.2. CIPM MRA - deklarimi i aftësive matëse kalibruese

Kufijtë e matur			Standarde referencë të përdorur në kalibrim					
Vlera min	Vlera max	Njësia	Vlera e pasigurisë	Njësia	Faktori i mbulimit	Standardi	Burimi i gjurmueshmërisë	
1	100	mg	1.2 deri 1.9	µg	2	LM-04 E1	INRIM	2013-11
0.1	1	g	1.9 deri 3.8	µg	2	LM-04 E1	INRIM	2013-11
1	10	g	3.8 deri 7.4	µg	2	LM-04 E1	INRIM	2013-11
10	100	g	7.4 deri 19	µg	2	LM-04 E1	INRIM	2013-11
0.1	1	kg	19 deri 190	µg	2	LM-04 E1	INRIM	2013-11
1	10	kg	0.19 deri 1.9	mg	2	LM-04 E1	INRIM	2013-11
	20	kg	6.2	mg	2	LM-04 E1 LM-05 E1	INRIM PTB2011-09	2013-11

Grafiku i paraqitur në figurën 2.4 tregon stabilitetin e gramarit 10 kg të klasës E1 që nga kalibrimi i parë në PTB në vitin 2011 i cili është përdorur si referencë (në grafik është vlera e parë). Matjet deri në pikën e 10 janë kryer në godinën e vjetër të DPM ndërsa pas pikës 10 janë kryer në laboratorin e ri të DPM, në të cilin kushtet e mjedisit dhe stabiliteti i masës së gramarëve, duket qartë se janë më të mira.

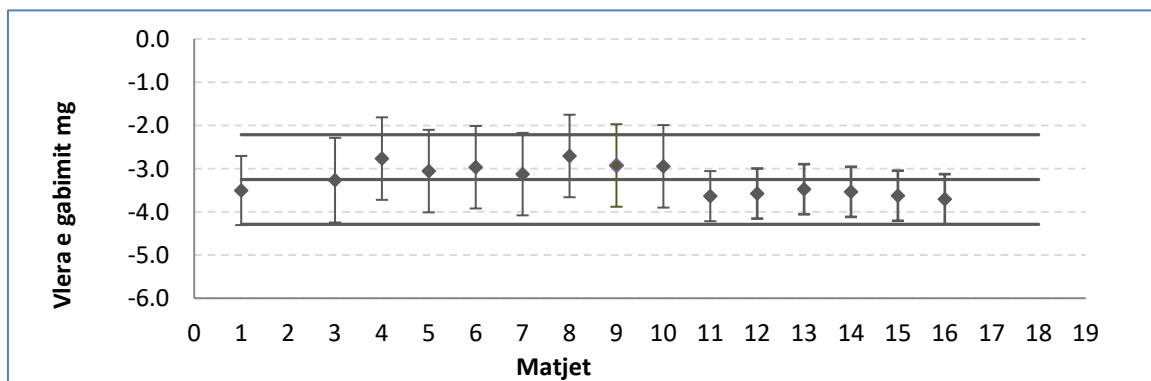


Figura 2.4. Stabiliteti i gramarit me masë 10 kg klasa E1 për periudhën 2011- 2016

KAPITULLI III

ETALONET E MASËS DHE METODA E KALIBRIMIT

Gramarët janë materiale matës të masës që kanë formë, dimension, material të veçantë, sipërfaqe cilësore, vlerë nominale, densitet, veti magnetike, dhe gabime maksimale të lejuar të cilët kanë për qëllim ruajtjen e vlerave nominale të tyre në përdorim.

3.1 Klasifikimi i etaloneve të masës

Klasifikimi i etaloneve të masës bëhet sipas klasave në përputhje me rekomandimin R111-1 të OIML [25], e cila shpreh vlerën e gabimit maksimal të lejuar për çdo vlerë të masës konvencionale të caktuar dhe duhet të merret në konsideratë gjatë verifikimit/kalibrimit të gramarëve si vlera limite e lejuar sipas klasës së tyre të saktësisë [26], [27].

Përkufizim [28]:

“Vlera e masës konvencionale të një trupi është e barabartë me masën m_c të një standardi i cili balancon këtë trup nën kushte konvencionalisht të zgjedhur”

Këto kushte janë:

$$t_{\text{ref}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_c = 8000\text{ kg/m}^3$$

$$\rho_0 = 1.2\text{ kg/m}^3$$

dhe masa konvencionale e një standardi lidhet me masën me anë të relacionit 3.1:

$$m_c = m \left\{ \frac{\left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right)}{1 - \frac{\rho_0}{\rho_c}} \right\} \quad (3.1)$$

Klasifikimi varet edhe nga faktorë të tjerë si: materiali, densiteti i tij, fortësia, rezistenca e korrozionit, rezistenca ndaj konsumit, shkëlqimi, vetitë magnetike, ndërtimi dhe sipërfaqja e gramarit.

Sipas OIML R 111 gramarët klasifikohen në klasa të saktësisë si më poshtë:

Klasa E1: klasa e lartë e saktësisë dhe përdoret për të siguruar gjurmueshmërinë nga standardi kombëtar në etalonet e klasës E2 dhe më poshtë të OIML. *Gml* për vlerën nominale 1 kg është ± 0.5 mg.

Klasa E2: përdoret për gjurmueshmërinë e gramarëve të klasës F1 e më poshtë të OIML dhe për kalibrimin e instrumentave të peshimit të klasës së (I) të saktësisë OIML. Për vlerën nominale 1 kg, *gml* është ± 1.6 mg.

Klasa F1: përdoret për të siguruar gjurmueshmërinë e gramarëve të klasës F2 e më poshtë të OIML dhe për kalibrimin e instrumentave të peshimit klasës së (II) të saktësisë sipas OIML. Për vlerën nominale 1kg, *gml* është ± 5.0 mg.

Klasa F2: përdoret për të siguruar gjurmueshmërinë e gramarëve të klasës M1 e më poshtë të OIML dhe kalibrimin e instrumentave të peshimit të klasës së (II) të saktësisë sipas OIML. Për vlerën nominale 1 kg, *gml* është ± 16 mg.

Klasa M1: përdoret për të siguruar gjurmueshmërinë e gramarëve të klasës M2 e më poshtë të OIML dhe kalibrimin e instrumentave të peshimit klasës së (II) të saktësisë sipas OIML. Për vlerën nominale 1kg, *gml* është ± 50 mg.

Klasa M2: përdoret për të siguruar gjurmueshmërinë e gramarëve të klasës M3 e më poshtë të OIML dhe kalibrimin e instrumentave të peshimit të klasës së (III) të saktësisë sipas OIML. Për vlerën nominale 1kg, *gml* është ± 160 mg.

Klasa M3: përdoret për kalibrimin e instrumentave të peshimit të klasës (III) dhe të (III) të saktësisë sipas OIML. Për vlerën nominale 1 kg, *gml* është ± 500 mg.

3.2 Karakteristikat teknike dhe metrologjike

Kërkesat teknike referohen kryesisht tek përshtatshmëria teknike për përdorimin e destinuar të një etaloni të masës, lehtësia në përdorim, ruajtja e etalonit, besueshmëria e tij teknike, lehtësia e transportit, instalimit, lidhjes, supervizionit, kalibrimit dhe mirëmbajtjes të këtij etaloni përfshi aksesoret e tij. Gjithashtu kërkesat teknike referohen edhe tek mbrojtja e besueshme kundrejt dëmtimeve, mënyrat e mbrojtjes përkundrejt degradimit mjedisor, manipulimit të paautorizuar gjatë përdorimit dhe ruajtjes të etaloneve si dhe aksesoret special që kërkohen gjatë përdorimit dhe ruajtjes së një etaloni. Kërkesat metrologjike i referohen karakteristikave metrologjike të një etaloni të masës dhe aksesoreve të tij si [29]:

- Madhësia dhe njësia
- Vlera nominale ose diapazoni i matjes të madhësisë për të cilën është i aplikueshëm ky etalon
- Vlera e vërtetë konvencionale e madhësisë e riprodhuar nga etaloni (përcaktuar nga kalibrimi i tij ose gabimi sistematik i etalonit masës)
- Pasiguria e shtrirë e matjes nga kalibrimi i etalonit korrespondues me një probabilitet mbulimi me afërsi 95% dhe faktor mbulimi k (zakonisht $k = 2$ ose pasiguria e kombinuar)
- Intervali i kalibrimit
- Stabiliteti i masës së etalonit gjatë intervalit të rikalibrimit
- Informacion lidhur me metodat dhe mënyrat e kalibrimit nëse duhet
- Kushtet referuese dhe mjedisi operues respektivisht
- Kërkesa të tjera të rëndësishme (lineariteti, histerezia, ndjeshmëria, përsëritshmëria, karakteristikat e cilësive dinamike metrologjike, etj)

Më poshtë po përmendim në mënyrë të detajuar disa nga karakteristikat metrologjike të etaloneve të masës.

3.2.1 Forma

Gramarët duhet të kenë një formë gjeometrike të thjeshtë për të lehtësuar prodhuesin. Forma të përshtatshme janë cilindrat me kokë (të lehtë për tu mbajtur 5 kg-50 kg) blloqe katërkëndore.

Sipas formës gramarët klasifikohen si:

- Gramar në formë prizmi katërkëndor me dorezë dhe vlerë të masës nominale (5, 10, 20, 50 kg).
- Gramarët cilindrik me kokë të sheshtë dhe vlerë të masës nominale (1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500) g dhe (1, 2, 5, 10) kg.

Doreza mund të jetë prej tubi çeliku me diametër standard ose prej derdhje çeliku, me material të njëjtë me trupin e gramarit. Gramarët e rendit të *mg* mund të jenë pllaka me forma gjeometrike trekëndore, katërkëndore dhe pesëkëndore, ose po këto forma por të përbëra nga fije teli. Disa forma të etaloneve të masës paraqiten në figurën 3.1 [30].



Figura 3.1. Forma të ndryshme të etaloneve të masës

3.2.2 Ndërtimi

- Nuk duhet të kenë pjesë anësore të mprehta, vrima të dukshme për të parandaluar depozitimet (psh të pluhurit) në sipërfaqen e tyre

- Raporti sipërfaqe/vëllim duhet të jetë i vogël
- Klasa E e gramarëve nga 1mg- 50 kg, një copë e vetme e ngurtë jo me gropëza që të jenë të ekspozuara ndaj atmosferës
- Klasat e tjera të gramarëve mund të kenë axhustime të gropëzave të cilat kryhen në kushte specifike të sigurta

3.2.3 Materiali

Gramarët duhet të jenë rezistent ndaj korrozionit. Cilësia e materialit duhet të jetë e tillë që, ndryshimi në masën e gramarit të jetë i neglizhueshëm në lidhje me gabimin maksimal të lejuar në klasën e saktësisë së tyre, nën kushte normale të përdorimit dhe qëllimit për të cilin ato janë përdorur. Fortësi dhe shkëlqim i lartë klasa E - çelik; klasa F-Bronx. Këto kërkesa aplikohen për një saktësi mesatare gramarësh (klasa e saktësisë M_1 , M_2 dhe M_3) që përdoren sëbashku në instrumenta peshimi të klasës III gjatë shitjeve direkte. Materialet e gramarëve duhet të jenë rezistent ndaj korrozionit dhe duhet të sigurojnë ruajtjen e karakteristikave metrologjike, sipas kërkesave të klasës së saktësisë së veçantë në kushtet operationale të shkallëzuara dhe të zbatueshme. Metoda e prodhimit duhet të jetë e përshtatshme dhe me materiale të zgjedhura. Gramarët duhet të prodhohen nga çdo material me densitet prej 7g/cm^3 deri 9.5g/cm^3 . Nëse është e nevojshme gramarët mbrohen nga korrozioni dhe nga ndikimet e tjera me një shtresë të përshtatshme, ose me anë të polirimit.

3.2.4 Magnetizimi

Gramarët shfaqin veti magnetike kur ndodhen në një fushë magnetike. Ky magnetizëm i induktuar zhduket atëherë kur fusha magnetike largohet dhe shfaqet kur fusha kthehet përsëri. Balancat elektronike moderne gjenerojnë fushë magnetike, kjo për shkak se qeliza e peshimit të balancës përmban një ose më shumë magnete të qëndrueshëm.

Forcat magnetike mund të lindin nga ndërveprimi i dy masave standarde sikurse edhe ndërmjet një mase standarde, komparatorit të masës të përdorur për peshim dhe objekteve të tjera magnetike që mund të ndodhen aty afër.

Gramarët në disa raste sillen si magnete por përgjithësisht gramarët janë diamagnetikë. Vetitë magnetike të masave standarde duhet të përcaktohen përpara se të kryhet kalibrimi i gramarit për

tu siguruar që ndërveprimet magnetike janë të neglizhueshme. Një gramar i cili dështon në testimin që i bëhet për magnetizimin nuk duhet të kalibrohet. Për masat e vogla ($< 2\text{g}$) dhe për klasa më të ulëta (F1 dhe më poshtë, $< 20\text{g}$) është e mjaftueshme ti referohemi specifikimeve të prodhuesit për vetitë magnetike të materialit të përdorur në përbërjen e gramarëve [31], [32]. Shumë gramarë të klasës M përbëhen nga hekur ose përzierje e thjeshtë çeliku, kështu që këta gramarë kanë gabime relativisht të mëdha për shkak të ndërveprimit magnetik ndërmjet gramarit dhe instrumentit të peshimit. Vetitë magnetike të gramarëve dhe llogaritja e pasigurisë duhet të përcaktohen përpara procesit të kalibrimit të tyre në mënyrë që të sigurohemi që nuk kemi magnetizim mbetës dhe kjo gjë realizohet mbi bazën e procedurave teknike dhe metodave që përdor laboratorit i masës [33], [34].

3.2.5 Densiteti

Densiteti i materialit të përdorur për gramarët është i specifikuar sipas rekomandimeve të OIML dhe do të jetë i tillë që një devijim prej 10% nga densiteti specifik i ajrit (1.2 kg/m^3) nuk shkakton një gabim që të kalojë $1/4$ e vlerës absolute të gabimit maksimal të lejuar të klasës përkatëse të gramarit. Nëqoftëse densiteti i ajrit devijon nga $\rho_0 = 1.2 \text{ kg/m}^3$ me më shumë se $\pm 10\%$ dhe densiteti i gramarit test devijon nga densiteti i gramarit referencë, masa konvencionale duhet të korigjohet. Lartësia mbi nivelin e detit është një nga arsyt kryesore që shkakton një ndryshim më të madh se $\pm 10\%$ në densitetin e ajrit (klasa E 330m, klasa F 800m). Densiteti i gramarëve matet në laboratorin e densitetit në DMSHI me instrumentat dhe metodat përkatëse që përdor ky laborator [35], [36]

3.2.6 Kushtet e sipërfaqes

Nën kushte normale të përdorimit, cilësitë e sipërfaqes duhet të jenë të tilla që çdo alternativim i masës së gramarëve të jetë i neglizhueshëm në lidhje me *gml*. Sipërfaqja e gramarëve duhet të jetë e lëmuar dhe pjesët anësore të rrumbullakosura. Sipërfaqja e gramarëve të klasës E dhe F nuk duhet të jetë poroze dhe duhet të paraqesë një pamje të qartë kur kryhet një ekzaminim vizual. Një ekzaminim vizual mund të mjaftojë përveçse rastit kur kemi ndonjë dyshim, në këtë rast do të përdoren vlerat e dhëna në rekomandimin e OIML. Në figurat 3.2 a), b), c) dhe 3.2 d),

e),f) më poshtë paraqiten disa pamje mikroskopike të sipërfaqes së gramarit me masë 100 g të pastruar me metoda të ndryshme [37], [38].

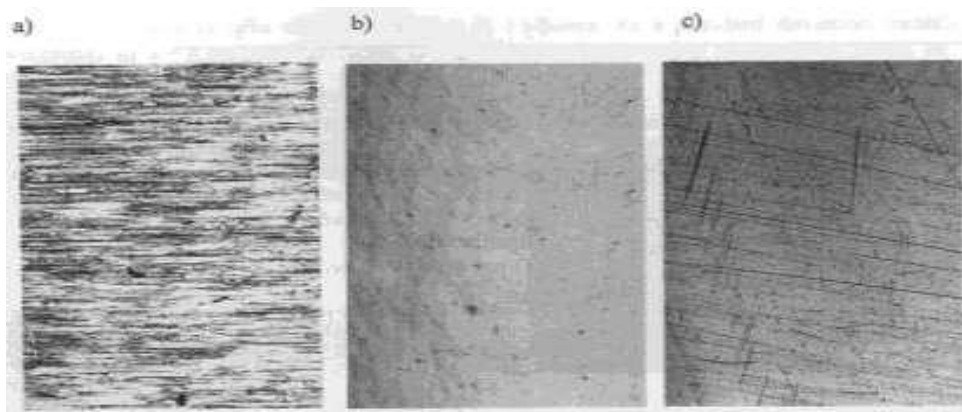


Figura 3.2. Sipërfaqe jo të mira

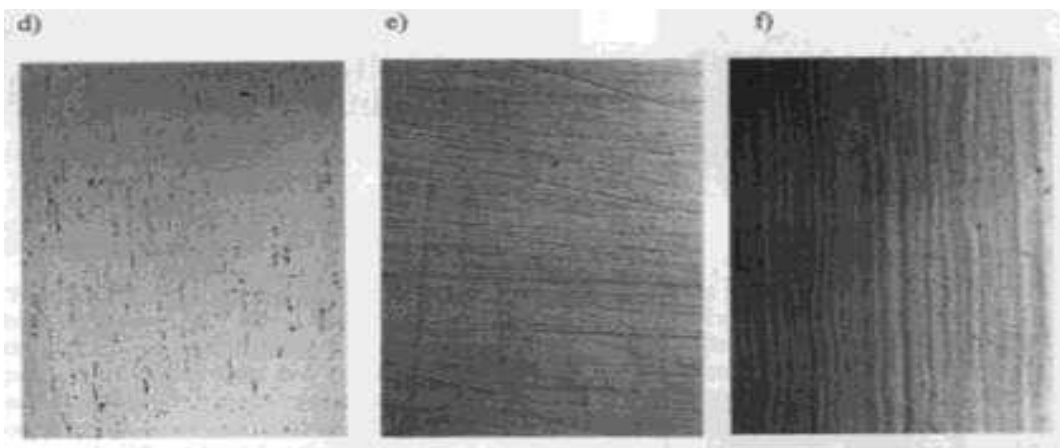


Figura 3.2. Sipërfaqe më të mira

Në figurat 3.2 a), b), c) paraqiten foto të sipërfaqeve të një gramari me masë $m = 100g$ të zmadhuara 100x në të cilat sipërfaqja është abrazive dhe jo shumë e pastër, ndërsa në figurën 3.2 d), e), f) rezultatet e arritura pas pastrimit janë më të mira.

3.2.7 Rregullimi

Gramarët prej 1 g deri 10g duhet të jenë pa vrimë axhustimi. Për klasat e ulëta të saktësisë,

gramarët nga 20g deri 50g mund të kenë një vrimë axhustimi dhe gramarët mbi 100g duhet të kenë një vrimë axhustimi. Vrima e axhustimit është një boshllëk i brendshëm i pozicionuar përgjatë boshtit vertikal për gramarët cilindrik ose në një mbajtëse tubolare për gramarët prizmatik. Volumi i vrimës së axhustimit nuk duhet të jetë më e madhe se $1/4$ e volumit të gramarit dhe $2/3$ e vlerës totale të vrimës duhet të mbetet bosh pas axhustimit. Vrima duhet të jetë e mbyllur me një tapë të filetuar prej tunxhi. Tapa e filetuar duhet të ketë një çarje kaçavid si dhe të jetë e vulosur me një top plumbi ose e mbuluar [25].

3.2.8 Shënjimi

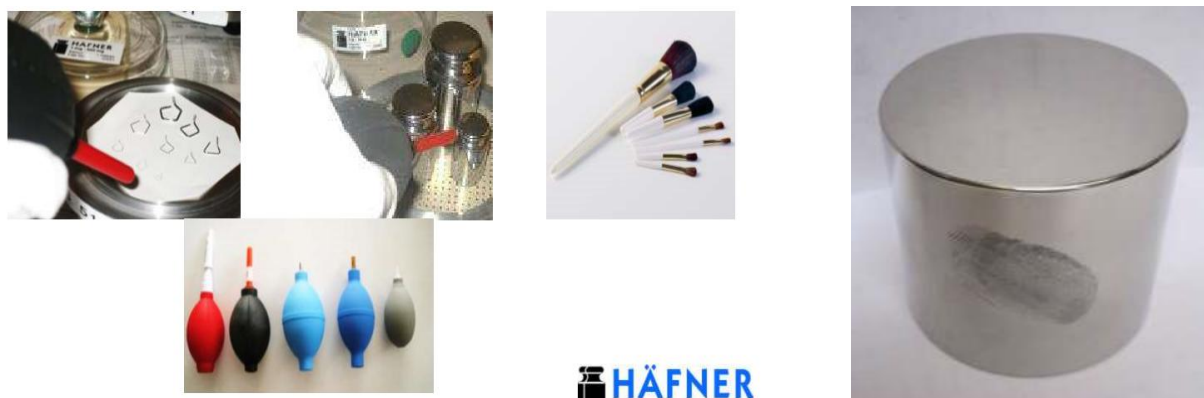
Shënjimi është një praktikë e mirë për një përdorues në mënyrë që ai të identifikojë qartësisht gramarët dhe ta ndihmojë atë të lidhë një gramar me çertifikatën e tij të kalibrimit apo dokumentin e verifikimit. Shënjimet janë të ndryshme për klasa të ndryshme të gramarëve si psh:

- Klasa E e gramarëve nuk duhet të shënjohen
- Përveç gramarëve të klasës E, gramarët prej 1g dhe më shumë duhet të markohen qartë për të treguar vlerën e tyre nominale, duke siguruar që cilësia e sipërfaqes dhe qëndrueshmëria e gramarit nuk ndikohen nga shënjimi apo nga procesi i përdorur për shënjimin e gramarit
- Kapaku i kutisë që mban gramarët do të shënjohet për të treguar klasën e tyre në formën “E1”, “E2”, “F1”, “F2” ose “M1”
- Gramarët që i përkasin të njëjtit set duhet të jenë të të njëjtës klasë saktësie

Klasat E dhe F të gramarëve të veçantë duhet të mbrohen nga dëmtimi për shkak të tronditjes apo të dridhjeve. Ato duhet të mbahen në kuti të përbërë prej druri, plastike apo ndonjë material tjetër i përshtatshëm që kanë hapësirat e veçanta për çdo gramar. Forma e mbajtësve të gramarëve të klasës E dhe F duhet të jetë e ndërtuar në një mënyrë të tillë që të mos gërvish apo ndryshoj sipërfaqen e gramarit [25].

3.2.9 Pastrimi

Është tepër e rëndësishme të theksohet se gramarët nuk duhet të pastrohen përpara se të kryhen matjet, pasi procesi i pastrimit mund të ndryshojë masën e gramarit dhe kalibrimi i tyre del i pavlefshëm. Pastrimi nuk duhet të lëviz asnjë sasi domethënëse të materialit të gramarit, kështu pluhuri dhe çdo pjesë e huaj duhet të largohet prej gramarit duke patur kujdes që të mos ndryshohen vetitë e sipërfaqes së gramarit (psh gërvishja e gramarit). Gramarët ose disa pjesë të tij mund të lahen me alkool të pastër ose ujë të distiluar dhe duhet të lihen të thahen për një afat kohor të caktuar në varësi të klasës së saktësisë. Gramarët me gropa të brëndshme normalisht nuk duhet të futen në solucion për të shmangur mundësinë që fluidi të futet në zgavër. Në figurën 3.3 a) paraqiten disa nga mjetet që përdoren për pastrimin e gramarëve si furça dhe pompa të cilat përdoren edhe nga laboratoritë e masës në DMSHI dhe në figurën 3.3 b) ilustron një gjurmë gishtash e ngelur në sipërfaqen e një gramari. Eksperimentalisht është vlerësuar se një gjurmë gishtash në sipërfaqen e një gramari mund të shkaktojë një gabim prej përafërsisht 50-100 μg dhe ky gabim mund ta bëjë vlerën e masës konvencionale të pavlefshme [30].



a)

b)

Figura 3.3. Mjetet që përdoren për pastrimin e gramarëve

3.2.10 Gabimi maksimal i lejuar

Gabimi maksimal i lejuar i çdo klase gramari jepet në tabelën 3.1 dhe lidhet me masën konvencionale. Nëqoftëse, këto gabime të pranuar janë më të mëdha se sa ato të paraqitura në tabelën 3.1 atëherë gramari nuk mund të deklarohet se i përket klasës korensponduese të OIML.

Tabela 3.1. Vlerat e gabimit maksimal të lejuar për etalonet e masës sipas çdo klase, në *mg*

Vlera nominale	Klasa E ₁	Klasa E ₂	Klasa F ₁	Klasa F ₂	Klasa M ₁	Klasa M ₁₋₂	Klasa M ₂	Klasa M ₂₋₃	Klasa M ₃
5 000 kg			25 000	80 000	250 000	500 000	800 000	1 600 000	2 500 000
2 000 kg			10 000	30 000	100 000	200 000	300 000	600 000	1 000 000
1 000 kg		1 600	5 000	16 000	50 000	100 000	160 000	300 000	500 000
500 kg		800	2 500	8 000	25 000	50 000	80 000	160 000	250 000
200 kg		300	1 000	3 000	10 000	20 000	30 000	60 000	100 000
100 kg		160	500	1 600	5 000	10 000	16 000	30 000	50 000
50 kg	25	80	250	800	2 500	5 000	8 000	16 000	25 000
20 kg	10	30	100	300	1 000		3 000		10 000
10 kg	5.0	16	50	160	500		1 600		5 000
5 kg	2.5	8.0	25	80	250		800		2 500
2 kg	1.0	3.0	10	30	100		300		1 000
1 kg	0.5	1.6	5.0	16	50		160		500
500 g	0.25	0.8	2.5	8.0	25		80		250
200 g	0.10	0.3	1.0	3.0	10		30		100
100 g	0.05	0.16	0.5	1.6	5.0		16		50
50 g	0.03	0.10	0.3	1.0	3.0		10		30
20 g	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5		8.0		25
10 g	0.020	0.06	0.20	0.6	2.0		6.0		20
5 g	0.016	0.05	0.16	0.5	1.6		5.0		16
2 g	0.012	0.04	0.12	0.4	1.2		4.0		12
1 g	0.010	0.03	0.10	0.3	1.0		3.0		10
500 mg	0.008	0.025	0.08	0.25	0.8		2.5		
200 mg	0.006	0.020	0.06	0.20	0.6		2.0		
100 mg	0.005	0.016	0.05	0.16	0.5		1.6		
50 mg	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4				
20 mg	0.003	0.010	0.03	0.10	0.3				
10 mg	0.003	0.008	0.025	0.08	0.25				
5 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
2 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
1 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				

Për çdo gramar pasiguria e zgjeruar, për $k = 2$ të masës konvencionale duhet të jetë më e vogël ose e barabartë me $1/3$ e gml të paraqitur në tabelën 3.1. Për çdo gramar, masa konvencionale nuk duhet të ndryshojë nga vlera nominale m_0 e gramarit, me më shumë se sa gabimi δm minus pasigurinë e zgjeruar e shprehur kjo nëpërmjet relacionit 3.2.

$$m_0 - (\delta m - U) \leq m_c \leq m_0 + (\delta m - U) \quad (3.2)$$

Për klasat E1 dhe E2 të gramarëve (nëqoftëse E2 janë kalibruar sikur janë E1 në përdorim), të cilët janë gjithmonë të shoqëruar me certifikatat e kalibrimit, e cila jep të dhënat përkatëse (vlerën e masës konvencionale, pasigurinë e zgjeruar U dhe faktorin e mbulimit k, densitetin apo vëllimin për çdo gramar), devijimi nga vlera nominale, $m_c - m_0$ duhet të merret në konsideratë nga përdoruesi [29].

3.3 Kërkesat ekonomike

Kërkesat ekonomike janë të bazuara kryesisht në:

- Kosto e etalonit përfshirë dhe koston e aksesorëve të tij
- Kosto e operimit dhe ruajtjes së tij
- Kosto e kalibrimit
- Kosto lidhur me intervalin e rikalibrimit në varësi të stabilitetit dhe cilësive të tjera të një instrumenti individual dhe të saktësisë së dëshiruar
- Kosto lidhur me mundësinë e riparimit dhe jetën e punës së etalonit
- Kosto lidhur me premiset e laboratorit ku ruhet dhe përdoret etaloni
- Kosto lidhur me numrin e stafit dhe kërkesat e tyre të kualifikimit
- Kosto lidhur me transportin dhe facilitetet speciale për transport

3.4 Metoda e kalibrimit të etaloneve të masës

3.4.1 Parakushtet

Është shumë e rëndësishme të theksohet fakti se para se të fillohet procesi i kalibrimit të një etaloni të masës duhet që, gramari test të cilit do ti përcakohet masa, gramari që do të përdoret si referencë për procesin e kalibrimit si dhe instrumenti i peshimit që do të përdoret për procesin e peshimit duhet të aklimatizohen me temperaturën e dhomës së laboratorit ku do kryhet kalibrimi. Kjo kohë aklimatizimi ndryshon në varësi të klasës së gramarit që do të testohet. Ndryshimi i kushteve ambjentale të dhomës duhet të ketë qenë i monitoruar gjatë gjithë kohës, në mënyrë që të evidentohet ndonjë ndryshim i cili mund të ndikojë në procesin e matjes [39].

3.4.2 Zgjedhja e etaloneve referencë

Njohja e një etaloni kombëtar, bëhet me miratim zyrtar nga trupa kombëtare e metrologjisë ligjore dhe varet nga legjislacioni kombëtar. Në vendin tonë njohja e një etaloni kombëtar shpallet me Vendim të Këshillit të Ministrave. Duhet që karakteristikat teknike dhe metrologjike të këtij etaloni të kënaqin kërkesat statutore për përdorimin e destinuar të tij. Në zgjedhjen e një etaloni i cili mund të jetë një instrument matës, material matës ose material referues për përdorim në rolin e etaloneve të punës dhe referencës, duhet të merren parasysh kërkesat ekonomike, teknike dhe metrologjike. Kërkesat individuale ekonomike, teknike dhe metrologjike duhet të marrin në konsideratë dhe zgjedhjen e pajisjeve ndihmëse për një etalon. Etaloni i masës i zgjedhur si referencë në përgjithësi duhet të jetë i një klase më të lartë saktësie se sa etaloni i masës që duhet kalibruar. Në kalibrimin e etaloneve të masës të klasës E1, etaloni i referencës duhet të ketë karakteristika metrologjike të ngjashme ose më të mira se etalonet që duhet të kalibrohen. Gjithashtu edhe komparatori i masës i përdorur për kalibrim duhet të zgjidhet në mënyrë të tillë që komponenti i tij i pasigurisë të jetë në raport të balancuar me pasigurinë e përgjithshme të rezultatit të peshimit. Komponenti më i rëndësishëm i pasigurisë i një komparatori mase llogaritet nga devijimi i tij standard. Në tabelën 3.2 jepen disa nga rekomandimet për etalonet e zgjedhur si referencë në varësi të klasës së gramarit që do të kalibrohet [40].

Tabela 3.2. Etalonet e zgjedhur si referencë në varësi të klasës së gramarit që do të kalibrohet

Etaloni që mund të përdoret si referencë	Klasa e etaloneve të masës që mund të kalibrohen						
	E1	E2	F1	F2	M1	M2	M3
E1	√	√	√	√	√	√	√
E2	-	-	√	√	√	√	√
F1	-	-	-	√	√	√	√
F2	-	-	-	-	√	√	√

3.4.3 Faktorët që ndikojnë në përcaktimin e masës

Disa nga faktorët që ndikojnë në përcaktimin e saktë të masës, efekti mbi të cilin ato veprojnë si dhe pasoja që shkaktjnë këta faktorë jepen në mënyrë të përmblëdhur në tabelën 3.3 [41].

Tabela 3.3. Madhësitë influencuese në përcaktimin e masës

Madhësitë influencuese	Efekti mbi	Pasoja
Densiteti i ajrit	Balancë/gramarë	Ajri i zhvendosur në pjesët e balancës, gramarët
Ndryshimi i temperaturës me kohën	Balancë	Drifti i tregimit të balancës, ndjeshmërisë
Ndryshimet e temperaturës dhe gradienti	Balancë/gramarë	Gabime sistematike, konveksion dhe rritje të devijimit standard
Temperatura $e \neq 20^0$	Gramarët	Ndryshimi në vëllim
Ndryshimi i presionit të ajrit	Balancë	Drifti ose ndryshimi i tregimit të balancës
Ndryshimi i lagështirës	Balancë/gramarë	Drifti i tregimit të balancës,
Ashpërsia e sipërfaqes dhe kontaminimi	Gramarët	Shtresa absorbimi
Niveli i qendrës së gravitetit, nxitimi gravitacional	Gramarë/ forca e kompensimit të balancës	Gabime sistematike, ndryshimi në ndjeshmëri
Ngarkesa elektrostатike	Balancë/ produkte dielektrike që peshohen	Gabime sistematike, devijim standard i madh ose drift i vlerave të matura
Fusha magnetike	Balancë/gramarë me magnetizim shumë të lartë	Gabime sistematike
Dridhjet, pjerrësia	Balancë	Rritja e devijimit standard, gabimet sistematike
Ngarkimi i jashtëqëndërsisë së receptorit të ngarkesës	Balancë	Gabim sistematik

3.4.4 Metoda e kalibrimit

Metoda e përdorur për kalibrimin e gramarëve në laboratorin e masës në Shqipëri është metoda e zëvendësimit në ajër të lirë. Procesi i kalibrimit të gramarëve ka në thelb krahasimin e gramarit test, gabimi i të cilit do të përcaktohet, me një etalon referencë të një niveli më të lartë metrologjik [42]. Pra kalibrimi konsiston në krahasimin e dy standardeve të masës me të njëjtën

vlerë nominale ku një nga masat standarde përdoret si etalon referencë dhe është patjetër i gjurmueshëm në sistemin SI dhe tjetra është masa test, vlera e masës së të cilës duhet të përcaktohet duke përdorur komparatorët e masës. Një grup i tërë i etaloneve të masës mund të kalibrohen përkundrajt një ose më shumë etaloneve të masës që përdoren si referencë [43], [44]. Duhet theksuar se, prototipet që shërbejnë si standarde kombëtare të masës i kthehen periodikisht BIPM-së për rikalibrim ose instituteve të tjera në të cilat sigurohet gjurmueshmëria e njësisë së masës sipas periudhës kohore të përcaktuar [45]. Masa konvencionale e gramarit test llogaritet nëpërmjet ekuacionit 3.3 [25]:

$$m_{ct} = m_{cr}(1 + C) + \overline{\Delta m_c} \quad (3.3)$$

Vlera e masës konvencionale e gramarit referencë merret nga çertifikata e tij e kalibrimit ndërsa vlera mesatare e diferencës së masës konvencionale të vrojtuar ndërmjet gramarit test dhe atij referencë llogaritet me anë të ekuacionit 3.4:

$$\overline{\Delta m_c} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta m_{ci} \quad (3.4)$$

Për një cikël i matjesh gjatë procesit të kalibrimit diferenca e masës konvencionale të vrojtuar ndërmjet gramarit test dhe atij referencë llogaritet me anë të ekuacionit 3.5:

$$\Delta m_{ci} = \Delta I_i + m_{cr} C_i \quad (3.5)$$

Faktori i korrigjimit të zhvendosjes së ajrit llogaritet me anë të ekuacionit 3.6:

$$C_i = (\rho_a - \rho_0) * \left(\frac{1}{\rho_t} - \frac{1}{\rho_r} \right) \quad (3.6)$$

ku siç e dimë:

$\rho_0 = 1.2 \text{ kg/m}^3$, ndërsa për llogaritjen e densitetit të ajrit përdoret ekuacioni (3.7) [46] me pasiguri $\pm 200 \text{ ppm}$ të llogaritjes së densitetit të ajrit në kufijtë $900 \text{ mbar} \leq p \leq 1100 \text{ mbar}$, $10^\circ\text{C} \leq t \leq 30^\circ\text{C}$, $hr \leq 80\%$ sipas 3.8:

$$\rho_a = \frac{0.34848 p - 0.009 (hr) * \exp(0.061t)}{273.15 + t} \quad (3.7)$$

$$u_{\rho a} = \sqrt{u_f^2 + \left(\frac{\partial \rho_a}{\partial p} u_p\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho_a}{\partial t} u_t\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho_a}{\partial hr} u_{hr}\right)^2} \quad (3.8)$$

Masa e vërtetë e masës test llogaritet me anë të ekuacionit 3.9:

$$m_T = m_R + C + \Delta m_w \quad (3.9)$$

ku:

$$C = \rho_a * (V_T - V_R) \quad (3.10)$$

Kështu ekuacioni i llogaritjes së masës së vërtetë të gramarit test do të jetë ekuacioni 3.11:

$$m_T = m_R + \rho_a * (V_T - V_R) + \Delta m_w \quad (3.11)$$

Skema e vendosjes së gramarëve gjatë një cikli matjesh ABBA jepet në figurën 3.4 [30].

