

Füüsika ei ole keeruline,
ta on lihtsalt veider.

Vincent Icke „The Force of symmetry“ 1994

Füüsika, see on imelihtne!

Kaido.Kiil@tyhg.edu.ee

Metroloogia on teadusharu, mis uurib
mõõtmisi ja mõõtühikuid.

Mis on mõõtmine?

Mõõtmine on tegevus, mille käigus võrdleme mingit suurust kokkulepitud ühikuga.

Kui mõõdame pikkust, siis võrdleme seda meetri või sentimeetriga.

Kui mõõdame massi, siis võrdleme seda kilogrammi või grammiga.

Kui mõõdame aega, siis võrdleme seda sekundiga.

Mis on mõõtmine?

Mõõtmine on tegevus, mille käigus võrdleme mingit suurust kokkulepitud ühikuga.

Kui mõõdame pikkust, siis võrdleme seda meetri või sentimeetriga.

Kui mõõdame massi, siis võrdleme seda kilogrammi või grammiga.

Kui mõõdame aega, siis võrdleme seda sekundiga.

Mõõtmine on mõõdetava suuruse ehk mõõtesuuruse arväärtuse kindlakstegemine mõõtevahendi abil.

Mõõtmine = arvuline tulemus + ühik

Mõõtmised jagunevad?

Otsemõõtmine - Lihtsaim mõõtmine on otsemõõtmine. Sel korral leitakse mõõtarv otse mõõteinstrumendi skaalalt osuti asukoha järgi või registreeritakse instrumendi näidikul asuv arv (digitaalmõõteriistade korral). Otsemõõtmise üksiktulemust nimetatakse mõõdiseks.

Kaudne mõõtmine - Kaudsel mõõtmisel leitakse mõõtarv valemi abil otseselt mõõdetud suuruste kaudu.

Mõõtetehnika areng

Käepärasteks looduslikeks ja loomulikeks mõõtudeks on inimkonna ajaloos olnud inimene ise. Näiteks on pikkusühikutena kasutusel olnud jalg, küünar, toll (pöidlalüli pikkus). Aja mõõduks oli looduslik päevatsükkel, mis jagati osadeks.

Eestis kasutatav mõõtühikute süsteem

(Système International d'Unités lühend SI)

Suurus	Ühik	Tähis
Pikkus	meeter	m
Mass	kilogramm	kg
Aeg	sekund	s
Elektrivool	amper	A
Temperatuur	kelvin	K
Ainehulk	mool	mol
Valgustugevus	kandela	cd

Eestis kasutatav mõõtühikute süsteem

(Système International d'Unités lühend SI)

Suurus	Ühik	Tähis
Pikkus	meeter	m
Meeter on teepikkus, mille valgus läbib vaakumis 1/299 792 458 sekundi jooksul.		

Eestis kasutatav mõõtühikute süsteem

(Système International d'Unités lühend SI)

Suurus	Ühik	Tähis
Mass	kilogramm	kg
1799-1889 – ühe liitri (1 dm^3) puhta vee mass temperatuuril 4 °C .		
1889-2019 – kilogrammi etaloniks rahvusvaheline prototüüp ehk plaatina (90%) ja iriidiumi (10%) sulamist silinder, mille kõrgus ja läbimõõt on võrdsed (39,17 mm).		
2019 – Plancki konstandi täpse väärtuse kaudu.		

Eestis kasutatav mõõtühikute süsteem

(Système International d'Unités lühend SI)

Suurus	Ühik	Tähis
Aeg	sekund	s
Sekund on 9 192 631 770 perioodi kestus kiirgusel, mis vastab ^{133}Cs (tseesium-133) aatomi põhiseisundi kahe ülipeene nivoo vahelisele üleminekule. Sekund on aeg, mille jooksul tseesiumikiirgust tekib 9 192 631 770 perioodi (üks periood on üks lainevõnkumine).		

Eestis kasutatav mõõtühikute süsteem

(Système International d'Unités lühend SI)

Suurus	Ühik	Tähis
Elektrivool	amper	A
Amper on määratletud elementaarlaengu e fikseeritud väärtusega $1,602\,176\,634 \times 10^{-19} \text{ C}$		

Eestis kasutatav mõõtühikute süsteem

(Système International d'Unités lühend SI)

Suurus	Ühik	Tähis
Temperatuur	kelvin	K
Alates 2018 - Kelvin on määratletud Boltzmanni konstandi fikseeritud arväärtuse järgi. Boltzmanni constant saadakse universaalse gaasikonstandi R jagamisel Avogadro arvuga.		
$k = \frac{R}{N_A} = 1,380\,649 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} = \frac{\text{energia}}{\text{temperatuur}} = \frac{\text{J}}{\text{K}}$		

Eestis kasutatav mõõtühikute süsteem

(Système International d'Unités lühend SI)

Suurus	Ühik	Tähis
Ainehulk	mool	mol
Mool on ainehulk süsteemis, milles on täpselt $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ elementaarosakest. SI ütleb, et elementaarosake võib olla aatom, molekul, ioon, elektron või mõni muu osake või määratletud rühm osakesi.		

Eestis kasutatav mõõtühikute süsteem

(Système International d'Unités lühend SI)

Suurus	Ühik	Tähis
Valgustugevus	kandela	cd
Kandela on valgustugevus teatavas suunas kiirgaval allikal, mis kiirgab monokromaatset kiirgust sagedusega 540×10^{12} Hz ja kiirgab selles suunas 1/683 vatti steradiaani kohta. Steradiaan (sr) on ruuminurga mõõtühik — kolmemõõtmeline analoog tasapinnalisele nurgale (raadiaanile).		

Mis on etalon?
Miks meil etaloni on vaja?

Etalon

Ilma etalonita mõõdaks iga riik või tehas oma süsteemi järgi.

1 meeter ühes riigis = 0,97 m teises

1 kg poes = 0,99 kg laboris

1 sekund kellas = 1,05 sekundit teises Kellas

Etalon = standard, mille järgi kõik asjad paika pannakse.

Ilma etalonita mõõdaks iga riik või tehas oma süsteemi järgi.

1 meeter ühes riigis = 0,97 m teises

1 kg poes = 0,99 kg laboris

1 sekund kellas = 1,05 sekundit teises Kellas

Etalon on täpne ja rahvusvaheliselt kokku lepitud mõõdupõhi, mille järgi kõik teised mõõteseadmed õigele väärtusele seatakse.

Aste	Nimetus	Tähis	Aste	Nimetus	Tähis
10^{24}	jotta-	Y	10^{-24}	jokto-	y
10^{21}	zetta-	Z	10^{-21}	zepto-	z
10^{18}	eksa-	E	10^{-18}	atto-	a
10^{15}	peta-	P	10^{-15}	femto-	f
10^{12}	tera-	T	10^{-12}	piko-	p
10^9	giga-	G	10^{-9}	nano-	n
10^6	mega-	M	10^{-6}	mikro-	μ
10^3	kilo-	k	10^{-3}	milli-	m
10^2	hekto-	h	10^{-2}	senti-	c
10^1	deka-	da	10^{-1}	detsi-	d

Miks on oluline mõõtmise täpsus?

Miks on oluline mõõtmise täpsus?

Ohutuse piirid on seotud füüsikaliste suurustega, mida peab täpselt mõõtma: hoonete ja sildade maksimaalne kandevõime, ohutud pinge, isolatsioonitakistuse ja lekkevoolu väärtused elektritehnikas, ohutu kiirus raud-, õhu-, vee- ja maanteedel, altimeetri (kõrgusemõõtja) täpsus lennuki maandumisel jne.

Teadusmaailmas (füüsika, keemia, seismoloogia, astronoomia, meditsiini jne vallas) võimaldavad täpsed mõõtmised paremini maailma tundma õppida, aga ka aineid, struktuure ja nende omadusi iseloomustada.

Miks on oluline mõõtmise täpsus?

Vead mõõtmisel mõjutavad järeldusi

Kui keemik mõõdab reaktsiooni ajal aine hulka kaaluga mis mõõdab valesti on ka kõik edasised saadud andmed valed. See viib valede reaktsioonikiiruste ja kineetiliste parameetrite arvutamiseni, mistõttu teised teadlased ei suuda katset korrata ning järeldusi kontrollida.

Kui diabeetik kasutab glükomeetrit, mis annab vea tõttu vale näidu, võib ta süstida kas liiga palju või liiga vähe insuliini, mis võib viia eluohtliku tulemuseni.

Miks on oluline mõõtmise täpsus?

Ebapiisav täpsus võib muuta tulemuse mõttetuks

Kui lennuki tiivajupi või mootori komponendi mõõtmed mõõdetakse millimeetrise täpsuse asemel sentimeetrise täpsusega, ei sobi need kokku. Tulemus (valmistatud osa) on mõttetu oma kasutusotstarbe jaoks, kuna ohutus ja funktsionaalsus on rikutud.

