

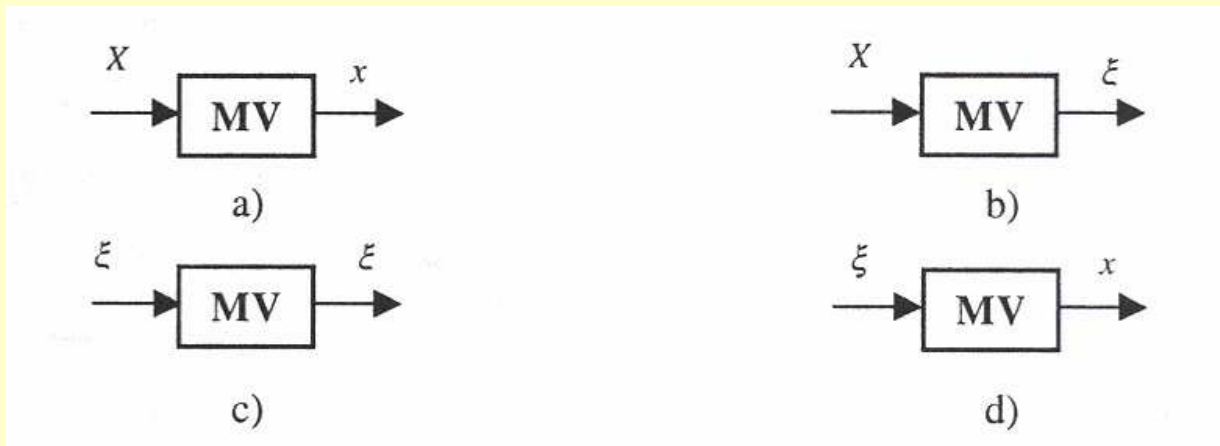
5. MÕÕTEVAHENDITE ÜLDISELOOMUSTUS

5.1 Mõõtevahend

Mõõtevahend on mõõtmisel kasutatav teatud kindlate metrooloogiliste omadustega tehniline vahend mõõtmiste sooritamiseks kas üksi või koos lisaseadmetega. See on üldmõiste, mis haarab kõiki tehnilisi vahendeid, mis hoiavad ja reprodutseerivad mõõtesuuruse ühikut: andurit, mõõtemuundurit, mõõturit ja arvestit kui ka mõõtu, etaloni, etalonainet ning keerukat mõõteseadet,- komplekti ja -süsteemi.

Igal mõõtevahendil on element, millele mõõtmise käigus otseselt rakendub sisendsuuruse (mõõtesuuruse, mõõtesignaali) mõju. Seda elementi nimetatakse mõõtevahendi sisendseadiseks e. *anduriks*. Samuti on igal mõõteseadmel *väljundseadis*, mis annab väljundi ehk mõõdisi kas mõõtesignaalina või mõõtjale vahetult tajutaval kujul.

Vähemkompleksed mõõtevahendid, nagu andur, mõõtemuundur, mõõtur, mõõdik, arvesti jms, on tihti suuremate mõõtekoosluste, nagu näiteks mõõteseadmete või -komplekside funktsionaalsed koostisosad.



Joonis 5.1. Mõõtevahendite võimalik tähistus struktuuriskeemidel
 MV – mõõtevahend, X – mõõtesuurus, x – mõõdis, ξ - mõõtesignaali

5.2. Mõõtemuundur

Mõõtemuundur on mõõtevahend, mis väljastab sisendsuurusest kindlal viisil sõltuva väljundsuuruse, enamasti mõõtesignaali kujul. Ta kuulub enamasti mõõteriistade, -seadmete, - masinate, -komplekside ja -süsteemide koosseisu ja on väga harva iseseisev mõõtevahend.

Mõõtemuunduri *väljundsignaal* on tavaliselt sobiv edastamiseks, muundamiseks ja säilitamiseks, kuid reeglina ei ole ta mõõtjale vahetult tajutav. Oma funktsionaalse toime järgi jagunevad muundurid vahe-, edastus- ja mastaabimuunduriteks

Mõõteahel on mõõtevahendi või -süsteemi elementide jada, millest moodustub mõõtesignaali kulgemistee sisendist väljundisse. Mõõteahela esimest muundurit, millele vahetult toimib mõõdetav suurus ning mille ülesandeks on mõõteväärtuse registreerimine, nimetatakse *anduriks*.