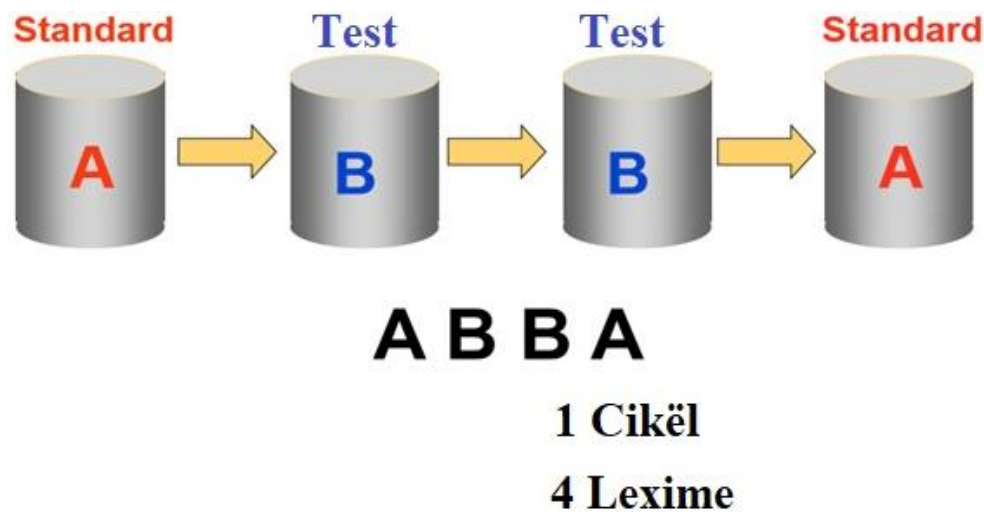


Figura 3.4. Skema e vendosjes së gramarëve gjatë një cikli matjesh

Për një cikël A-B-B-A ($r_1 t_1 t_2 r_2$) në ekranin e instrumentit të peshimit merren leximet koresponduese: $I_{r11}, I_{t11}, I_{t21}, I_{r21}, \dots, I_{r1n}, I_{t1n}, I_{t2n}, I_{r2n}$ kështu do të kemi:

$$\Delta I_i = \frac{(I_{t1 i} - I_{r1 i} - I_{r2 i} + I_{t2 i})}{2} \quad (3.12)$$

ku: i merr vlerat nga $1, \dots, n$ dhe është numri i cikleve ABBA për të cilin duhet theksuar se varet nga klasa e saktësisë së gramarëve [47].

Zakonisht termi masa e vërtetë (True mass) përdoret për nivele NMI, ndërsa termi i masës konvencionale përdoret për nivele dytësore të ndryshëm nga niveli i NMI [5]. Për një cikël të plotë matjesh kemi 4 gramarë dhe 4 lexime ABBA.

3.4.5 Llogaritja e pasigurisë së matjes

Pasiguria e matjes në kalibrimin e etaloneve të masës është një parametër bazë i cili përcaktohet së bashku me vlerën e masës konvencionale të gramarit test.

Komponentët që influencojnë në pasigurinë e matjes duhet të specifikohen dhe të përcaktohen për llogaritjen e saj. Shprehja e pasigurisë së matjes është shumë e rëndësishme për cilindo që kërkon të arrijë cilësi në rezultatin e matjeve [48], [49]. Llogaritja e pasigurisë së matjes bazohet në [50], [51].

Pasiguria e zgjeruar e masës konvencionale të gramarit test jepet me anë të relacionit 3.13:

$$U = k * u_c \quad (3.13)$$

Faktori i mbulimit në këtë rast është $k = 2$ dhe përfaqëson nivelin e besueshmërisë $\approx 95\%$

Vlera e pasigurisë së kombinuar llogaritet me anë të ekuacionit 3.14:

$$u_c = \sqrt{u_w^2 + u^2(m_r) + u_b^2 + u_{ba}^2} \quad (3.14)$$

ku:

pasiguria standarde e procesit të peshimit (Tipi A), llogaritet nga të dhënat statistikore me anë të ekuacionit 3.15, duke vlerësuar devijimin standard s të diferencës së masave për n cikle të matjeve A-B-B-A.

$$u_w = \sqrt{\frac{s^2}{n}} \quad (3.15)$$

Devijimi standard llogaritet me anë të ekuacionit 3.16:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta m_i - \overline{\Delta m})^2} \quad (3.16)$$

Duhet theksuar se pasiguria standarde e gramarit referencë merret nga çertifikata e tij e kalibrimit.

Pasiguria standarde për shkak të zhvendosjes së ajrit (tipi B) llogaritet me anë të ekuacionit 3.17:

$$u_b = \sqrt{\left(m_r * \frac{\rho_r - \rho_t}{\rho_r * \rho_t} * u_{\rho a}\right)^2 + [m_{cr} * (\rho_a - \rho_0)]^2 * \left(\frac{u_{\rho r}^2}{\rho_r^4} + \frac{u_{\rho t}^2}{\rho_t^4}\right)} \quad (3.17)$$

Edhe në rast se korrigjimi për shkak të zhvendosjes së ajrit është i neglizhueshëm, kontributi i pasigurisë për efekt të zhvendosjes së ajrit nuk duhet të neglizhohet dhe duhet marrë në konsideratë.

Përafrimi i rekomanduar për përcaktimin e pasigurisë standarde të balancës është që të testohen komparatorët në intervale kohe të arsyeshme dhe të përdoren rezultatet e testimit në llogaritjen e kësaj pasigurie me anë të ekuacionit 3.18.

$$u_{ba} = \sqrt{u_s^2 + u_d^2 + u_E^2 + u_{ma}^2} \quad (3.18)$$

Pasiguria e ndjeshmërisë së balancës do të përfshihet në rast se balanca është kalibruar me gramarë ndjeshmërie me masë të njohur m_s , dhe pasiguri standarde $u(m_s)$, nëse jo atëherë pasiguria e ndjeshmërisë së balancës është e neglizhueshme.

Për një instrument peshimi me shkallë ndarjeje d , pasiguria për shkak të rezolucionit të balancës jepet me ekuacionin 3.19:

$$u_d = \left(\frac{\frac{d}{2}}{\sqrt{3}} * \sqrt{2} \right) = \frac{d}{\sqrt{6}} \quad (3.19)$$

Pasiguria për shkak të jashtëqëndërsisë së ngarkesës jepet me anë të ekuacionit 3.20 [53]:

$$u_E = \frac{\frac{d_1}{d_2} * D}{2 * \sqrt{3}} \quad (3.20)$$

Në tabelën 3.4 paraqitet buxheti i pasigurisë për standardin e masës prej 10 kg i cili ka qënë pjesë e një krahasimi kyç (Key Comparison).

Tabela 3.4. Buxheti i pasigurisë për masën standarde 10 kg

Madhësitë influencuese x_i	Simboli	Njësia	Vlera	Shpërndarja	Pjestuesi	c_i	$U(y_i)$ $k=1$
Proçesi i peshimit	u_w	mg	0.052	Normale	1	1.0	0.052
Masa e standardit	$u(m_{CR})$	mg	1.600	Normale	2	1.0	0.800
Drifti i masës standarde	$u\delta(m_{cr})$	mg	0.800	Katërkëndore	$\sqrt{3}$	1.0	0.462
Zhvendosja e ajrit	u_B	mg	0.233	Normale	1	1.0	0.233
Ndjeshmëria e balancës	u_s	mg	0.003	Normale	1	1.0	0.003
Rezolucioni i balancës	u_d	mg	0.010	Trekëndore	$\sqrt{6}$	1.0	0.004
Përsëritshmëria e balancës	U_{rep}	mg	0.021	Normale	1	1.0	0.021
Pasiguria e kombinuar	u_C	mg		Normale			0.944
Pasiguria e zgjeruar	U	mg		Normale $k=2$			1.9

Pasiguria për shkak të magnetizimit do të konsiderohet zero nëse gramarët kënaqin kërkesat e rekomandimit OIML R111-1.

Në mënyrë të përmbledhur të gjithë komponentët që ndikojnë në buxhetin e pasigurisë gjatë kalibrimit të gramarëve paraqiten në figurën 3.5. Në këtë diagramë paraqiten edhe kontributet e

pasigurisë gjatë kalibrimit të një gramari me material çeliku me një etalon mase referencë me material Pt-Ir siç është edhe Prototipi i Kilogramit [52]. Ndër to mund të veçojmë ndryshimin e lartësisë së qendrës së gravitetit ndërmjet këtyre dy etaloneve të masës.



Figura 3.5. Diagrama Ishikawa e komponentëve të pasigurisë

KAPITULLI IV

INSTRUMENTAT E PESHIMIT DHE METODA E KALIBRIMIT

4.1 Parimi i punës së instrumentit të peshimit

Përkufizim[53]:

“Instrument peshues” është një instrument matës që shërben për të përcaktuar masën e një trupi duke përdorur veprimin e gravitetit në atë trup. Instrumenti peshues mund të shërbejë gjithashtu për të përcaktuar madhësi të tjera që lidhen me masën si sasi, parametrat ose karakteristikat.

“Instrumenti peshimit jo-automatik” ose “peshore” është një instrument peshimi që kërkon ndërhyrjen e operatorit gjatë peshimit.

Peshorja elektronike është instrumenti matës i përdorur gjerësisht në botë, për përcaktimin e vlerës së masës së një objekti. Parimi i punës së një instrumenti të peshimit bazohet mbi matjen e forcës së peshës që objekti ushtron mbi pjatën e peshores e cila është e barazvlefshme me forcën gravitacionale, dhe është e ndërtuar në mënyrë të tillë që bën të mundur konvertimin e peshës (N) në masë (kg). Pra në përgjithësi ekziston një keqkuptim midis peshës dhe masës. Nisur nga emri i *instrumentit matës të peshimit*, mund të themi se ajo mat peshën, por në fakt ajo që ne lexojmë në ekran është vlera e masës së objektit të vendosur mbi peshore. Pra në të vërtetë përkufizimi më i saktë do të ishte se peshorja mat masën. Një objekt duhet të peshojë një lloj nuk ka rëndësi se me çfarë peshore peshohet ai, apo se ku ndodhet peshorja. Një *kg* ari duhet të peshojë një *kg* si në Itali ashtu edhe në Shqipëri. Në të kundërt do mund të blinim një *kg* ari në Shqipëri dhe ta shisnim atë në Itali me një përfitim. Në rastin e përdorimit të peshoreve në tregti, një inspektor duhet ti testojë ato, jo për saktësinë e tyre në matjen e forcës por në saktësinë e tyre në matjen e masës. Në rastin e instrumentave të peshimit elektronik, gjatë procesit të peshimit nuk kemi krahasim direkt me masën standarde. Me qëllim marrjen e një rezultati matje, ato çka maten janë vlera të madhësive që maten indirekt. Këto vlera janë rryma në rastin e instrumentave matës me *shndërrim elektromagnetik* ose ndryshimi i urës së rezistencave në rastin e instrumentave të peshimit që bazohen në *qelizat ngarkesë*. Qelizat dixhitale të ngarkesës janë të

pajisura me amplifikatorin, konvertuesin analog-dixhital (ADC) dhe pajisjen për përpunimin e të dhënave [54]. Pra vlerat në mënyrë indirekte përpunohen nga një qark elektronik në një rezultat matjeje të shprehur në *gram* ose *kilogram*. Në përgjithësi ekzistojnë disa metoda peshimi, por në shumicën prej tyre, me qëllim marrjen e një rezultati, është e nevojshme të matet forca me të cilën toka tërheq trupat e cila është barabartë me peshën e trupit dhe jepet sipas 4.1:

$$P = m g \quad (4.1)$$

Kur një objekt është vendosur në pjatën e peshimit ajo shmanget në drejtimin e poshtëm të saj gjë e cila vendos lidhjen e forcës duke shkaktuar kështu ngritjen e fundit tjetër të krahut të amplifikimit. Kjo prodhon një output nga sensori i pozicionimit, duke shkaktuar një rritje të rrymës elektrike në elektromagnet derisa krahu i amplifikimit të kthehet në pozicionin e tij fillestar. Një pajisje dixhitale përcakton vlerën e rrymës që kalon nëpër elektromagnet e cila është proporcional me peshën. Një mekanizëm llogaritës i brendshëm shndërron madhësinë e rrymës në njësi të peshës dhe kjo konvertohet në masë. Ilustrimi skematikisht i procesit të peshimit dhe i konvertimit të peshës në masë paraqitet në figurën 4.1. a) dhe 4.1. b) respektivisht [55],[56].

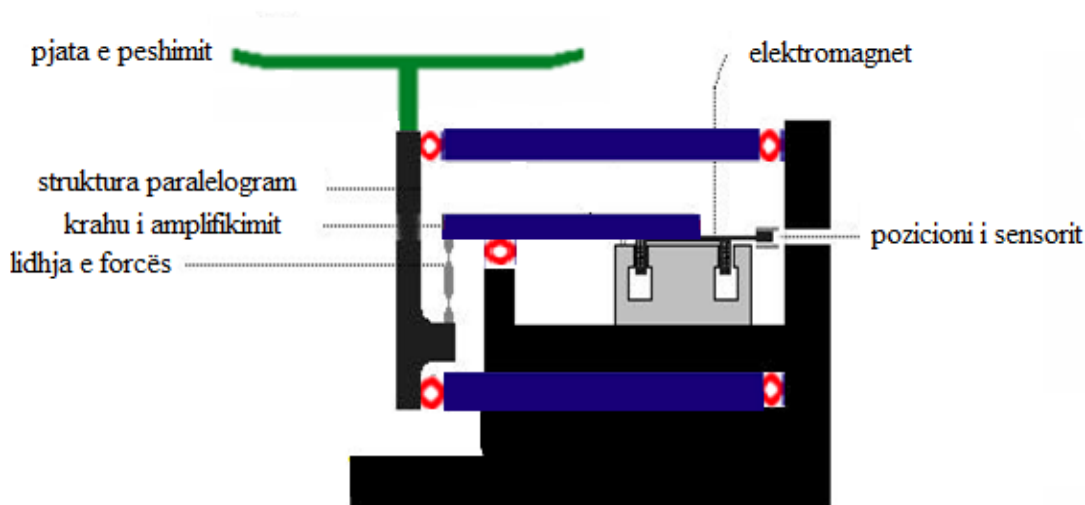


Figura 4.1. a) Skema e procesit të peshimit

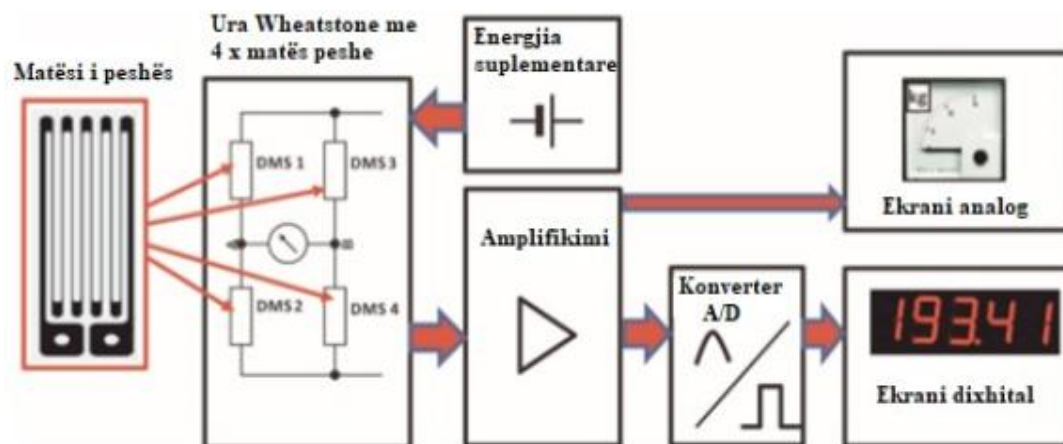


Figura 4.1. b) Skema e konvertimit të forcës së peshës në masë

Balancat janë të rregulluara sipas prodhuesit duke përdorur gramarë çeliku me densitet përafërsisht 8000 kg/m^3 . Në përgjithësi, vlera e treguar nga një balancë, kur peshojmë një trup në ajër është vlera e dukshme e trupit.

Ndryshe nga masa reale, masa e dukshme nuk është një madhësi konstante, por varet nga densiteti i ajrit i cili mund të ndryshojë gjatë procesit të matjes dhe nga densiteti i objekteve që maten. Ky fakt çon në përcaktimin e vlerës konvencionale të masës, për nevojën e transaksioneve dhe të tregut. Sipas ligjit të Arkimedit dihet se:

“Humbja e peshës së një trupi të zhytur në një mjedis është e barabartë me peshën e mjedisit të zhvendosur”

Pra pesha e objektit që peshohet do të jepet me anë të realcionit 4.2:

$$P = m \cdot g - m_F g = (m - m_F)g \quad (4.2)$$

Kështu duke qënë se procesi i peshimit kryhet në ajër atëherë do të kemi që:

$$m_F = V \cdot \rho_a = \frac{m}{\rho} \cdot \rho_a \quad (4.3)$$

Pas zëvendësimit në ekuacionin 4.2 marrim:

$$P = m \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho} \right) g = m_a g \quad (4.4)$$

Pra:

$$P = m_a g \quad (4.5)$$

Eksperimentalisht është vërtetuar se një trup i përbërë prej materiali çelik (densitet = 8,000 kg/m³), me masë 200g peshon 30 mg më pak kur peshohet në ajër sesa kur peshohet në vakum, një diferencë kjo e cila konsiderohet mjaft e madhe, sidomos kur bëhet fjalë për matje të masës të një niveli të lartë saktësie, si ato të një NMI_je [57].

4.2 Klasifikimi i instrumentave të peshimit

Klasifikimi sipas saktësisë për instrumentat e peshimit dhe simbolet e tyre janë dhënë në tabelën.4.1 [53]. Gjithashtu në këtë tabelë janë dhënë për çdo klasë instrumenti, ndarja verifikuese e shkallës, numri i ndarjeve verifikuese të shkallës dhe kapaciteti minimal (kufiri më i ulët). Në instrumenta me shumë kufij ndarjet verifikuese të shkallës janë $e_1, e_2, \dots, e_r$ me $e_1 < e_2 < \dots < e_r$. Minimumi, numri i ndarjeve dhe Maksimumi janë të indeksuara në të njëjtën mënyrë. Në instrumenta me shumë kufij, çdo kufi trajtohet duke u bazuar si në një instrument me një kufi të vetëm.

Tabela 4.1. Klasifikimi i instrumentave të peshimit sipas klasave I, II, III, IIII

Klasa	Ndarja e verifikimit të shkallës	Numri i ndarjeve verifikuese të shkallës, $n = \text{Max}/e$		Kapaciteti minimal (Min)
		minimumi	maksimumi	
Speciale (I)	$0.001 \text{ g} \leq e$	50000	-	100 e
E lartë (II)	$0.001 \text{ g} \leq e \leq 0.05 \text{ g}$	100	100 000	20 e
	$0.1 \text{ g} \leq e$	5000	100 000	50 e
E mesme (III)	$0.1 \text{ g} \leq e \leq 2 \text{ g}$	100	10 000	20 e
	$5 \text{ g} \leq e$	500	10 000	20 e
E ulët (IIII)	$5 \text{ g} \leq e$	100	1000	10 e

Në përgjithësi peshoret që përdoren në tregtinë e përgjithshme, i korespondojnë klasës së III të saktësisë, ndërsa ato që përdoren në tregtinë e mallrave të çmuara (argjendaritë, metalet e çmuara) klasës I dhe ato që përdoren për medikamente farmaceutike, i korespondojnë klasës së II

të saktësisë. Instrumentat e peshimit që janë subjekt i kontrollit ligjor metrologjik, klasifikohen në përdorim për [59]:

1. Përcaktimin e masës për transaksione tregtare
2. Përcaktimin e masës për llogaritjen e taksës doganore, tarifës, taksës, bonusit, gjobës, shpërblimit, dëmshpërblimit ose për lloje të tjera pagesash
3. Përcaktimin e masës për zbatimin e ligjeve ose rregullave ose, për akt-vlerësimin e ekspertit të dhënë në gjyq
4. Përcaktimin e masës në praktikën e mjekimit për peshimin e të sëmurit me qëllim monitorimin, diagnostikimin dhe trajtimin mjekësor
5. Përcaktimin e masës për përgatitjen e ilaçeve sipas recetës në farmaci si dhe përcaktimin e masës në analizat që kryhen në laboratorët mjekësorë dhe farmaceutike
6. Përcaktimin e vlerës mbi bazën e masës për qëllimin e shitjes së drejtpërdrejtë ndaj publikut dhe të përgatitjes së parapaketimeve
7. Të gjitha të tjerat që nuk përmenden më sipër

Zakonisht, instrumentat e peshimit, për shkak të konstruksionit, kanë gabime të brëndëshme konstante në diapazonet e peshimit, të cilat rriten me rritjen e ngarkesës, kështu gjatë procesit të verifikimit të kryer nga metrologolët e DML ata kontrollojnë nëse këto instrumenta janë brënda gabimit maksimal të lejuar ose jo. Për këtë, OIML ka adoptuar një zgjidhje të ndërmjetme, të dhënë në tabelën 4.2 ku, vlerat e *gml* për verifikimin fillestar janë konstante në tre kufij të vlerës së ngarkesës dhe shprehen në funksion të intervalit të shkallës *e*, sipas klasave I, II, III, IIII [58],[60].

Tabela 4.2. Vlerat e *gml* për verifikimin e instrumentave të peshimit sipas klasës së saktësisë

Për ngarkesa <i>m</i> të shprehur në <i>e</i>				
<i>gml</i> në verifikimin fillestar	Klasa I	Klasa II	Klasa III	Klasa IIII
$\pm 0.5e$	$0 \leq m \leq 50\,000$	$0 \leq m \leq 5000$	$0 \leq m \leq 500$	$0 \leq m \leq 50$
$\pm 1e$	$50\,000 \leq m \leq 200\,000$	$5000 \leq m \leq 20\,000$	$500 \leq m \leq 2000$	$50 \leq m \leq 200$
$\pm 1.5e$	$200\,000 \leq m$	$20\,000 \leq m \leq 100\,000$	$2000 \leq m \leq 10\,000$	$200 \leq m \leq 1000$

Vlera e gabimit maksimal të lejuar për verifikimin periodik të instrumentave të peshimit në vendin e tyre të përdorimit janë dyfish i vlerave të gabimit maksimal të lejuar në verifikimin fillestar të paraqitura në tabelën e mësipërme.

Në metrologjinë ligjore kërkesat për standardet e masës janë më të sakta se ato të fushave të tjera kështu, për përcaktimin e standardeve të masës duhet të kemi parasysh tre fusha kryesore të zbatimit të cilat përmbledhen në tabelën 4.3[61].

Tabela 4.3. Tre fusha kryesore të zbatimit në metrologjinë ligjore

Kapaciteti i peshores	Diapazoni tipik
Peshoret e rënda përfshi edhe peshoret automobilistike	50 kg deri 120 t
Peshoret që përdoren në tregtinë e përgjithshme	100 g deri 50 kg
Peshoret që përdoren në farmaceutik, analiza kimike 10 g deri 5 kg dhe metalet e çmuara.	10 g deri 5 kg

4.3 Karakteristikat metrologjike

Karakteristikat metrologjike të instrumentave të peshimit janë të shumta por më poshtë po përmendim disa nga karakteristikat që janë më të rëndësishme për qëllimin e studimit tonë [53]:

- ndarja verifikuese e shkallës e , që përfaqëson saktësinë absolute dhe shërben për klasifikimin e klasës së peshores
- numri i ndarjeve të shkallës, n e cila llogaritet $n = \text{Max}/e$
- gabimi maksimal i lejuar gml , i cili është në funksion të madhësisë së ndarjes verifikuese të shkallës
- kapaciteti më i vogël (Min) i cili jepet për të treguar që përdorimi i instrumentit me ngarkesa të lehta ka mundësi që të japë rritjen e tepërt të gabimeve relative
- kapaciteti maksimal (Max) që mund të masë peshorja

4.4 Metoda e kalibrimit

Për kalibrimin e instrumentave të peshimit përdoret një procedurë e dokumentuar, që përfshin matje të mjaftueshme për të përcaktuar performancën e instrumentit. Metoda e kalibrimit të

instrumentave të peshimit që zbaton laborator i masës në DPM bazohet në guidat e rekomanduara nga EURAMET [62]. Numri i testeve dhe i matjeve që kryhen për kalibrimin e instrumentit në një procedurë normale në raste të veçanta, mund të përcaktohet në konsultim me klientin, në përputhje me përdorimin normal të instrumentit. Testet që normalisht kryhen për të kalibruar një instrument janë:

- Testi i përsëritshmërisë së tregimit të instrumentit
- Testi i efektit të vendosjes jo-qëndrore të ngarkesës
- Testi linearitetit / i gabimit të tregimit

Kriteret që duhet të përmbushen në kalibrimin e instrumentave të peshimit për të siguruar matje të besueshme janë: gjurmueshmëria e matjes në etalonet kombëtare të masës, vlerësimi i rezultatit të matjes për vlerat neto të treguara pa korrigjimin e shmangies nga gabimet sistematike si dhe shprehja e pasigurisë së matjes për faktor mbulimi $k = 2$, që i përgjigjet një niveli besueshmërie 95% [63], [64]. Duhet vlerësuar gjithashtu dhe kushtet e mjedisit në vendpërdorimin e instrumentit të peshimit ku do kryhet kalibrimi dhe në fund të procesit bëhet lëshimi i certifikatës së kalibrimit në të cilën pasqyrohen rezultatet e marra nga të gjitha testet e kryera dhe pasiguria e kalibrimit të balancës. Bazuar në rezultatet e matjeve të pasqyruara në certifikatën e kalibrimit së bashku me vlerën e pasigurisë në matje, klientët mund të gjykojnë nëse mund ti përdorin rezultatet e matjeve të marra nga procesi i peshimit ose jo, duke iu referuar gjithmonë standardeve të tyre të punës [65], [66]. Kur një subjekt i nënshtrohet një procesi të akreditimit, atëherë është pikërisht eksperti i masës i caktuar nga trupa e akreditimit i cili kryen kontrollin e detajuar të rezultateve të kalibrimit të paraqitur në certifikatën e kalibrimit të instrumentit.[67].

4.4.1 Parakushtet

Gjithmonë përpara se të performohet kalibrimi i peshores duhet të kihet parasysh disa parakushte. Personi përgjegjës për kalibrimin duhet të kontrollojë elementet e kalibrimit dhe kushtet e mjedisit. Përdoruesi duhet të pyetet për sigurimin e kushteve normale të përdorimit dhe po në këto kushte duhet të kryhet dhe procesi i kalibrimit. Në këtë mënyrë efektet influencuese të tilla si: rrymat e ajrit, vibracionet, apo pjerrësia e platformës matëse duhet të njihen dhe për këtë

arsye do të përfshihen në pasigurinë e përcaktuar të matjes. Kalibrimi duhet të kryhet vetëm nëse instrumenti mund të identifikohet lehtësisht, të gjitha funksionet e instrumentit janë të lirë nga efektet e ndotjes ose dëmtimit dhe funksionet thelbësore për kalibrimin operojnë sipas nevojës. Paraqitja e vlerës së peshimit është e qartë dhe treguesi, është lehtësisht i lexueshëm. Instrumenti ka qënë i lidhur me energjinë para procesit të kalibrimit për një periudhë të përshtatshme, p.sh për një kohë të caktuar ngrohje sa është specifikuar për instrumentin, ose siç është përcaktuar nga ana e përdoruesit. Instrumenti duhet të jetë i niveluar dhe i pastër. Përpara kalibrimit instrumenti i është ushtruar parangarkimit afërsisht deri në ngarkesën më të madhe të paktën një herë, në mënyrë që të kuptohet se instrumenti është në rregull. Së fundi regjistrohen të dhënat për karakteristikat metrologjike të peshores që do të kalibrohet sipas formatit të pregatitur nga laboratorit i masës [68], [69]. Gjatë procesit të kalibrimit duhet të sigurohet që temperatura e etaloneve të punës të jetë shumë afër ose e njëjtë me temperaturën e instrumentit që kalibrohet. Vlerat minimale të kohës së aklimatizimit të etaloneve të punës jepen në tabelën 4.4 [62]. Për kërkesa të pasigurisë relative më pak të sakta, koha e aklimatizimit është jo më pak se 30 minuta.

Tabela.4.4. Koha e aklimatizimit në vlera minimale

Koha e aklimatizimit në min ΔT								
	$\Delta T / K$							
m/kg	20	15	10	7	5	3	2	1
50		149,9	225,3	212,4	231,1	347,9	298,0	555,8
20		96,2	144,0	135,2	135,0	219,2	186,6	345,5
10		68,3	101,9	95,3	94,8	153,3	129,9	239,1
5		48,1	71,6	66,7	66,1	106,5	89,7	164,2
2		30,0	44,4	41,2	40,6	65,0	54,4	98,8
1		20,8	30,7	28,3	27,8	44,3	37,0	66,7
0,5		14,3	21,0	19,3	18,9	30,0	24,9	44,7
0,2		8,6	12,6	11,6	11,3	17,8	14,6	26,1
0,1		5,8	8,5	7,8	7,5	11,8	9,7	17,2
0,05		3,9	5,7	5,2	5,0	7,8	6,4	11,3
0,02		2,3	3,3	3,0	2,9	4,5	3,7	6,4
0,01		1,5	2,2	2,0	1,9	2,9	2,4	4,2

4.4.2 Kufijtë e matjes në kalibrim

Përveç nëse kërkohet ndryshe nga klienti, një kalibrim shtrihet mbi të gjithë kufirin e matjes nga zero në kapacitetin maksimal të instrumentit të peshimit. Klienti mund të përcaktojë një kufi të caktuar peshimi, e kufizuar nga një ngarkesë minimale dhe maksimale e ngarkesës për të cilën ai kërkon kalibrim. Në një instrument me shumë intervale peshimi, klienti duhet të identifikojë se cilin kufi të matjeve do të kalibrojë [70],[71].

4.4.3 Zgjedhja e etaloneve të punës që përdoren për kalibrim

Për procesin e kalibrimit të instrumentave të peshimit përdoren si etalone pune vetëm gramarët që kanë një gabim maksimal të lejuar i cili është në përputhje me Rekomandimin e OIML dhe gabimet aktuale si dhe pasiguritë merren në konsideratë për llogaritje të rezultateve. Përzgjedhja e gramarëve të punës për kalibrimin e peshoreve, bëhet në bazë të klasës së saktësisë së peshoreve [53], kushteve të mjedisit dhe kërkesës për pasigurinë të klientit. Gjurmueshmëria e këtyre etaloneve tek etalonet kombëtare është e sigurtuar nëpërmjet kalibrimeve të rregullta të laboratorit të masës dhe demonstron nëpërmjet çertifikatës së kalibrimit. Dy parametrat kryesorë në zgjedhjen e gramarëve të punës, për kalibrimin e peshoreve janë: kapaciteti maksimal dhe ndarja e shkallës së peshores. Numri i ndarjeve të shkallës së instrumentit që do të kalibrohet shprehet me raportin Max/d , në njësi të ndarjes së shkallës (e ose d). Laboratori monitoron në mënyrë të vazhdueshme luhajtjen e vlerës së masës konvencionale të gramarëve nëpërmjet grafikut të historikut për çdo seri gramarësh, të cilat janë të dokumentuara dhe ruhen në dosjen përkatëse të serisë së gramarëve dhe në mënyrë elektronike. Për masa nominale, $m_N \geq 100g$ lidhja midis gml dhe masës nominale, tregohen në tabelën 4.4.

Tabela 4.4: gml për masën nominale të etaloneve për klasa të ndryshme saktësie

Klasa e saktësisë	E2	F1	F2	M1	M2
gml	1.5×10^{-6}	5×10^{-6}	15×10^{-6}	50×10^{-6}	150×10^{-6}

Në tabelën 4.5 jepen mundësitë e zgjedhjes së gramarëve të punës për kalibrimin e instrumentave të peshimit sipas klasës përkatëse të saktësisë. Për instrumentat e peshimit që janë subjekt i kontrollit metrologjik ligjor pra verifikimit, klasa e saktësisë së gramarëve që përdoren për

procesin e verifikimit janë të klasës M dhe F.