Kui ravimi annus mõõdetakse grammi täpsusega, kuigi tegelikult on vajalik milligrammine või mikrogrammine täpsus võib see viia:

Liiga väike annus (ravim ei toimi);

Liiga suur annus (mürgistus, eluohtlikud kõrvalmõjud);

Tulemuseks on kas meditsiiniliselt mõttetud doos või eluohtlik doos.

Miks on oluline mõõtmise täpsus?

Teaduses ja tehnikas sõltuvad paljud otsused mõõtmistest

Vigade kuhjumine – kui ühe mõõtmise tulemus, mis sisaldab viga kasutatakse järgmise mõõtmise või arvutuse sisendina, siis iga järgnev samm lisab süsteemi kas olemasolevale veale uue vea või suurendab olemasoleva vea mõju. See viib olukorrani, kus lõpptulemus muutub täiesti ebausaldusväärseks.

Miks on oluline mõõtmise täpsus?

Täpne mõõtmine = usaldusväärne tulemus

Finantsmaailmas on täpne arvutus (mõõtmine) vajalik iga tehingu puhul. Interessimäärade ja valuutakursside arvutamine toimub sageli paljude komakohtadega. Täpne arvutus tagab, et miljardite eurodega opereeritavates tehingutes ei teki isegi väikeste vigade summeerumise tõttu suuri finantskahjusid ega alusetud rikastumist.

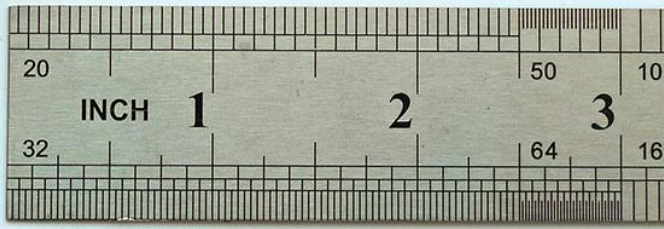
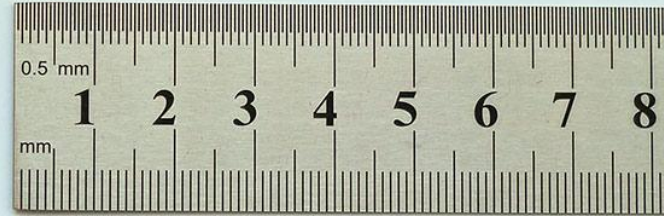
Mida suurem on vajalik täpsus (mida väiksem on viga), seda usaldusväärsem on mõõdetud tulemus ja seda kindlamad on sellel tulemusel põhinevad otsused.

Miks on oluline mõõtmise täpsus?

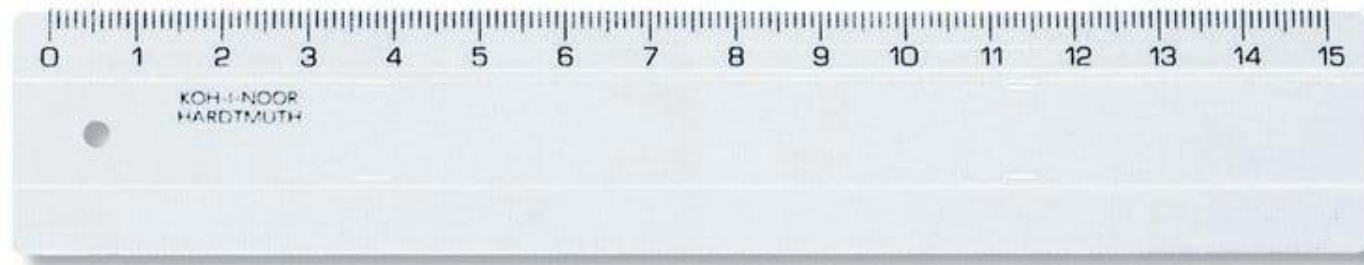
Võrdlemine teiste tulemustega

Üks uurimisrühm mõõdab teatud keemilist reaktsiooni uue katalüsaatoriga. Teine sõltumatu labor kordab katset, kasutades täpselt samu tingimusi ja mõõtmisprotokolle ning võrdleb saadud tulemust esimese labori tulemustega.

Kui mõlema labori tulemused kattuvad (jäävad lubatud veapiiresse) peetakse algset tulemust usaldusväärseks ja kehtivaks. Kui tulemused erinevad oluliselt, on kas ühes või mõlemas katses viga ja algne järeldus ei ole usaldusväärne.



Mõõtmise joonlauaga



Milleks kasutatakse?

Pikkuse mõõtmiseks sirgetel pindadel.

Kuidas õigesti mõõta?

Võta õige joonlaud, mis vastab teostavale mõõtmisele.

Alusta nullist (mõnel joonlaul on null otsas, teistel ei ole).

Silmad peavad olema otset mõõdetava ja jaotuse kohal.

Mis võib valesti minna?

Joonlaura kulunud serv: süstemaatiline viga (viga mis on püsiv ja korduv igas mõõtmises)

Vale nurga alt lugemine: juhuslik viga (ennustamatu viga, mis on erinev igas mõõtmises)

Mõõdulint kaardub: pikkus muutub

Mõõtmine stopperi ja taimeriga

Milleks kasutatakse?

Stopper – mõõdab möödunud aega alates käivitamise hetkest.

Taimer – mõõdab aega tagurpidi etteantud ajaintervallist. Annab märku kui aeg on otsas.

Kuidas õigesti mõõta?

Kui võimalik kasuta automaatseid sensoreid, et välistada inimese reaktsioonist tulenevat viga. Kui pead mõõtma käsitsi, harjuta stopperi käivitamist ja peatamist, kuni saavutad ühtlase reaktsiooniaja.

Alusta mõõtmist selge ja üheselt mõistetava märguande peale.

Mis võib valesti minna?

Inimese reaktsioonikiirus – kas vajutad liiga vara või liiga hilja nupule.

Vale algus/lõpp punkt – alustatakse enne, kui sportlane on stardijoonelt lahkunud; lõpetatakse enne, kui sportlane on finishijoone ületanud.

Seadme piirangud – stopper/taimer mõõdab ainult sekundi, mitte sajandiku täpsusega, mistõttu on täpsus ebapiisav teaduse ja professionaalseks spordiks.

Mõõtmisprotseduur

Enne mõõtmist

Veendu, et vajalikud mõõtevahendid on koras, kompleksed ja akud laetud.

Mõõtmise ajal

Mõõtmised algavad visuaalkontrolliga.

Teaostada mõõtmised vastavalt väljaõppele, juhendile ja objekti iseärasustele.

Mõõtmistulemused kanda mõõtepäevikusse.

Peale mõõtmist

Vormistada katseprotokollid.

Mis põhjustavad mõõtetulemuse vigu?

Mõõtetulemuse vigu põhjustavad

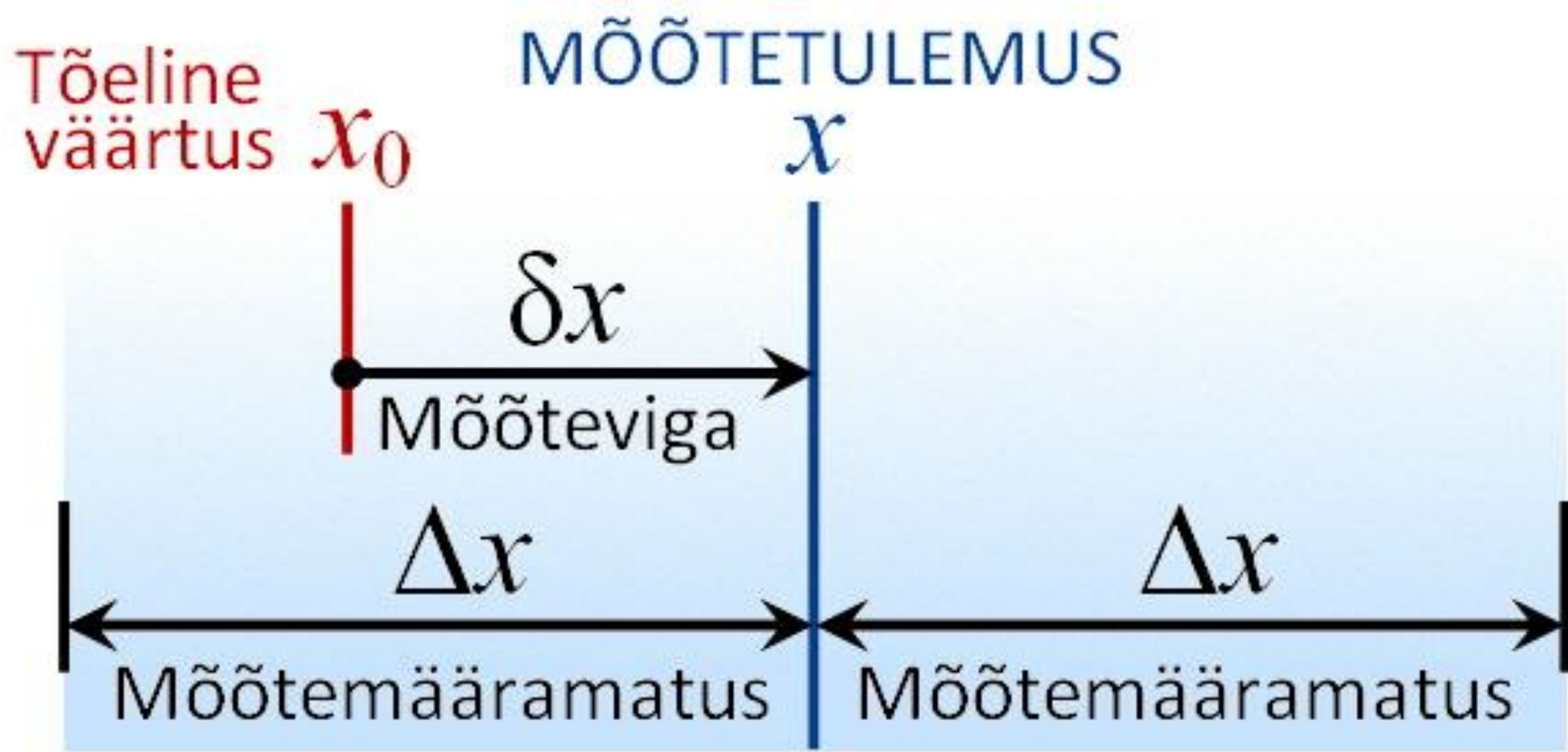
Instrumendivead – põhjustavad mõõteriistade ebatäiuslikus või rikked.