Tabela 4.5. Zgjedhja e klasës së gramarëve për kalibrimin e peshoreve elektronike

Klasa e saktësisë së peshoreve	Kapaciteti maksimal	Klasa e saktësisë së gramarëve	Ndarja e shkallës (e)	Ngarkesa minimale
(III)	≤ 5000 d	M2	$e > 5$ g	200 d
(III)	≤ 10000 d	M1	$e \leq 2$ g	100 d
(II)	≤ 30000 d	M1	$e > 0.1$ g	100 d
(II)	≥ 30000 d	F2	$e \leq 0.1$ g	100 d
(II)	≤ 120000 d	F2	$e \leq 0.01$ g	100 d
(II)	≥ 120000 d	F1	$e \geq 0.001$ g	100 d
(I)	≤ 1000000 d	F1	$e \leq 0.001$ g	100 d
(I)	≥ 1000000 d	E2	$e \leq 0.001$ g	100 d
(I)	≥ 5000000 d	E2	$e \leq 0.0001$ g	100 d

4.4.4 Vendi i kalibrimit

Kalibrimi normalisht duhet të kryhet në vendin ku instrumenti është duke u përdorur. Nëse një instrument zhvendoset në një vend tjetër pas kalibrimit, efektet e mundshme që vijnë nga ndryshimi i vendit të përdorimit janë:

1. ndryshimi në vlerën e gravitetit lokal
2. ndryshimi në kushtet e mjedisit
3. ndryshimi në kushtet mekanike dhe termike gjatë transportimit

Për rrjedhojë ka të ngjarë të ndryshojë performanca e instrumentit dhe kjo gjë çon në pavlefshmërinë e kalibrimit të mëparshëm. Për këtë arsye zhvendosja e instrumentit pas kalibrimit duhet të shmanget, përveç rasteve kur këto efekte në një instrument të veçantë, ose tipi të instrumentit të peshimit demonstrohen në mënyrë të qartë. Kur kjo gjë nuk është demonstruar, çertifikata e kalibrimit nuk duhet të pranohet si dëshmi e gjurmueshmërisë. Pra nëse një

përdoruesi të një instrumenti peshimi i duhet që për arsye të ndryshme të zhvendosë këtë instrument në vende të ndryshme, atëherë në rast se ai kërkon të sigurohet për cilësinë e rezultateve të peshimit të marra nga ky instrument dhe besueshmërinë e tyre, duhet të bëjë rikalibrim të tij sa herë ndryshon vendin e tij të përdorimit [72].

4.4.5 Testi i përsëritshmërisë

Testi i përsëritshmërisë së tregimit të instrumentit kryhet duke përdorur një gramar të vetëm, duke e vendosur atë në mënyrë të përsëritur në peshore 6 herë, në të njëjtat kushte mjedisore si për gramarët ashtu edhe për instrumentin. Vlera e ngarkesës së testit zgjidhet në varësi të llojit të instrumentit dhe merret:

- për instrumenta me një kufi matjeje dhe ndarje konstante shkalle, $0.5 \text{ Max} \leq L_T \leq \text{Max}$
- për instrumenta me shumë intervale matjeje $L_T \approx \text{Max}_1$

4.4.6 Testi i jashtëqëndërsisë

Testi i efektit të vendosjes jo-qëndrore të ngarkesës kryhet duke vendosur ngarkesën L_T në fillim në pozicionin qendror (1) të pjatës së peshores dhe pastaj në pozicionet anësore (2) (3) (4) (5), siç paraqitet në figurën 4.1. Ngarkesa e zgjedhur për të kryer këtë test është jo më e vogël se $L \geq 1/3 \text{ Max}$.

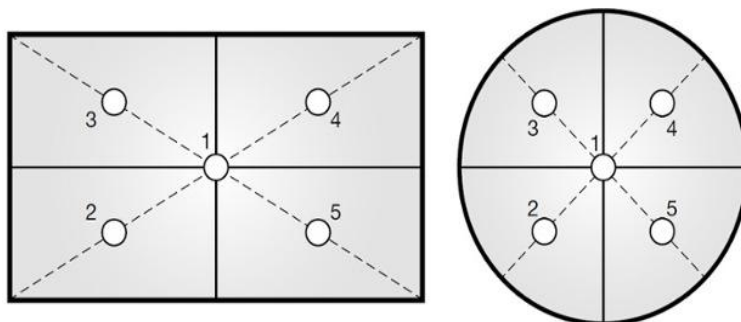


Figura 4.1. Skema e testit të jashtëqëndërsisë

4.4.7 Testi i linearitetit/ testi i gabimit të tregimit

Lineariteti përkufizohet si “devijimi i dy vlerave të ndërruara nga vija e drejtë lineare e grafikut

të përcaktuar teorikisht ” [63]. Testi i linearitetit ose ndryshe testi i gabimit të tregimit kryhet duke përdorur një numër $k \geq 5$ ngarkesa të veçuara L_{Tj} , ku $1 \leq j \leq k$, që mbulojnë gjithë kufijtë e matjes së instrumentit, të përcaktuara në pika fikse të kufirit të matjes si psh, Min, $\frac{1}{4}$ Max, $\frac{1}{2}$ Max, $\frac{2}{3}$ Max dhe Max. Me qëllim përmbushjen e kërkesave të ISO/IEC 17025, me të cilin punojnë industria dhe laboratorët e ndryshëm, laboratori i masës në DPM garanton që pasiguria e matjes është e pranueshme për kalibrimin e instrumentit të peshimit dhe llogaritjet bazuar në [48], [50]. Laboratori i masës në DPM është akredituar për kalibrimin e instrumentave të peshimit për kapacitete që arrijnë në vlerën maksimale të peshimit deri në 100 kg dhe me pasiguri të matjes sipas vlerave të paraqitura në tabelën 4.6.

Tabela 4.6. Fusha e mbulimit të akreditimit për laboratorin e masës

Subjekti i akreditimit (Instrumentet matës për kalibrim)	Fusha e mbulimit	Aftësitë Matëse Kalibruese	Metoda e Kalibrimit
Kalibrimi i Instrumentave Jo-Automatikë të Peshimit kryhet në vendpërdorim	Deri në 100kg	Instrumentat Jo-Automatikë të Peshimit – Klasa e I-rë Pasiguria $U \geq 2 \times 10^{-6}$ g (jo më pak se 2×10^{-6} g)	Në përputhje me standardet Europiane
		Instrumentat Jo-Automatikë të Peshimit – Klasa e II-të Pasiguria $U \geq 2 \times 10^{-5}$ g (jo më pak se 2×10^{-5} g)	Në përputhje me standardet Europiane
		Instrumentat Jo-Automatikë të Peshimit – Klasa e III-të Pasiguria $U \geq 2 \times 10^{-4}$ g (jo më pak se 2×10^{-4} g)	Në përputhje me standardet Europiane
		Instrumentat Jo-Automatikë të Peshimit 50kg - 100kg, Pasiguria $U \geq 2 \times 10^{-3}$ g (jo më pak se 2×10^{-3} g)	Në përputhje me standardet Europiane

4.4.8 Llogaritja e pasigurisë së matjes

Pasiguria e matjes varet në mënyrë të konsiderueshme jo vetëm në pajisjet e laboratorit kalibruar por edhe nga vetitë e vetë instrumentit të kalibruar. Pasiguria e matjes mund të reduktohet në një farë mase me rritjen e numrit të matjeve të kryera për një kalibrim. Për këtë duhet që, laboratori kalibruar dhe klienti të bien dakord mbi vlerën e parashikuar mbi pasigurinë e matjes që është e

përshtatshme në funksion të përdorimit të instrumentit dhe në funksion të kostos së kalibrimit. Sipas GUM dallohen dy lloje pasigurish [50]:

- Pasiguria e tipit A, e cila llogaritet duke përdorur analizat statistike të serive të matjes
- Pasiguria e tipit B, e cila llogaritet me metoda të ndryshme nga ajo e tipit A

Në rastin e pasigurisë së tipit B, faktorët kontribues në buxhetin e pasigurisë mund të jenë: instrumenti që testohet, standardi që përdoret si referencë, metoda/proçesi i kryerjes së matjes, kushtet e mjedisit, personi që kryen matjet, si edhe komponentë shtesë pasigurie që lidhen me madhësinë që do të matet/ kalibrohet. Përveç kësaj, metoda B përdor të dhëna nga specifikimet e produktit të prodhuesit, të dhënat e pasigurisë së referencës, manuali dhe të gjitha publikimet e aksesueshme të tjera. Në rastet kur pasiguria përcaktohet me metodën B, shpërndarja më e shpeshtë është në formë drejtkëndore. Kështu, për të llogaritur vlerën e pasigurisë, të dhënat fillestare duhet të pjestohen me $\sqrt{3}$. Në rastin e zgjidhjes së një pajisje matëse, ku mund të caktohet kufiri i sipërm dhe i poshtëm i vlerës fillestare, pasiguria përcaktohet duke pjestuar njësinë e leximit me $2\sqrt{3}$. Pasiguria e përcaktimit të gabimit të tregimit llogaritet duke pjestuar pasigurinë e zgjeruar (të specifikuar në çertifikatën e kalibrimit) me faktorin e mbulimit k , i cili gjithashtu është specifikuar në çertifikatën e kalibrimit [75]. Më poshtë po përmendim në mënyrë të detajuar, të gjitha kontributet që futen në buxhetin e pasigurisë së matjes gjatë proçesit të kalibrimit të një instrumenti peshimi dhe llogaritjen e tyre [62].

Kontributi i pasigurisë për shkak të kalibrimit të gramarit referues

Kontributi i pasigurisë për shkak të kalibrimit të gramarit referues shënohet me simbolin δm_c dhe është vlerësuar si shpërndarje normale. Duke qënë se gramarët janë kalibruar sipas tolerancave të rekomandimit R111 të OIML, atëherë pasiguria standarde e gramarit shprehet me anë të formulës 4.6:

$$u(\delta m_c) = \frac{gml}{\sqrt{3}} \quad (4.6)$$

Kur gjatë kalibrimit përdoren njëkohësisht më shumë se një gramar, atëherë vlera e masës dhe

pasigurisë merret si shumë arithmetike e vlerave të veçanta të tyre.

Kontributi i pasigurisë për shkak të driftit të gramarit referues

Kontributi i pasigurisë për shkak të driftit të gramarit referues shënohet me simbolin δm_D . Midis dy kalibrimeve të njëpasnjëshme është e mundshme që masa e gramarit të ketë një luhajtje në vlerë, e cila mund të nxiret nga historiku i kalibrimeve të njëpasnjëshme të gramarit, ose llogaritet drejtpërdrejtë me anë të formulës 4.7:

$$u(\delta m_D) = \frac{gml}{3\sqrt{3}} \quad (4.7)$$

Kontributi për shkak të efektit të korrigjimit të forcës shtytëse të ajrit

Kontributi për shkak të efektit të korrigjimit të forcës shtytëse të ajrit δm_B varet nga vlera e densitetit të gramarit të kalibruar, nga vlera e densitetit të ajrit në kohën e kalibrimit dhe nga rregullimi i instrumentit të peshimit për shkak të ndryshimit të gravitetit [73].

Pasiguria standarde e ndikimit të korrigjimit të forcës shtytëse të ajrit, duke e konsideruar atë si shpërndarje drejtkëndore dhe pa zbatuar ndonjë korrigjim jepet me formulën 4.8:

$$u(\delta m_B) = \frac{gml}{4\sqrt{3}} \quad (4.8)$$

Kontributi për shkak të ndikimit të konveksionit të temperaturës

Vlera e korrigjimit të tregimit për shkak të efektit të konveksionit të temperaturës midis peshores dhe gramarit δm_{konv} , varet nga vlera e diferencës së temperaturës së mjedisit dhe asaj të gramarit standard ΔT .

Duke mos zbatuar asnjë korrigjim dhe duke e marrë shpërndarjen e vlerave si drejtkëndore brenda limiteve $\pm \Delta m_{konv}$, atëherë pasiguria standarde do të shprehej me anë të formulës 4.9:

$$u(\delta m_{konv}) = \frac{\Delta m_{konv}}{\sqrt{3}} \quad (4.9)$$

Kontributi për shkak të përsëritshmërisë së balancës

Ky kontribut i pasigurisë standarde vjen si shkak i tregimeve jo të mira të instrumentit gjatë ngarkimit me një masë standarde. Duke vlerësuar shpërndarjen e vlerave të tregimeve si shpërndarje normale, atëherë pasiguria standarde e përsëritshmërisë së n - tregimeve do të shprehet me anë të formulës 4.10:

$$u(\delta I_{per}) = \frac{s(I_j)}{\sqrt{n}} \quad (4.10)$$

Në rast se kryhet vetëm një test përsëritshmërie, atëherë shmangia standarde e marrë nga ky test do të përfaqësojë të gjithë tregimet e instrumentit për gjithë kufirin e peshimit.

Kontributi për shkak të rrumbullakimit të tregimit

Për shkak të tregimit shifror të gjitha ngarkesat që janë në kufijtë poshtë ($R_i - 0.5d$) dhe sipër ($R_i + 0.5d$), rrumbullakosen vetvetiu në vlerën e tregimit R_i . Për përcaktimin e kontributit të pasigurisë për shkak të efektit të rrumbullakimit shifror, vlerësojmë se vlera e tregimit paraqitet si vlerë e marrë nga një shpërndarje drejtëkëndore. Në fakt instrumenti rrumbullakos si tregimin në zero dhe tregimin e çdo ngarkese të vendosur në pjatën e peshores. Pasiguria standarde për shkak të rrumbullakimit shifror do të shprehet me pasigurinë standarde të ngarkesës në zero, u_{rr} ($R=0$) dhe në vlerën e ngarkesës së zbatuar u_{rr} ($R \approx L$).

Pasiguria standarde për shkak të efektit të rrumbullakimit shifror për ngarkesë zero jepet me anë të formulës 4.11:

$$u(\delta I_{rr0}) = \frac{d_0}{\sqrt{12}} \quad (4.11)$$

Pasiguria standarde për shkak të efektit të rrumbullakimit shifror për një ngarkesë, jepet me anë të formulës 4.12:

$$u(\delta I_{rrL}) = \frac{d_L}{\sqrt{12}} \quad (4.12)$$

Kontributi për shkak të jo - qëndërsisë së ngarkesës

Kontributi pasigurisë për shkak të jo-qëndërsisë së ngarkesës llogaritet në bazë të diferencës më të madhe midis tregimit të ngarkesës në një pozicion çfarëdo të skajshëm dhe tregimit të ngarkesës në pozicionin qendror. Duke e vlerësuar shpërndarjen e tregimit si drejtkëndore, për ngarkesa të shtrira në të gjithë kufirin e peshimit të instrumentit vlera e pasigurisë standarde të efektit të joqëndërsisë llogaritet me anë të formulës 4.13:

$$u(\delta I_{jq}) = \frac{|\Delta I_{jq}|_{Max}}{\sqrt{3}} \frac{I_i}{2L_{jq}} \quad (4.13)$$

Pasiguria standarde e gabimit duke ju referuar formulave të paraqitura më sipër jepet me shprehjen 4.14:

$$u^2(E) = u^2(\delta I_{rr0}) + u^2(\delta I_{rrL}) + u^2(\delta I_{për}) + u^2(\delta I_{jq}) + u^2(\delta m_c) + u^2(\delta m_B) + u^2(\delta m_D) + u^2(\delta m_{konv}) \quad (4.14)$$

Pasiguria e zgjeruar

Pasiguria e zgjeruar e gabimit shprehet nëpërmjet faktorit të mbulimit. Ky faktor do të zgjidhet në mënyrë të tillë që pasiguria e zgjeruar ti përgjigjet një mundësie mbulimi afërsisht 95% ($k = 2$) dhe shprehet me anë të formulës 4.15:

$$U = k * u(E) \quad (4.15)$$

Në mënyrë të përmblodhur të gjitha kontributet që përbëjnë buxhetin e pasigurisë në kalibrimin e balancës paraqiten në Diagramën Ishikawa në figurën 4.1 [66].

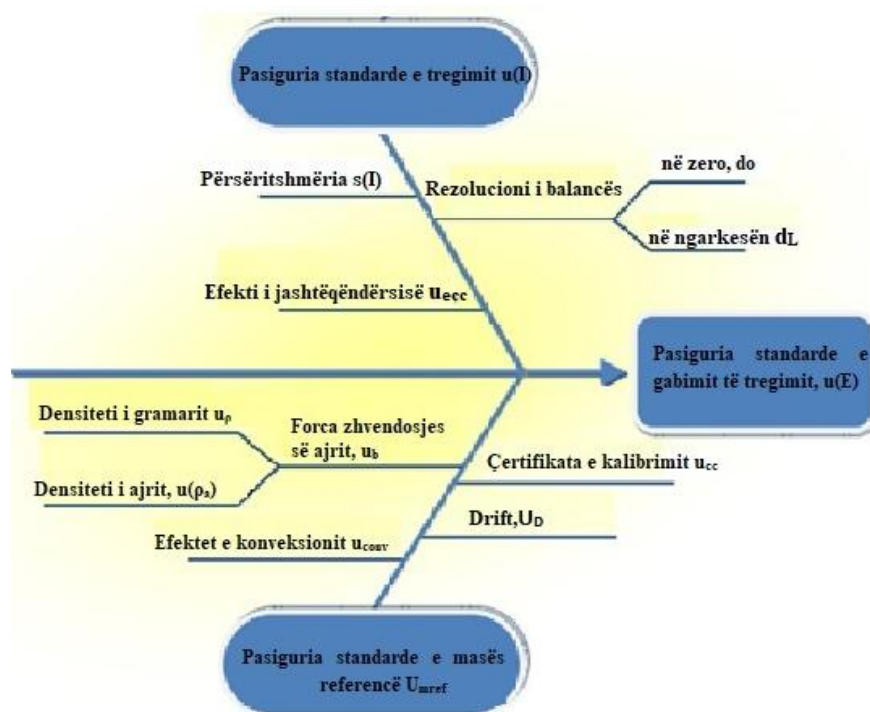


Figura 4.2. Diagrama Ishikawa e komponentëve të pasigurisë në kalibrimin e balancës

Llogaritja e pasigurisë së matjes bëhet nëpërmjet programit MS EXCEL, ku në qeliza të veçanta janë hedhur të gjitha formulat për secilin nga kontributet që përfshihen në buxhetin e pasigurisë së matjes. Çdo lloj matjeje ka disa pasiguri të rezultateve. Sa herë që dikush siguron rezultate të matjeve gjatë një procesi peshimi, duhet gjithashtu të sigurojë të dhëna në lidhje me cilësinë e rezultateve të këtyre matjeve, pasi është e domosdoshme për këdo që përdor këto matje në punën e tyre, të sigurojë besueshmërinë e matjeve [74]. Nëse këto të dhëna mungojnë, atëherë nuk ka asnjë kuptim krahasimi i matjeve me referencat e tyre të përmendura në rregulloret dhe normativat. Pra, llogaritja dhe shprehja e pasigurisë është e detyrueshme për çdo proces matës. Nocioni i pasigurisë është një fenomen mjaft i ri në historinë e matjeve, megjithëse gabimi dhe analiza e gabimeve kanë qënë të pranishme në metrologji për një kohë shumë të gjatë. Pas llogaritjes së të gjitha gabimeve të parashikuara e të njohura dhe përfundimit të korrigjimeve të tyre, ajo që ende mbetet është pasiguria në lidhje me mënyrën e marrjes së rezultatit dhe nëse ky rezultat paraqet saktësisht atë çka duhej të matet. Pasiguria lidhet në mënyrë të pandashme me rezultatet e matjeve dhe vitet e fundit ka marrë një vëmendje të veçantë sidomos në kushtet

standarde laboratorike. Çdo matje e kryer në një laborator ka një vlerë pasigurie përkatëse të caktuar të kalibrimit. Pasiguria lidhet drejtpërsëdrejti me parametrat e matjes, pajisjet ose procesin e matjes që përdoret dhe standardet e vëna në dispozicion me pasiguritë shoqëruese. Metoda ideale e vlerësimit dhe e shprehjes së pasigurisë së matjes duhet të jetë sa më *universale* të jetë e mundur në mënyrë që të jetë e zbatueshme për çdo lloj matjeje dhe çfarëdo lloj të dhënash të përpunuara në matje [75]. Gjithashtu është e domosdoshme që metoda për vlerësimin dhe shprehjen e pasigurisë të jetë uniforme në të gjithë botën në mënyrë që matjet e kryera në vende të ndryshme të mund të krahasohen lehtë. Në fund të procesit të kalibrimit të një instrumenti peshimi lëshohet një certifikatë kalibrimi në të cilën paraqiten rezultatet e të gjitha testeve të kryera gjatë kalibrimit si edhe pasiguria e matjes duke karakterizuar kështu sjelljen metrologjike të tij. Është pikërisht përdoruesi i këtij instrumenti peshimi i cili mbi bazën e rezultateve të matjeve të paraqitura në këtë certifikatë kalibrimi, vendos nëse këto rezultate janë të kënaqshme dhe ky instrument është i përshtatshëm për përdorim sipas nevojave dhe kërkesave specifike të qëllimit të tij të përdorimit. Rezultati i certifikatës së kalibrimit për statusin dhe përdorimin e instrumentit të peshimit mund të jetë [76], [77]:

- përdorimi i këtij instrumenti peshimi është pa ndonjë veprim të mëtejshëm
- rregullimi i instrumentit, rikalibrimi dhe përdorimi
- përdorimi duke bërë korrigjimet e nevojshme dhe të përshtatshme në tregues nëse rregullimi nuk është i mundshëm
- zëvendësimi i instrumentit me një instrument tjetër me sjellje më të mirë metrologjike për të përmbushur kërkesat e përdorimit të tij

KAPITULLI V

METODAT E MATJES SË GRAVITETIT ABSOLUT DHE PËRCAKTIMI I NJË ZONE GRAVITETI

5.1 Metodat e matjes së gravitetit absolut eksperimentalisht

Në ditët e sotme metoda që përdoret gjerësisht për matjen e gravitetit absolut është metoda e ashtuquajtur balistike. Nëpërmjet kësaj metode arrihet saktësia më e mirë e mundshme e matjeve të gravitetit absolut ($1\mu\text{Gal} = 1 \times 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$), e cila njihet nga CIPM, si metoda primare. Metoda balistike është metoda e hedhjes së një mase test vertikalisht në një dhomë vakumi. Instrumenti matës për matjen e vlerës absolute të nxitimit gravitacional “g” është një aparat i transportueshëm që quhet *gravimetër absolut*. Gravimetrat absolut modern klasifikohen në dy grupe, të cilët ndahen në sisteme të rënies së lirë të thjeshtë dhe sisteme të rënies së lirë simetrike (simple - free fall & symmetric - free fall systems). Në rastin e parë, realizohet një hedhje e thjeshtë e një trupi test nga lart poshtë, ndërsa në rastin e dytë, trupi test hidhet vertikalisht lart. Avantazhi i rastit të parë është thjeshtësimi i madh i pjesës mekanike. Nga ana tjetër metoda e rastit të dytë është më pak e ndjeshme nga influencimi i ajrit mbetës në dhomën e vakumit [78], [79]. Duke përdorur pozicionet $\{S_1, \dots, S_N\}$ të masës test në momentet e kohës $\{T_1, \dots, T_N\}$, nxitimi i rënies së lirë gjendet si një parametër i disa modeleve të trajektores $z(t)$ në përputhje me dy parametrat kohë - distancë (T_i, S_i). Në metodën e rënies së lirë simetrike, gjurmohet trajektorja në të dy pjesët e saj lart dhe poshtë. Trajektorja e objektit të hedhur regjistrohet në mënyrë interferometrike duke krahasuar distancën nëpër të cilën ajo lëviz me gjatësinë e valës së lazerit He-Ne [80], [81]. Sinjalet e interferencës që dalin nga interferometri dedektohen nga një foto - shumëzues dhe kapet nga një dixhitalizues i valëve me shpejtësi të lartë të sinkronizuar me një Oshilator Rb, i përdorur si standardi i kohës. Stacionet e barazlanguar përzgjidhen duke numëruar një numër të plotë të sinjaleve të interferencës (aktualisht 1024), në veçanti, stacionet e njëpasnjëshme ndahen në distanca $d = 1024 \lambda/2$, ku λ është gjatësia e valës së rrezatimit lazer. Metoda e ashtuquajtur *local fit method*, përdoret për të përcaktuar kohën e sinjalit të interferencës. Veçanërisht koha llogaritet duke përshtatur modelin e ekuacionit të sinjalit të

interferencës së valëve monokromatike me sinjalin e interferencës që i korespondon stacionit të zgjedhur. Koordinatat hapësirë - kohë përpunohen me një algoritëm të katrorëve më të vegjël ku një funksion model përshtatet me trajektoren. Çdo hedhje jep një vlerësim të vlerës së “g” [82]. Në mënyrë që të përcaktohet saktësia në matjet e “g”, është e nevojshme gjurmueshmëria e standardeve primare të njësive të gjatësisë dhe kohës. Një saktësi e tillë arrihet duke përdorur metoda optike interferometrike për të gjurmuar fluturimin e masës test. Në gravimetrin absolut IMGC-02 të zhvilluar në INRIM një orë atomike Rubidiumi dhe një lazer He - Ne i stabilizuar, garantojnë gjurmueshmërinë e njësive të kohës dhe gjatësisë respektivisht. Hapi kryesor në një matje të gravitetit është identifikimi i një vendi të përshtatshëm për instrumentin. Vendet ideale janë ato me bazament për realizimin e një performance të qëndrueshme dhe që ndodhen sa më larg zhurmave (si trafiku i makinave dhe hekurudhave). Këto vende gjithashtu duhet të jenë larg fluktuacioneve të burimeve ujore si lumenjtë dhe sipërfaqet kulluese [83].

5.2 Përshkrimi i gravimetrit absolut IMGC-02

Instrumentat e para që përdorën optikën gjeometrike, pra instrumentat e parë interferometrik të rënies së lirë u zhvilluan nga Martsyniak 1956 [84], Preston-Thomas, Thulin, dhe të tjerë 1960 [85],[86] dhe Faller 1965 [87]. Ndërkohë Sakuma në BIPM, Sevres, Francë po punonte për një instrument interferometrik në të cilin do të zbatohet metoda e rënies së lirë simetrike [88],[89].

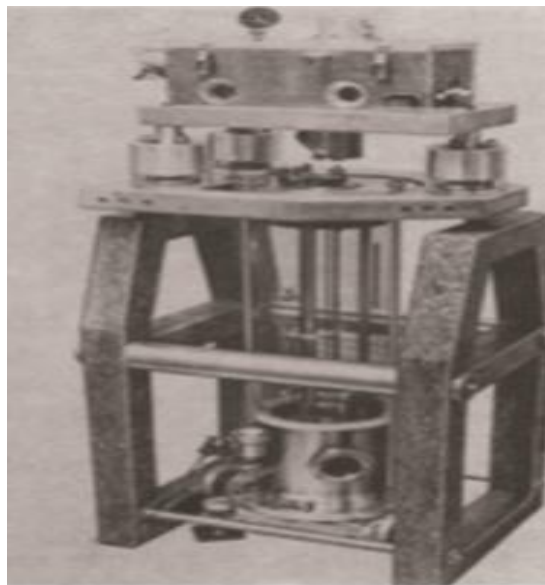


Figura 5.1. Gravimetri absolut IMGC-01

Gravimetri absolut i quajtur sot gravimetri IMGC-02 është një pajisje laboratorike absolute e bazuar në metodën e rënies së lirë simetrike i cili fillimisht u zhvillua në BIPM nga Sakuma në 1963. Bazuar në parimin e instrumentit të krijuar nga Sakuma, instituti italian i metrologjisë (në atë kohë IMGC) në bashkëpunim me BIPM, zhvilloi në vitin 1974 një version të ri të këtij instrumenti portativ i cili u quajt IMGC-01, në shenjë respekti të themeluesit të metrologjisë italiane Gustavo Colonnetti, shih figurën 5.1 [79].

Më vonë, INRIM krijoi gravimetrin e ri IMGC-02, shih figurën 5.2, si një përmirësim i aparatit IMGC -01. Ky aparat ka qënë pjesë e disa krahasimeve ndërkombëtare të gravimetrave absolut dhe ka arritur rezultate të pranueshme duke treguar riprodhueshmërinë e mirë të aparatit [90], [91]. Gjithashtu ky gravimetër ka marrë pjesë edhe në kryerjen e matjeve të gravitetit absolut në tre vende të ndryshme, duke i krahasuar këto rezultate me një gravimetër tjetër absolut të emërtuar FG5 i cili po ashtu ka kryer matje në këto tre vende. Nga krahasimi i rezultateve rezultoi se matjet përputheshin mjaft mirë nga të dy gravimetrat. Gravimetri absolut FG5 zbaton metodën e rënies së lirë të masës test nga lart poshtë, por parimi i punës është i njëjtë me atë të gravimetrit IMGC-02 [92], [93]. Algoritmi i përshtatur në IMGC-02 është më i sofistikuar dhe më gjithëpërfshirës se sa në gravimetrat e tjerë sepse modeli i ekuacionit, midis parametrave të tij të vlerësimit, përfshin edhe gradientin vertikal të gravitetit.



Figura 5.2. Gravimetri absolut IMGC-02

Instrumenti IMGC-02 menaxhohet nga një kompjuter personal. Mekanizmi hedhjes e lëshon masën test vetëm kur sistemi është gati. Në veçanti programi i përdorur kontrollon gjendjen e mekanizmit hedhës (i ngarkuar ose i pa ngarkuar) dhe gjendjen e lazerit (e kyçur ose e hapur). Parametrat e mjedisit të tilla si, presioni barometrik lokal dhe temperatura monitorohen gjatë

matjeve dhe ruhen për çdo hedhje. Pjesët kryesore përbërëse të gravimetrit absolut të cilat paraqiten skematikisht në figurën 5.3 janë: [78]:

- Sistemi optiko-mekanik
- Sistemi elektronik

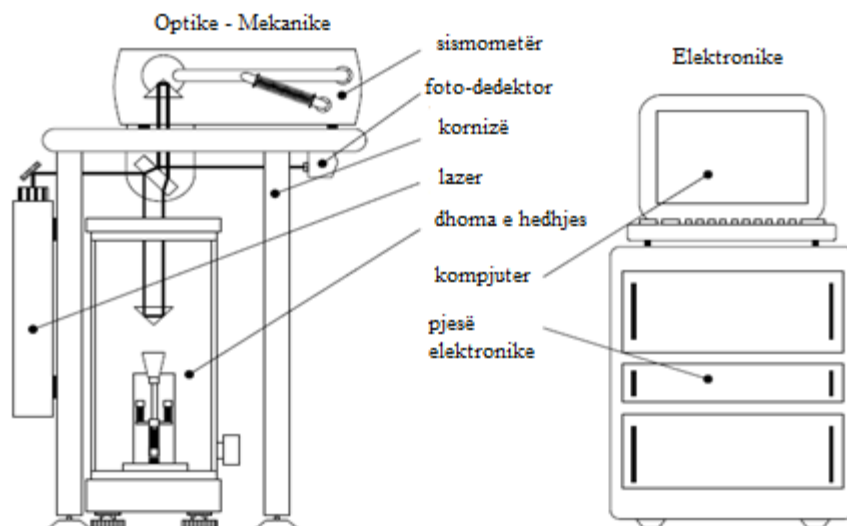


Figura 5.3. Pjesët optike - mekanike dhe elektronike të aparatit

Siç tregohet në figurën 5.3 pjesa optike-mekanike është e ndarë në sistemin e hedhjes, sistemi optik dhe sistemi referencë kuazi-inercial, ndërsa pjesa elektronike ndahet në njësinë e kontrollit dhe njësinë e marrjes së të dhënave, kompjuteri dhe ushqyesit. Për të realizuar hedhjen vertikalisht lart të masës test dhe për gjurmueshmërinë e lëvizjes së lirë të saj janë projektuar një sistem hedhjeje, një sistem optik dhe një sistem kuazi-inercial për të cilët do të flitet në mënyrë më të detajuar në vazhdimësi. Nuk ekziston asnjë lidhje mekanike ndërmjet sistemit të hedhjes dhe sistemit optik (përveç dyshemesë së përbashkët), kështu dridhjet e prodhuara nga hedhja e masës test nuk e përshpejtojnë në mënyrë direkte interferometrin. Pika referencë nga e cila regjistrohet trajektorja është e tendosur në masën inerciale të një sismometri, që realizon një sistem referimi kuazi-inercial.

5.2.1 Sistemi i hedhjes

Sistemi i hedhjes përbëhet nga:

- dhoma e vakumit
- pompa
- mekanizmi hedhës
- masa test

Baza e dhomës së vakumit e përbërë nga material çeliku mbështetet në tre këmbë me vida nivelimi të cilat së bashku me dy bulba nivelimi lejojnë rregullimin e vertikalitetit. Pjesa kryesore e dhomës së vakumit është një tub qelqi flanxhe, pjesa e poshtme është e përshtatur me bazën ndërsa pjesa e sipërme është e mbuluar me një kapak alumini në qendrën e së cilës është hapur një dritare (me diametër 5 cm, trashësi 1.27 cm) duke lejuar rrezet lazer të arrijë masën test. Brënda tubit të qelqit është vendosur një mbrojtëse Faraday e cila mbron masën test nga ngarkesat elektrostatische. Tubi i qelqit mund të zhvendoset lehtësisht duke lejuar akses të plotë në masën e testit dhe mekanizmin hedhës. Baza e dhomës ka dy tuba dalës, e para është e lidhur me një *turbo pompë* me zhurma të ulët dhe i dyti me një matës vakumi.

Një presion prej 1×10^{-3} Pa arrihet pas përrreth 5 orësh. Në figurën 5.4 paraqitet skematikisht mekanizmi hedhës.

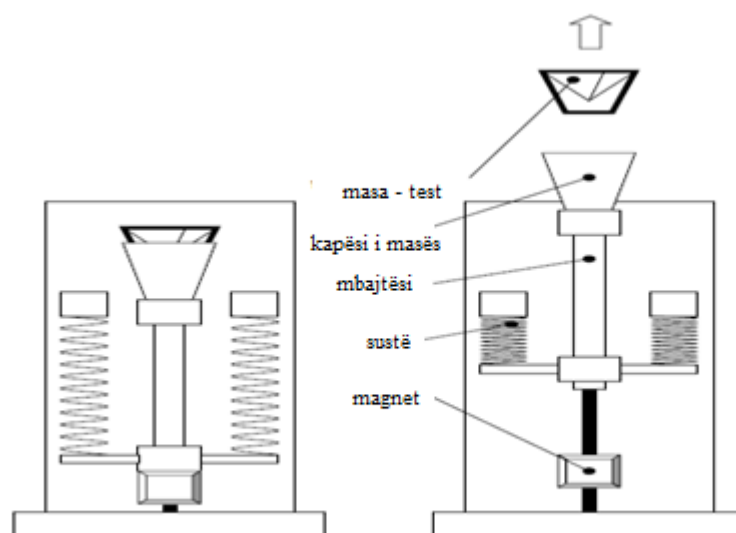


Figura 5.4. Skema e mekanizmit hedhës

Mekanizmi hedhës është i tendosur në bazën e dhomës së vakumit. Ai mbështet, hedh lart dhe

butësisht kap masën test në fund të trajektorës së saj. Masa test qëndron në një mbajtëse e cila është e fiksuar në një ngarkesë të lëvizëshme e ndihmuar nga dy susta. Kontakti ndërmjet masës test dhe mekanizmit hedhës është realizuar me anë të tre dorezave 1 mm të larta në sipërfaqen e sipërme të mbajtëses. Ngarkesa mbahet nga një magnet elektrik ndërsa ulet poshtë nëpërmjet një motorri elektrik. Në të njëjtën kohë sustat janë ngarkuar. Mekanizmi hedhës është projektuar në një mënyrë të tillë që pozicioni fillestar i masës test në fillim të hedhjes të jetë gjithmonë i njëjtë. Hedhja e trupit realizohet duke ndërprerë rrymën ekzistuese në magnet.

Masa test e cila përbëhet nga një pasqyrë (me formë kulm - kubike) dhe një mbështetëse e montuar (kornizë). Në figurën 5.5 jepen paraqitja skematike e masës test dhe një foto e masës test me karakteristikat e saj [78], [94].