Ühendusvead – põhjustavad mõõtemehhanismi vale ühendusviis.

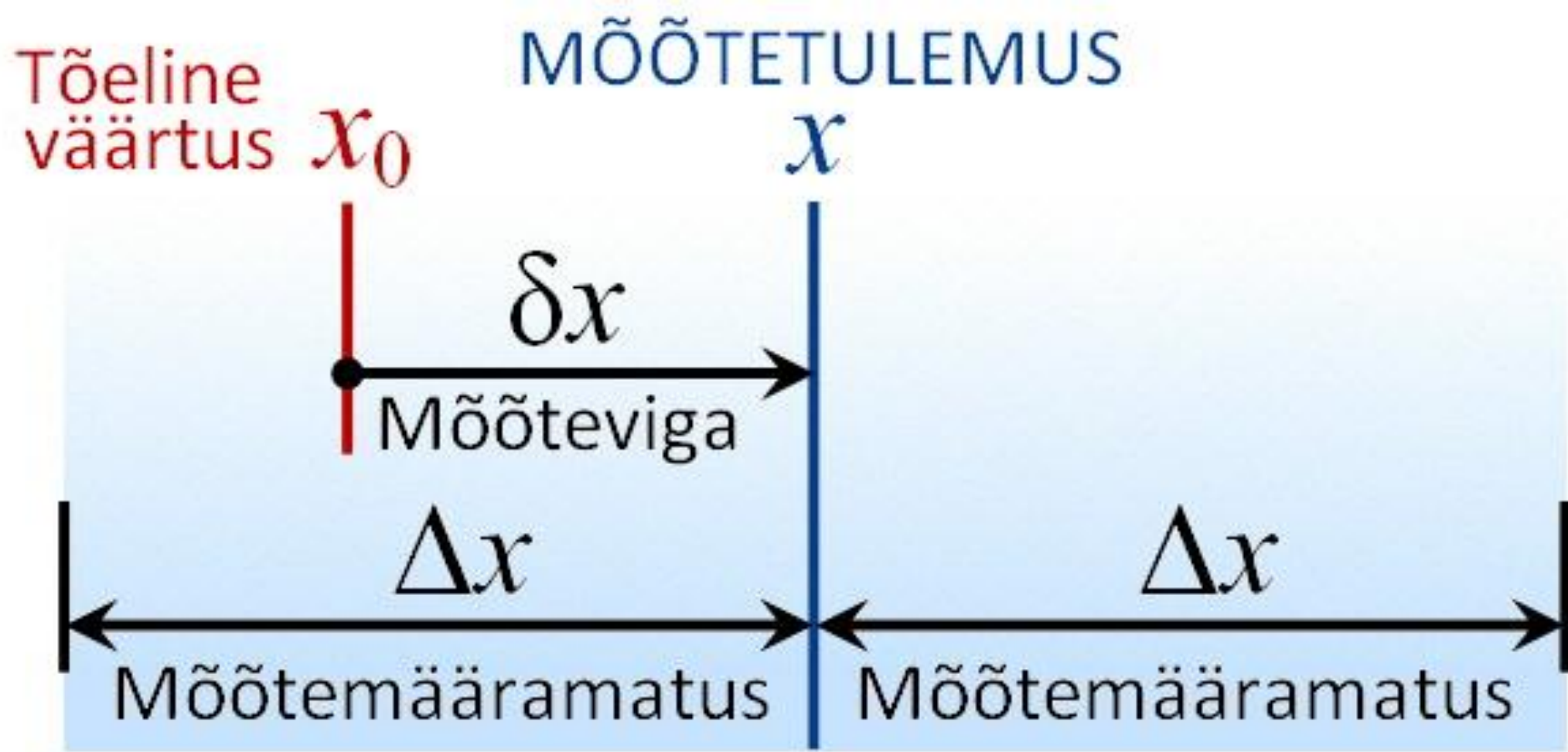
Skeemivead – skeem kus tehakse mõõtmisi on valesti kokkupandud.

Individaalsed vead – põhjustavad mõõtja isiklikud omadused.

Eksimused – moonutavad tugevalt mõõtmise tulemust. Selline olukord võib tekkida, mõõtmistulemuse vale lugemise korral skaalalt või väärast mõõtepiirkonnaga mõõtmise puhul.

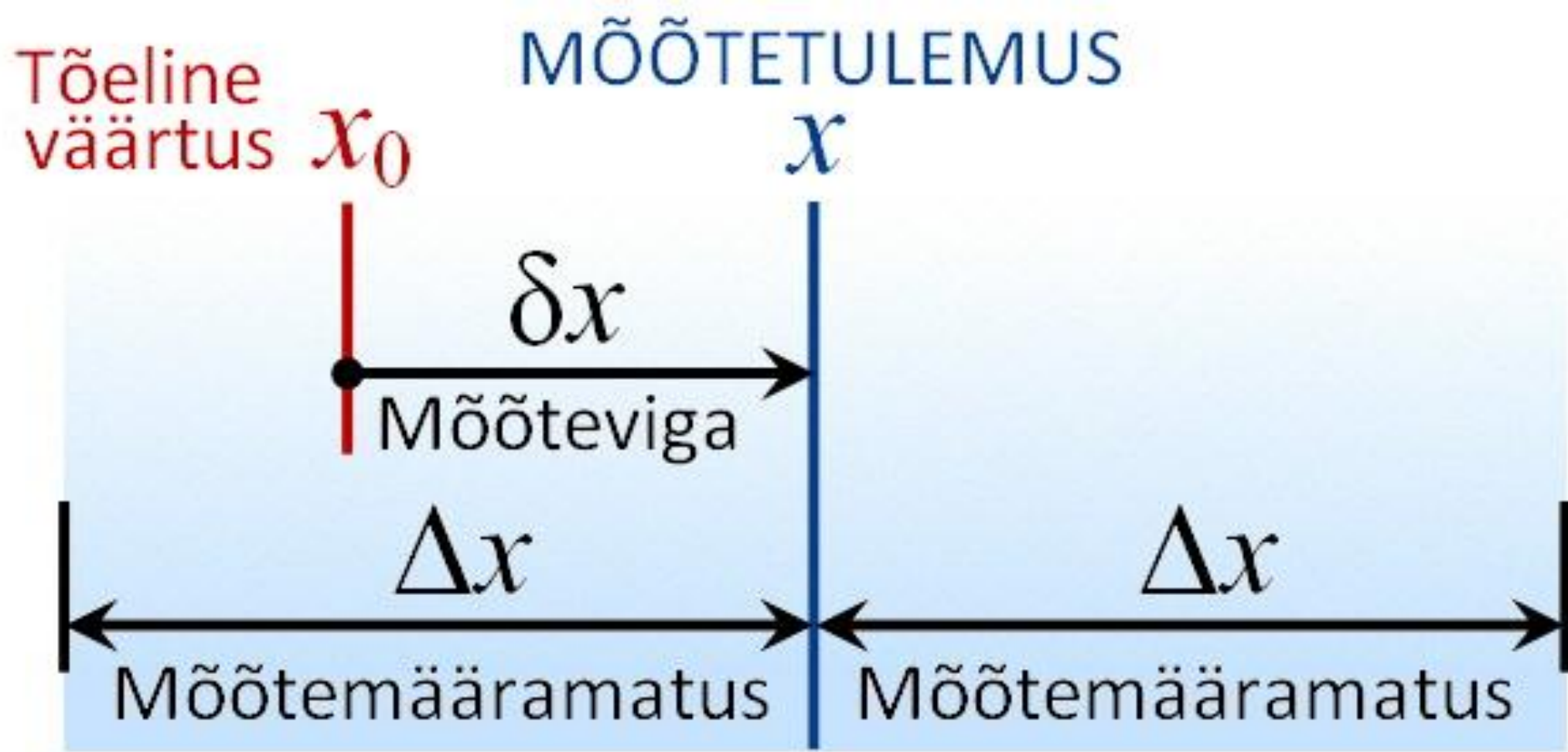


Tõeline väärtus on punase joonega märgitud punkt. See tähistab mõõdetava suuruse teoreetilist, tegelikku väärtust, mida me püüame mõõtmisega leida. Reaalses elus ei ole tõeline väärtus kunagi täpselt teada, sest iga mõõtmine sisaldab alati mingit viga.

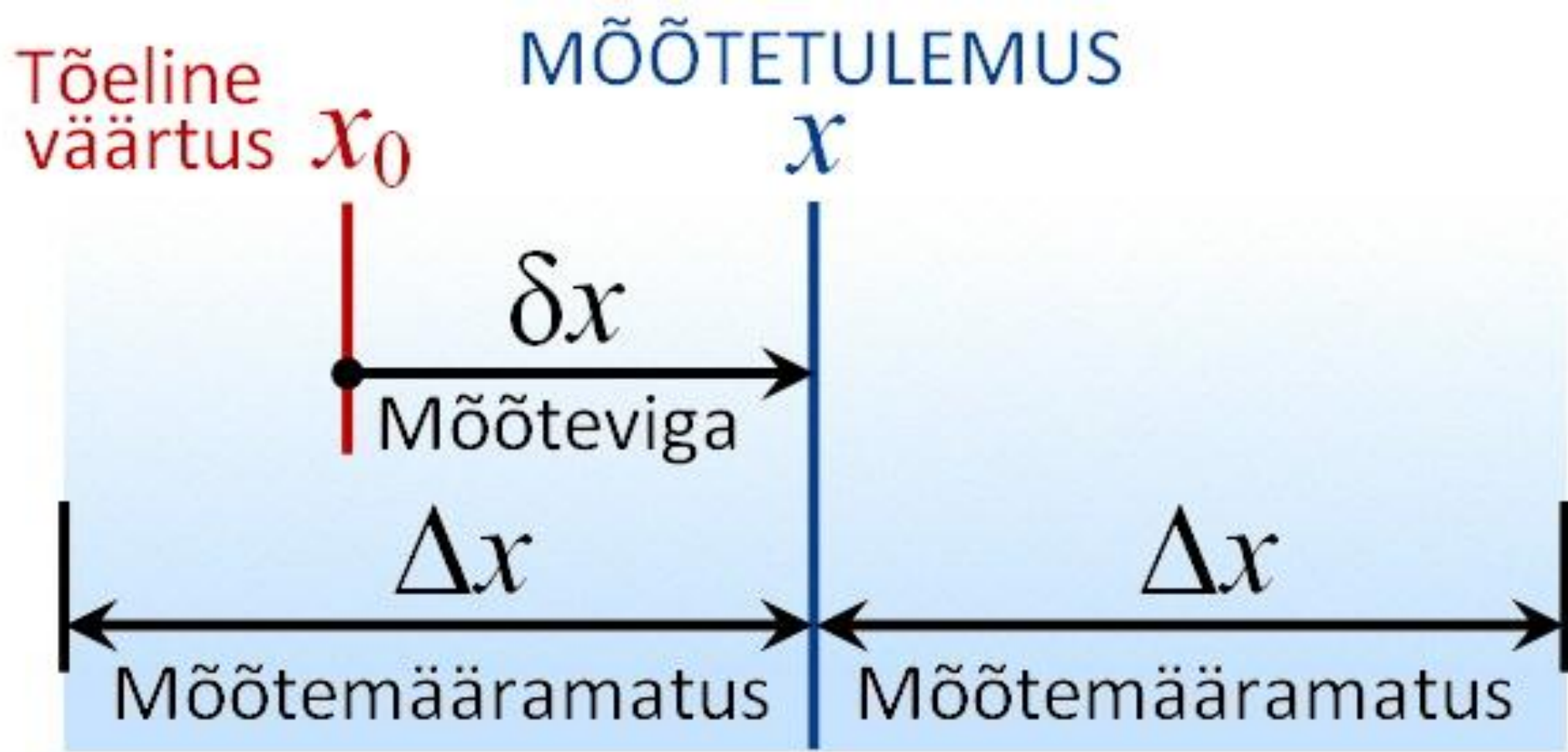


Mõõtetulemus on Sinise joonega märgitud punkt. See on väärtus, mille saime tegeliku mõõtmise tulemusena (nt joonlaua või stopperiga).

Tõelise väärtuse ja mõõtetulemuse vahe annabki mõõtmise vea.



Mõõteviga on nool, mis näitab mõõtetulemuse kaugust tõelisest väärtusest. Mõõteviga on alati. See näitab, kui palju meie saadud tulemus tegelikust väärtusest erines.



Mõõtemääramatus on tähistatud interval, mis ulatub mõõtetulemusest paremale ja vasakule. Mõõtmisega kaasneb alati teadmatus ehk määramatus. Mõõtemääramatus määratleb piirkonna, kus väga suure tõenosusega tõeline väärtus asub.

Mõõteriistade klassifikatsioon

Elektromehaanilised

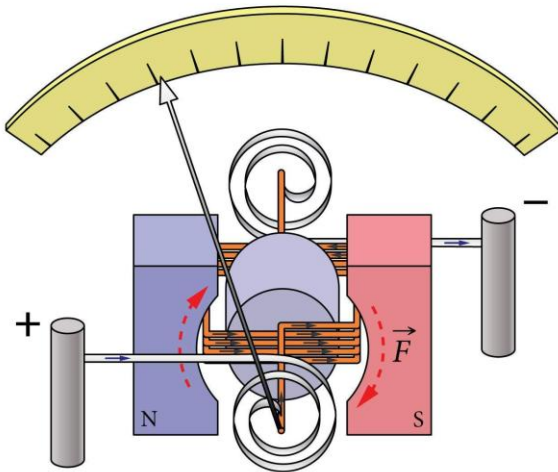
Elektroonsed

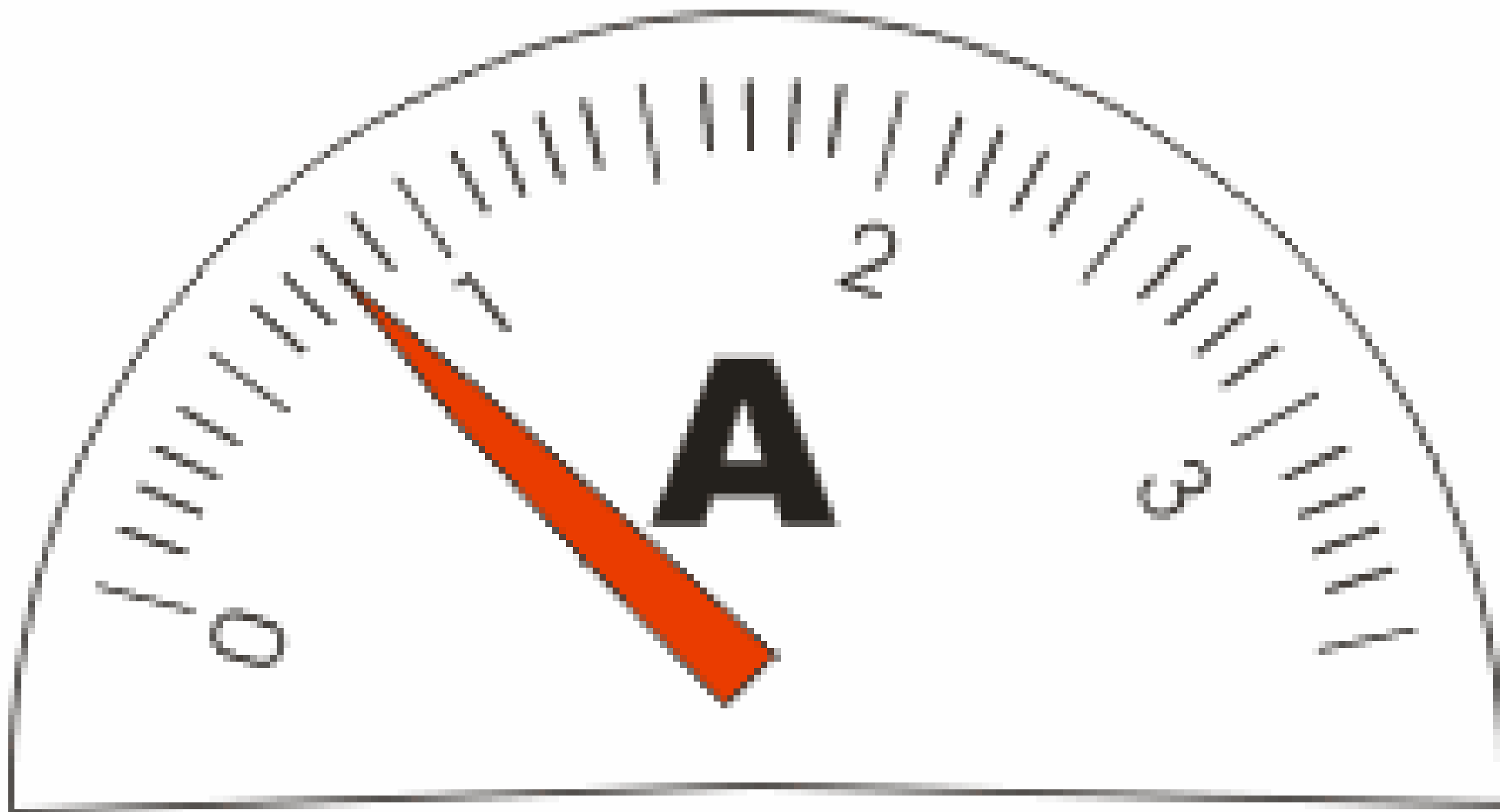
Digitaalsed

Elektromehaanilised mõõteriistad

Elektromehaanilisi mõõteriistu on erineva ehitusega, nende töö põhineb enamjaolt elektrivälja ja magnet- või elektrivälja vastastikusel mõjul. Elektromehaanilise mõõteriista peamiseks osaks on mõõtemehhanism, mille võlliga on ühendatud seier. Mõõteriista näidu moodustab seieri asend skaalal.