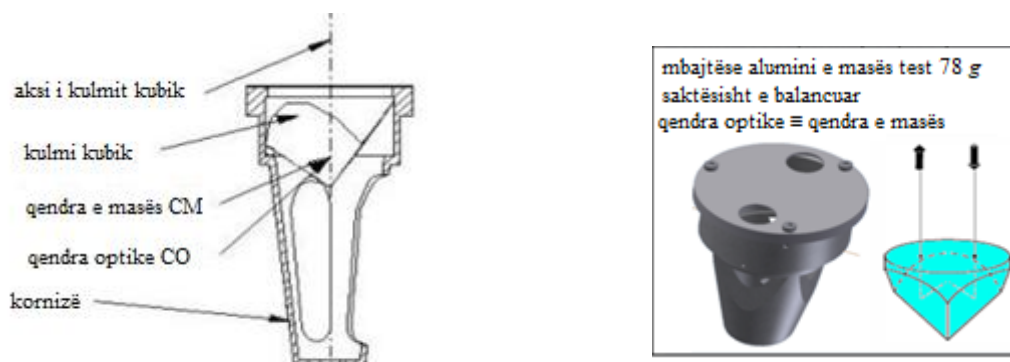


Figura 5.4. Masa test me pasqyrën kulm-kubike dhe korniza e saj

Prizmi pasqyrues është me kulm kubik i cili ka vetinë që një rreze rënese ta pasqyrojë paralele me veten e saj pavarësisht nga këndi i rënies. Në fakt për interferometrin, prizmi pasqyrimin krijon një pikë në hapësirë [96]. Në rastin e një forme ideale, duke përcaktuar n si treguesin e thyerjes të materialit nga i cili përbëhet prizmi, d gjatësinë e tij, një pikë e tillë e quajtur qendër optike është pozicionuar në aksin gjatësor në një distancë të barabartë me d/n nga sipërfaqja pasqyruese. Për fat të keq qendra e masës së prizmit ndodhet larg nga qendra optike. Kështu prizmi pasqyrues është përshtatur në një mbështetëse të montuar, të përbërë me alumin në një mënyrë të tillë që qendra e masës të përputhet me qendrën optike [97]. Në këtë mënyrë çdo rrotullim i masës test rreth qendrës së tij të masës nuk ndikon as në orientimin interferometrik as në vlerën e matur të g [98].

5.2.2 Sistemi optiko-mekanik

Një interferometër Michelson bënë të mundur matjen e pozicionit të masës test [99]. Trupi që hidhet funksionon si një prizëm pasqyrues në krahët optikë të interfereometrit, prizmi tjetër pasqyrues funksionon si sistem referimi inercial gjatë matjes. Në figurën 5.5 tregohet paraqitja skematike e sistemit optik. Burimi i dritës së interfereometrit është një lazer i Jodizuar i qëndrueshëm He-Ne [100]. Lazeri ka në qarkun e tij një mekanizëm ndihmës i cili mundëson bllokimin e operimit të tij në rastin e piqueve të absorbimit të Jodit. Piqet e absorbimit të jodit dedektohen nëpërmjet dridhjeve të pasqyrave rezonatore optike dhe nëpërmjet monitorimit të intensitetit dalës të dritës. Frekuenca e dridhjeve është përreth vlerës 1170 Hz dhe rregullimi i frekuencës optike është vendosur 6 MHz. Saktësia relative e gjatësisë së valës së lazerit është e rendit 1×10^{-10} . Drita e lazerit fillimisht kalon nëpër një izolator optik Faradey FI i cili shërben si një parandalues i kthimit pas të rrezes. Çdo rreze lazer e pasqyruar nga interfereometri e cila kthehet përsëri në lazer ndikon në modelin e lëkundjeve delikate të tij. Në rast se ndodh një gjë e tillë, karakteristikat optike të lazerit si, gjatësia e valës, faza dhe intensiteti dalës pësojnë luhatje. Pasi kalon në izolatorin Faradey rrezja është zmadhuar në madhësinë e një pike 2 mm nëpërmjet një zgjeruesi rrezesh BE dhe vazhdon vertikalisht në drejtim të një shpërndarësi rrezesh BS₁. Një prej rrezeve kalon horizontalisht në drejtim të një shpërndarësi të dytë rrezesh BS₂ dhe një prizmi të vogël me kulm kubik SCC i cili përdoret për të vëzhguar drejtimin vertikal të rrezes. Rrezja tjetër orientohet vertikalisht, devijohet nga një pasqyrë e lëvizshme M₁ e cila mund të rrotullohet përreth dy boshteve për të rregulluar drejtimin e krahut të lëvizshëm të interfereometrit në drejtimin vertikal të duhur. Pas këtij pasqyrimi rrezja kalon horizontalisht në prizmin optik OP i cili ndodhet poshtë prizmit pasqyrues referencë R_R. Të dyja sipërfaqet e OP janë projektuar në mënyrë të tillë që gjysma e saj të jetë sipërfaqe pasqyruese dhe gjysma tjetër shpërndarëse. Rrezja rënëse ndahet në dy rreze nëpërmjet shpërndarësit të parë të OP. Një nga rrezet kalon horizontalisht dhe formon krahun e fiksuar të interfereometrit. Ajo godet shpërndarësin e dytë dhe shkon në drejtim të dedektorit D. Rrezja e dytë e gjeneruar nga shpërndarësi i parë kalon vertikalisht poshtë në drejtim të masës test (me prizmin pasqyrues) T_R dhe formon krahun e lëvizshëm të interfereometrit. Ajo pasqyrohet përsëri në R_R dhe godet pasqyrën e lëvizshme M₂ pas pasqyrimin në prizëm. Rregullimi i M₂ lejon që rrezet të ribashkohen në shpërndarësin e dytë të OP. Brezi i interferencës shkakton ndryshime ciklike të intensitetit në varësi të ndryshimeve në

77

Pas orientimit vaska e Mërkurit zhvendoset. Duhet të vihet re që shpërndarësi i rrezeve BS₂ përdoret vetëm për balancimin e intesitetit të rrezeve të ribashkuara.

5.2.3 Sistemi kuazi-inercial

Trupi që hidhet është plotësisht i shkëputur nga sipërfaqja e tokës pasi ndërpret kontaktin me mekanizmin hedhës. Megjithatë prizmi referencë përfiton një nxitim për shkak të lëvizjeve të kores së tokës. Lëvizja mikrosizmike e tokës është përgjegjëse për një lëvizje të tillë. Këto lëkundje të cilat gjenerohen nga ndërveprimet ndërmjet fundit të detit dhe oqeanëve karakterizohen nga një pik i spektrit të frekuencave ($\approx 1.6\text{Hz}$) në 6s, me amplitudë $1\mu\text{m}$. Duke e lidhur prizmin referencë direkt me tokën, kjo do të thotë të matim nxitimin e masës test nga një sistem referimi i cili mund të përshpejtohet me një nxitim të barabartë me $100\mu\text{Gal}$. Fatmirësisht ky përshpejtim është rastësor, në kuptimin që nuk ekziston asnjë lidhje ndërmjet fazës së lëkundjeve dhe fillimit të hedhjes. Për më tepër ekziston një dyshim i arsyetueshëm që reagimi i dyshemesë gjatë hedhjes së masës test mund të përshpejtojë prizmin referencë. Për të zvogëluar ndikim e këtyre efekteve, prizmi referues lidhet me një sistem kuazi-inercial, i cili përbëhet nga nga një masë e varur në një sustë. Masa në një sistem të tillë është e izoluar nga lëkundjet e pikës dyshuese duke patur perioda më të ulëta se ajo natyrale e sistemit mas-sustë. Këtë rol e luan një sizmometër vertikal me një periodë të lartë, i cili ka një masë prej 15 kg dhe është fiksuar në një platformë alumini së bashku me dhomën e interferometrit ku hyn rrezja lazer. Platforma së bashku me trupin e lazerit është montuar në një kornizë me tre këmbë nivelimi. Perioda natyrale e sizmometrit mund të vendoset nga 10 s - 30 s duke rregulluar këmbët e kornizës dhe pajisjen e pjerrësisë përreth boshtit. Masa inerciale mund të lëvizë rreth 10 mm sipër dhe poshtë një pozicioni qëndror. Një pozicion i tillë është arritur duke lëvizur një ngarkesë të caktuar të vendosur në anë të krahut mbështetës të masës inerciale. Një motorr elektrik përdoret për të lëvizur këtë ngarkesë derisa masa të ndodhet brënda distancës $\pm 2\text{ mm}$ nga qëndra.

5.3 Rezultatet e matjes së gravitetit absolut në laboratorin e INRIM

Matjet e gravitetit absolut në laboratorin e INRIM janë kryer gjatë periudhës kohore 17.02.2014 deri 20.02.2014. Gjatë këtyre katër ditëve matjet u kryen gjatë natës në mënyrë që të evitoheshin

zhurmat dhe lëvizjet e mjeteve apo të njerëzve afër laboratorit të matjeve gravimetrike në INRIM. Në të gjitha sesionet e të dhënave, instrumenti përpunon dhe ruan më shumë se 1000 trajektore, nga të cilat llogaritet vlera e gravitetit absolut, g . Vlera e fundit është nxjerrë nga mesatarja e vlerave të përsheptimit gravitacional që vijnë nga çdo rënie. Instrumenti menaxhohet nëpërmjet një kompjuteri personal në të cilin Software_i i përdorur është zhvilluar dhe është testuar në programin LabVIEW 7.0TM dhe sistemi operativ është Microsoft Windows 2000TM. Paketa e software_it përbëhet nga dy programe të ndryshme të cilët përdoren: i pari për të kontrolluar instrumentin dhe mbledhjen e të dhënave eksperimentale gjatë kohës së matjes, dhe quhet programi *Gravisoft M 1.0*, paraqitja e dritares së të cilit jepet në figurën 5.6, dhe i dyti përpunon dhe filtron të dhënat e marra gjatë kohës së pas-përpunimit dhe quhet *Gravisoft PP 1.0* [95]. Programi përbëhet nga një numër komandash që ekzekutohen brënda një pauze gjatë së cilës pritët për fillimin e hedhjes dhe para fillimit të çdo matjeje software_i kontrollon kushtet e sistemit. Sinjalet që lidhen me gjëndjen e lazerit, sizmometrit dhe mekanizmin e hedhjes merren nëpërmjet *I/O acquisition board*. Në rast se të gjithë këto sisteme janë gati, software_i vazhdon me hapin pasardhës, në të kundërt në varësi të pajisjes e cila nuk është ende gati ai zbaton komanda të tjera. Sistemi pret për disa sekonda në rast se lazeri është i pabllokuar apo mekanizmi hedhjes nuk është ende gati. Është e mundur të kryhet edhe një matje e vetme por edhe e vazhdueshme. Shkalla maksimale e matjeve të lejuara nga aparati është 120 hedhje për orë.

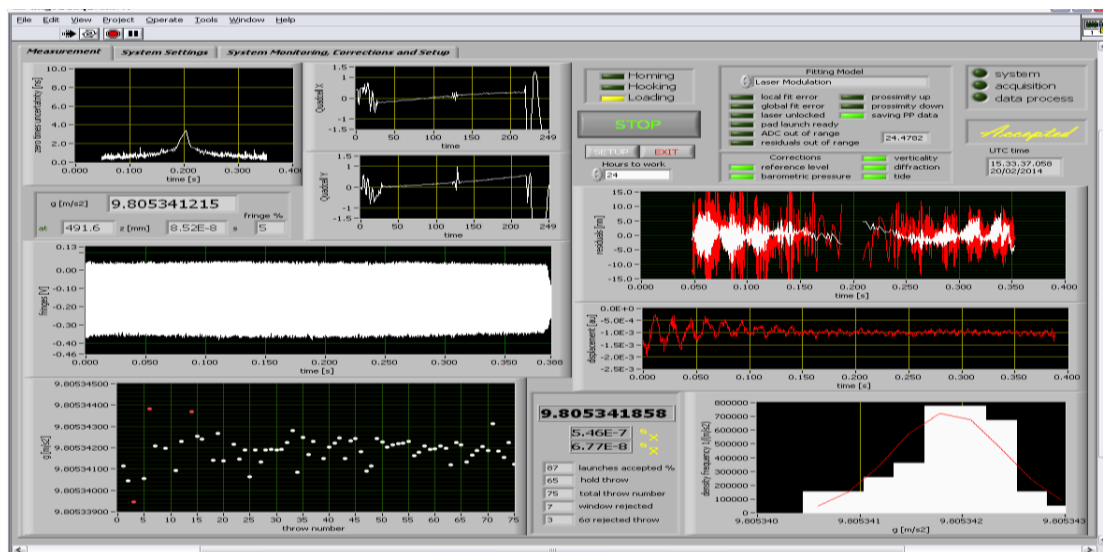


Figura 5.6. Dritarja e kontrollit të procesit të matjeve

Në figurën 5.7 jepet paraqitja grafike e rezultateve të matjes pa korigjimin e një prej faktorëve që ndikojnë në matje siç është batica dhe zbatica. Këto matje i përkasin datës 17.02.2014.

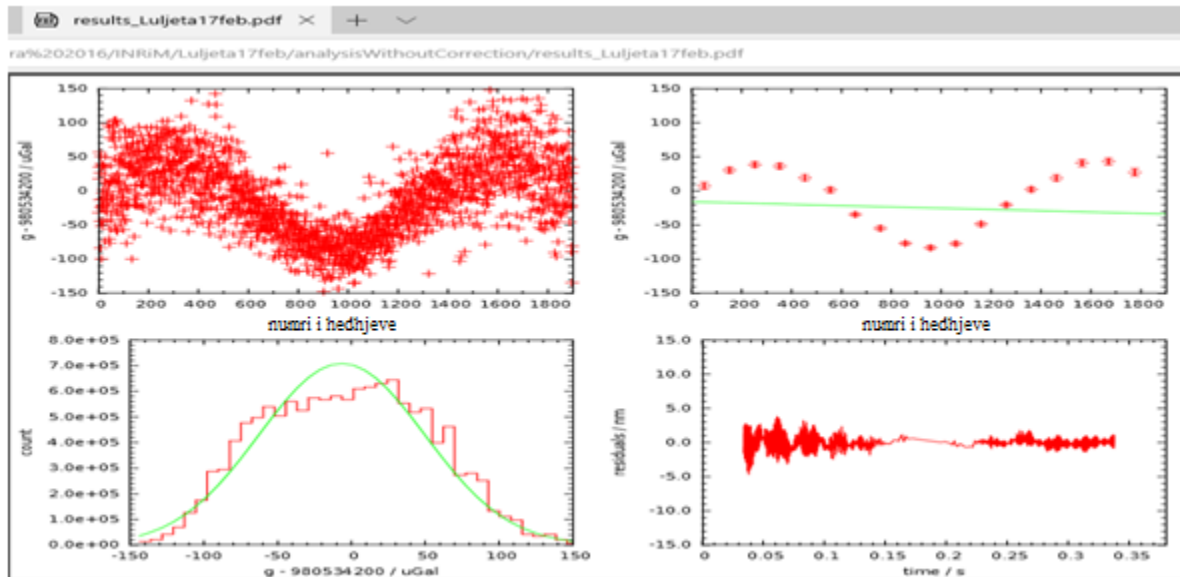


Figura 5.7. Paraqitja grafike e rezultateve të matjes pa korigjimin

Rezultatet e matjes së gravitetit absolut pas korigjimit për shkak të baticave dhe zbaticave jepen grafikiisht në figurën 5.8.

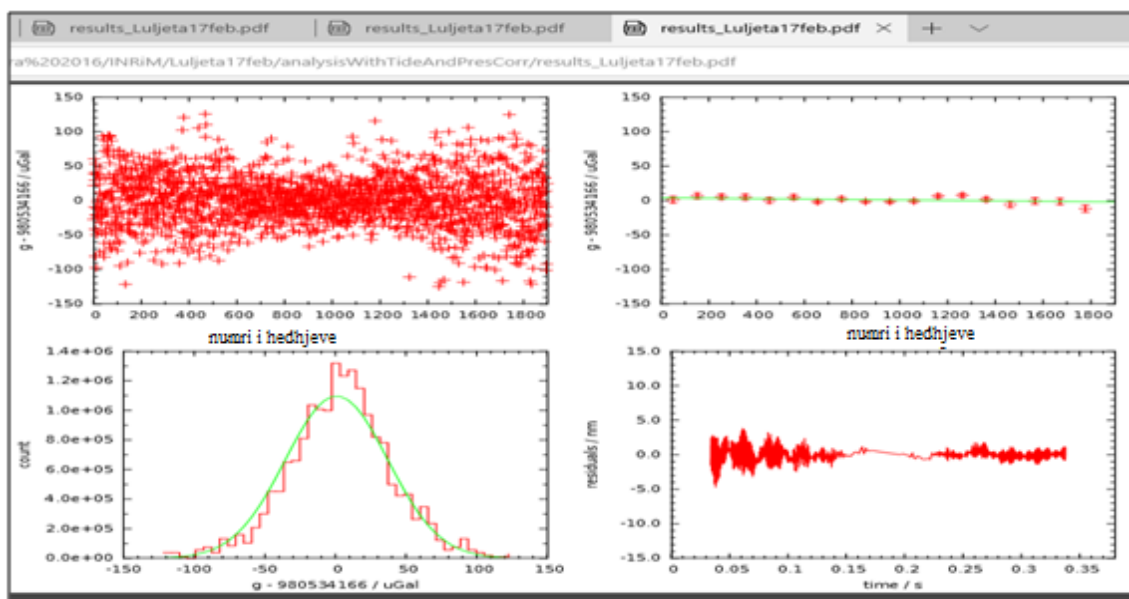


Figura 5.8. Matjet e gravitetit absolut pas korigjimit për shkak të baticave dhe zbaticave

Në figurën 5.9 paraqitet një dritare e programit e cila monitoron matjet dhe korrigjimet që kryen sistemi për shkak të ndryshimit të presionit të ajrit të ambientit apo presionit të ajrit mbetës në dhomën e hedhjes.

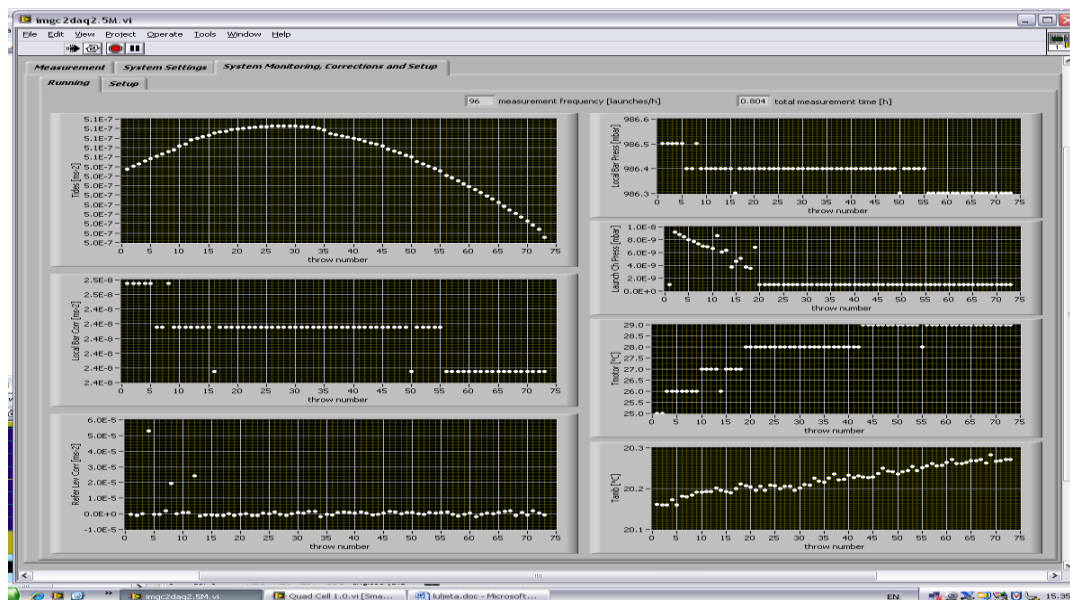


Figura 5.9. Dritarja e programit gjatë korrigjimit për shkak të ndryshimit të presionit të ajrit

Edhe pas korrigjimeve të kryera, vihen re disa vlera matjesh të ndodhura larg vlerës reale kështu që nëpërmjet aplikimit të kriterit Chauvenet, këto matje priten dhe merren matjet më të mira të cilat paraqiten në figurën 5.10.

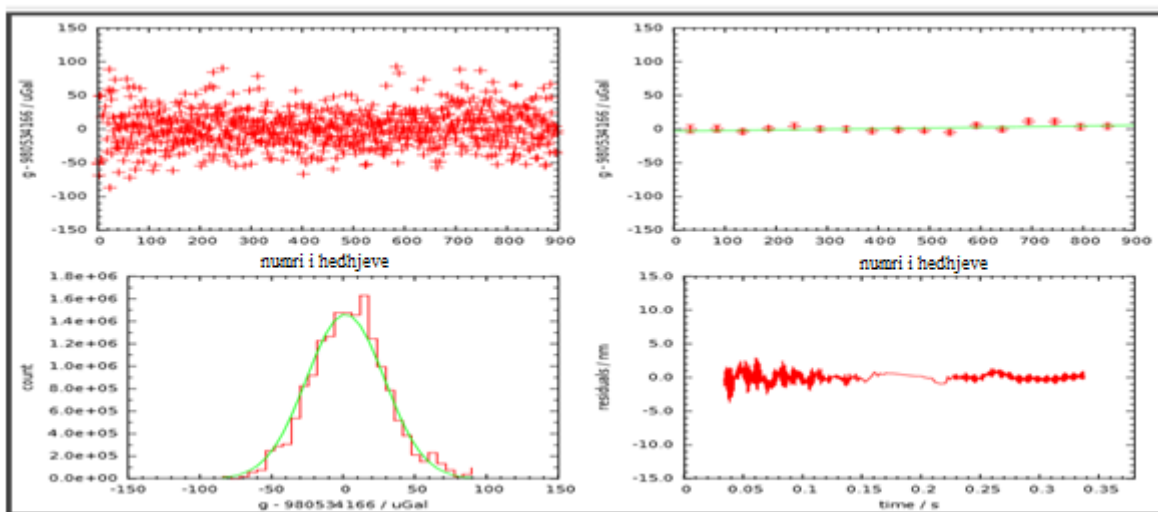


Figura 5.10. Rezultatet e matjeve pas përzgjedhjes së matjeve më të mira

Rezultatet e matjeve për katër ditë në laboratorin e INRIM së bashku me pasigurinë e matjeve paraqiten në figurën 5.11.

Gjatë këtyre katër ditëve matjet rezultuan të jenë të përputhshme me përjashtim të ditës së katërt e cila rezultoi të ketë një shmangie nga tre ditët e para. Kjo vlerë e shmangies duhet analizuar në mënyrë të veçantë për tu gjetur arsyeja e shkakut të saj. Megjithatë edhe pas konfirmimit të përputhshmërisë së matjeve për tre ditët e para mund të thuhet me siguri të plotë se rezultatet e vlerave të gravitetit absolut të marra në laboratorin e gravitetit në INRIM theksojnë një riprodhueshmëri të shkëlqyer të matjeve.

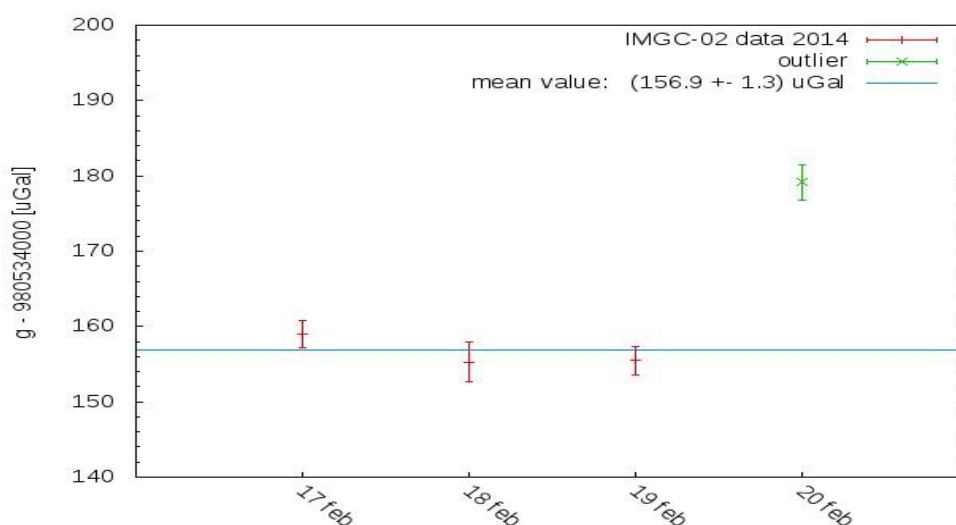


Figura 5.11. Matjet e gravitetit absolut në laboratorin e INRIM

Faktorët që ndikojnë në përcaktimin e vlerës së gravitetit absolut me anë të gravimetrit IMGC-02 janë të shumtë [101]. Këta faktorë mund të vijnë si nga vetë pjesët përbërëse të instrumentit por edhe nga kushtet atmosferike në të cilat kryhen matjet si edhe vendi ku kryhen këto matje. Ndër to mund të përmendim: vertikalishtetë e rrezes Lazer, saktësia e rrezes Lazer, matja e kohës, niveli i vakumit në dhomën e hedhjes, presioni atmosferik baticat dhe zbaticat etj. Kështu pasiguria e lidhur me matjet e kryera nga graviteti absolut, vlerësohet duke kombinuar kontributet e pasigurisë të gravimetrit absolut IMGC-02 dhe që quhet pasiguria instrumentale me kontributet e pasigurisë në varësi të zonës në të cilën kryhen matjet [102], [103].

5.4 Llogaritja e vlerës së gravitetit absolut sipas WELMEC

Për llogaritjen e vlerës referencë të gravitetit absolut g_R dhe ndryshimet maksimale të saj për shkak të ndryshimit të gjerësisë gjeografike Δg_ϕ dhe ndryshimit të lartësisë mbi nivelin e detit Δg_h respektivisht, përdoret formula e “standartizuar” e gravitetit sipas WELMEC e kombinuar me gradientin teorik vertikal të nxitimit gravitacional në rënie e lirë e cila paraqitet në ekuacionin (5.1) [104], [105]:

$$g_R = 9,780\,318 (1 + 0,005\,3024 \sin^2 \phi - 0,000\,0058 \sin^2 2\phi) - 0,000\,003085 h \quad (5.1)$$

Ky ekuacion rrjedh nga një rekomandim i Shoqatës Ndërkombëtare të Gjeodezisë (IAG) të vitit 1967 [106] dhe është pjesë e të ashtuquajturit fushë graviteti normal, e cila është përafrimi më i mirë i mundshëm i fushës gravitacionale të tokës. Pasiguritë dhe devijimet e pritshme të këtij përafrimi në lidhje me matjen e saktë të gravitetit absolut do të diskutohen në vazhdim.

5.4.1 Shqyrtimi i pasigurive dhe anomalitë

Burimi kryesor i pasigurisë në konceptin e ri të gravitetit është vetë formula e standardizuar e gravitetit sipas ekuacionit (5.1) më sipër e cila është një përafrim i fushës gravitacionale të tokës e cila ndikohet nga gjerësia gjeografike dhe lartësia mbi nivelin e detit. Këto dy faktorë në thelb e ndajnë formulën lineare në dy pjesë. Komponenti i parë varet vetëm nga gjerësia gjeografike ϕ dhe është ndërtuar si një zgjerim i thjeshtuar i serive. IAG rekomandon këtë zgjerim të serive për aplikime me kërkesa të saktësisë relative deri në 5×10^{-7} . Zgjerimet e rendit më të lartë mundësojnë arritjen e pasigurive relative të rendit 1×10^{-9} . Sidoqoftë, kontributi i pasigurisë nga komponenti i parë këtu mund të neglizhohet. Pjesa e dytë është më kritike, sepse ajo përmban jo vetëm faktorin e lartësisë e cila mund të përafrohet linearisht, por edhe faktorin e ndikimeve topografike lokale. Ka modele të sofistikuara që janë në gjendje të marrin parasysh ndikimet topografike lokale dhe rajonale.

Megjithatë për aplikime të saktësisë së mesme si koncepti i gravitetit WELMEC, këto janë shumë komplekse dhe praktikisht jo të zbatueshme. Për analizën e pasigurisë të pjesës së dytë të formulës së gravitetit, është analizuar një mostër prej pothuajse 60.000 të dhënash të matura të marra nga një databazë europiane e mbajtur në Institutin e Gjeodezisë në Gjermani, siç shihet në

figurën 5.12 [106], [107]. Këtu anomalitë Δg (dallimet midis vlerave g , llogaritur me formulën e gravitetit normal dhe vlerave g të marra nga baza e të dhënave) janë krahasuar kundrejt lartësive përkatëse mbi nivelin e detit.

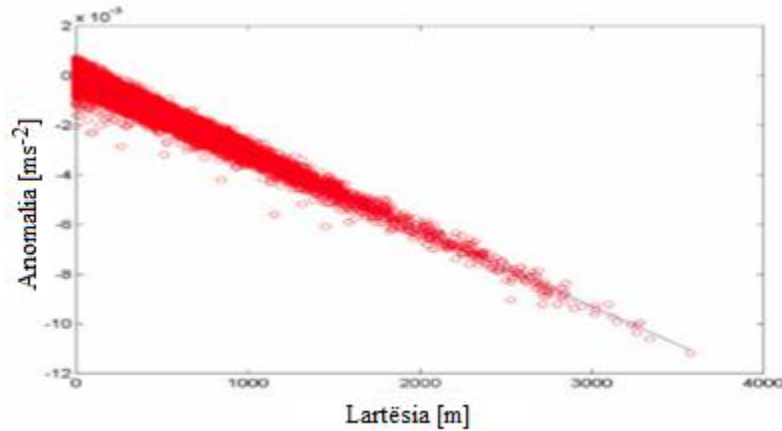


Figura 5.12. Analizat e regresionit të anomalive Δg si një funksion i lartësisë mbi nivelin e detit h për një mostër të përbërë nga 60 000 të dhënash të gravitetit për Europën Perëndimore.

Nga grafiku mund të shihet lehtë se shpërndarja e Δg zvogëlohet me rritjen e h , dhe mund të shpjegohet me ndikimin e reduktuar të efekteve topografike lokale me rritjen distancës nga sipërfaqja e tokës dhe se anomalitë arrijnë vlera maksimale jo më shumë se rreth $2 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ose $2 \cdot 10^{-4}$ relativisht. Një analizë e këtyre të dhënave tregon se 87,5% e anomalive janë më të vogla se $0,5 \cdot 10^{-4}$ (relativisht), 97,4% janë më të vogla se $1 \cdot 10^{-4}$ dhe 99,5% janë më të vogla se $1,5 \cdot 10^{-4}$. Vetëm 0,5% e anomalive janë më të mëdha se $1,5 \cdot 10^{-4}$ (relativisht). Këto janë të lidhura ekskluzivisht me vende ekstreme në Alpe. Një analizë regresioni jep gradientin linear të gravitetit $dg / dh = -3,082 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^{-1}$ i cili është në një marrëveshje shumë të mirë me gradientin e ajrit të lirë të formulës së gravitetit, sipas ekuacionit (5.1), që përdoret për konceptin WELMEC.

5.4.2 Analiza e qyteteve të Europës Perëndimore

Një analizë tjetër është bërë duke përdorur një mostër shumë më të vogël të 46 qyteteve të përzgjedhura të Europës Perëndimore, siç paraqitet edhe në figurën 5.13. Këto qytete konsiderohen si një mostër përfaqësuese e vendeve ku instrumentat e peshimit, që kërkojnë rregullim të gravitetit, janë instrumenta të cilët i nënshtrohen një kontrolli metrologjik ligjor.

Tabela 5.1 përmban listën e plotë të vendeve duke përfshirë edhe pozicionet gjeografike të tyre. Vlerat e g_W janë vlerat e gravitetit absolut të llogaritur me formulën standarde të gravitetit sipas WELMEC, vlerat e g_M janë vlerat e gravitetit absolut të marra nga baza e të dhënave Europiane [106]. Po ashtu paraqiten edhe vendet e 46 qyteteve të Europës të marra në studim të cilët përfshihen në tabelën 5.1. Anomali [10^3 ms^{-2}]

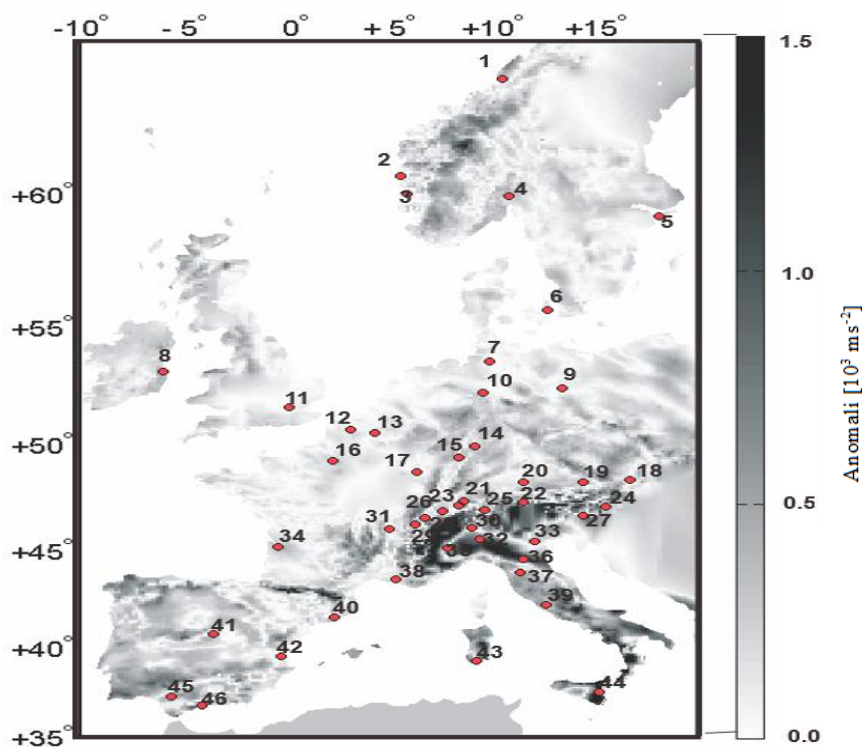


Figura 5.13. Harta e Europës Perëndimore ku tregohen anomalitë maksimale Δg (ngjyra e zezë) në rajonet e Alpeve dhe në pjesën veriore të italisë.

Në kolonën e fundit të tabelës paraqitet ndryshimi relativ ndërmjet dy vlerave të gravitetit absolut, asaj teorike dhe asaj eksperimentale. Si rezultat mund të vërtetohet se me përjashtim të tre qyteteve në Itali (Bologna, Milano dhe Catania) të gjitha devijimet relative janë më të vogla se $5 \cdot 10^{-5}$, vlerë kjo e cila konsiderohet e mjaftueshme për konceptin e WELMEC në krijimin e zonave të gravitetit për lëvizjen e lirë të instrumentave të peshimit [104]. Në mënyrë që të mbahen devijimet relative në përgjithësi nën $5 \cdot 10^{-5}$, rekomandohet që për këto rajone kritike të zbatohet një korigjim i vogël në vlerën e llogaritur g_R ose zona është përcaktuar në mënyrë që vlera përkatëse g_M e tabelës 5.1 të mund të jetë marrë si vlerë referimi g_R .