Kõik elektromehaanilised mõõteriistad omavad spiraalvedru, mis on ettenähtud vastumomendi tekitamiseks ning mõne mõõtemehhanismi puhul ka voolu juhtimiseks mõõtemähisesse (näiteks magnetelektriline). Nad ei vaja mõõtmiseks lisatoiteallikat, mis on ka nende eeliseks.

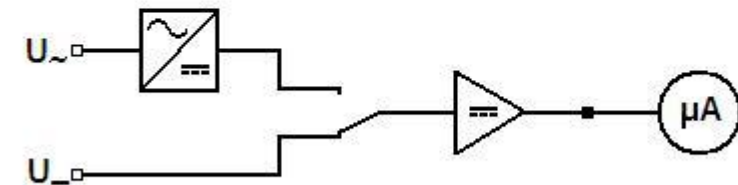
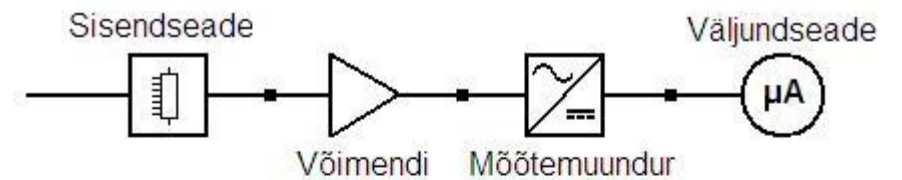




Elektroonsed mõõteriistad

Elektronmõõteriistad kujutavad endast elektroonika lülitustega varustatud magnetelektrilist mõõtemehhanismi. Nende põhisõlmedeks on:

- sisendseade - pingejagur
- alalis- või vahelduvpinge võimendi;
- mõõtemuundur alalispinge muutmiseks vahelduvpingeks ja vastupidi;
- väljundseade – mikroampermeeter



Puuduseks on väike täpsus ja mehaaniline tugevus

Universaalse voltmeetri struktuurskeem

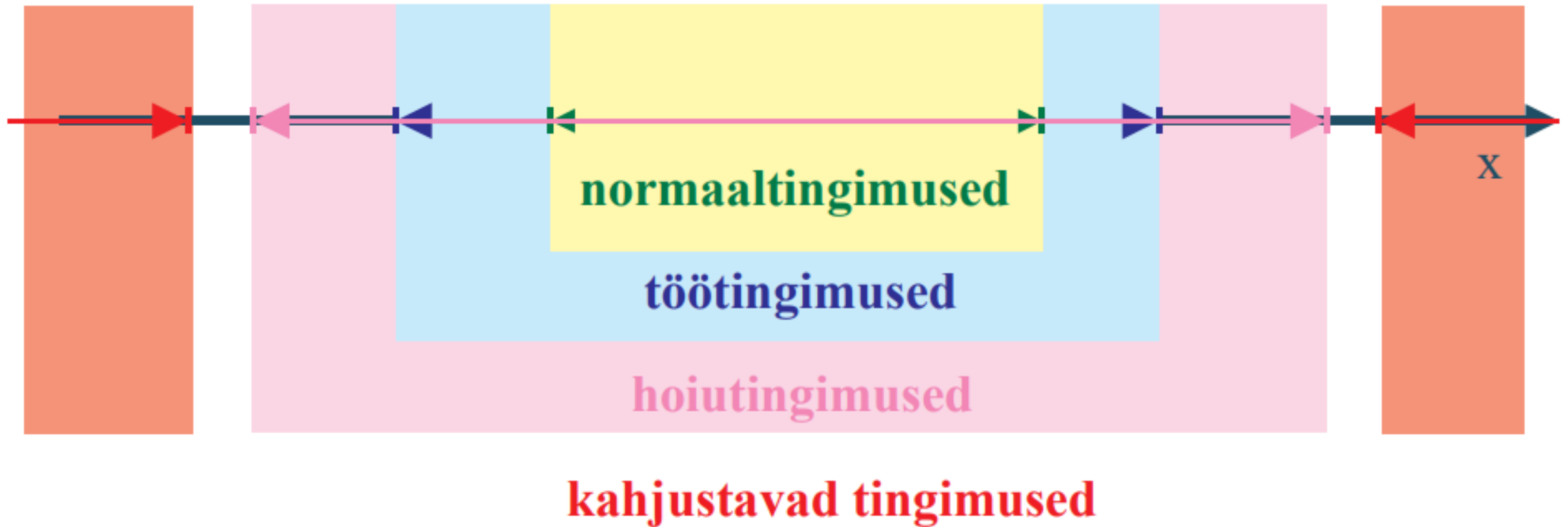
Digitaalsed mõõteriistad

Digitaalsed mõõteriistad on tänapäeval kõige levinumad. Nendest valmistatakse igasuguseid mõõteriistu, alustades voltmeetritest, lõpetades keerukate multimeetritega. Lisaks omavad nad seiermõõteriistade ees mitmeid eelisi: **näidu lugemise mugavus, mõõtmisprotsessi automatiseerimise võimalus, mõõtmistulemuse digitaalne registreerimine jm.**

Digitaalsetes mõõteriistades toimub järjepidev sisendsignaali (mõõdetav suurus) muundamine digitaalseks koodiks. Seda toimingut teostatakse analoog-digitaalmuunduriga, kus mõõdetav suurus diskrediteeritakse, kvanditakse ja kodeeritakse. Järgmiseks etapiks on koodi kuvamine ekraanile, mis teostatakse dekodeeriga, kus kodeeritud digitaalne signaal muudetakse vastavateks pingeteks, mis juhivad ekraani vms.



Mõõteriista normaal-, töö-, hoiu- ja kahjustavate tingimuste omavaheline vahekord.



Mõõtevahendi täpsusklass



КЛАСС 0.5

Numbrilise mõõteriista täpsusklass on (absoluutne piirviga) on 0,25% näidust pluss kaks korda mõõtevahendi lahutusvõime. Lahutusvõime all mõistetakse tema displeil kuvatva mõõdise viimase koha vähimat võimalikku nullist erinevat väärtust.

$\pm 0.25\% \text{ RDG} \pm 2 \text{ D},$

$\pm 0.25\% \text{ Reading} \pm 2 \text{ Digit},$

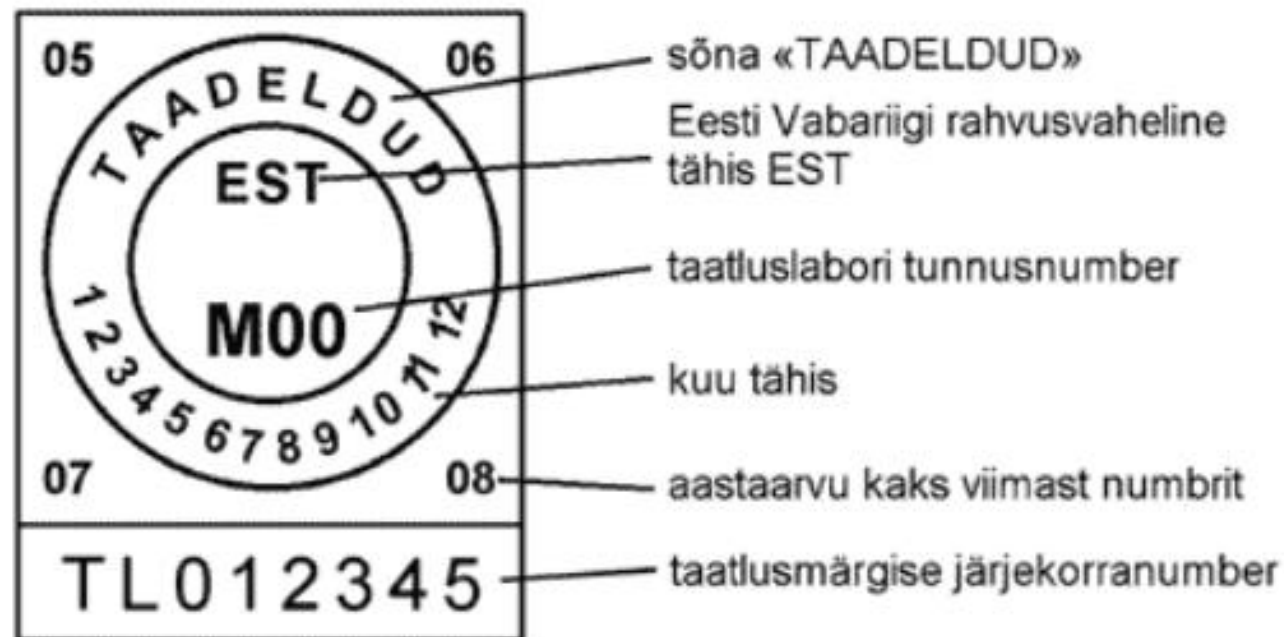
$\pm 0.25\% \pm 2 \text{ ct.}$

0.05; 0.1; 0.2; 0.5; 1.0; 1.5; 2.5; 4.0 Mida väiksem on number täpsusklassi reast, seda täpsem on mõõteriist.

Mõõtevahendi täpsusklass määrab tema suurima lubatava vea ja teised mõõtmise täpsust mõjutavad omadused vastavalt kehtestatud standardile.

Taatlemine = kontroll ilma seadme reguleerimiseta

Mõõtevahendi taatlemine on mõõtevahendi näitude võrdlemine etaloniga akrediteeritud taatlusasutuse poolt vastavalt taatluseeskirjadele ja mõõteseadusele. Taatlemise eesmärgiks on kaitsta kodanike ja riigi huvisid ebaõigete mõõtmiste kaudu tekkida võivate kahjude eest.



Kalibreerimine = kontroll + vajadusel seadme reguleerimine

Kalibreerimine on menetlus, mis fikseeritud tingimustel määrab kindlaks seose mõõtevahendiga saadud väärtuse ja etaloni abil realiseeritud füüsikalise suuruse vastava väärtuse vahel.

Seadmeid tuleks kalibreerida järgmistel juhtudel:

- Tegu on uue seadmega.
- Seadet on parandatud või modifitseeritud.
- Kindel ajavahemik eelmisest kalibreerimisest on möödunud.
- Möödunud on kindel arv töötunde.
- Enne ja pärast kriitilise tähtsusega mõõtmisi.
- Seade on saanud mehaanilisi lööke, on kokku puutunud vibratsiooniga või seadet ümbritsenud keskkonna tingimused on muutunud kriitilisel määral.
- Mõõtmistulemused erinevad oodatud tulemustest suurel määral.
- Kasutaja määratud või tootja soovitatud ajal.

Absoluutne viga

Arvu, mis näitab, kui palju mõõtmistulemus erineb mõõdetava suuruse tegelikust väärtusest, nimetakse absoluutseks veaks.

Absoluutne viga näitab, kui palju võib mõõdetud väärtus tegelikust erineda.

$$\Delta A = A_1 - A$$

- ΔA - absoluutne viga;
- A_1 - mõõteriista näit;
- A - mõõtetulemuse tegelik väärtus.

Suhteline viga

Sageli tuleb erinevaid mõõtmistulemusi võrrelda. Mõõtmise täpsuse hindamisel kasutatakse suhtelist viga. Suhteliseks veaks nimetatakse absoluutse vea ja tegelikku väärtuse suhet, mis on väljendatud protsentides.

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A} \times 100\%$$

γ - suhteline viga, väljendatud protsentides (kreeka täht gamma);

ΔA - absoluutne viga;

A - mõõtetulemuse tegelik väärtus

Mõõtevahendi taandatud viga

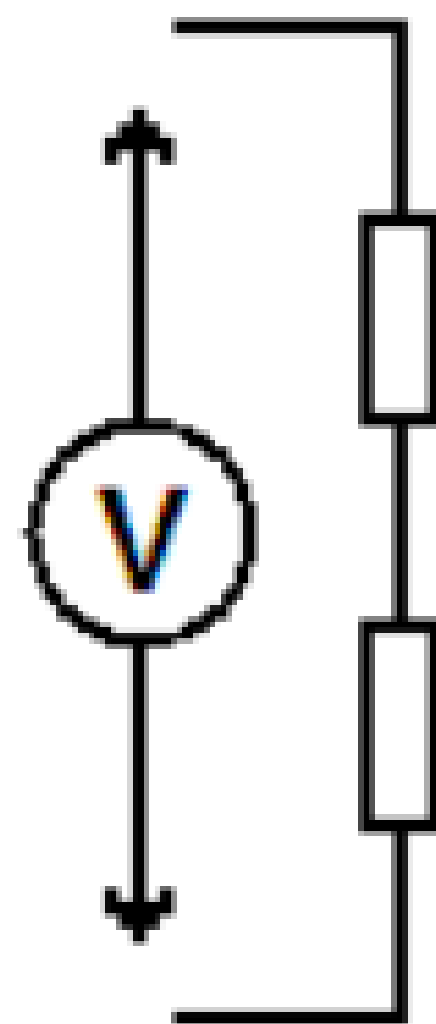
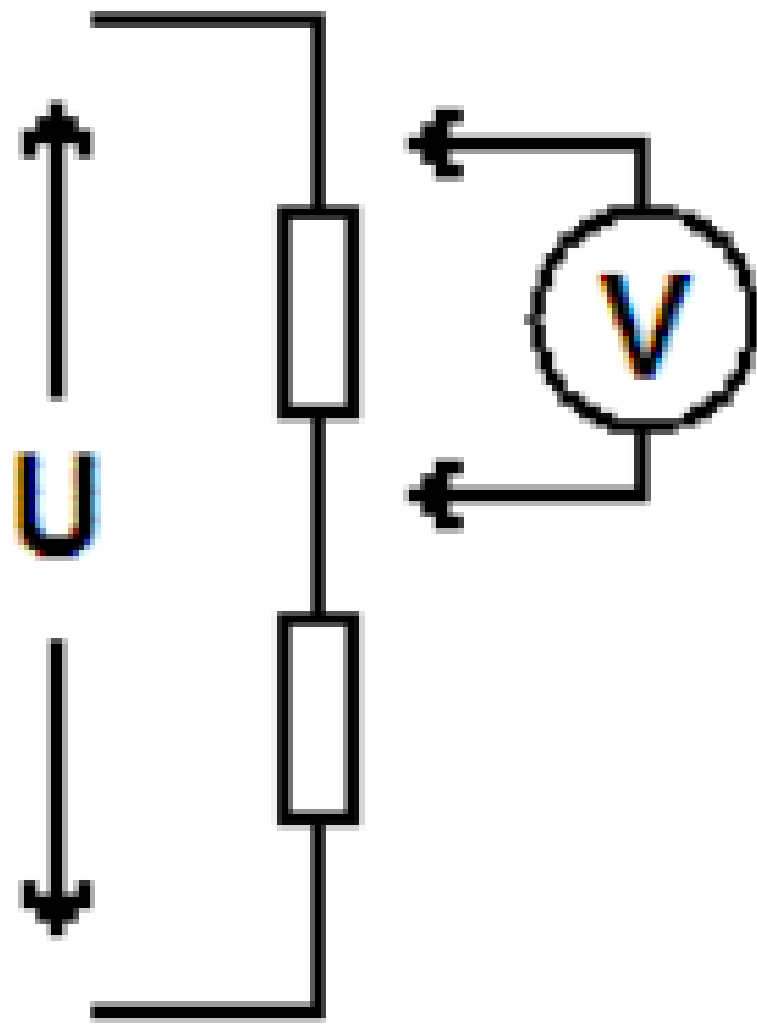
Mõõtevahendi taandatud veaks nimetatakse absoluutse vea ja mõõteriista niminäidu suhet, mis on väljendatud protsentides.