Tabela 5.1. Përzgjedhja e qyteteve Europiane që konsiderohen si një mostër përfaqësuese e destinacioneve për instrumentat e peshimit të përdorur për qëllime tregtare (aplikimet ligjore)

Nr	Vendi	Gjerësia	Gjatësia	Lartësia	g_w nga 'WELMEC'	g_M nga 'Database'	$(g_M - g_w)/g_M$
		[°]	[°]	[m]	[ms ⁻²]	[ms ⁻²]	
1	Trondheim	63,78	10,33	135	9,821932	9,821611	0,000033
2	Bergen	60,58	5,47	60	9,819538	9,819447	0,000009
3	Stavanger	59,97	5,75	25	9,818777	9,819078	-0,000031
4	Oslo	59,89	10,69	29	9,819279	9,819001	0,000028
5	Stockholm	59,18	17,98	71	9,818175	9,818313	-0,000014
6	Copenhagen	55,64	12,58	2	9,815483	9,815614	-0,000013
7	Hamburg	53,55	9,70	10	9,813708	9,813801	-0,000010
8	Dublin	53,11	-6,04	15	9,813695	9,813400	0,000030
9	Berlin	52,42	13,25	34	9,812683	9,812741	-0,000006
10	Hannover	52,24	9,40	55	9,812749	9,812517	0,000024
11	London	51,59	0,04	19	9,812031	9,812059	-0,000003
12	Lille	50,62	3,02	22	9,811180	9,811188	-0,000001
13	Brussel	50,48	4,21	143	9,810768	9,810691	0,000008
14	Frankfurt	49,87	9,05	91	9,810476	9,810311	0,000017
15	Mannheim	49,34	8,28	95	9,809552	9,809821	-0,000027
16	Paris	49,20	2,17	35	9,809649	9,809881	-0,000024
17	Nancy	48,67	6,22	212	9,808824	9,808859	-0,000004
18	Wien	48,31	16,57	170	9,808540	9,808667	-0,000013
19	Linz	48,23	14,25	254	9,808110	9,808334	-0,000023
20	München	48,21	11,39	520	9,807355	9,807500	-0,000015
21	Zürich	47,35	8,50	408	9,806695	9,807066	-0,000038
22	Innsbruck	47,27	11,37	574	9,806356	9,806482	-0,000013
23	Luzern	47,13	8,23	436	9,806360	9,806781	-0,000043
24	Graz	47,05	15,41	365	9,807132	9,806928	0,000021
25	Chur	46,93	9,53	587	9,805680	9,806135	-0,000046
26	Bern	46,87	7,47	540	9,805937	9,806226	-0,000029
27	Klagenfurt	46,62	14,25	446	9,806306	9,806290	0,000002
28	Lausanne	46,52	6,57	495	9,805838	9,806048	-0,000021
29	Genf	46,20	6,12	375	9,805819	9,806129	-0,000032
30	Lugano	46,02	8,85	272	9,806439	9,806284	0,000016
31	Lyon	45,96	4,90	169	9,806578	9,806550	0,000003
32	Milano	45,48	9,27	127	9,805502	9,806247	-0,000076
33	Padua	45,40	11,89	13	9,806444	9,806522	-0,000008
34	Bordeaux	45,12	-0,53	5	9,805996	9,806293	-0,000030
35	Torino	45,08	7,68	239	9,805401	9,805535	-0,000014
36	Bologna	44,50	11,36	55	9,804490	9,805578	-0,000111
37	Firenze	43,80	11,24	51	9,805141	9,804957	0,000019
38	Marseille	43,46	5,20	10	9,804856	9,804777	0,000008
39	Roma	42,19	12,47	20	9,803963	9,803598	0,000037
40	Barcelona	41,53	2,25	20	9,803112	9,803006	0,000011
41	Madrid	40,65	-3,62	670	9,799890	9,800212	-0,000033
42	Valencia	39,47	-0,38	138	9,800810	9,800802	0,000001
43	Cagliari	39,22	9,12	26	9,801186	9,800926	0,000027
44	Catania	37,50	15,08	11	9,800349	9,799459	0,000091
45	Sevilla	37,21	-5,71	10	9,798774	9,799206	-0,000044
46	Malaga	36,72	-4,20	8	9,799508	9,798789	0,000073

5.5 Matjet e gravitetit absolut eksperimentalisht në Shqipëri

Për të krahasuar matjet e marra me anë të formulës empirike të gravitetit absolut me matjet e marra eksperimentalisht në Shqipëri, janë kryer matje të gravitetit nga instituti i metrologjisë

BEV, duke përdorur një gravimetër absolut FG5 në tre qytete kryesore të Shqipërisë: Sarandë, Shkodër dhe Tiranë. Një foto e gravimetrit absolut FG5 gjatë performimit të matjeve në stacionin e Shkodrës jepet në figurën 5.14. Matjet janë kryer në bashkëpunim me Autoritetin Shqiptar ASIG [108]. Në çdo stacion janë kryer matje për dy netë dhe një ditë, duke minimizuar kështu gabimet për shkak të baticave dhe zbaticave. Vetëm në stacionin e Sarandës matjet e gravitetit absolut u performuan në periudhën kohore prej një dite e gjysëm për arsye të përkeqësimit të kushteve atmosferike. Numri hedhjeve ka qënë ndërmjet 4000 deri 7000 në të tre stacionet.



Figura 5.14. Stacioni i matjes në Shkodër

5.5.1 Rezultatet e matjeve të gravitetit absolut në Sarandë, Tiranë, Shkodër

Në tabelën e mëposhtme janë dhënë vlerat e marra eksperimentalisht për gravitetin absolut në tre qytete kryesore të Shqipërisë si Saranda, Shkodra dhe Tirana. që i përkasin tre pjesëve kryesore

të saj veri jug dhe pjesës qendrore repsektivisht mbi të cilat do të bazohet dhe studimi i zonave të gravitetit për Shqipërinë, pasi përputhen më së miri edhe me funksionimin e Qëndrave Rajonale të DML në vendin tonë.

Tabela 5.2. Vlerat e marra eksperimentalisht për gravitetin absolut në Sarandë, Shkodër dhe Tiranë

Qyteti	Gjerësia gjeografike	Gjatësia gjeografike	Lartësia (m)	BEV (ms^{-2})
Saranda	39.52	20	48.72	9.801014293
Tirana	41.2	19.51	197.73	9.801595349
Shkoder	42.03	19.29	24.63	9.802701985

Në figurën 5.15 jepen grafikisht rezultatet e matjeve të gravitetit absolut për stacionin e Shkodrës dhe pasiguria e matjes.

Rezultatet për Shkodrën:

Dita e parë: 32 sete, 3187 hedhje

Dita e dytë: 36 sete, 3585 hedhje

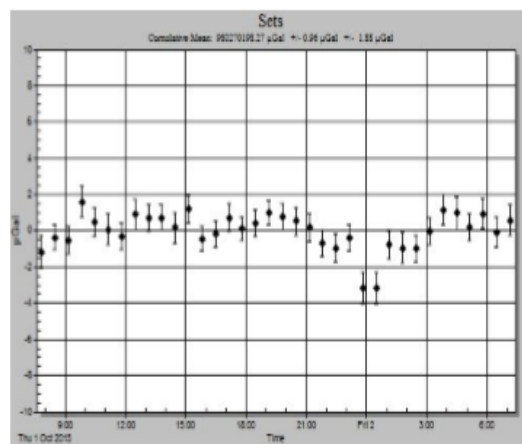
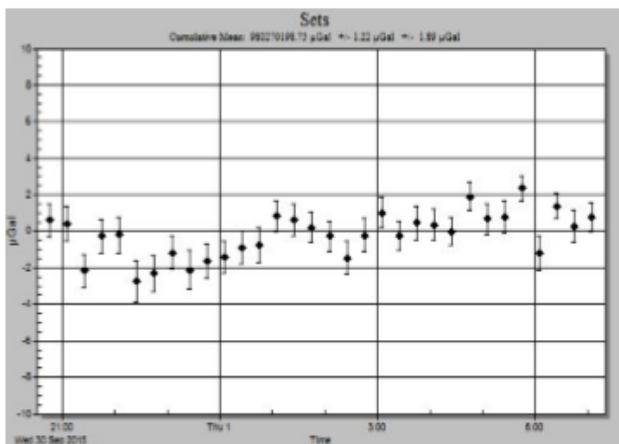
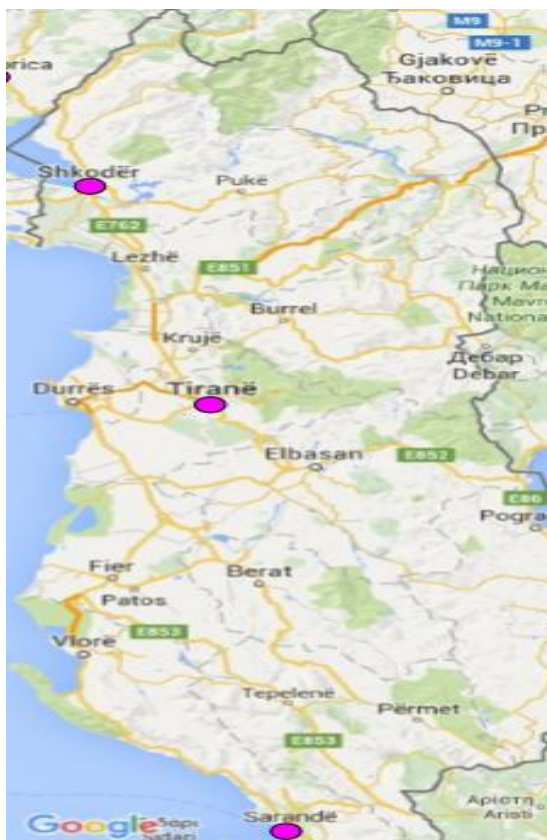


Figura 5.15. Rezultatet e matjeve të gravitetit absolut dhe pasiguria e matjes për dy ditë në Shkodër

5.5.2 Krahasimi i matjeve teorike me ato eksperimentale

Nga krahasimi matjeve të marra me anë të formulës empirike të gravitetit absolut me matjet e marra eksperimentalisht të kryera nga BEV për këto tre stacione të paraqitur në hartën e figurës 5.16. a), rezultoi se ndryshimet relative janë të një rendi të pranueshëm nga WELMEC për këtë qëllim studimi. Rrjedhimisht mund të themi se duke përdorur formulën empirike mund të llogaritet vlera e gravitetit absolut për të gjitha qytetet kryesore të Shqipërisë duke përcaktuar në këtë mënyrë vlerën referencë të gravitetit absolut për çdo rajon në vendin tonë dhe duke lehtësuar përcaktimin e zonave të gravitetit sipas ndarjeve të Qëndrave Rajonale të DML në Shqipëri, në të cilat instrumentat e peshimit në kushte specifike mund të lëvizin lirisht siç tregohet në figurën 5.16 b).



a)



b)

Figura 5.16. a) Stacionet e matjes së gravitetit absolut eksperimentalisht në Shkodër, Tiranë, Sarandë dhe b) Qëndrat Rajonale të DML në Shqipëri

5.6 Rregullat kombëtare për zonat e gravitetit

Ka vetëm disa vende në Europë, p.sh. Austria, Gjermania [109] dhe Italia [110], që kanë rregulla kombëtare që përcaktojnë zonat e gravitetit në varësi të saktësisë së instrumentit të peshimit të përdorur. Këto mundësojnë një prodhues që të rregullojë saktë një instrument thjesht duke përdorur vlerat e gravitetit të përcaktuar ligjërisht për një, dy ose disa zona.

5.6.1 Koncepti i ri i zonave të gravitetit

Koncepti i parë i zonave të gravitetit u krijua nga administratat kombëtare bazuar në ndarjen sipas rretheve në një vend. Në këto koncepte, kufiri i një zone mund të përcaktohet në bazë të një harte ose në përputhje me një rreth saktësisht të përcaktuar, ku vlera referencë e gravitetit rrjedh përgjithësisht si vlerë mesatare e shpërndarjes së qyteteve të vogla. Mirëpo me përcaktimin e saktë të zonës së vendit të përdorimit të një instrumenti, mund të përdoret vlera e gravitetit specifik të zonës [111]. Kështu në vitin 2000 një koncept i ri evropian i gravitetit u zhvillua dhe u publikua nga WELMEC. Ky koncept është i zbatueshëm edhe në vendet me dhe pa rregullime kombëtare në lidhje me zonat e gravitetit. Ai është i pavarur nga kufijtë politikë ose administrativë dhe bazohet në [112]:

- përkufizimin e një zone individuale të gravitetit për një instrument peshimi vetëm në varësi të faktorëve të ndikimit fizik φ dhe h dhe saktësisë së instrumentit
- formulën e standardizuar të gravitetit që përdoret për llogaritjen e vlerës referencë të gravitetit g_R në të cilën është rregulluar instrumenti
- një kriter uniform për llogaritjen e ndryshimit maksimal të lejueshëm $\Delta g / g$ brënda zonës

Vlen të përmendet se koncepti i ri ofron një mundësi që mund, por nuk duhet të zgjidhet nga një prodhues. Ajo ka përparësinë që të pranohet nga të gjitha vendet anëtare të WELMEC pavarësisht nga rregulloret ekzistuese kombëtare. Koncepti është me përparësi sidomos për instrumentat e peshimit të klasës III. Krijimi i zonave të gravitetit bënë të mundur lëvizjen e lirë të instrumentave të peshimit pa ndryshuar karakteristikat e tyre metrologjike. Deklarimi i konformitetit CE i tipit (garancia e cilësisë së prodhimit), verifikimi EC, dhe verifikimi EC i njësisë zakonisht duhet të kryhen në vendin e përdorimit të instrumentit të peshimit. Testi mund

të kryhet në vëndet e punës së prodhuesit ose, në çdo vënd tjetër nëse transporti në vëndin e përdorimit nuk kërkon çmontimin e peshores, nëse vlera e gravitetit në vëndin e vendosjes në shërbim është marrë në konsideratë ose nëse funksionimi i peshores është i pandjeshëm ndaj ndryshimeve të gravitetit. Shprehja “vendi i përdorimit” është ekuivalente me shprehjen “zona e gravitetit” brënda së cilës do të përdoret peshorja. Nëse performanca e peshores është e ndjeshme ndaj ndryshimeve të gravitetit, atëherë procedurat e testimit mund të kryhen në dy etapa, ku etapa e dytë përfshin të gjitha shqyrtimet dhe testet rezultati i të cilave është i varur nga graviteti, ndërsa etapa e parë përfshin të gjitha shqyrtimet dhe testet e tjera. Një zonë graviteti e cila përmban vëndin e destinuar të përdorimit të instrumentit të peshimit përkufizohet si brez që është i kufizuar nga një shkallë veri dhe jug e gjerësisë, φ_1 dhe φ_2 , dhe nga një kufi i sipërm dhe i poshtëm i lartësisë mbi nivelin e detit, h_1 dhe h_2 . Vlerat për φ duhet të zgjidhen si shumëfish prej 1° (0.5° është gjithashtu e lejuar) dhe vlerat për h si shumëfish të 100 m. Vlera referencë e gravitetit g_R e kësaj zone llogaritet në terma të gjerësisë gjeografike φ dhe lartësisë mbi nivelin e detit h sipas formulës 5.1.

Ndryshimi maksimal i lejuar i vlerës së gravitetit $\Delta g / g$ llogaritet duke përdorur kriterin:

$$n (\Delta g_\varphi + \Delta g_h) / g_R \leq gml/3e \quad (5.2)$$

Kjo siguron përputhshmëri të plotë me rregulloret ekzistuese kombëtare dhe ishte parakusht për pranimin e përgjithshëm të konceptit të ri nga të gjitha vëndet anëtare të WELMEC.

5.6.2 Përcaktimi i një zone graviteti

Përcaktimi i zonave të gravitetit mjaftueshëm të mëdha është i mundur sepse variacioni global i gravitetit është relativisht i vogël. Në lartësi konstante h variacioni maksimal $\Delta g_{\text{pole-equator}}$ është rreth 0.05 ms^{-2} ose 0.5%, respektivisht. Në gjerësinë gjeografike konstante φ vlera e gravitetit zvogëlohet me rreth 0.003 ms^{-2} për 1000 m rritje në lartësinë h [110]. Përkufizimi i zonave të gravitetit është me rëndësi kryesisht për vëndet me një shtrirje të madhe në drejtimin veri-jug siç është edhe Shqipëria. Përveç kësaj, madhësia dhe numri i zonave të gravitetit varen nga fraksioni i gabimit maksimal të lejueshëm që një instrument merr kur lëviz brenda një zone. Rregulloret kombëtare për zonat e gravitetit normalisht përcaktohen në aspektin e kufijve administrativë sesa

në aspekte thjesht gjeografike ose fizike. Procedura e plotë e përcaktimit të një zone graviteti për një instrument peshimi të caktuar ndahet në hapat e mëposhtëm:

1. Përcaktimi i kufijve të gjerësisë gjeografike të zonës përkatëse φ_1, φ_2 si shumëfish i gjerësisë 1° (ose $0,5^\circ$) dhe përcaktimi i kufijve lartësive të zonës h_1, h_2 si shumëfish i lartësive 100 m mbi nivelin e detit
2. Llogaritja e ndryshimit maksimal të gravitetit për zonën e përcaktuar bëhet duke llogaritur fillimisht vlerën e lartësisë mesatare për kufijtë e zgjedhur të lartësisë sipas relacionit 5.3:

$$h_m = \frac{1}{2}(h_1 + h_2) \quad (5.3)$$

Më pas llogaritet vlera mesatare e kufijve të gjerësisë gjeografike të zgjedhur të zonës sipas relacionit 5.4:

$$\varphi_m = \frac{1}{2}(\varphi_1 + \varphi_2) \quad (5.4)$$

Për vlerat mesatare të llogaritura të gjerësisë gjeografike dhe asaj të lartësisë mbi nivelin e detit përcaktohet vlera referencë përkatëse e zonës $g_R = g(\varphi_m, h_m)$ duke përdorur formulën 5.1 më sipër.

Pas kësaj llogaritet ndryshimi maksimal i gravitetit në zonë që vjen si rezultat i ndryshimit të gjerësisë gjeografike nga kufiri i parë në kufirin e dytë dhe në lartësinë mesatare mbi nivelin e detit me anë të ekuacionit 5.5:

$$\Delta g_\varphi = \frac{1}{2}|g(\varphi_1, h_m) - g(\varphi_2, h_m)|_{max}, \quad (5.5)$$

Llogaritja e ndryshimit maksimal të gravitetit në zonë që vjen si rezultat i ndryshimit të lartësisë mbi nivelin e detit kur gjerësia gjeografike φ është mesatare, jepet me anë të ekuacionit 5.6:

$$\Delta g_h = \frac{1}{2} |g(\varphi_m, h_1) - g(\varphi_m, h_2)|_{max} \quad (5.6)$$

3. Së fundmi kontrollojmë nëse plotësohet kushti për ndryshimin maksimal të lejuar të vlerës së gravitetit sipas ekuacionit (5.2)

Për shkaqe të ndryshme një brez më i gjerë ($\varphi_1 - \varphi_2$) mund të kompensohet me kufij të ngushtë për lartësinë h dhe anasjelltas. Megjithatë faktori kyç për marrjen e vlerës maksimale të mundshme të një zone është gabimi maksimal i lejuar i vetë instrumentit të peshimit. Koncepti i ri i gravitetit i WELMEC lejon që instrumentat e peshimit nën kontrollin juridik të verifikohen në një fazë në punimet e prodhuesve për çdo zonë në Europë dhe të pavarur nga rregulloret ekzistuese kombëtare. Kushti i vetëm që duhet të respektohet nga përdoruesi është se vendi i përdorimit duhet të jetë brënda zonës së gravitetit që është shënuar në instrument. Koncepti i ri ofron një mundësi opsionale dhe fleksible për një prodhues, që të shënojë instrumentat e peshimit me zona të gravitetit të zgjedhura në mënyrë individuale, të cilat përcaktohen në kuptimin e gjerësisë gjeografike φ dhe lartësisë mbi nivelin e detit h .

5.7 Përcaktimi i zonës së gravitetit për pjesën veriore të Republikës së Shqipërisë

Sipas WELMEC, zonat e gravitetit [104] mund të studiohen (ndahen) nga të gjithë vendet anëtare në territorin e tyre duke sjellë kështu një harmonizim të procedurave dhe rregullave teknike të vlerësimit të matjeve me ato të metrologjisë ligjore Europiane. Zonat e gravitetit duhet të zgjidhen nga prodhuesi në mënyrë që ndryshimet e nxitimit gravitacional Δg_φ dhe Δg_h ndërmjet vlerës së çdo vendi të përdorimit brënda zonës dhe vlerës referencë të gravitetit për atë zonë, të mos rezultojë në një vlerë absolute të ndryshimit të çdo tregimi të instrumentit më të madhe se $1/3$ e gml në verifikimin CE. Për përcaktimin e zonave të gravitetit është marrë në konsideratë edhe funksionimi i DML në Shqipëri e cila siç e kemi përmendur edhe në kapitullin e parë, përbëhet nga katër Qendra Rajonale të cilat ndodhen në Tiranë, Fier, Lezhë dhe Korçë. Hapi i parë i rëndësishëm është përcaktimi kufijve të gjerësisë gjeografike të zonës përkatëse. Instrumentat e peshimit që përdoren në zonën veriore të Republikës së Shqipërisë janë subjekt i kontrollit ligjor të Qendrës Rajonale Nr.3 Lezhë. Kjo zonë shtrihet në vlerat kufitare të gjerësive gjeografike $\varphi_1 = 41.5^0$ dhe $\varphi_2 = 42.5^0$ të rrumbullakosura. Përcaktimi i kufijve të lartësisë mbi

nivelin e detit do të zgjidhet në varësi të popullimit të qyteteve që përfshihen në këto koordinata gjeografike dhe përdorimit të instrumentave të peshimit në lartësinë maksimale ku ka popullsia. Për këtë arsye është menduar që kufijtë e lartësisë mbi nivelin e detit për këtë zonë të jenë nga $h_1 = 0 \text{ m}$ dhe $h_2 = 1000 \text{ m}$. Në këtë zonë përfshihen qarku i Kukësit, Shkodrës, Lezhës dhe Dibrës. Pas kësaj llogaritjet ndryshimi maksimal i gravitetit në zonë që vjen si rezultat i ndryshimit të gjerësisë gjeografike nga kufiri i parë në kufirin e dytë dhe në lartësinë mesatare mbi nivelin e detit, si edhe llogaritja e ndryshimit maksimal të gravitetit në zonë që vjen si rezultat i ndryshimit lartësisë mbi nivelin e detit kur gjerësia gjeografike φ është mesatare. Së fundmi kontrollojmë nëse plotësohet kushti për ndryshimin maksimal të lejuar të vlerës së gravitetit sipas ekuacionit (5.2). Në rast se ky kusht plotësohet atëherë mund të thuhet se peshorja me numër ndarjesh n dhe ndarje të verifikimit të shkallës së instrumentit të peshimit e të caktuar, mund të përdoret brënda kufijve të kësaj zone. Në rast se kjo peshore nuk e plotëson këtë kusht, atëherë në këtë rast mund të thuhet se peshorja nuk mund të përdoret në kufijtë e kësaj zone pasi vlerat e tregimit të saj nuk janë brënda gabimit maksimal të lejuar [104]. Për një studim më të detajuar kjo zonë veriore e gravitetit është studiuar edhe për lartësi të ndryshme që janë marrë si shumëfish i lartësisë 100m. Pra e gjithë zona është studiuar në çdo 100 m lartësi mbi nivelin e detit në mënyrë që të mund të analizohet më mirë lëvizja e instrumentave të peshimit në këtë zonë. Vlerat e gravitetit absolut për disa nga qytetet kryesore të zonës veriore të Republikës së Shqipërisë paraqiten në tabelën 5.3.

Tabela 5.3. vlerat e gravitetit absolut për disa nga rajonet kryesore të zonës veriore të gravitetit

Qyteti	$\varphi(^{\circ})$	$h(m)$	$g \text{ WELMEC } (m/s^2)$	Shënime
Shkodër	42.07	10	9.80351	graviteti maksimal
Lezhë	41.78	24	9.80321	
Kukës	42.08	326	9.80255	
Peshkopi	41.69	659	9.80117	
B.Curri	42.36	346	9.80274	gjerësia maksimale, $\varphi_{\max}$
Pukë	42.05	531	9.80189	
Rrëshen	41.77	87	9.80301	
Shëngjin	41.81	1	9.80331	lartësia minimale
Burrel	41.61	321	9.80214	
Bulqiz	41.49	743	9.80073	$g_{\min}, h_{\max}, \varphi_{\min}$

Nga llogaritjet mund të vihet re lehtë se vlerat ekstreme të gravitetit, pra $g_{\max}$ dhe $g_{\min}$ i përkasin respektivisht qytetit të Shkodrës dhe qytetit të Bulqizës. Instrumenti mund të rregullohet në vlerën referencë të gravitetit të zonës dhe të përdoret ndërmjet $g_{\max}$ dhe $g_{\min}$. Vlera referencë e gravitetit të zonës veriore është $g_R = 9.80242 \text{ m/s}^2$, që i përket vlerës mesatare të gjerësisë gjeografike $\varphi_{\text{mes}} = 41.87^\circ$ dhe lartësisë mesatare 305 m mbi nivelin e detit për zonën.

Për llogaritjen e vlerës së gravitetit absolut sipas WELMEC, është pregatitur një databazë në programin Excel ku zbatohet formula e standardizuar për çdo koordinatë gjeografike dhe çdo lartësi mbi nivelin e detit. Gjithashtu është pregatitur edhe një databazë për të kontrolluar nëse plotësohet kushti i ndryshimit maksimal të lejuar të vlerës së gravitetit $\Delta g / g$ sipas relacionit (5.2) i vendosur nga WELMEC për të gjitha klasat e instrumentave të peshimit.

5.8 Lëvizja e instrumentave të peshimit në zonën veriore të gravitetit

Sipas WELMEC krijimi i zonave të gravitetit bënë të mundur lëvizjen e lirë të instrumentave të peshimit pa ndryshuar karakteristikat e tyre metrologjike, në kushte specifike. Më sipër u përshkrua metoda e krijimit të një zone graviteti për pjesën veriore të Shqipërisë sipas WELMEC.

Kështu në vazhdimësi le të analizojmë konkretisht për raste të ndryshme të instrumentave të peshimit, se në cilat kushte këto instrumenta mund të zhvendosen lirisht brënda zonës, pa humbur karakteristikat e tyre metrologjike. Pra të studiojmë lëvizjen e instrumentave të peshimit brënda kufijve të zonës veriore të territorit shqiptar, pa qënë nevoja e një riverifikimi të tyre. Për këtë u morën në studim instrumentat e peshimit të klasës I, II, III dhe të IIII.

5.8.1 Studimi i lëvizjes së peshoreve të klasës I dhe IIII në këtë zonë

Për të analizuar më nga afër lëvizjen e një instrumenti të klasës së I të saktësisë nga një vend në tjetrin është marrë në studim një komparator mase, i cili zhvendoset brënda ambjentëve të DPM, pra brënda një distance mjaft të vogël, krahasuar me ato të një zone graviteti. Ndryshimi që shkaktohet si rezultat i kësaj zhvendosjeje në gabimin e tregimit të këtij instrumenti, është mjaft domethënës dhe përshkruhet në mënyrë të detajuar në kapitullin VI më poshtë. Gjithashtu në këtë kapitull përshkruhen edhe metodat e korrigjimit që mund të përdoren në këtë rast.

Testi i lëvizjes së një instrumenti të tillë u krye edhe me anë të databazës së pregatitur në programin Excel dhe nga analiza e kryer u arrit në konkluzionin se instrumentat e peshimit të klasës I, duke qënë se janë shumë të ndjeshëm ndaj ndryshimeve të gravitetit absolut, nuk duhet të ndryshojnë vendin e përdorimit brënda zonës, pasi i humbasin cilësitë e tyre metrologjike. Këto instrumenta peshimi duhet medoemos të rregullohen (bëhet korrigjimi) për shkak të ndryshimit të vlerës së gravitetit nëse ato ndryshojnë vendin e përdorimit. Ky korrigjim duhet të kryhet nga specialistë teknik të autorizuar dhe për përdorim sipas kushteve të vendit ekzakt të përdorimit të tyre.

Ndërsa e kundërta ndodh për instrumentat e peshimit të klasës III. Këto instrumenta mund të përdoren në të gjithë zonën veriore të gravitetit për Shqipërinë, pasi ndikimi i nxitimit për shkak të gravitetit është shumë i vogël dhe mund të neglizhohet. Në këtë rast, prodhuesi duhet të sigurohet për vendosjen e një identifikimi të përshtatshëm të kësaj zone e cila mund të jetë, vlera referencë e gravitetit të zonës së bashku me vlerat më të ulëta dhe më të larta të kufirit të vlerave të gravitetit për zonën veriore. Duhet theksuar fakti se në Republikën e Shqipërisë instrumentat e peshimit të klasës III janë shumë të paktë në përdorim dhe në shumicën e rasteve ato mund të klasifikohen edhe si instrumenta peshimi të klasës së III.

5.8.2 Studimi i lëvizjes së peshoreve të klasës II dhe III në këtë zonë

Për lëvizjen e instrumentave të peshimit të klasave II dhe III në këtë zonë graviteti, janë marrë në studim instrumentat me numër të ndarjeve të shkallës $n \leq 5000$. Analiza e lëvizjes së këtyre instrumentave në këtë zonë është kryer për çdo 100m lartësi mbi nivelin e detit dhe në lartësitë nga 0 - 1000m mbi nivelin e detit. Të gjithë këto instrumenta janë studiuar në veçanti, në mënyrë që të shihet se në cilat kushte ato mund të lëvizin lirisht dhe në cilat kushte jo, pasi mund të ndodh që ato të lejohen të lëvizin në një pjesë të zonës por mund të mos lejohen të lëvizin në një pjesë tjetër të kësaj zone. Për ilustrim, një shembull i studimit të lëvizjes së instrumentave të peshimit të klasës II dhe III me ndarje shkalle $n = 500$, ndarje shkalle $n = 3000$ dhe ndarje shkalle $n = 5000$ brënda kësaj zone graviteti për lartësi të ndryshme: nga 0-100m mbi nivelin e detit, nga 0 – 200m mbi nivelin e detit, nga 200 - 400 m mbi nivelin e detit dhe nga 0 -1000m mbi nivelin e detit, me anë të databazës së pregatitur në programin Excel, paraqitet në mënyrë të përmbledhur në tabelën 5.4.

Tabela 5.4. Vlerat e gravitetit për zonën dhe testi i instrumentave të peshimit të klasës II, III

Instrumenti i peshimit	Klasa II		Klasa III		
Numri i ndarjeve (n)	5000	5000	3000	3000	500
gml	1e	1 e	1.5 e	1.5 e	0.5 e
$\varphi_1(^{\circ})$	41.5	41.5	41.5	41.5	41.5
$\varphi_2(^{\circ})$	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5
$h_1(m)$	0	0	0	200	0
$h_2(m)$	100	200	1000	400	1000
$g(\varphi_1, h_m) (m/s^2)$	9.80317	9.80302	9.80179	9.802403	9.80179
$g(\varphi_2, h_m) (m/s^2)$	9.80407	9.80392	9.80269	9.803303	9.80269
$g(\varphi_m, h_1) (m/s^2)$	9.80348	9.80348	9.80348	9.802864	9.80348
$g(\varphi_m, h_2) (m/s^2)$	9.80317	9.80286	9.80040	9.80225	9.80040
$g_R(\varphi_m, h_m) (m/s^2)$	9.80333	9.80317	9.80194	9.802556	9.80194
$n(\Delta g_{\varphi} + \Delta g_h)/g_R \leq gml/3e$	0.31 < 0.33	0.39 > 0.33	0.61 > 0.50	0.23 < 0.50	0.10 < 0.17
Testi	Kalon	Nuk kalon	Nuk kalon	Kalon	Kalon

Siç vihet re nga tabela mund të themi se peshorja e klasës III me ndarje të shkallës $n = 3000$ nuk mund të përdoret brënda gjithë kësaj zone graviteti pasi $0.61 > 0.50$ pra nuk e kalon testin. Por kjo peshore mund të përdoret në një pjesë të kësaj zone graviteti duke bërë të mundur kështu krijimin e disa minizonave graviteti brënda një zone në të cilat ajo mund të lëvizë lirshëm pa humbur karakteristikat e saj metrologjike. Kështu psh, kjo peshore mund të përdoret në minizonën ndërmjet lartësive 200 m dhe 400 m mbi nivelin e detit, pasi plotësohet kushti $0.23 < 0.50$. Peshorja e klasës III me ndarje shkalle $n = 500$ mund të themi se mund të përdoret në gjithë këtë zonë pasi plotëson kushtin $0.10 < 0.17$. Peshorja e klasës II me ndarje shkalle $n = 5000$ nuk mund të përdoret në minizonën që ndodhet ndërmjet lartësive 100 m dhe 200 m mbi nivelin e detit por mund të përdoret në minizonën që ndodhet midis lartësive 0 m dhe 100 m mbi nivelin e detit.

Në të njëjtën mënyrë mund analizohet lëvizja për të gjithë instrumentat e tjerë të peshimit. Kështu prodhuesi duhet të sigurohet për vendosjen e një identifikimi të përshtatshëm të kësaj zone graviteti. Në rastin e peshoreve të mësipërme identifikimi mund të jetë:

- një kod shënimi në formën $\varphi_1 - \varphi_2 \equiv h_1 - h_2$. Në rastin tonë do të ishte $41.5-42.5 \equiv 0-1000$, e cila do të tregonte se peshorja është rregulluar për një vlerë mesatare të gravitetit në zonën që ndodhet ndërmjet gjerësisë gjeografike 41.5^0 dhe 42.5^0 dhe lartësive mbi nivelin e detit nga 0 m deri në 1000 m.
- vlera referencë e gravitetit të zonës së bashku me vlerat më të ulëta dhe më të larta të kufirit të vlerave të gravitetit për zonën
- vlera referencë e gravitetit të një qyteti të caktuar, rajon, provincë etj.

Identifikimi mund të paraqitet nëpërmjet një përshkrimi, ose ndonjë dokumenti që shoqëron instrumentin e peshimit, ose mund të shfaqet në ekran nëpërmjet një procedure të përshkruar në manualin e përdorimit. Në të njëjtën mënyrë mund të procedohet në ndërtimin e zonave të gravitetit për të gjithë Republikën e Shqipërisë. I njëjti studim është kryer edhe nga instituti i metrologjisë së Zvicrës dhe instituti i metrologjisë së Sllovenisë [113], [114].

Në varësi të studimit të klasës së instrumentave të peshimit dhe numrit të ndarjeve të shkallës së tyre, të cilat përdoren nga qytetarët e vendit e tonë dhe që i nënshtrohen një kontrolli metrologjik ligjor, bazuar në këto zona graviteti, mund të analizohen të gjitha rastet për lëvizjen e lirë të këtyre instrumentave pa humbur karakteristikat e tyre metrologjike. Të gjithë instrumentat e peshimit që i nënshtrohen një kontrolli metrologjik ligjor, pas përfundimit të procesit të verifikimit, fillestar apo edhe periodik nga metrologët e zonës dhe konfirmimit të plotësimit të karakteristikave metrologjike, pajisen me një pullë verifikimi. Në këtë mënyrë të gjithë qytetarët sigurohen se ky instrument është i kontrolluar nga instancat respektive dhe ata paguajnë për atë sasi produkti që ata blejnë. Në Indi për mbrojtjen e qytetarëve të tyre nga matjet e pasakta në një nga qendrat më të mëdha tregtare të këtij vendi, organet kompetente qeveritare, kanë vendosur një instrument peshimi në mënyrë që çdo qytetar të mund të kontrolloj dhe verifikojë sasinë e produktit të blerë në dyqanet e kësaj qendre tregtare [115].