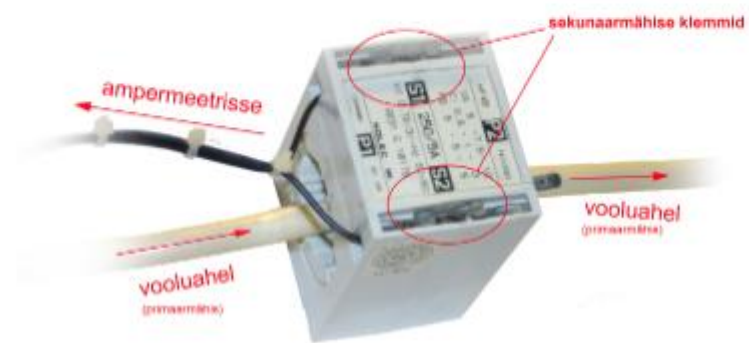
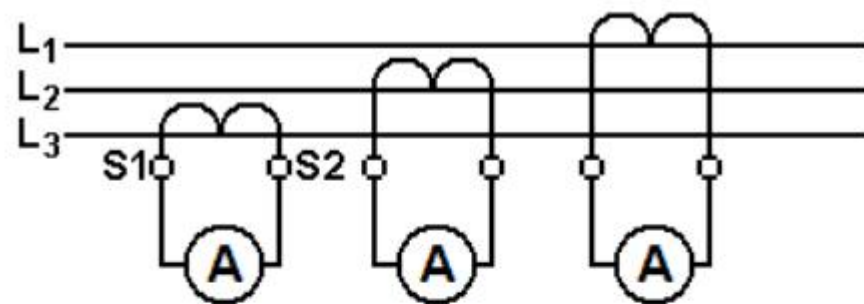
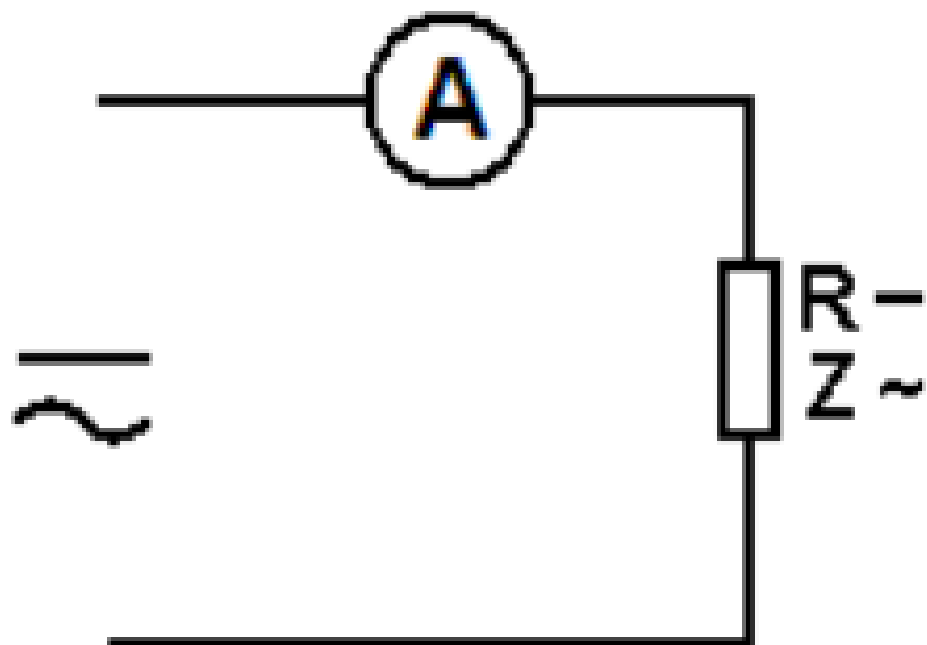
$$\beta = \frac{\Delta A}{A_n} \times 100\%$$

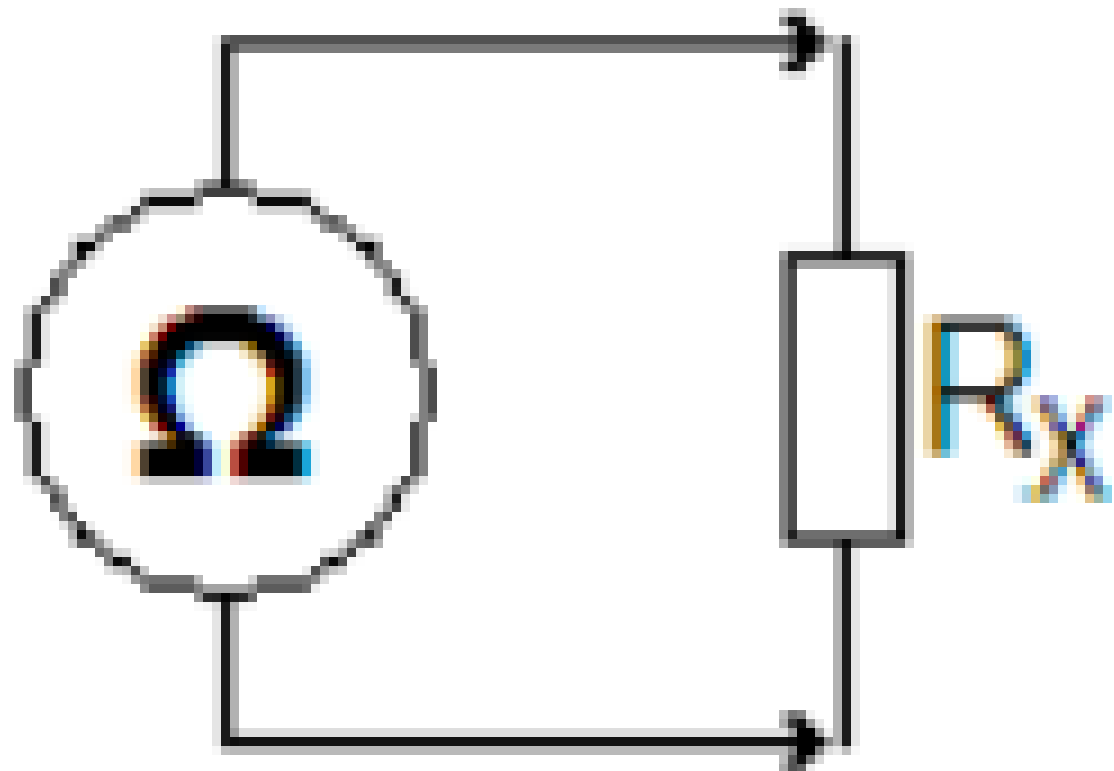
β - mõõteriista taandatud viga protsentides;

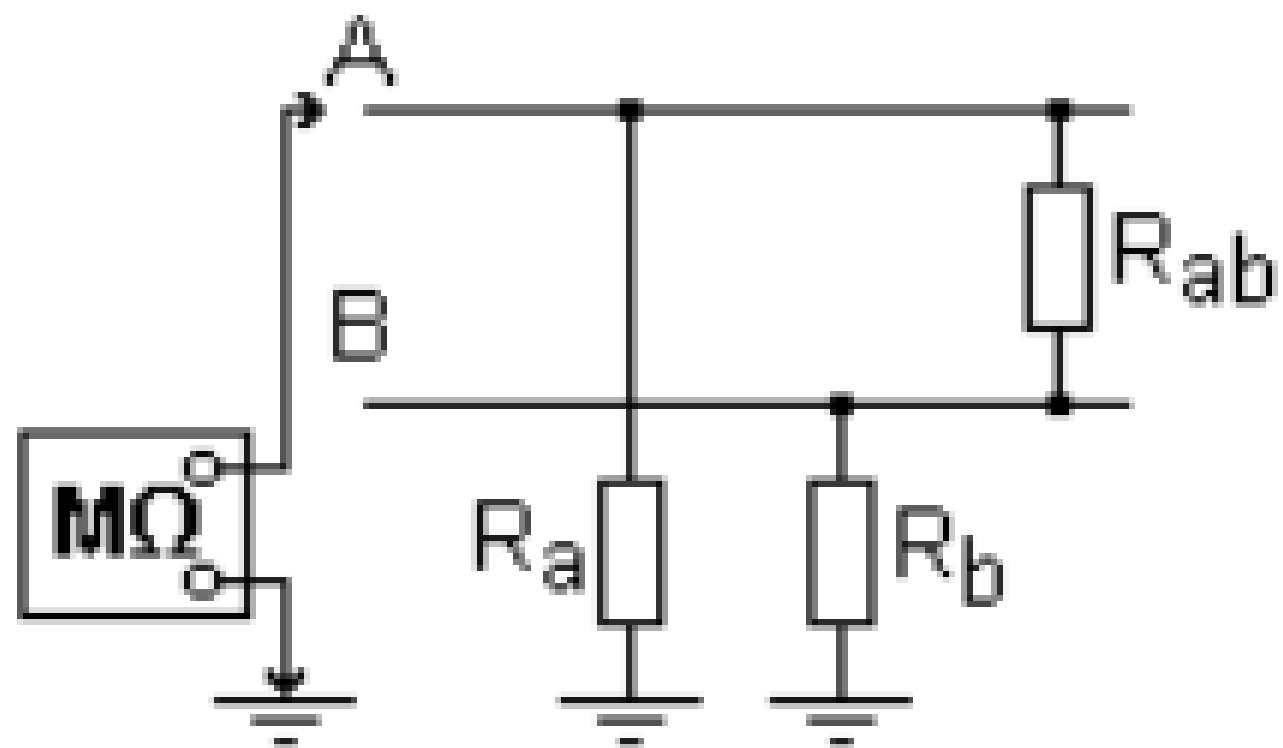
ΔA - absoluutne viga;

A_n - mõõteriista mõõteulatus ehk niminäit.