KAPITULLI VI

NDIKIMI I GRAVITETIT ABSOLUT NË PROÇESIN E PESHIMIT DHE METODAT E KORRIGJIMIT

6.1 Njohja e vlerës së gravitetit absolut sipas rendit të saktësisë

Nevoja për matje të gravitetit absolut brënda një pasigurie relative 10^{-9} është një nga detyrat prioritare të metrologjisë, pasi vlera e nxitimit gravitacional përdoret për realizimin e disa njësive të sistemit SI të madhësive fizike që lidhen me matjen e forcës [116]. Një shembull do ishte se në metrologji, njohja e gravitetit absolut është shumë e rëndësishme në përcaktimin e masës dhe gjithashtu përdoret si një standard transferimi në përcaktimin e standardeve metrologjike që përfshijnë matjet e forcës dhe presionit.

Një shembull tjetër do ishte njësia e rrymës elektrike, Amperi e cila është realizuar duke krahasuar forcën që vepron ndërmjet dy bobinave në të cilat kalon rrymë me peshën e një trupi me masë të njohur në fushën gravitacionale. Si rrjedhim të gjitha madhësitë në të cilat përfshihet njësia e Amperit janë të varura nga vlera e nxitimit gravitacional. Është kështu evidente që saktësia e matjes së nxitimit gravitacional ndikon direkt në saktësinë e njësive matëse të sistemit SI të shumë madhësive fizike si: mekanike, elektrike, dinamike e të fluideve.

Gjithashtu Gjeodezia dhe Gjeofizika kanë avantazh nga matjet e sakta të gravitetit absolut. Këto institucione janë të interesuar për ndryshimet e gravitetit të cilat ndodhin në lidhje me pozicionin dhe në një pozicion të caktuar në lidhje me kohën [117]. Faktorët që ndikojnë në ndryshimet e gravitetit në lidhje me pozicionin janë, rrotullimi i tokës, devijimet e sipërfaqes së saj nga një sferoid ekuipotencial dhe ndryshimet e densitetit që ndodhin në brendësi të tokës. Proçeset gjeodinamike dhe tektonike psh deformimet e kores së tokës, janë të lidhura me ndryshimet e nxitimit gravitacional në varësi të kohës. Në tabelën 6.1 janë dhënë disa nga fushat e aplikimit në të cilat njohja e rendit të saktësisë së gravitetit absolut në nivele të ndryshme është mjaft e rëndësishme [118].

Tabela 6.1. Njohja e rendit të saktësisë së gravitetit absolut në fusha të ndryshme aplikimi

Fusha e aplikimit	Rendi i saktësisë vlerës së g	Distanca e stacioneve
Harta rajonale gjeologjike	0.2-0.4 mGal	5-10 km
Kërkimet e naftës	5 μ Gal	2-5 km
Kërkimet minerale	5 μ Gal	25-30 m
Studimet tektonike	Më të mirë se 5 μ Gal	Zonën e studimit
Studimet vullkanologjike dhe gjeotermale	Më të mirë se 5 μ Gal	Zonën e studimit
Metrologjia e masës	$10^{-6} - 10^{-9} \text{ m/s}^2$	Në vend përdorim, sipas klasës
Metrologjia e forcës , presionit	$10^{-5} - 10^{-7} \text{ m/s}^2$	Në vend përdorim

6.1.1 Ndikimi i gravitetit absolut në procesin e peshimit

Në terma të përgjithshme, tregimi i një instrumenti është proporcional me forcën e ushtruar nga një objekt me masë m mbi receptorin ngarkesës dhe kjo gjë shprehet nëpërmjet relacionit 6.1 [62]:

$$I = k_s m g (1 - \rho_a / \rho) \quad (6.1)$$

Termat në kllapa merren në konsideratë për reduktimin e forcës të ushtruar për shkak të ajrit të zhvendosur nga objekti, pasi siç e kemi përmendur më parë, procesi i peshimit kryhet në ajër. Pra përveç forcës së gravitetit, një tjetër faktor që ndikon në procesin e peshimit është dhe forca e zhvendosjes së ajrit. Të dyja këto forca, forca e gravitetit dhe forca e zhvendosjes së ajrit janë të varura nga vlera e nxitimit gravitacional “g”. Në parim në një densitet referencë të ajrit $\rho_0 = 1,2 \text{ kg/m}^3$, balanca duhet të tregojë masën konvencionale të objektit që peshohet. Për të përcaktuar gabimin e tregimit të një instrumenti peshimi, aplikohen masa standarde me vlerë të njohur të masës konvencionale. Densiteti i tyre është normalisht i ndryshëm nga vlera referencë dhe densiteti i ajrit në kohën e kalibrimit është normalisht i ndryshëm nga ρ_0 . Është e rëndësishme që, për rregullimin dhe / ose kalibrimin e instrumentit të peshimit të përdoren gramarë standard që

janë të kalibruar në vlerën e masës konvencionale m_c . Në rastin kur rregullimi është kryer në një densitet të ajrit ρ_{as} atëherë efekti i vlerës së gravitetit dhe i zhvendosjes aktuale të ajrit në gramarin standard të rregullimit që ka masë konvencionale m_{cs} përfshihen në faktorin e rregullimit k_s . Prandaj, në momentin e rregullimit, treguesi I_s shprehet sipas relacionit 6.2:

$$I_s = m_{cs} \quad (6.2)$$

Në rastin kur rregullimi është kryer nën kushtet që karakterizohen nga vlerat aktuale të nxitimit gravitacional g_s , $\rho_s \neq \rho_c$ dhe $\rho_{as} \neq \rho_0$ të identifikuar nga indeksi “s”, atëherë ky rregullim është i vlefshëm vetëm nën këto kushte.

Për një trup tjetër me masë konvencionale me $\rho \neq \rho_s$ që peshohet mbi të njëjtin instrument por nën kushte të ndryshme si psh: $g \neq g_s$, që do të thotë vend i ndryshëm i përdorimit dhe $\rho_a \neq \rho_{as}$ që do të thotë densitet i ndryshëm i ajrit, treguesi në përgjithësi do të shprehej me anë të relacionit 6.3 (duke neglizhuar termat e rendit 2 ose më të lartë).

$$I = m_c \left(\frac{g}{g_s} \right) \left\{ 1 - (\rho_a - \rho_0) \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_s} \right) - (\rho_a - \rho_{as}) / \rho_s \right\} \quad (6.3)$$

Në qoftë së instrumenti nuk është zhvendosur, atëherë nuk do të ketë ndryshim të vlerës së “g”, kështu që $g/g_s = 1$. Por densiteti i ajrit ndryshon vazhdimisht kështu, tregimi i balancës do të jetë pikërisht masa konvencionale e trupit, vetëm në disa raste të veçanta. Rastet më të dukshme janë:

- $\rho_a = \rho_{as} = \rho_0$.
- peshimi është kryer në $\rho_a = \rho_{as}$ dhe trupi ka një densitet $\rho = \rho_s$.

Formula thjeshtohet më tej në situata ku disa nga vlerat e densitetit janë të barabarta:

a) peshimi i një trupi në densitet referencë të ajrit: $\rho_a = \rho_0$, atëherë:

$$I = m_c [1 - (\rho_a - \rho_{as}) / \rho_s] \quad (6.4)$$

b) peshimi i një trupi me të njëjtin densitet si gramari standard i rregullimit $\rho = \rho_s$, atëherë përsëri (si në rastin a):

$$I = m_c [1 - (\rho_a - \rho_{as})/\rho_s] \quad (6.5)$$

c) peshimi në të njëjtin densitet ajri si në kohën e rregullimit: $\rho_a = \rho_{as}$, atëherë:

$$I = m_c \left\{ 1 - (\rho_a - \rho_0) \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_s} \right) \right\} \quad (6.6)$$

Figura 6.1, tregon shembuj për madhësinë e ndryshimeve relative $\frac{\Delta I}{m_c} = (I - m_c) / m_c$ për një instrument të rregulluar me gramar standard me $\rho_s = \rho_c$ kur kalibrohet me gramarë standard me densitet tipik por të ndryshëm.

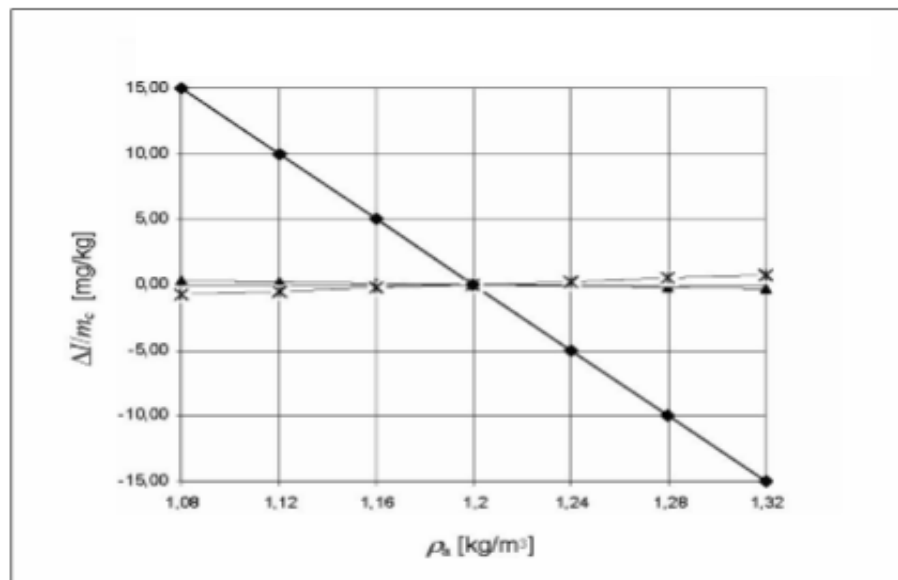


Figura 6.1. Ndryshimi i tregimit për shkak të zhvendosjes së ajrit

Vija ▲ është e vlefshme për trupin me $\rho = 7810 \text{ kg/m}^3$, peshuar në $\rho_s = \rho_{as}$ (rasti c më sipër)

Vija x është e vlefshme për trupin me $\rho = 8400 \text{ kg/m}^3$, peshuar në $\rho_s = \rho_{as}$ (rasti c më sipër)

Vija ◆ është e vlefshme për trupin me $\rho = \rho_s = \rho_c$, pas rregullimit në $\rho_{as} = \rho_0$ (rasti b më sipër)

Është e qartë se nën këto kushte, një ndryshim në densitetin e ajrit ka një efekt mjaft më të madh se sa një ndryshim në densitetin e gramarit. Për çdo ngarkesë test L_T , gabimi i tregimit llogaritet me anë të relacionit 6.7:

$$E = I - I_{ref} \quad (6.7)$$

Në veçanti instrumentat modernë të peshimit elektronik që përdoren për përcaktimet e masës me pasiguri relative të rendit 10^{-3} deri 10^{-7} , ose edhe më pak, kur lëvizën, janë të ndjeshme ndaj ndryshimeve të gravitetit, rrjedhimisht ky ndryshim i vlerës së gravitetit shkakton një diferencë në gabimet e tregimit të instrumentit të peshimit në pozicionin e ri të përdorimit të këtij instrumenti.

Si për aplikimet me saktësi të lartë (pasiguritë relative më pak se 10^{-4}) dhe për aplikimet me saktësi të mesme (pasiguritë relative 10^{-3} deri 10^{-4}) instrumentat përkatëse duhet të përshtaten me vlerën e gravitetit në vendin e tyre të saktë të përdorimit dhe të kalibrohen. Ky nuk është problem për balancat me preçizion të lartë që normalisht përdorin qelizat e ngarkesës të kompensuara elektro-magnetikisht dhe që përshtaten ose me një gramar rregullimi të brendshëm, ose me një gramar të kalibruar të jashtëm për të cilat do të flasim në pikën 6.2 më poshtë. Megjithatë instrumentat e peshimit të saktësisë së mesme, që normalisht përdorin dhënësat e ngarkesës, përdoren në shumë pjesë të industrisë dhe tregtisë për transaksione komerciale, pra për aplikimet të cilat janë subjekt i kontrollit ligjor, *verifikimit*. Problemi këtu është se nga pikëpamja komerciale, përdorimi i një gramari rregullues të inkorporuar është shumë i shtrenjtë dhe nga këndvështrimi ligjor, rregullimi nga një gramar i jashtëm në vendin e përdorimit normalisht nuk lejohet për përdoruesit, por vetëm për një person të autorizuar [112]. Kështu, rregulloret Europiane parashikojnë një verifikim në dy faza: i pari që përfshin të gjitha ekzaminimet që janë të pavarura nga graviteti, të cilat mund të kryhen në vendin e prodhuesit dhe e dyta, që përfshin kryesisht rregullimin përfundimtar nga një person i autorizuar në vendin e përdorimit [119]. Vetëm në rast se zonat e gravitetit janë përcaktuar në vendin përkatës dhe nëse instrumenti i peshimit është shënuar me një zonë graviteti, përdoruesi lejohet të lëvizë lirisht instrumentin e tij në këtë zonë të caktuar pa e bërë verifikimin të pavlefshëm, siç është shpjeguar edhe në kapitullin V më sipër. Gjatë një pune rutin, zgjedhja e balancës varet ngushtësisht nga qëllimi i përdorimit të saj dhe nga kërkesa e saktësisë së matjes.

Me anë të një balancë analitike me një numër ndarjesh të shkallës shumë të lartë, është e mundshme të maten edhe ndryshimet më të vogla të masës. Rrjedhimisht kjo është arsyeja më e fortë për kalibrimin e balancave, duke çuar në sigurimin e tregimeve korrekte të saj dhe gjurmueshmërinë e rezultateve të matjes.

6.1.2 Ndikimi i gravitetit absolut në procesin e kalibrimit të etaloneve të masës Çelik - Pt-Ir

Duke qënë se njësia e masës është e disponueshme vetëm në BIPM, ajo duhet të shpërndahet në pjesën tjetër të botës nëpërmjet një sërë kalibrimesh krahasuese të njëpasnjëshme që përfshijnë prototipet kombëtare të masës. Siç e kemi përmendur edhe në paragrafët e mëparshëm njësia e masës shpërndahet në çdo vend nëpërmjet prototipit të njësisë së saj “*Kilogramit Pt-Ir*” në një shkallë të masës që mbulon shumëfishet dhe nënfishet e kilogramit. Në këtë mënyrë, në nivelin më të lartë të matjeve të masës, krahasimi ndërmjet një standardi të masës të përbërë prej çeliku dhe një standardi të përbërë prej Pt-Ir, përcaktimi i vlerës së nxitimit gravitacional është mjaft i rëndësishëm [120], [121].

Kështu për shkak të ndryshimit të gradientit vertikal gravitacional, kemi nivele të ndryshme të qendrës së gravitetit të standardit të referencës dhe masës së standardit të përdorur si masë testi, të cilat ndikojnë dukshëm në përcaktimin e saktë të vlerës së masës. Ky ndikim shprehet nëpërmjet relacionit 6.8 [122]:

$$y = \Delta m + \rho_a(V_{Tt} - V_{St}) + C_{ml} \quad (6.8)$$

Faktori i korigjimi për shkak të ndryshimit të nivelit të qendrave të masave C_{ml} , llogaritet sipas relacionit 6.9:

$$C_{ml} = m * \gamma * \frac{\delta h}{g} \quad (6.9)$$

Gjithashtu graviteti absolut ndikon edhe në procesin e peshimit hidrostatik [123].

6.2 Metodat e korigjimit dhe ilustrimi me balancën analitike klasa I

Normalisht kalibrimi i një instrumenti të peshimit duhet të kryhet në vendin në të cilin instrumenti do të përdoret. Por në disa raste, për arsye të ndryshme është e nevojshme që balanca të zhvendoset nga njëri vend në tjetrin dhe kështu përdoruesi duhet patjetër të bëjë korigjimet përkatëse të gabimeve të tregimit që vijnë si rezultat i kësaj zhvendosjeje. Sa herë që një balancë zhvendoset në një pozicion të ri, ajo duhet të rikalibrohet. Një nga metodat e përdorura për eliminimin e gabimeve që vijnë për shkak të ndryshimeve të vlerës së gravitetit absolut dhe faktorëve të tjerë që lidhen me kushtet e mjedisit është *rregullimi i balancës*, që do të thotë të eliminosh vlerën e diferencës ndërmjet vlerës aktuale dhe vlerës nominale të tregimit të balancës duke e korigjuar këtë shmangie. Në rastin kur një instrument peshimi ndryshon vendin e tij të përdorimit pasi është kalibruar për herë të fundit, efektet e mundshme që mund të influencojnë në performancën e tij dhe mund të bëjnë të pavlefshëm këtë kalibrim janë: ndryshimi në vlerën e gravitetit lokal, ndryshimi i kushteve të mjedisit apo dhe kushtet termike dhe mekanike gjatë transportimit. Metodat e korigjimit që përdoren për zvogëlimin e gabimeve të tregimit të instrumentit të peshimit që lindin gjatë ndryshimit të pozicionit të përdorimit të tij janë [124]:

- rregullimi i brendshëm
- rregullimi i jashtëm me përdorim të gramarëve

Më poshtë paraqiten metodat e përdorura për korigjimin e gabimit të tregimit të një balance analitike me prodhues METTLER TOLEDO me kapacitet Max = 520 g dhe me ndarje të shkallës $d = 0.1$ mg, klasa I, kur ajo ndryshon vendin e përdorimit nga laboratorin e volumeve, në laboratorin e masës të DPM në Shqipëri [125]. Për të theksuar rëndësinë e secilës metode të përdorur, paraqiten krahasimet e rezultateve të marra nga matjet e kryera për tregimet e balancës kur nuk është bërë asnjë rregullim, me rezultatet kur kemi përdorur secilën nga metodat e mësipërme për rregullimin e saj. Është shumë e rëndësishme të theksohet se, metoda e rregullimit të balancës duhet të bëhet vetëm duke ndjekur hapat e përshkruar në manualin e përdorimit të instrumentit të peshimit pasi secili instrument ndryshon nga tjetri për sa i përket ndërtimit të tyre. Ekzistojnë disa tipe të ndryshme të balancave, ka balanca që kanë vetëm mekanizëm të brendshëm rregullimi, balanca që kanë vetëm mekanizëm rregullimi të jashtëm.

Por ka edhe balanca që i kanë të dyja llojet e mekanizmave, ose asnjë nga këto mekanizma. Menjëherë sapo të kryhet ky rregullim në një vend specifik, automatikisht është bërë korrigjimi për shkak të ndryshimit të gravitetit në atë vend dhe për shkak të ndryshimit të kushteve atmosferike. Asnjë ndryshim matematikor i të dhënave nuk do të jetë i nevojshëm për të bërë korrigjime për ndryshim të gjerësisë gjeografike apo të ndryshimit të lartësisë mbi nivelin e detit. Kalibrimi i balancës jep shmangien ndërmjet vlerës së masës së gramarit të shfaqur në ekranin e leximit të balancës dhe vlerës së treguar për masën e këtij gramari në çertifikatën e tij të kalibrimit.

6.2.1 Metoda e korrigjimit me rregullim të brendshëm

Metoda me rregullim të brendshëm është një sistem rregulimi automatik, i realizuar nëpërmjet aplikimit të gramarëve të instaluar në brendësi të kasës së instrumentit të peshimit. Ky sistem mekanizmi me rregullim të brendshëm eliminon edhe gabimet për ndryshime të temperaturës, për shkak të monitorimit të vazhdueshëm të temperaturës së peshores dhe dedektimit të ndryshimeve të cilët mund të influencojnë në procesin e punës së peshores. Një mekanizëm i rregullimit automatik të brendshëm eliminon kohëzgjatjen e ndryshimeve të karakteristikave të instrumentit të peshimit psh, pjesëve përbërëse të saj dhe siguron qëndrueshmëri në matje, por duhet theksuar se gramarët e brendshëm të inkorporuar me masë nominale që përdoren për korrigjimin e shmangies së gabimit të tregimit nuk janë të kontrollueshme për sa i përket karakteristikave të tyre metrologjike. Në tabelën 6.2 paraqiten rezultatet e marra nga eksperimenti i kryer me balancën në rastin e parë, kur nuk kemi bërë asnjë rregullim dhe në rastin e dytë, kur kemi performuar rregullim të brendshëm të balancës. Duhet theksuar fakti se edhe pasi kryhet procesi i rregullimit të balancës me secilën nga metodat e përmendura mësipër, pas këtij rregullimi, balanca duhet patjetër të kalibrohet në mënyrë që të vlerësohet sjellja e saj si dhe pasiguria e matjeve gjatë kalibrimit.

Në tabelën 6.2 janë paraqitur rezultatet e matjes vetëm për testin e linearitetit dhe pasiguria e matjeve gjatë kalibrimit të instrumentit të peshimit, para dhe pas rregullimit të brendshëm respektivisht.

Tabela 6.2. Rezultatet e matjes dhe pasiguria e matjes para dhe pas rregullimit të brendshëm

Ngarkesa L m_c (g)	Tregimi pa rregullim (g)	Gabimi i tregimit E_{CAL} (g)	Pasiguria $U(E)$ (g)	Tregimi pas rregullimit të brendshëm (g)	Gabimi i tregimit E_{CAL} (g)	Pasiguria $U(E)$ (g)
0.00000	0,0000	0,0000	0,00009	0,0000	0,0000	0,00010
50.00007	49,9992	-0,0009	0,00010	49,9996	-0,0005	0,00011
100.00010	99,9980	-0,0021	0,00012	99,9989	-0,0012	0,00012
150.00017	149,9972	-0,0030	0,00014	149,9986	-0,0016	0,00015
200.00011	199,9965	-0,0036	0,00017	199,9984	-0,0017	0,00018
250.00018	249,9958	-0,0044	0,00025	249,9982	-0,0020	0,00030
300.00021	299,9946	-0,0056	0,00028	299,9974	-0,0028	0,00034
350.00028	349,9939	-0,0064	0,00033	349,9970	-0,0033	0,00040
400.00028	399,9933	-0,0070	0,00037	399,9972	-0,0031	0,00044
450.00034	449,9927	-0,0076	0,00042	449,9970	-0,0033	0,00050
500.00050	499,9923	-0,0082	0,00045	499,9970	-0,0035	0,00055

Duke iu referuar tabelës 6.2 mund të vihet re qartë se pas performimit të rregullimit të brendshëm, gabimet e tregimit zvogëlohen. Gjithashtu nga tabela 6.2 mund të vihet re se nuk kemi ndonjë ndryshim domethënës në pasigurinë e matjes gjatë kalibrimin për të dy rastet. Në figurën 6.2 dhe në figurën 6.3 me poshtë paraqiten grafikët për gabimet e tregimit dhe pasiguritë shoqëruese për të dyja rastet respektivisht.

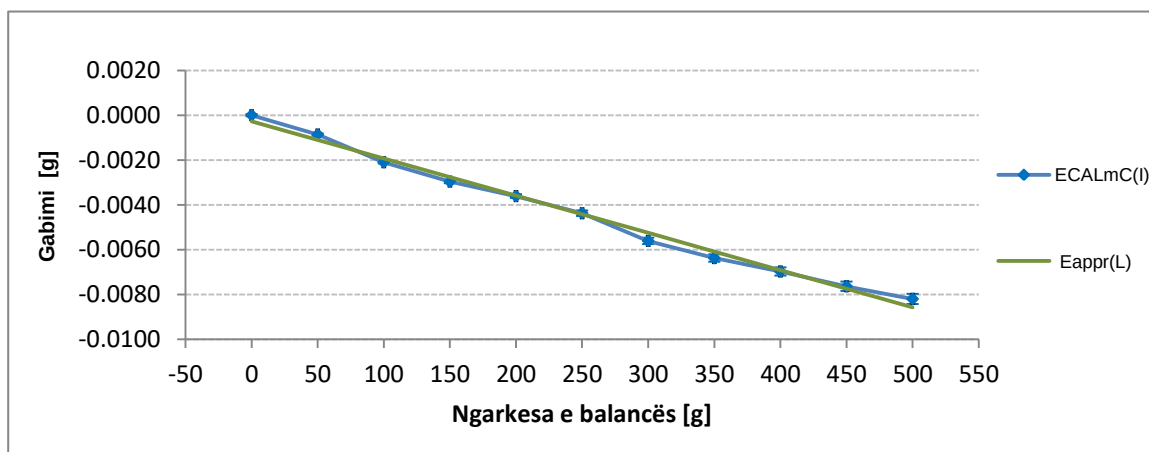


Figura 6.2. Gabimet e tregimit dhe pasiguria e matjes (pa rregullim të brendshëm)

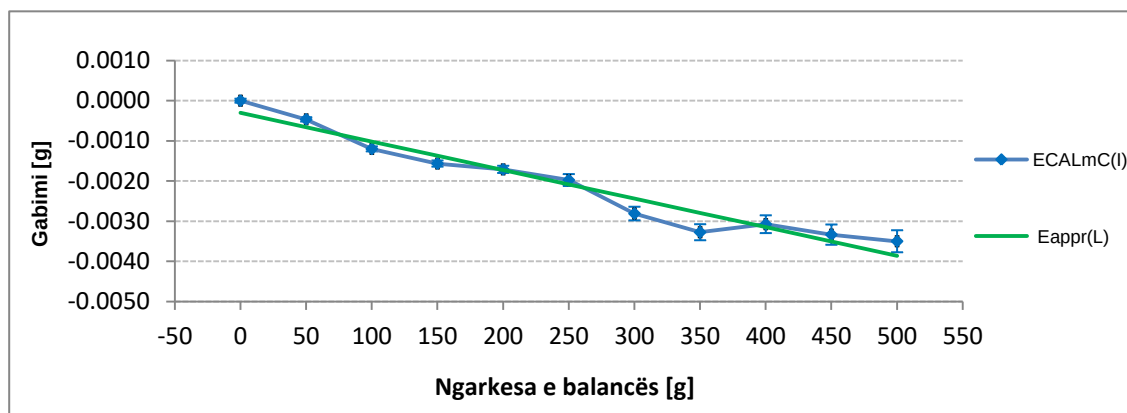


Figura 6.3. Gabimet e tregimit dhe pasiguria e matjes (me rregullim të brendshëm)

Në figurën 6.2 dhe në figurën 6.3 më sipër theksojmë se, së bashku me gabimet e tregimit E dhe pasiguritë përkatëse të paraqitura në ngjyrën blu është treguar gjithashtu edhe përafrimi linear i gabimeve të tregimit në ngjyrë jeshile.

6.2.2 Metoda e korrigjimit me rregullim me gramarë të jashtëm

Metoda e rregullimit me gramarë të jashtëm është një metodë e cila konsiston në përdorimin e një gramari të jashtëm me një masë të njohur. Në përdorimin e kësaj metode dallojmë dy raste:

- përdorimi i një gramari të jashtëm me masë nominale m_N
- përdorimi i një gramari të jashtëm me masë konvencionale m_c

Në të dy rastet kërkohet që klasa e saktësisë së gramarit të jetë e lartë, pra të ketë një gabim maksimal të lejuar sa më të vogël, densiteti i gramarit të jetë sa më afër vlerës 8000 kg/m^3 , vetitë magnetike sa më të mira dhe një material sa më homogjen.

Edhe në këtë rast përdorimi i secilës nga metodat duhet bërë në përputhje me hapat e përshkruar në manualin e përdorimit të balancës. Për instrumentin e peshimit të marrë në këtë studim, në manualin e tij të përdorimit përshkruhet se vlera e masës nominale të gramarit që duhet përdorur për rregullim të jashtëm është $m_N = 50 \text{ g}$.

Ky gramar është i klasës së saktësisë E₂ me karakteristika metrologjike të cilat paraqiten në tabelën 6.3 dhe 6.4 respektivisht me poshtë. Këto matje të karakteristیکave metrologjike të gramarit janë kryer nga laboratori i masës në DPM.

Tabela 6.3. Vlerat e densitetit dhe vëllimit të gramarit të përdorur për rregullim të jashtëm

Vlera nominale	Densiteti ρ	Pasiguria u_ρ	Vëllimi V	Pasiguria u_v
50 g	8072,6 kgm ⁻³	2,9 kgm ⁻³	6,1938 cm ³	0,0022 cm ³

Tabela 6.4. Vetitë magnetike të gramarit të përdorur për rregullim të jashtëm

Vlera nominale	Ndjeshmëria magnetike χ	Limiti sipas OIML R-111	Pasiguria u_χ	Magnetizimi mbetës $\mu_0 M_z$ (μT)	Limiti sipas OIML R-111 (μT)	Pasiguria $u_{\mu_0 M_z}$ (μT)
50 g	0,00367	0.07	0,00023	0.28	8	0.85

Stabiliteti i këtij gramari është kontrolluar nëpërmjet kalibrimeve të njëpasnjëshme për periudhën kohore prej 10 vitesh. Grafiku i historikut të kalibrimit të këtij gramari tregohet në figurën 6.4 dhe përmban kalibrimet e kryera nga institute të tjera të metrologjisë si ai i Zvicrës dhe i Turqisë (1-2) si edhe kalibrimet e kryera nga vetë laboratori primar i masës në DPM (3-10)

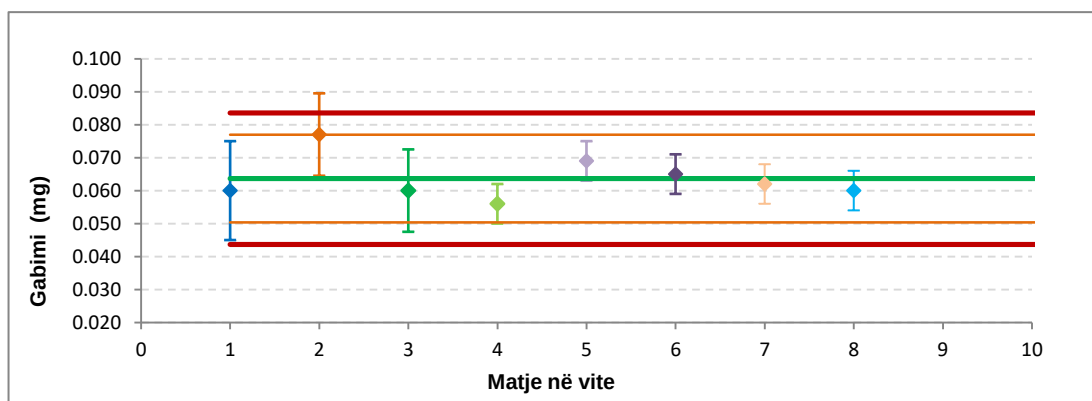


Figura 6.4. Historiku i kalibrimit të gramarit me masë 50 g, klasa E2

Gjatë përdorimit të një gramari të jashtëm për rregullimin e një balance duhet të vihet re se edhe masa e gramarëve të kalibruar nuk është ekzaktësisht e njëjtë me masën nominale të tyre. Kështu, ekzistojnë gramarë të klasave të ndryshme me masa të ndryshme dhe me gabime maksimale të ndryshme. Pra, në rastin tonë mund të themi se masa nominale e gramarit të përdorur është 50g dhe i përket klasës E2 të saktësisë, por nga ana tjetër masa e tij konvencionale është e ndryshme nga ajo nominale dhe sipas çertifikatës së tij të fundit të kalibrimit vlera e masës konvencionale të tij është 50.00007 g. Pra mund të themi në këtë rast se rregullimi i balancës bëhet me gramarin e jashtëm me masë tashmë konvencionale 50.00007 g dhe jo me masën nominale të tij që është 50g. Sigurisht që vendosja e kësaj vlere të masës konvencionale të gramarit do të vendoset në balancë sipas udhëzimeve të manualit të përdorimit të balancës në studim. Në tabelën 6.5 paraqiten rezultatet e matjes dhe pasiguria e kalibrimit të balancës për të dyja rastet kur përdorim gramarë të jashtëm me masë nominale dhe kur përdorim gramarë të jashtëm me masë konvencionale.

Tabela 6.5. Rezultatet dhe pasiguria e matjes pas rregullimit me gramarë të jashtëm me m_N dhe m_c

Ngarkesa L m_c (g)	Tregimi pas rregullimit me m_N (g)	Gabimi i tregimit E_{CAL} (g)	Pasiguria U(E) (g)	Tregimi pas rregullimit me m_c (g)	Gabimi i tregimit E_{CAL} (g)	Pasiguria U(E) (g)
0.00000	0,0000	0,0000	0,00010	0.0000	0.0000	0.00010
50.00007	49,9999	-0,0002	0,00011	50.0001	0.0000	0.00011
100.00010	99,9993	-0,0008	0,00013	99.9996	-0.0005	0.00013
150.00017	149,9991	-0,0011	0,00016	149.9998	-0.0004	0.00017
200.00011	199,9992	-0,0009	0,00019	200.0002	0.0001	0.00020
250.00018	249,9990	-0,0012	0,00031	250.0004	0.0002	0.00032
300.00021	299,9984	-0,0018	0,00035	300.0001	-0.0001	0.00037
350.00028	349,9983	-0,0020	0,00042	350.0002	-0.0001	0.00043
400.00028	399,9985	-0,0018	0,00046	400.0010	0.0007	0.00048
450.00034	449,9985	-0,0018	0,00053	450.0011	0.0008	0.00055
500.00050	499,9984	-0,0021	0,00057	500.0016	0.0011	0.00060

Figura 6.5 dhe 6.6 të paraqitura më poshtë paraqesin gabimet e tregimit dhe pasigurinë e kalibrimit të balancës pas rregullimit me masë nominale dhe pas rregullimit me masë konvencionale respektivisht. Së bashku me gabimet e tregimit E dhe pasiguritë shoqëruese në ngjyrë blu është paraqitur edhe përafrimi linear i gabimeve të tregimit me ngjyrë jeshile.