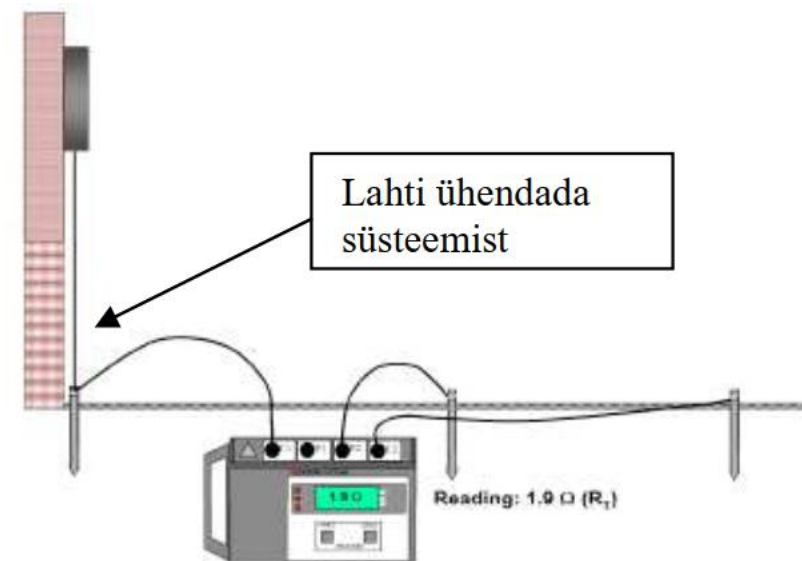
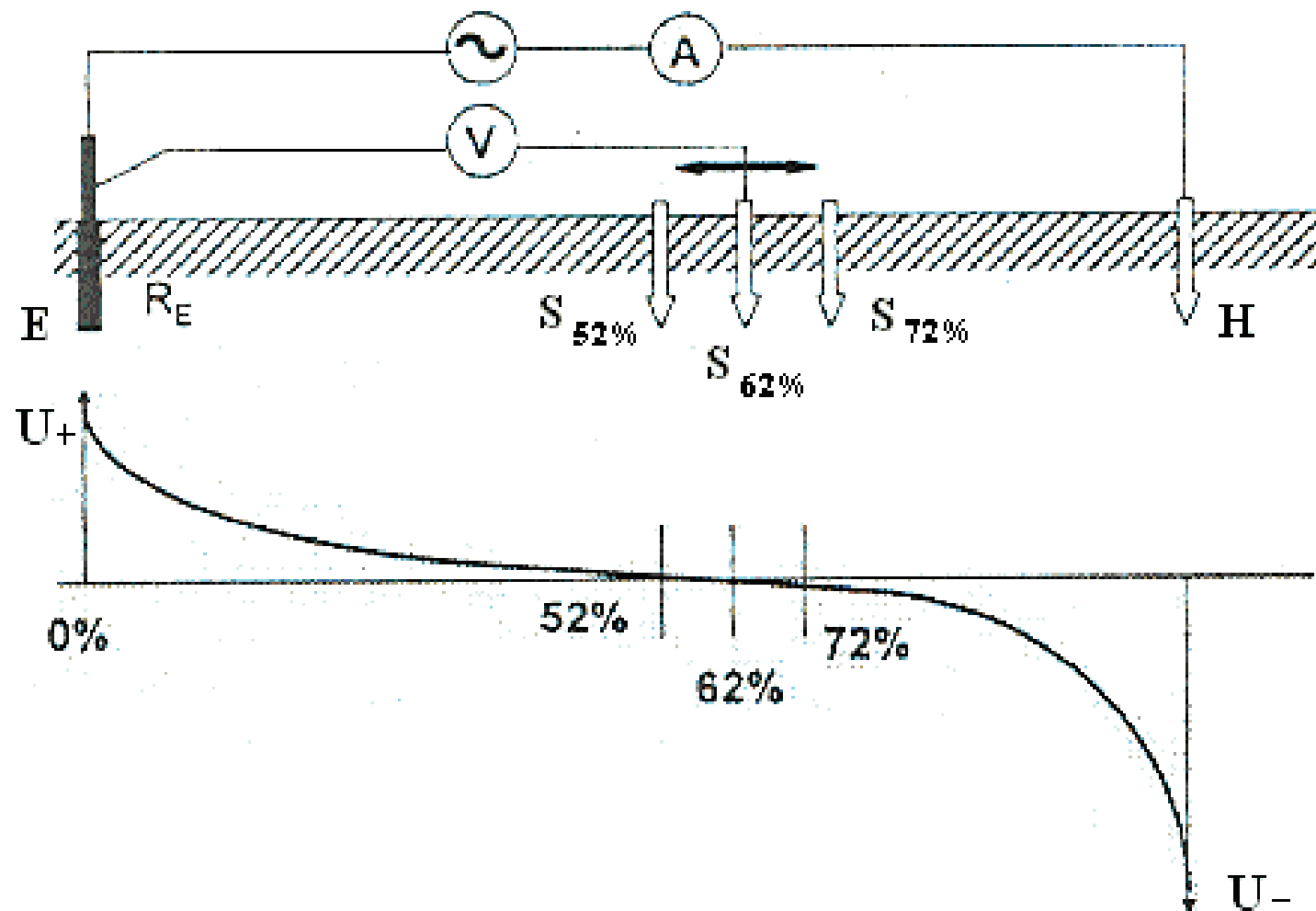






Mõõtmiste korratavus

Potentsiaalilangu meetod



KATSEPROTOKOLL NR. 419

Kliendi nimi:	Elektrilevi OÜ							
Kliendi aadress:	Kadaka tee 83/1, 12915 Tallinn							
Katsetuse asukoht:	AJ 1058							
Katsetuse kuupäev:	24.04.2018							
Katsetuse liik:	Maandustakistuse mõõtmine							
Katseobjekt:	AJ 1058 maandus							
Katsemeetod:	JTml2							
Mõõtevahend:	DET 5/4R nr.0897 Järgmine kalibreerimine 8.03.2019							
Mõõtevahendi kalibreerimistähtaeg:								
Mõõtmise ajal oli:	õhutemperatuur - 8 °C K1 ☐ - niiske pinnas, eelnes suur hulk sademeid pinnas - K2 ☒ - keskmise niiskusega pinnas, eelnes normaalne hulk sademeid K3 ☐ - kuiv pinnas, eelnes vähe sademeid							
Katsetulemused:								
Seadme nimetus ja mõõtmise koht	Mõõdetud takistused			Parandustegurid			Arvutuslik takistus	Otsus takistuse vastavuse kohta
	Ω			K ₁	K ₂	K ₃	Ω	
AJ 1058 maandus	0,89	0,94	1,00	1,6	1,4	1,3	1,3	
Skeem elektroodide paigutuse kohta:		Mõõteelektroodide suund:						
Märkused: Mõõtmised teostatud koos võrguühendustega.								
Katseprotokolli kinnitavad:								
	Amet	Ees- ja perekonnanimi	Allkiri					
Katsetas:	mõõte- ja tehmielektrik							
Kontrollis:	juhtivspetsialist							
Väljatrüki kuupäev:	24.04.2018							
Katseprotokollid kehtivad ainult protokollis mainitud katsetatud objektide kohta								
Katseprotokolle ei tohi paljundada osadena ilma labori kirjaliku loata								

KATSEPROTOKOLL NR.84

Kliendi nimi:	Elektrilevi OÜ							
Kliendi aadress:	Kadaka tee 83/1, 12915 Tallinn							
Katsetuse asukoht:	AJ 5158							
Katsetuse kuupäev:	22.02.2019							
Katsetuse liik:	Maandustakistuse mõõtmine							
Katseobjekt:	AJ 5158 maandus							
Katsemeetod:	JTml2							
Mõõtevahend:	DET 5/4R nr.0897 Järgmine kalibreerimine 8.03.2019							
Mõõtevahendi kalibreerimistähtaeg:								
Mõõtmise ajal oli:	õhutemperatuur - -4 °C K1 ☐ - niiske pinnas, eelnes suur hulk sademeid pinnas - K2 ☐ - keskmise niiskusega pinnas, eelnes normaalne hulk sademeid K3 ☒ - kuiv pinnas, eelnes vähe sademeid							
Katsetulemused:								
Seadme nimetus ja mõõtmise koht	Mõõdetud takistused			Parandustegurid			Arvutuslik takistus	Otsus takistuse vastavuse kohta
	Ω			K ₁	K ₂	K ₃	Ω	
AJ 5158 maandus	0,53	0,54	0,56	1,6	1,4	1,3	0,7	
Skeem elektroodide paigutuse kohta:		Mõõteelektroodide suund:						
Märkused: Mõõtmised teostatud koos võrguühendustega.								
Katseprotokolli kinnitavad:								
	Amet	Ees- ja perekonnanimi	Allkiri					
Katsetas:	mõõte- ja tehmielektrik							
Kontrollis:	juhtivspetsialist							
Väljatrüki kuupäev:	22.02.2019							
Katseprotokollid kehtivad ainult protokollis mainitud katsetatud objektide kohta								
Katseprotokolle ei tohi paljundada osadena ilma labori kirjaliku loata								

Kas on võimalik mõõta täiesti täpset
mõõtetulemust?