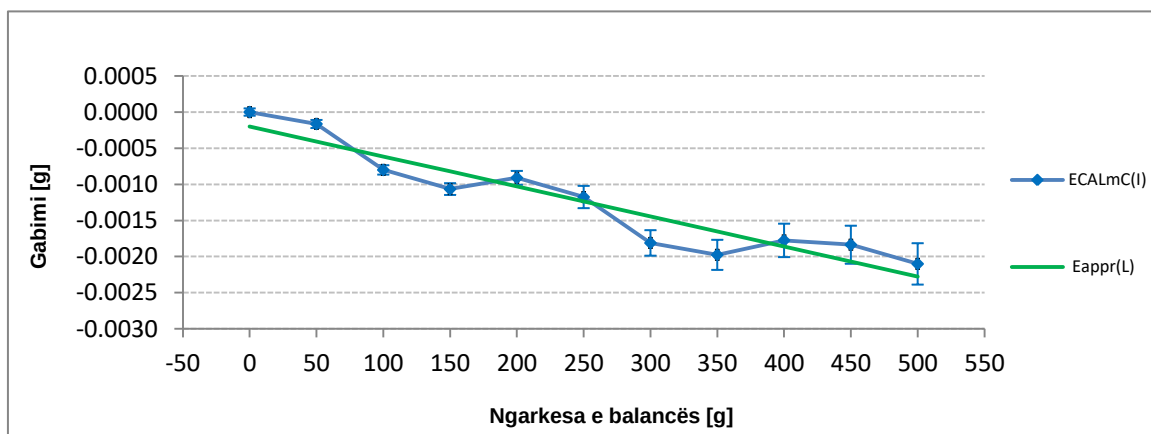


Figura 6.5. Gabimet e tregimit dhe pasiguria pas rregullimit të jashtëm me m_N

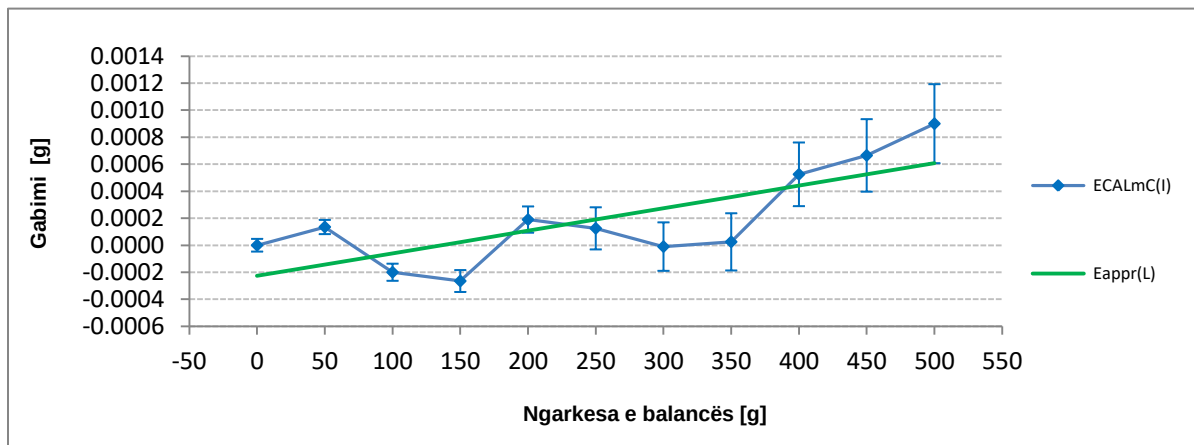


Figura 6.6. Gabimet e tregimit dhe pasiguria pas rregullimit të jashtëm me vlerë të m_c

Në mënyrë të përmbledhur, lidhur me kalibrimin e balancës gabimet lineare të përafëruara të tregimeve paraqiten në figurën 6.7, duke siguruar kështu rezultatet e ndryshme për secilin rast të rregullimit të aplikuar në mënyrë respektive.

Referuar këtij grafiku është mjaft e dukshme se gabimet e tregimit të balancës kanë ndryshime domethënëse dhe nisur nga rëndësia e qëllimit të përdorimit të kësaj balance e cila përdoret për sigurimin e gjurmueshmërisë së etaloneve të masës në DPM, ky gabim nuk mund të neglizhohet. Nëqoftëse korrigjimi për shkak të ndryshimit të pozicionit të përdorimit të kësaj balance, nuk do të ishte kryer, atëherë gabimet e tregimit të balancës për vlerën e masës së gramarëve që do të kalibroheshin duke përdorur këtë balancë, do të çonin në gabime të mëdha të vlerës së masës

konvencionale të këtyre gramarëve. Rrjedhimisht këto vlera të gabimeve mund ti nxirrnin këto gramarë jashtë klasës së tyre të saktësisë.

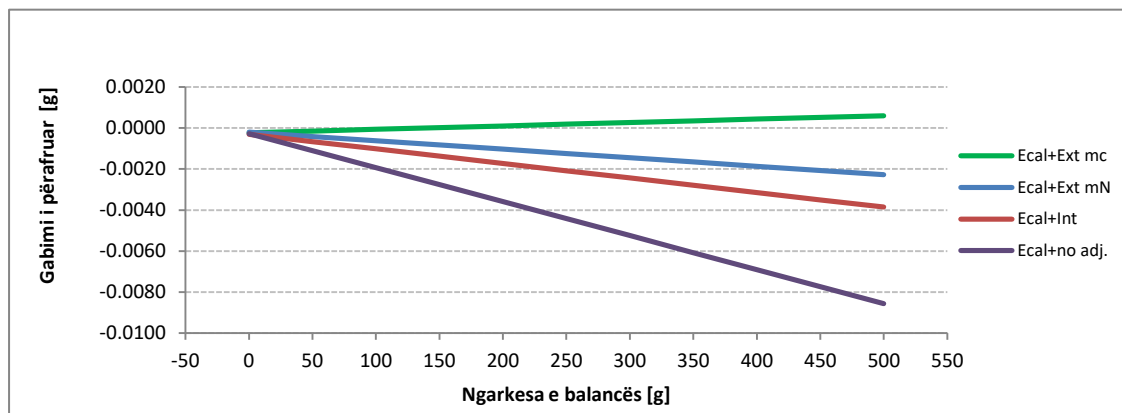


Figura 6.7. Kurbat lineare të kalibrimit të gabimeve të tregimit në lidhje me secilën metodë rregullimi të përdorur

Ekuacionet lineare të përafrimit për gabimet e tregimit lidhur me secilën nga metodat e rregullimit të përdorura në mënyrë respektive janë paraqitur më poshtë:

$$E(I) = f(I) = 1.67E-06 \times L - 2.27E-04 \quad (\text{rregullim i jashtëm me masë } m_c) \quad (6.10)$$

$$E(I) = f(I) = -4.15E-06 \times L - 2.00E-04 \quad (\text{rregullim i jashtëm me masë } m_N) \quad (6.11)$$

$$E(I) = f(I) = -7.11E-06 \times L - 3.04E-04 \quad (\text{rregullim i brendshëm}) \quad (6.12)$$

$$E(I) = f(I) = -1.66E-05 \times L - 2.68E-04 \quad (\text{pa asnjë rregullim}) \quad (6.13)$$

Nëpërmjet këtyre ekuacioneve çdo përdorues i një instrumenti peshimi të kalibruar mund të llogarisë gabimin e tregimit të instrumentit për çdo ngarkesë tjetër që nuk është testuar në procesin e kalibrimit të instrumentit. Nga analiza e rezultateve të kalibrimit në ngarkesën maksimale 500 g mund të vihet re një diferencë prej 47d ndërmjet rasteve kur nuk performohet asnjë rregullim dhe pasi performohet rregullim i brendshëm.

Nga ana tjetër diferenca ndërmjet rregullimit të brendshëm dhe rregullimit të jashtëm me gramarë me masë nominale është 14d ndërsa diferenca ndërmjet rregullimit të jashtëm me gramarë me masë nominale dhe atij me gramarë me masë konvencionale është 30d. Duke shumuar gabimin e tregimit ndërmjet rasteve pa asnjë rregullim dhe me rregullim të jashtëm me masë konvencionale, diferenca është 91d. Këto ndryshime që vijnë pas çdo metode rregullimi, tregojnë se, duke përdorur qoftë rregullim të brendshëm qoftë rregullim të jashtëm, tregimi i balancës është korigjuar sa më shumë afër vlerës aktuale të masës së gramarit të përdorur për rregullim. Në këtë mënyrë, mund të themi se gramari standard i jashtëm i përdorur për rregullimin e një balance korigjon devijimin e gabimit të tregimit më mirë dhe më afër vlerës së masës së tij nominale. Si përfundim nga analiza e matjeve mund të themi se procesi i rregullimit është një metodë mjaft e përdorshme e cila ndihmon në ruajtjen e saktësisë së balancës gjatë përdorimit të saj.

6.2.3 Metoda e korigjimit me vendosjen e vlerës “g” direkt në instrument

Përveç metodës së rregullimit të brendshëm ose të jashtëm që zbatohen kur instrumentat e peshimit ndryshojnë vendin e përdorimit, në disa prej tyre ekziston dhe mundësia e zbatimit të metodës së rregullimit nëpërmjet vendosjes direkte në këtë instrument, të vlerës së gravitetit në vendin e ri të përdorimit. Gjithashtu edhe në këtë rast duhet theksuar se metoda e vendosjes së vlerës së gravitetit duhet të jetë e përshkruar në manualin e përdorimit të peshores dhe duhet të kryhet nga specialistë të autorizuar me kompetencë teknike specifike [126].

6.2.4 Metoda e korigjimit me anë të faktorit shumëzues

Në rast se një instrument peshimi është prodhuar në një vend me vlerë të nxitimit gravitacional g_1 , atëherë veprimi i gravitetit do të ishte:

$$G_1 = m_1 \cdot g \quad (6.14)$$

Nëse ky instrument më pas do të transportohet për tu instaluar në vendin e tij të përdorimit i cili ka një nxitim gravitacional g_2 në të cilin veprimi i gravitetit do të ishte $G_2 = m \cdot g_2$ dhe që është e

ndryshme nga G_1 atëherë ky ndryshim i gravitetit mund të shkaktojë një ndryshim në tregimin e instrumentit të peshimit. Për prodhuesin i cili dëshiron të rregullojë instrumentin për vendin e tij të përdorimit është e vlefshme vetëm vlera e gravitetit G_1 . Në qoftë se vlera e gravitetit të vendit të përdorimit G_2 shkaton një ndryshim të konsiderueshëm në tregimin e instrumentit përkundrejt të njëjtës vlerë mase m atëherë kësaj mase do ti shtohet një ndryshesë Δm , pra në vendin e përdorimit do të kishim [127]:

$$G_2 = (m + \Delta m) \cdot g_1 \quad (6.15)$$

Atëherë duke bërë zëvendësimet përkatëse do të kishim:

$$\Delta m = m \cdot \frac{(g_2 - g_1)}{g_1} \quad (6.16)$$

Duhet theksuar se në këtë rast nevojitet që të njihet vlera e nxitimit gravitacional në vendin ku instrumenti ka qënë prodhuar dhe gjithashtu edhe vlera e nxitimit gravitacional në vendin në të cilin do të instalohet instrumenti i peshimit për përdorim. Pra masa e matur në këtë rast korrigjohet duke u shumëzuar me faktorin e korrigjimit $\frac{(g_2 - g_1)}{g_1}$.

6.2.5 Llogaritja e pasigurisë së matjes kur nuk aplikohet rregullim

Më sipër u fol për metodat e korrigjimit të gabimit të tregimit për shkak të ndryshimit të gravitetit lokal kur një instrument peshimi ndryshon vendin e përdorimit. Mirëpo në disa raste ndodh që instrumenti i peshimit të mos ketë asnjë nga mekanizmat e rregullimit të brendshëm apo të jashtëm. Atëherë në rastet kur nuk aplikohet asnjë metodë rregullimi për korrigjimin e gabimit të tregimit që vjen për shkak të ndryshimit të gravitetit atëherë, ky faktor duhet të merret në konsideratë në llogaritjen e buxhetit të pasigurisë gjatë kalibrimit të instrumentit të peshimit. Instrumenti i marrë në studim i përket një klienti të laboratorit të masës në DPM i cili është ndër të parët klientë qysh prej vitit 2006.

Subjekti ALTEA & GEOSTUDIO 2000, i cili për kryerjen e testeve të ndryshme të materialeve të ndërtimit dhe asfalteve i duhet ti zhvendosë peshoret në kantieret që ai posedon dhe që

ndodhen në qytete të ndryshme të Shqipërisë si: Tiranë, Korçë, Elbasan, Vlorë, Rrëshen etj kërkon pranë DPM, kalibrimin e peshoreve që ai përdor sa herë ato ndryshojnë vendin e përdorimit.

Për llogaritjen e pasigurisë së matjes gjatë kalibrimin të instrumentit të peshimit kur ai nuk ka asnjë mekanizëm rregullimi në ndërtimin e tij, është marrë në studim zhvendosja e peshores së subjektit ALTEA & GEOSTUDIO 2000 nga kantieri në Moglicë, Korçë në laboratorët e godinës qendrore që ka ky subjekt në Tiranë. Peshorja është me kapacitet Max = 30 kg dhe me ndarje të shkallës $d = 0.1g$ [128]. Sipas manualit të saj të përdorimit, u konstatua se ajo nuk ka asnjë mekanizëm rregullimi dhe në këtë rast nuk mund të kryhet rregullimi i instrumentit për të bërë korrigjimin e gabimeve të tregimit që vijnë për shkak të ndryshimit të pozicionit të saj të përdorimit. Rrjedhimisht ky kontribut do të merret në konsideratë në llogaritjen e pasigurisë së matjes duke përdorur një tjetër formulë, të ndryshme nga ajo e paraqitur në kapitullin e dytë dhe dallojmë dy raste të llogaritjes së pasigurisë së matjes [129]:

- Rasti i parë i përket momentit kur nuk kemi asnjë informacion për kushtet e ndryshimit të temperaturës në vendin e përdorimit dhe përdoret formula 6.15:

$$u(\delta m_B) = 0.1 \frac{\rho_0}{\rho_c} + \frac{mpe}{4\sqrt{3}} \quad (6.15)$$

- Ndërsa në rastin kur kemi informacion për ndryshimin e temperaturës në përdorimin e peshores përdoret formula 6.16:

$$u(\delta m_B) = \sqrt{1.07 * 10^{-4} + 1.33 * 10^{-6} * K^{-2} * \Delta T^2} * \frac{\rho_0}{\rho_c} + \frac{mpe}{4\sqrt{3}} \quad (6.16)$$

Në figurën 6.8 jepet një format i data bazës së pregatitur në programin Microsoft Excel, për hedhjen e të dhënave për karakteristikat kryesore metrolgjike të kësaj peshoreje, të gjitha rezultatet e matjeve për testet e kryera gjatë kalibrimin të këtij instrumenti peshimi si: testi i përsëritshmërisë, testi i jashtëqëndrësisë dhe testi i linearitetit në të cilin paraqiten dhe gabimet e tregimit për çdo ngarkesë të studiuar. Gjithashtu në këtë format jepen dhe emërtimet e etaloneve të masës të përdorur për kalibrim, klasifikimi i klasës së tyre të saktësisë dhe kushtet e

temperaturës në të cilat është kryer kalibrimi si edhe vendi i kalibrimit.

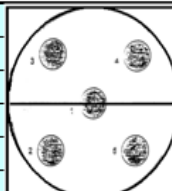
PROTOKOLL KALIBRIMI I PESHOREVE JO-AUTOMATIKE NAWI									
Objekti i kalibrimit		Peshore elektronike			Nr. Identifikimit te gramareve te perdorur		LM-47/03	LM-47/05	
Tipi		D-72336			Nr. Identifikimit te termometrit te perdorur		LM-35		
Klasa e saktësisë.		II			Kushtet e mjedisit te kalibrimit te peshores		mesatare		
Prodhuesi		KERN			Ndryshimi i temp. nga kalibrimi i fundit ΔT		10		
Nr. Serise		WD140021313			Koeficienti luhatjes temp. se peshores t_c		5		
Nr. Inventarit					Temperatura e mjedisit gjate matjes		23.3°C		
Vend-kalibrimi		Laboratori i asfalteve			Koha e kalibrimit te peshores				
Balanca	Kapaciteti	Ndarja (d)	Ndarja (e)	Nr.ndarjeve(n)	Kufijte e matjes	Kl.e gramareve	Rregullimi	Gramari	
D-72336	g	g	g		g				
	30000	0.1		300000	0-30000	F2	jo		
Perseritshmeria e peshores					Ngarkesa jo-qendrore				
Ngarkesa L [g] $0,5\text{Max} \leq L \leq \text{Max}$		I [g]			Ngarkesa L [g] $L > \text{Max} / 3$		I [g]	Pozicioni	
20000	19988.0			10000	9994.8		1		
	19988.0				9993.2		2		
	19988.5				9995.4		3		
	19988.0				9995.4		4		
	19988.5				9993.2		5		
	19988.0				9994.6		1		
Dev. standart sd (mg) =		0.26			$ \Delta \text{ecc}_{\text{Max}} $ (mg) =		1.50		
Gabimi i tregimit ne vartesi te ngarkeses L									
Ngarkesa L (g)	L (g)	GML (mg)	I (g)	Gabimi E (g)					
Min	0	0.0	0.0	0.0					
25% Max	8000	126.0	7995.6	-4.4					
50% Max	15000	240.0	14991.0	-9.0					
75% Max	22000	330.0	21986.5	-13.5					
Max	30000	460.0	29981.5	-18.5					
Kalibrimi nga: L.DISHA Data 02.02.2017									

Figura 6.8. Formati i data bazës së pregatitur në programin Microsoft Excel, për hedhjen e të dhënave për karakteristikat kryesore metrologjike të peshoreve dhe rezultatet e matjeve

Në të njëjtin format është pregatitur dhe data baza për llogaritjen e pasigurisë së matjes për raste të ndryshme. Secili nga rastet e përmendur më sipër ka një data bazë të vetën për llogaritjen e pasigurisë së matjes.

Për të vënë në dukje ndryshimin e vlerës së llogaritur të pasigurisë së matjes në kalibrim, fillimisht është llogaritur ajo duke supozuar se do të kishim performuar një nga proceset e

rregullimit dhe më pas janë bërë llogaritjet e pasigurisë së matjes për të dyja rastet, edhe kur nuk kemi informacion për ndryshimet e temperaturës në përdorim edhe kur kemi informacion për ndryshimin e temperaturës. Rezultatet e matjes dhe vlerës së llogaritur të pasigurisë së matjes paraqiten në tabelën 6.6.

Tabela 6.6. Pasiguria e matjes duke supozuar se kemi kryer një rregullim

Gabimi dhe pasiguria e matjes gjatë kalibrimit			
Ngarkesa L (g)	Tregimi I (g)	$E_{CAL}(I)$ (g)	U(E) (g)
0	0.0	0.00	0.22
8000	7995.6	-4.40	2.42
15000	14991.0	-9.00	4.53
22000	21986.5	-13.50	6.64
30000	29981.5	-18.50	9.06

Në tabelën 6.7 paraqiten rezultatet e matjeve dhe vlerat e llogaritura të pasigurisë së matjes për çdo ngarkesë duke supozuar se nuk kemi asnjë informacion për ndryshimet e temperaturës në vendin e përdorimit të peshores. Pra kemi përdorur formulën 6.15 më sipër.

Tabela 6.7. Pasiguria e matjes pa bërë asnjë rregullim duke përdorur formulën 6.15

Gabimi dhe pasiguria e matjes gjatë kalibrimit			
Ngarkesa L (g)	Tregimi I (g)	E_{CAL} (g)	U(E) (g)
0	0.0	0.00	0.23
8000	7995.6	-4.40	0.77
15000	14991.0	-9.00	1.39
22000	21986.5	-13.50	2.02
30000	29981.5	-18.50	2.75

Tabela 6.8. Pasiguria e matjes pa bërë asnjë rregullim duke përdorur formulën 6.16

Gabimi dhe pasiguria e matjes gjatë kalibrimit			
Ngarkesa L (g)	Tregimi I (g)	$E_{CAL}(I)$ (g)	U(E) (g)
5	5.0	0.00	0.21
8000	7995.6	-4.40	0.74
15000	14991.0	-9.00	1.35
22000	21986.5	-13.50	1.96
30000	29981.5	-18.50	2.67

Në mënyrë më të detajuar të gjitha kontributet e pasigurisë së kalibrimit të kësaj peshoreje për të dyja rastet e shprehur në g , paraqiten në tabelën 6.9.

Tabela 6.9. Buxheti i pasigurisë së kalibrimit për peshoren Max = 30 kg dhe $d = 0.1g$

Komponentët e pasigurisë	Simboli	Vlera (1) (sikur të kishim rregullim)	Vlera (2) (nuk ka informacion për ndryshim të temp)	Vlera (3) (ka informacion për ndryshim të temp)
Përsëritshmëria	$u(\delta I_{rep})$	0.11	0.11	0.11
Rezolucioni (ngarkesa) 0	$u(\delta I_{r0})$	0.03	0.03	0.03
Rezolucioni (ngarkesa L)	$u(\delta I_{rL})$	0.03	0.03	0.03
Pasiguria e jashtëqëndërsisë	$u(\delta I_{ecc})$	1.30	1.30	1.30
Pasiguria për shkak të etaloneve të kalibrimit	$u(\delta m_c)$	0.27	0.27	0.27
Pasiguria e tregimit	$u(I)$	1.30	1.30	1.30
Pasiguria për shkak të driftit të standardeve	$u(\delta m_D)$	0.09	0.09	0.09
Pasiguria për shkak të ajrit të zhvendosur	$u(\delta m_B)$	4.33	0.33	0.14
Pasiguria e masës referencë	$u(\delta m_{ref})$	4.34	0.43	0.31
Pasiguria standarde	$u(E)$	4.53	1.37	1.34
Pasiguria e zgjeruar ($k=2$)	U(E)	9.06	2.75	2.68

Siç vihet re edhe nga tabela e mësipërme, pasiguria e matjes zvogëlohet nga vlera 4.33 në 0.33 në rast se përdorim formulën e parë. Ndërsa në rast se përdorim formulën e dytë pasiguria zvogëlohet në vlerën 0.14.

Pra nga analiza e rezultateve vëmë re se, edhe në rastet kur peshorja nuk ka asnjë mekanizëm rregullimi për korrigjimin e gabimit të tregimit kur ajo ndryshon vendin e saj të përdorimit, duke marrë këtë faktor në konsideratë në llogaritjen e buxhetit të pasigurisë së matjes, e zvogëlojmë atë në mënyrë mjaft të dukshme duke i dhënë mundësi përdoruesit të vendosë për pranimin ose jo të këtij gabimi tregimi që jep instrumenti i tij së bashku me shtrirjen në kufijtë e kësaj pasigurie të matjes.

KAPITULLI VII

ZHVENDOSJA E PESHOREVE NË DISA QYTETE TË NDRYSHME TË SHQIPËRISË

7.1 Zhvendosja e peshoreve klasa II nga Moglica në Tiranë

Për të ilustruar me shembuj konkret se si ndryshojnë vlerat e gabimit të tregimit të një instrumenti të peshimit kur ky instrument për arsye të ndryshme përdorimi, zhvendoset në qytete të ndryshme të Shqipërisë, përsëri kemi marrë në studim dy nga instrumentat e peshimit të cilët i përkasin po të njëjtit subjekt ALTEA & GEOSTUDIO 2000.

Instrumenti i parë i peshimit me të cilin është kryer eksperimenti është një peshore me ngarkesë maksimale $Max = 5500g$ dhe me ndarje shkalle $d = 0.01g$ të cilën ky subjekt e përdor për të kryer analiza të ndryshme [130]. Nisur nga qëllimi i përdorimit të këtij instrumenti peshimi, saktësia e rezultateve të matjes që merret nga ky instrument për këtë subjekt është mjaft e rëndësishme pasi ndikon direkt në rezultatet e matjeve që merren nëpërmjet procesit të peshimit të mostrave të ndryshme, dhe që më pas i përdor këto rezultate të matjeve të masës, për kryerjen e analizave respektive. Në tabelën 7.1 jepen rezultatet e matjes për testin e përsëritshmërisë dhe jashtëqëndërsisë së kësaj peshoreje para performimit të procesit të rregullimit, ndërsa në tabelën 7.2 paraqiten rezultatet e matjeve për testin e linearitetit para performimit të procesit të rregullimit të peshores.

Tabela 7.1. Rezultatet e matjes për testin e përsëritshmërisë dhe jashtëqëndërsisë së peshores para rregullimit

Përsëritshmëria e peshores		Ngarkesa jo-qëndrore		
Ngarkesa L [g] $0,5Max \leq L \leq Max$	I [g]	Ngarkesa L [g] $L > Max / 3$	I [g]	Pozicioni
5000	4998.0	2000	1999.2	1
	4998.0		1999.2	2
	4998.0		1999.2	3
	4998.0		1999.2	4
	4998.0		1999.2	5
	4998.0		1999.2	1
Dev. standart sd (mg) =	0.00	$ \Delta ecc_{Max} $ (mg) =	0.00	

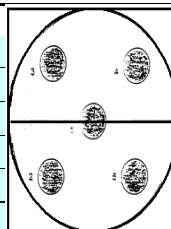


Tabela 7.2. Rezultatet e matjeve për testin e linearitetit para procesit të rregullimit të peshores

Gabimi i tregimit në varësi të ngarkesës L				
Ngarkesa L (g)	L (g)	GML (mg)	Tregimi I (g)	Gabimi i tregimit E (g)
Min	10	0.60	10.0	0.0
25% Max	1200	19.0	1199.5	-0.5
50% Max	2500	38.0	2499.0	-1.0
75% Max	3700	57.0	3698.3	-1.7
Max	5000	80.0	4998.0	-2.0

Pas performimit të matjeve para procesit të rregullimit bëhet rregullimi i peshores sipas udhëzimeve të manualit të përdorimit dhe sipas këtij manuali rregullimi i kësaj peshoreje u bë me gramar të jashtëm me masë nominale $m_N = 2$ kg dhe që i përket klasës së saktësisë F2. Procesi i rregullimit për këtë instrument u realizua duke shtypur butonin “Cal” i cili tregohet në figurën 7.1 me shigjetë të kuqe. Pas zbatimit të kësaj komande instrumenti tregon vlerën e masës standarde që duhet vendosur nga operatori dhe që në këtë rast siç shihet nga figura 7.1 është $m = 2$ kg. Pasi stabilizohet vlera e tregimit në ekranin e peshores siç tregohet në figurën 7.2 mund të themi se procesi i rregullimit ka përfunduar.



Figura 7.1. Kërkimi i masës së gramarit të rregullimit



Figura 7.2. Përfundimi i rregullimit

Pas përfundimit të procesit të rregullimit kryhen edhe një herë matjet për secilin test. Në tabelën 7.3 jepen rezultatet e matjes për testin e përsëritshmërisë dhe jashtëqëndërsisë pas rregullimit të peshores dhe në tabelën 7.4 jepen rezultatet e matjes të testit të linearitetit pas rregullimit.

Tabela 7.3. Rezultatet e matjes për testin e përsëritshmërisë dhe jashtëqëndërsisë pas performimit të rregullimit të peshores

Përsëritshmëria e peshores		Ngarkesa jo-qëndrore		
Ngarkesa L [g] $0,5\text{Max} \leq L \leq \text{Max}$	I [g]	Ngarkesa L [g] $L > \text{Max} / 3$	I [g]	Pozicioni
5000	5000.1	2000	2000.0	1
	5000.1		2000.0	2
	5000.1		2000.0	3
	5000.1		2000.0	4
	5000.1		2000.0	5
	5000.1		2000.0	1
Dev. standart sd (mg) =	0.00	$ \Delta\text{ecc}_{\text{Max}} $ (mg) =	0.00	

Tabela 7.4. Rezultatet e matjes për testin e linearitetit pas performimit të rregullimit të peshores

Gabimi i tregimit në varësi të ngarkesës L				
Ngarkesa L (g)	L (g)	GML (mg)	Tregimi I (g)	Gabimi i tregimit E (g)
Min	10	0.60	10.00	0.0
25% Max	1200	19.0	1200.0	0.0
50% Max	2500	38.0	2500.0	0.0
75% Max	3700	57.0	3700.0	0.0
Max	5000	80.0	5000.1	0.1

Siç vihet re edhe nga tabela, vlera e gabimit të tregimit pas rregullimit i afrohet vlerës zero. Në figurën 7.3 dhe 7.4 tregohen vlerat e masës gjatë procesit të matjeve për ngarkesën Max = 5 kg para dhe pas performimit të rregullimit të peshores respektivisht.



Figura 7.3. Para rregullimit të peshores



Figura 7.4. Pas rregullimit të peshores

Rasti i dytë i marrë në studim për zhvendosjen e instrumentit të peshimit nga Moglica në Tiranë është peshorja me kapacitet maksimal $\text{Max} = 4200\text{g}$ dhe ndarje shkalle 0.01g [131]. Duke qënë se testet e përsëritshmërisë dhe jashtëqëndërsisë nuk ndikohen nga procesi i rregullimit, për këtë rast në tabelën 7.5 paraqiten vetëm rezultatet e matjeve për testin e linearitetit para procesit të rregullimit të peshores.

Tabela 7.5. Rezultatet e matjeve për testin e linearitetit para rregullimit të peshores

Gabimi i tregimit në varësi të ngarkesës L				
Ngarkesa L (g)	L (g)	GML (mg)	Tregimi I (g)	Gabimi i tregimit E (g)
Min	0.1	0.05	0.06	-0.04
25% Max	1000	16.0	999.91	-0.09
50% Max	2000	30.0	1999.82	-0.18
75% Max	3000	46.0	2999.77	-0.23
Max	4000	62.0	3999.70	-0.30

Paraqitja e procesit të rregullimit të kësaj peshoreje sipas manualit të saj të përdorimit paraqitet në figurën 7.5. Siç e kemi përmendur edhe në paragrafët e mëparshëm dhe siç mund të vërehet edhe nga foto e përshkrimit të procesit të rregullimit për këtë peshore, ky proces është i ndryshëm nga rasti mësipërm. Në figurën 7.5 paraqiten gjithashtu edhe etalonet e punës të përdorur gjatë procesit të kalibrimit të instrumentit të peshimit të cilët janë vendosur afër instrumentit dhe janë lënë aty për një periudhë kohore prej 30 minutash para fillimit të kalibrimit apo edhe rregullimit në mënyrë që ata të aklimatizohen.

Kështu fillimisht shtypet butoni i procesit të rregullimit që në këtë rast është funksioni “MODE” i cili paraqitet në foto me shigjetë ngjyrë blu dhe më pas në ekran lexohet komanda e radhës “PLACE CAL WEIGHT” që do të thotë vendosni masën standarde të procesit të rregullimit. Nga manuali i përdorimit shihet se kjo masë ka vlerën 2000 g. Pas vendosjes së kësaj mase standarde në ekran lexohet “CALIBRATION” që do të thotë se procesi i rregullimit është duke u kryer. Pasi të stabilizohet vlera e tregimit në ekranin e peshores, mund të themi se procesi i rregullimit ka përfunduar. Nuk duhet ngatërruar asnjëherë termi i “rregullimit” me termin e “kalibrimit”. Përdorimi i termit kalibrim i referohet kontrollit të tolerancave të instrumentit të peshimit.



Figura 7.5. Proçesit i rregullimit të peshores sipas manualit të saj të përdorimit

Pas përfundimit të proçesit të rregullimit siç e kemi theksuar edhe më sipër kryhen edhe një herë matjet për secilin test. Në tabelën 7.6 jepen rezultatet e matjes për testin e linearitetit pas proçesit të rregullimit.

Tabela 7.6. Vlerat e gabimit të tregimit të peshores pas proçesit të rregullimit

Gabimi i tregimit në varësi të ngarkesës L				
Ngarkesa L (g)	L (g)	GML (mg)	Tregimi I (g)	Gabimi i tregimit E (g)
Min	0.1	0.05	0.10	0.00
25% Max	1000	16.0	1000.00	0.00
50% Max	2000	30.0	1999.99	-0.01
75% Max	3000	46.0	3000.00	0.00
Max	4000	62.0	4000.00	0.00

Në të njëjtën mënyrë si në rastin e peshores së parë vihet re se gabimi i tregimit të peshores reduktohet dukshëm edhe në këtë rast. Në figurat 7.6 dhe 7.7 tregohet gabimi i tregimit për ngarkesën minimale $m_{\min} = 0.1\text{g}$ para dhe pas performimit të rregullimit të peshores.

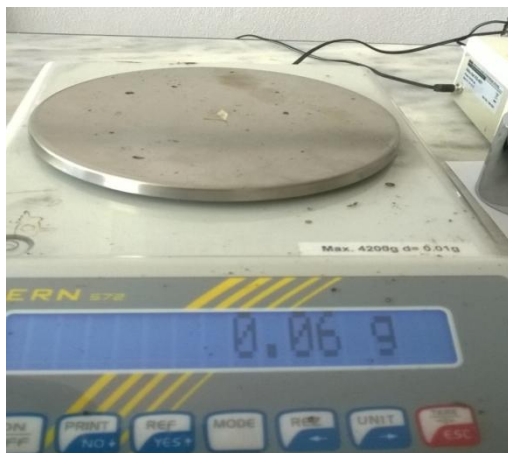


Figura 7.6. Gabimi i tregimit para rregullimit



Figura 7.7. Gabimi i tregimit pas rregullimit

7.2 Zhvendosja e peshores klasa II nga Tirana në Vlorë

Edhe peshorja e marrë për studimin e zhvendosjes nga Tirana në Vlorë i përket po të njëjtit subjekt dhe është një peshore studimi së cilës është paraqitur në një nga rastet e mësipërme pra peshorja me kapacitet Max = 4200 g dhe ndarje të shkallës $d = 0.01\text{g}$. Edhe në këtë rast, duke qënë se testet e përsëritshmërisë dhe jashtëqëndërsisë nuk ndikohen nga procesi i rregullimit në tabelën 7.7 paraqiten vetëm rezultatet e matjeve para dhe pas procesit të rregullimit.

Tabela 7.7. Vlerat e gabimit të tregimit para dhe pas rregullimit të peshores në Vlorë

Vlera nominale (g)	Tregimi para rregullimit (g)	Gabimi tregimit (g)	Tregimi pas rregullimit (g)	Gabimi i tregimit (g)
1	0.98	-0.02	1.00	0.00
1000	999.85	-0.15	999.98	-0.02
2000	1999.70	-0.30	1999.98	-0.02
3000	2999.58	-0.42	2999.98	-0.02
4000	3999.41	-0.59	3999.96	-0.04

Nga tabela mund të shihet se për ngarkesën maksimale, gabimi i tregimit para rregullimit është i rendit 5.9×10^{-1} g dhe pas procesit të rregullimit është i rendit 4×10^{-2} g. Ashtu si edhe në dy rastet e mësipërme gabimi i tregimit është vërtet domethënës. Vlerat e gabimit të tregimit para dhe pas rregullimit paraqiten edhe grafikisht në figurën 7.6 dhe 7.7 respektivisht. Në këta grafikë paraqiten edhe ekuacionet e përafrimit linear të gabimit për të dy rastet.

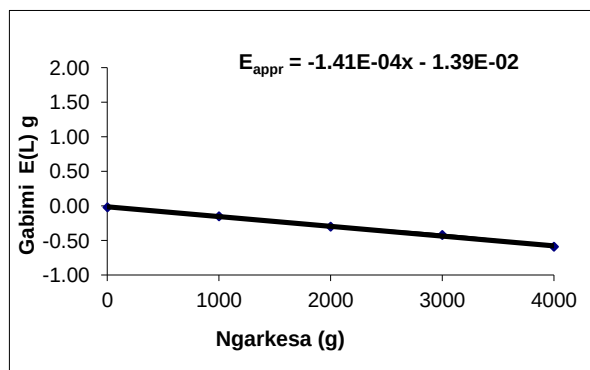


Figura 7.8. Gabimi i tregimit para rregullimit

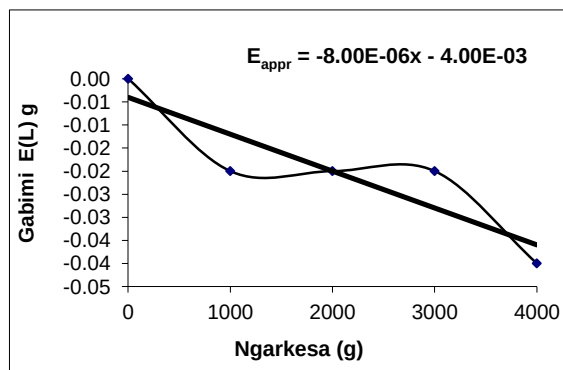


Figura 7.9. Gabimi i tregimit pas rregullimit

Në figurën 7.10 paraqitet një foto e kantierit të subjektit ALTEA & GEOSTUDIO 2000 në Vlorë, ndërsa në figurën 7.11 paraqitet vendi i përdorimit të kësaj peshoreje në këtë kantier.



Figura 7.10. Kantieri i subjektit në Vlorë



Figura 7.11. Vendi i përdorimit të peshores

7.3 Zhvendosja e peshores klasa III nga Italia në Tiranë

Për të parë një ndryshim akoma më domethënës të gabimit të tregimit të instrumentave të peshimit gjatë ndryshimit të vendit të përdorimit të tyre është marrë në studim një peshore e një klase më të ulët saktësie dhe që i përket një subjekti me vendodhje në Tiranë. Ky subjekt i përket një kompanie Italine ALBACO SHOES e cila merret me prodhimin e këpucëve, dhe e ka zhvendosur këtë peshore nga Italia për ta përdorur në fabrikën e saj të prodhimit këtu në Tiranë. Ky subjekt pasi i prodhon këpucët i transporton ato drejt Italisë dhe prej disa kohësh, kishte filluar të haste probleme në doganën e portit të Durrësit pasi ngarkesa që ata deklarorin pas procesit të peshimit me instrumentin e peshimit të doganës, rezultonte të ishte më e madhe nga sa ishte deklaruar. Kështu subjekti i detyruar, kërkon kalibrimin e peshores nga specialistët e masës në DPM. Kjo Peshore është me kapacitet maksimal $\text{Max} = 30 \text{ kg}$ dhe ndarje të shkallës $d = 10 \text{ g}$ [132]. Nga manuali i përdorimit të kësaj peshoreje vërehet se mekanizmi i rregullimit të saj është me gramarë të jashtëm me masë nominale $m_N = 14850 \text{ g}$. Pas procesit të rregullimit të peshores kryhet edhe procesi i kalibrimit të saj. Në tabelën 7.8 paraqiten rezultatet e matjes për testin e linearitetit me vlerat e gabimit të tregimit të peshores para dhe pas rregullimit të saj.

Tabela 7.8. Vlerat e gabimit të tregimit të peshores para dhe pas rregullimit të saj

Vlera nominale (g)	Tregimi para rregullimit (g)	Gabimi tregimit (g)	Tregimi pas rregullimit (g)	Gabimi i tregimit (g)
1000	600.0	-400	1000	0.0
7500	5500.0	-2000	7490	-10.0
15000	11900.0	-3100	14990	-10.0
22000	17900.0	-4100	21990	-10.0
30000	25100.0	-4900	29990	-10.0

Në këtë rast vihet re se gabimet e tregimit për shkak të ndryshimit të vendit të përdorimit të kësaj peshoreje janë mjaft të mëdha dhe pas procesit të rregullimit vlerat e këtyre gabimeve janë mjaft të ulëta. Nisur nga të gjitha rastet e mësipërme të peshoreve të studiuara eksperimentalisht dhe analiza e kryer për secilën prej tyre nxjerrim konkluzionin e rëndësishëm se sa herë që një peshore ndryshon vendin e saj të përdorimit duhet patjetër që të kryhet rregullimi i saj në mënyrë që të bëhet korrigjimi i gabimeve të tregimit për shkak të ndryshimit të koordinatave gjeografike dhe lartësisë mbi nivelin e detit. Megjithatë ky është një rast i veçantë i cili kërkon një studim më të detajuar për të analizuar shkakun e këtij gabimi të madh në tregimin e instrumentit.

KAPITULLI VIII

PËRFUNDIME DHE REKOMANDIME

8.1 Përfundime

Për instrumentat e peshimit që i nënshtrohen një kontrolli metrologjik ligjor pra procesit të verifikimit, vjen në ndihmë krijimi i zonave të gravitetit brënda të cilave ato mund të lëvizin lirisht pa humbur karakteristikat e tyre metrologjike. Zona e marrë në studim i përket pjesës veriore të Shqipërisë. Instrumentat e peshimit të përdorur në këtë zonë, janë subjekt i kontrollit metrologjik ligjor të Qendrës Rajonale Nr.3 Lezhë. Në këtë zonë përfshihen qarku i Kukësit, Shkodrës, Lezhës dhe Dibrës. U studiua në veçanti rasti i lëvizjes së instrumentave të peshimit të klasës I, II, III dhe të IIII. Si instrumenta të peshimit të klasës II dhe të III, u morën në studim instrumentat me ndarje shkalle $n < 5000$. Nga analiza kryer për lëvizjen e instrumentave të peshimit të klasave I, II, III, IIII brënda kufijve të zonës veriore të territorit shqiptar, pa qënë nevoja e një riverifikimi të tyre, u arrit në përfundimin se:

- Instrumentat e peshimit të klasës I duke qënë se janë shumë të ndjeshëm ndaj gravitetit absolut nuk duhet të ndryshojnë vendin e tyre të përdorimit brënda zonës, pasi i humbasin cilësitë tyre metrologjike
- Instrumentat e peshimit të klasës IIII, mund të përdoren në të gjithë zonën veriore të gravitetit për Shqipërinë, pasi ndikimi i nxitimit për shkak të gravitetit është shumë i vogël dhe mund të neglizhohet
- Disa peshore të klasës së II dhe të III mund të përdoren në minizona të ndryshme brënda kësaj zone graviteti në varësi të plotësimit të kushtit të vendosur sipas WELMEC dhe disa të tjera brënda të gjithë zonës

Pra përdoruesit e peshoreve duhet vetëm të shohin nëse vendi i përdorimit të tyre shtrihet brënda kufijve të zonës së gravitetit që janë shënuar në instrument, në vlerën referencë të gravitetit të

zonës së bashku me vlerat më të ulëta dhe më të larta të kufirit të vlerave të gravitetit për zonën, apo saktësisht në vlerën referencë të gravitetit të një qyteti të caktuar, rajoni province etj. Duhet theksuar fakti se instrumentat e peshimit që i nënshtrohen një procesi të verifikimit duhet të jenë brënda një gabimi maksimal të lejuar, pasi në rast të kundërt ato ndalohen të përdoren. Në rast se një subjekt vazhdon ta përdor këtë instrument edhe pas verifikimit që ajo është jashtë kufijve të lejuar atëherë, pas konstantimit nga inspektorët metrologë të zonës ky subjekt do të gjobitet.

Për shkak të implementimit të sistemit të cilësisë, është e detyrueshme të mbahen regjistrime nga kontrolli i instrumentave të peshimit përfshirë mekanizmin përgjegjës për korrigjimin e gabimeve të shkaktuara për shkak të ndryshimeve të vlerës së “g”. Kështu dokumentet shoqëruese të një instrumenti peshimi përfshijnë edhe një faqe të dhënash në të cilën specifikohet zona në të cilën është i mundur operimi në mënyrë të saktë i këtij instrumenti.

Sa herë që një instrument peshimi ndryshon vendin e tij të përdorimit dhe ky instrument është i ndjeshëm ndaj ndryshimeve të gravitetit, atëherë duhet që patjetër të bëhet korrigjimi për shkak të ndryshimit të gravitetit lokal. Duhet theksuar se edhe pas performimit të rregullimit duhet që instrumenti të rikalibrohet dhe shoqërohet me certifikatë të re kalibrimi në të cilën pasqyrohet dhe pasiguria e matjes. Marrja në konsideratë e pasigurisë së matjes i lejon klientit të marrë një vendim për saktësinë e matjeve të tyre, duke çuar kështu në pranimin ose jo të një modeli instrumenti peshimi, bazuar në specifikimet e tij. Metoda më e mirë për eliminimin e gabimeve që vijnë për shkak të ndryshimit të vlerës së gravitetit absolut dhe faktorëve të tjerë që lidhen me kushtet e mjedisit është rregullimi i balancës dhe dallohen tre raste:

- rregullimi i brendshëm
- rregullimi i jashtëm me përdorim të gramarëve me masë nominale
- rregullimi i jashtëm me përdorim të gramarëve me masë konvencionale

Është shumë e rëndësishme të përmendet fakti se metoda e rregullimit të balancës duhet të bëhet vetëm duke ndjekur hapat e përshkruar në manualin e përdorimit të instrumentit të peshimit pasi secili instrument ndryshon nga tjetri për sa i përket ndërtimit të tyre. Në të dy rastet me rregullim të jashtëm, kërkohet që klasa e saktësisë së gramarit të jetë e lartë pra të ketë një gabim maksimal të lejuar sa më të vogël, densiteti i gramarit të jetë sa më afër vlerës 8000 kg/m^3 , veti magnetike sa më të mira dhe një material sa më homogjen. Duke shumëzuar gabimin e tregimit ndërmjet

rasteve pa asnjë rregullim dhe me rregullim të jashtëm me masë konvencionale për shembullin e marrë në studim diferenca është 91d. Kjo diferencë është mjaft domethënëse, kështu që saktësia e rezultateve të marra nga një balancë analitike është mjaft e rëndësishme. Këto ndryshime që vijnë pas çdo metode rregullimi tregojnë se, duke përdorur qoftë rregullim të brendshëm qoftë rregullim të jashtëm, tregimi i balancës është korrigjuar sa më shumë afër vlerës aktuale të masës së gramarit të përdorur për rregullim. Mënyra më e mirë e rregullimit të gabimit të tregimit të balancës është korrigjimi nga vlera aktuale e masës konvencionale duke përdorur gramarë të jashtëm me masë konvencionale të gjurmueshëm në sistemin SI. Kur kalibrimi i balancës kryhet pa bërë asnjë rregullim, preçizioni i balancës (përsëritshmëria) dhe testi i jashtëqëndërsisë nuk ndikohen nga ndryshimet e vlerës së gravitetit absolut. Ndryshe ndodh në testin e linearitetit, pasi aty ndikimi është domethënës dhe nuk mund të lihet pa u korrigjuar.

Nëpërmjet procesit të kalibrimit përdoruesi vihet në dijeni për gabimet e tregimit të peshores dhe pasigurinë e matjes, nga çertifikata e kalibrimit. Një çertifikatë kalibrimi është mënyra e vetme për të siguruar evidenca për gjurmueshmërinë e matjeve ku përdoret ky instrument peshimi. Gjurmueshmëria e matjes është e nevojshme për të vendosur *besueshmëri* për matje të sakta. Një çertifikatë kalibrimi siguron të dhëna sasiore të përfshira në një hallkë specifike të zinxhirit të gjurmueshmërisë së matjes si edhe identitetin e laboratorit që kryen kalibrimin. Përdorimi i vlerave të pasigurisë së matjes në peshim është i lidhur me kërkesat e përdoruesit për të përcaktuar me një besueshmëri të caktuar vlerat e tregimit të peshores. Kështu mund të themi se, është në dorë të vetë përdoruesit të vendosë nëse ky instrument është i përshtatshëm për qëllimet e tij të përdorimit ose jo. Nëse gabimi i tregimit gjatë procesit të peshimit së bashku me kufijtë minimal dhe maksimal të shtrirjes së tij (pra pasigurisë) nuk ndikon në procesin e punës së tij atëherë, ky përdorues mund të vazhdojë ta përdorë ende këtë peshore. Në rast se ky rezultat ndikon në procesin e tij të matjes, bazuar në standardet me të cilat ai punon atëherë, përdoruesi e zëvendëson këtë peshore me një peshore të re me një performancë më të mirë metrologjike. Tregimet dhe pasiguria e gabimit të tregimit në shumë raste janë përcaktuese në llogaritjen e rezultatit të matjes në shumë fusha si, në industri, në testime të ndryshme, në analizat kimike, prodhimet farmaceutike etj.

8.2 Rekomandime

- Duke iu referuar funksionimit të metrologjisë ligjore në vendin tonë rekomandohet që të studiohen në vazhdimësi zonat e gravitetit për pjesën qendrore dhe jugore të Shqipërisë
- Pjesa jugore mund të studiohet e ndarë në dy pjesë pra në çdo 0.5⁰ të gjerësisë gjeografike pasi pështaten më së miri me funksionimin e Qendrave Rajonale të Fierit dhe Korçës siç ilustruhet edhe në figurën 5.1 në kapitullit V.
- Po ashtu rekomandohet të studiohet dhe lëvizja e instrumentave të peshimit në dy zona graviteti të ngjitura me njëra- tjetrën dhe që përsëri mund të ruajnë karakteristikat e tyre metrologjike.
- Studimi mund të shtrihet më gjërë për të gjithë instrumentat e peshimit që përdoren në Republikën e Shqipërisë me çfarëdo numri ndarjeje të shkallës dhe mund të ndërtohet një databazë në të cilën përcaktohen në mënyrë të detajuar kordinatat gjeografike për të gjithë zonat e gravitetit ku ato mund të lëvizin lirisht pa qënë nevoja e një riverifikimi dhe një databazë me zonat e gravitetit në të cilat ato i humbasin karakteristikat e tyre metrologjike.

Bibliografia

- [1] Development of metrology in developing economies. Vol.XLVII.Nr 2, April 2006.
- [2] General requirements for the competence of calibration and testing laboratories, ISO/IEC 17025:1999 (currently: ISO/IEC 17025:2005) International Organization for Standardization, Geneva.
- [3] Metrology -in short, 3rd edition, EURAMET 2008, 84 p. (www.euramet.org)
- [4] Guide on Common application of Directive 2009/23/EC Non-automatic weighing instruments *WELMEC 2* 2015, chapter 3.3
- [5] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, IUPAC, IUPAP, ISO, OIML. 2008. The international vocabulary of metrology- basic and general concepts and associated terms (VIM), 3rd edition JCGM 200:2012.
- [6] Introduction in Albanian Metrology. General Directorate of Metrology, Albania, 2011
- [7] Dëfrim Bulku, Present Status and Development of mass Laboratory of Albania, BIPM, 2015
- [8] www.dpm.gov.al
- [9] Ligji Nr.9875, datë 14.2.2008, “Për Metrologjinë”
- [10] Legal Metrology and international Trade, ITC, Bulletin No.74 June 2004
- [11] Council Directive on the approximation of the laws of the member states relating to common provisions for both measuring instruments and methods of metrological control 71/316/EEC. Official Journal of the European Communities, 1971
- [12] Urdher Nr 195, date 9.03.2009 “per verifikimin fillestar dhe pasardhes te instrumenteve matese ligjerisht te kontrolluara”
- [13] CIPM MRA1999.Technical Supplement revised 2003.Mutual recognition of national measurement standards and of calibration and measurement certificates issued by national metrology institutes, BIPM, Paris. (38-41).
- [14] International System of Units, SI Brochure, www.bipm.org.
- [15] Richard.Davis. The SI Unit of mass Metrologia, 2003, 40, 299-305
- [16] Richard S. Davis 2015. What is a Kilogram in the Revised International System of Units (SI)? *Journal of Chemical Education*, (92), 1604–1609.G.M.S. DE SILVA
- [17] Richard Davis, Proposed change to the definition of the kilogram: Consequences for legal

metrology, OIML Bulletin. Vol.LII.NR.4 2011

[18] Robinson I A and Schlamminger S 2016 The Watt or Kibble balance: a technique for implementing the new SI definition of the unit of mass Metrologia 53 A46 A74,2016

[19] G.Barti et al. A new ^{28}Si single crystal: counting the atoms for the new kilogram definition. Metrologia 54 (2017) 693

[20] CCM Recommendation G1 2017 For a new definition of the kilogram in 2018 ([www.bipm.org/cc/CCM/ Allowed/16/06E_Final_CCM-Recommendation_G1-2017. pdf](http://www.bipm.org/cc/CCM/Allowed/16/06E_Final_CCM-Recommendation_G1-2017.pdf))

[21] Viktor Vabson et al, Traceability of mass measurements in Estonia. Measurements 43 (2010) 1127-1133

[22] Dëfrim Bulku, IPA 2011 Regional Mass comparison Nr.PT4 2013

[23] ZelenkaZ.(BEV)2013. Key comparison (EURAMET.M.M-K2.5) of 10 kg mass standards in stainless steel (*Project code*: EURAMET 1222).

[24] Cox M.G 2002 , The evaluation of Cey Comparison. Metrologia **39** 589-595

[25] International Organisation of Legal Metrolog.The International Recommendation for weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3. Metrological and technical requirements,OIML R111-1,2004

[26] International Organisation of Legal Metrolog.The International Recommendation for weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3. Metrological and technical requirements, OIML R111-2, 2004

[27] Vendim i Këshillit të Ministrave Nr 1351, dt.3.10.2008 “Për miratimin e rregullores për kërkesat teknike dhe metrologjike për instrumentat matëse ligjërisht të kontrolluara”

[28] International Document OIML D 28 “Conventional value of the result of weighing in air “pp 7-9, 2004

[29] Measurement standards. Choice, Recognition, Use, Conservation and Documentation OIML D 8. 2004

[30] Influences in Mass Metrology, Quality weights, High accuracy mass standards by Hafner Training Material in Sartorius, D.Bulku, Germany 2012

[31] Davis, R. S, “Determining the magnetic properties of 1 kg mass standards” J. Res. National Institute of Standards and Technology (USA), 100, 209-25, May-June 1995; Errata, 109, 303, March-April 2004

[32] Gläser, M, “Magnetic interactions between weights and weighing instruments.” Meas. Sci.

Technol. 12 (2001), pp. 709-715

[33] Myklebust, T., “Methods to determine magnetic properties of weights and magnetic field and field gradients of weights.” National Measurement Service, Norway (1995)

[34] Chung, J.W, Ryu, K.S., Davis, R.S. “Uncertainty analysis of the BIPM susceptometer”, Metrologia 38 (2001), pp. 535-541

[35] Schoonover, R.M. and Davis, R.S., “Quick and Accurate Density Determination of Laboratory Weights”. (Proceedings. 8th Conference. IMEKO Technical Committee TC3 on Measurement of Force and Mass, Krakow, Poland. September 9-10, 1980)

[36] Tanaka, M., Girard, G., Davis, R., Peuto, A., Bignell, N., [NMIJ, BIPM, IMGC, NML], “Recommended table for the density of water between 0 °C and 40 °C based on recent experimental reports”, Metrologia, 2001, 38, n°4, pp. 301–309

[37] Mass Metrology, Training Material in Sartoiurs, Germany, 2012

[38] Jean M. Bennett and Lars Mattsson, “Introduction to Surface Roughness and Scattering” Optical Society of America (1989)

[39] Gläser, M., “Change of the apparent mass of weights arising from temperature differences,” Metrologia 36 (1999), pp. 183–197

[40] Specific criteria for calibration laboratories in mechanical discipline: Mass (Weights) NABL. 122-02 .ISSUE No.055.2014

[41] Schwartz R, Borys M, Scholz F. Guide to Mass Determination with High accuracy, PTB-MA-80e. Braunschweig, 2007

[42] M., Gläser, M., “Comprehensive Mass Metrology”, Wiley, New York, Sec.3.4,

[43] Cameron, J.M., Croarkin, M.C., and Raybold, R. C.R., “Designs for the calibration of standards of mass”, NBS TN 952 (1977)

[44] Chapman, G.D., “Orthogonal designs for calibrating kilogram submultiples”, NRCC25819. 27 April 1995, National Research Council Canada, Canada

[45] Z. J. Jabbour and S. L. Yaniv: The Kilogram and Measurements of Mass and Force, J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol., 106, pp. 25–46, 2001.

[46] A. Picard, R. S. Davis, M. Gläser, K. Fujii: Revised formula for the density of moist air (CIPM-2007), Metrologia 45 (2008), p. 149-155

[47] Sutton, C.M. and Clarkson, M.T., “A general approach to comparisons in the presence of drift” Metrologia 30, 487 (1993/94)

- [48] European cooperation for Accreditation, EA-4/02 Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration, 2013
- [49] Bich, W., Cox, M.G., and Harris, P.M., “Uncertainty modelling in mass comparisons”, Metrologia 30, 495 (1993/4)
- [50] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, IUPAC, IUPAP, ISO, OIML 2008. Evaluation of measurement data - Guide for the expression of uncertainty in measurement (GUM).JCGM 100:2008
- [51] Gläser, M., “Cycles of comparison measurements, uncertainties and efficiencies”, Meas. Sci. Technol 11 (2000), pp. 20–24
- [52] A. Valcu, Extension of dissemination of mass unit below 1 mg in Romania, Proceedings of International Metrology Congress, Paris, 2013
- [53] International Recommendation OIML R-76-1, Non-automatic Weighing Instruments, Metrological and technical requirements – Tests, Edition 2006, OIML, Paris
- [54] OIML R 60- Parts 1 and 2. Metrological Regulation for Load Cells, OIML.2000
- [55] Balances and Scales, www.radwag.com
- [56] Wolfgang Euler, Hennef/Sieg, and Heinz Weisser, Balingen. The world of load cells in the technology of scales and weighing. OIML Bulletin. Volume LIV.NR2. April, 2013
- [57] Balances.com Sartorius
- [58] BS EN 45501 Metrological aspects of non-automatic weighing instruments, 2015
- [59] Vendim i KM nr. 77, datë 30.1.2013 Për miratimin e “Rregullit teknik për kërkesat thelbësore dhe vlerësimin e konformitetit të instrumenteve të peshimit joautomatik”
- [60] International Recommendation OIML R-76-2 for Weighing Instruments, Test report format, Edition 2007, OIML, Paris
- [61] Verification equipment for national metrology services OIML G10 (ex P4) Edition 1986 (E)
- [62] EURAMET, cg -18 “Guidelines on the Calibration of Non-automatic Weighing Instruments”, Version 4.0 /2015
- [63] Adriana Valcu. Calibration of non-automatic weighing instruments OIML Bulletin Volume XLVIII Nr.1, 2007
- [64] DKD–R-7-1, “Calibration of non-automatic weighing instruments”, issue 98, ch.5
- [65] Weighing-systems.com, Terms and Definitions
- [66] Adriana Valcu, “Between Parallel Mirrors – An Electronic Weighing Instrument”, Proc. 9th International symposium on advanced topics in electrical engineering, Bucuresti, 2015.

- [67] SR EN ISO/CEI 17043, “Conformity assessment — General requirements for proficiency testing”, 2010.
- [68] M.Salahinejad, F.Aflaki, Uncertainty Measurement of Weighing Results from an Electronic Analytical Balance, Measurement Science Review, Volume 7, Section 3, No. 6. 2007
- [69] J. P. Clark, Evaluation of Methods for Estimating the Uncertainty of Electronic Balance Measurements, Report WSRC-MS-99-00958 Westinghouse Savannah River Company.
- [70] A.Hoisescu, Use of Balances’s calibration certificate to minimize measurement uncertainty in mass determinations performed in physico-chemical laboratories, Transverse Disciplines in Metrology, 2010.
- [71] A.Valcu, Use of balance calibration certificate to calculate the errors of indication and measurement uncertainty in mass determinations performed in medical laboratories. Sensors&Transducer Journal. ISSN 1726-5479. 2011
- [72] United Kingdom Accreditation Service, Calibration of Weighing Machines, LAB14 Edition 4, November 2006.
- [73] Randall M.Schoonover: “Air Buoyancy Correction in High-Accuracy Weighing on Analytical Balances”. Anal. Chem. 1981, 53 , 900-902
- [74] C M Sutton, 2006, Assuring the Quality of weighing Results, MSL Technical Guide 12, <http://msl.irl.cri.nz/training-and-resources/technicalguides>
- [75] The expression of uncertainty and confidence in measurement. UKAS M3003. Edition 3, November 2012
- [76] EURACHEM/CITAC Guide CG 4: Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement, QUAM:2012.P1, Third Edition, 2012. ISBN 978-0-948926-30-3
- [77] SOP No. 29 Standard Operating Procedure for the Assignment of Uncertainty. NIST 2003
- [78] D’AGOSTINO, G. Development and Metrological Characterisation of a New Transportable Absolute Gravimeter, Ph.D. Thesis (Politecnico di Torino) 2005
- [79] Iginio Marson, A Short Walk along the Gravimeters Path, International Journal of Geophysics Volume 2012, doi:10.1155/2012/687813
- [80] G. D’Agostino, A. Germak, S. Desogus, and G. Barbato, “A Method to Estimate the Time-Position Coordinates of a Free-Falling Test-Mass in Absolute Gravimetry”, Metrologia Vol. 42, No. 4, pp. 233-238, August 2005
- [81] V.D.Nagorny Enabling linear model for the IMGC-02 absolute gravimeter. Physics.ins-det.

24 Dec 2013

[82] E.Biolcati. et al, Absolute and relative measurements of the free-fall acceleration in Cluj-Napoca, Romania, Technical Report RT-11/2013

[83] G. D'Agostino, S. Desogus, A. Germak and C. Origlia. Absolute Measurements of the Acceleration due to Gravity in Santangelo Romano, Palestrina and Castel Gandolfo (Italy). IMGC Technical Report 140, 2005.

[84] A. Y. Martsyniak, "Opredelenje absoliutnoi velichiny uskoreniia sily trax zhesti po paderniiu zhezla v vakuumе," Izmer. Tekh. Poverochn Delo, vol. 5, p. 11, 1956

[85] H. Preston, Thomas, L. G. Turnbull, E. Green, T. M. Dauphice, and E. H. Kalra, "An absolute measurement of the acceleration due to gravity at ottawa," Canadian Journal of Physics, vol. 38, pp. 824–852, 1960.

[86] A. Thulin, "Acceleration due to gravity at the national bureau of standards," NBS Monograph, vol. 107, pp. 1–20, 1960.

[87] J. E. Faller, "Results of an absolute determination of the acceleration of gravity," Journal of Geophysical Research, vol. 70, pp. 4035–4038, 1965.

[88] A. Sakuma, "Etat actuel de la nouvelle d'etermination absolue de la pesanteur au Bureau International des Poids et Mesures," Bulletin G'eod'esique, vol. 69, no. 1, pp. 249–260, 1963.

[89] G. Cerutti, L. Cannizzo, A. Sakuma, and J. Hostache, "Transportable apparatus for absolute gravity measurement," VDI Berichte, no. 21, pp. 49–51, 1974.

[90] L. Vitushkin et alii. Results from the Sixth International Comparison of Absolute Gravimeters, ICAG-2001. Metrologia, 39:407-424, 2002.

[91] O. Francis et alii. Results of the International Comparison of Absolute Gravimeters in Walferdange (Luxembourg) of November 2003.

[92] Filippo Greco et al, Absolute gravity measurements at three sites characterized by different environmental condition using two portable ballistic gravimeters, European Physical Journal Plus. 2015

[93] J. E. Faller and I. Marson. Ballistic Methods of Measuring g – the Direct Free-Fall and Symmetrical Rise-and-Fall Methods Compared. Metrologia, 25:49-55, 1988.

[94] E.Biolcati., The IMGC-02 Absolute Gravimeter. Presentation in Cozenza- October 15, 2013

[95] D'Agostino G, et al, The new IMGC-02 transportable absolute gravimeter: measurement apparatus and applications in geophysics and volcanology, Ann. Geophys. 51 (2008) 3949

- [96] E. R. Peck. Theory of the Corner-Cube Interferometer. Journal of the Optical Society of America, 38(12):1015-1024, 1948.
- [97] H. Hanada. Coinciding the Optical Centre with the Centre of Gravity in a Corner Cube Prism: a Method. Applied Optics, 27(16):3530-3533, 1988.
- [98] G. D'Agostino and A. Germak. The Effect of the Rotation of the Rise and fall Test Mass in the g Measurement. IMGC Technical Report 108, 2004
- [99] A.Germak, S.Desogus and C.Orilia. Interferometer for the IMGC rise and fall absolute gravimeter .Metrologia,2002,39,471-475
- [100] J.-M. Chartier, A Chartier, J. Labot and M. Winters. Absolute Gravimeters: Status Report on the Use of Iodine-stabilized He-Ne Lasers at $\lambda \approx 633$ nm. Metrologia, 32:181-184, 1995.
- [101] H. Hanada, T. Tsubokaëa and S. Tsuruta. Possible Large Systematic Error Source in Absolute Gravimetry. Metrologia, 33:155-160, 1996.
- [102] W Bich, G D'Agostino¹, F Pennechi and A Germak, Uncertainty due to parasitic accelerations in absolute gravimetry, Metrologia 48 (2011) 212–218 doi:10.1088/0026-1394/48/3/016
- [103] Uncertainty Propagation in a Non-linear Regression Analysis: Application to a Ballistic Absolute Gravimeter (IMGC-02) Walter Bich, Giancarlo D'Agostino, Alessandro Germak, Francesca Pennechi
- [104] Directive 2009/23/EC.Common Application Non-automatic weighing instruments WELMEC. 2014
- [105] Thulin, A.: A "Standardized" Gravity Formula. OIML-Bulletin No 127, 1992
- [106] Torge, W.: Gravimetry. de Gruyter, Berlin, New York, 1989
- [107] Torge, W. et al.: 6'x10' free air gravity anomalies and elevations of Europe including marine areas“. Marine Geophys. Res. 7, 93-111, 1984
- [108] Absolut Gravity Measurements in Albania-Kosovo-Montenegro, LIN12014/15/24-Absolute gravimetric measurements BEV Agreement-GZ 4598/2015-09-07, from ASIG 2015
- [109] Directive for the verification of non-automatic weighing instruments (Germany), Eichanweisung 9, 1999
- [110] Barbato, G. et al.: Gravity correction: An Italian preliminary proposal. OIML Bulletin Vol. XXXV, No 2, 1994
- [111] Andreas Lindau, A proposal for a new gravity zone concept, Physikalisch-Technische

Bundesanstalt (PTB), Braunschweig, Germany. 2002

[112] Roman Schwartz, Lindau.A “The new gravity zone concept in Europe for weighing instruments under legal control IMEKO TC3, 2002

[113] Directives on the use of gravity zones in Switzerland for the placing on the market and the verification of weighing instruments, The Federal Office of Metrology, METAS, 2007

[114] M. Grum, M. Terlep, M. Oblak, L. Miklavčič. The determination of gravity zone for weighing instruments in Slovenia. Institute of metrology, Slovenia

[115] Weighing scales re-checker unit: a tool to boost public awareness and encourage participation in legal metrological control. OIML Bulletin Volume LIV Nr.2 2013

[116] Z. J. Jabbour and S. L. Yaniv, The Kilogram and Measurements of Mass and Force National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 20899-000

[117] rendesias e g ne gjeodezi

[118] Alice S Murray Ray M. Tracey, Best Practice in Gravity Surveying AGSO, 2001

[119] D.H Fereday, The impact of gravity on weighing machines and metrological legislation. OIML Bulletin, Nr 121, December 19901

[120] A.Valcu Comparison between the National Prototype of the kilogram and stainless steel mass standards. Int.J.Metrol.Qual.Eng.7,205 (2016)

[121] de Mirandés E, Barat P, Stock M and Milton M J T 2016 Calibration campaign against the International Prototype of the Kilogram in anticipation of the redefinition of the kilogram

[122] Stock M, Barat P, Davis R S, Picard A and Milton M J T 2015 Calibration campaign against the international prototype of the kilogram in anticipation of the redefinition of the kilogram part 1: comparison of the international prototype with its official copies Metrologia 52 310–6

[123] H. A. Bowman and R. M. Schoonover, Procedure for high-precision density determinations by hydrostatic weighing, J. Res. Natl. Bur. Stand. (U.S.) 71C (3), 179-198 (1967).

[124] Comprehensive Mass Metrology, M. Kochsiek, M. Glaser, WILEY-VCH Verlag Berlin GmbH, Berlin. ISBN 3-527-29614-X

[125] User Manual of Balance, METTLER TOLEDO Max 500g dhe ndarje shkalle d= 0.1g

[126] Instruction Manual-Weighing Indicator. AD – 4406 OP-03/04/05/07/08/11 A&D Company, Limited.2009

[127] M.Kochsiek, W. Wunsche, The testing of weighing machines dependent on the acceleration due to gravity. OIML Bulletin, Nr, 80.1980

[128] User Manual of Balance, KERN Max = 30 kg, d = 0.1g

[129] A. Malengo, Buoyancy effects and correlation in calibration and use of electronic balances, Metrologia 51 (2014) p. 441–451

[130] User Manual of Balance, KERN Max 5500g, d = 0.01g

[131] User Manual of Balance, KERN Max= 4200g, d = 0.1g

[132] User Manual of Balance, TEICOM Max = 30 kg, d = 10g

Konferenca dhe publikime

Konferencat

1. *Method of Absolute Gravity Measurement and its influence in Mass Determination*, **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda: 11th International Conference of the Society of Physicists of Macedonia, Ohër, Shtator, 2016,
2. *Bilateral Comparison on Mass Standards between DPM Albania and ERAMED Kosovo*. **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda: International Conference of Alb-Science Institute , Tiranë, Shtator 2016, Albania **ISBN: 978-9928-110-71-8**
3. *Calibration of weighing instruments without adjustment and calculation of uncertainty measurement*. **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda, International Conference of Alb-Science Institute, Prishtinë, Shtator, 2017
4. *Variation in indication of a weighing instrument when it changes the place of use and the correction methods*, **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda: International Conference of Natural Sciences and Mathematics in Tetova, Universiteti Shtetëror i Tetovës, Qershor, 2017
5. *The risk of an inappropriate use of a weighing instrument*, **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda, International Scientific Conference of the Union of Scientists-Stara Zagгора, Maj 2018 Bulgaria

Publikimet

1. *Traceability of Mass Unit in the Republic of Albania*, **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda: *Journal of Natural and Technical Sciences (JNTS)*, Volumi (41), (XXI) Akademia e Shkencave të Shqipërisë, **ISSN 2074-0867**, 2016 (1)
2. *Method of Absolute Gravity Measurement and its influence in Mass Determination*, **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda: 11th International Conference of the Society of Physicists of Macedonia, Ohër, Shtator, 2016, *Journal of Experimental and Theoretical Physics, Physica Macedonica*, Volume 62, 2016, **ISSN 1409-7168**
3. *Studimi i lëvizjes së instrumenteve të peshimit që janë subjekt i kontrollit ligjor metrologjik brënda një zone graviteti në Shqipëri*, **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda: *Buletini Shkencor i Universiteti Politeknik të Tiranës*, 2017
4. *Comparison on Weighing Instrument Calibration between ERAMED Kosovo and GDM Albania*, **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda: *IOSR Journal of Applied Physics*, **ISSN 2278-4861**, Volume 9, (Jul-Aug,2017)
5. *Besueshmëria e matjes nëpërmjet kalibrimit të instrumentave matës të peshimit në laboratorët analitik kërkimor dhe industrial*, **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda: *Buletini i Shkencave të Natyrës*, Universiteti, Shkodrës, Luigj Gurakuqi, Nr. 67, Viti 2017 i botimit, **ISSN 2221-6847**.
6. *Variation in indication of a weighing instrument when it changes the place of use and the correction methods*, **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda: *Journal of Natural Sciences and Mathematics of UT*, Vol. 2, No. 4, 2017, **ISSN 2545 – 4072**
7. *The risk of an inappropriate use of a weighing instrument*, **Luljeta Disha**, Dëfrim Bulku, Antoneta Deda, *Science and technologies: Volume VIII*, 2018 Number 2: *NATURAL AND MATHEMATICAL SCIENCE*, Maj 2018 Bulgaria.