Edastusmuundur on mõõtevahend, mille ülesandeks on mõõtesignaali edastamine ja vajaduse korral ka võimendamine, kodeerimine, analoogsignaali muundamine numbriliseks ja vastupidi ning muu sarnane tegevus. Sellesse mõõtevahendite gruppi võivad kuuluda ka mõõtevõimendid, mikroprotsessorid, mastaabimuundurid jne ning nad on mõõteriista, -seadme või -süsteemi koosseisus mõõteahela edastusliini tähtsamateks lülideks.

Sisend	Väljund	Alalülideks jaotatud mõõtevahendite tähistus	Ülesanne
Mõõtesuurus X	Mõõtesignaali ξ		Mõõtevahendile rakendatud suuruse X väärtuse muundamine mõõtesignaali ξ (Andur)
Mõõtesignaali ξ	Mõõtesignaali ξ		Mõõtesignaali ξ edastamine, võimendamine, kodeerimine, analoogsignaali muundamine numbriliseks ja vastupidi ning muu selletaoline toiming (Edastusmõõtemuundur)
Mõõtesignaali ξ	Möödis x Mõõtesignaali ξ		Möödis x või mõõtesignaali ξ väljastamine (Väljundseadis)
Mõõtesuurus X	Möödis x Mõõtesignaali ξ		Mõõtmine: Möödis x väljastamine (Mõõteriist) Möödis x või mõõtesignaali ξ väljastamine (Mõõtevahend)

Joonis 5.2. Mõõtevahendite funktsionaalsed elemendid
 A - andur, E - edastusmuundur, V- väljundseadis, T - toiteallikas

5.3 Mõõt

Mõõt ehk materiaalmõõt on mõõtevahend, mis reprodutseerib mõõtesuuruse üht või mitut teadaolevat väärtust. Mõõtude näiteks on joonlaud, kaaluviht, skaalaga või skaalata mahumõõt, takistuspool, pikkusotsmõõt, etalonaine jms.



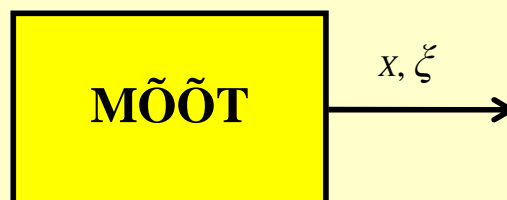
Joonis 5.3 Nihik, endise nimetusega nihkkaliiber

Mõõdud kehistavad leppeväärtusi vastavate suuruste ühikutes, aga ka kord- või osahikutes. Kaaluviht kui massimõõt võib kehistada massi väärtust kilogrammides või grammides, mõõtekolb aga mahtu liitrites või milliliitrites.

Mõõdu all võib mõista ühe- või mitmeväärtuselise mõõtu kui ka mõõtude kompleksi. Pikkusotsmõõt on nt üheväärtuseline, mõõtejoonlaud aga mitmeväärtuseline. Mõõde suuruse teatud kogumi hoidmiseks ja reprodutseerimiseks moodustatakse üksikmõõtude komplekti või kogumid. Näiteks kaaaluvihtide, pikkusotsmõõtude ja mõõtekolbide komplektid ning elektritakistuste salved (magasinid).

Väärtust või väärtusi, mille jaoks mõõt on valmistatud, nimetatakse kirjeväärtuseks. Eesti standard 758 kasutab selle mõistes termineid *nimiväärtus* või *nominaalväärtus*.

Struktuuriskeemidel võib mõõtu tähistada joonisel 5.4 toodud kujul.



Joonis 5.4 Mõõdu tähistus struktuuriskeemides
 X – mõõdis, milleks on mõõdu kirjeväärtus, ζ - mõõtesignaali

Mõõt ei oma sisendit, vaid ainult väljastab suuruse väärtuse kas mõõdise x või mõõtesignaali ξ kujul. Kui mõõt on eelnevalt kalibreeritud ja mõõtetulemust võib kasutada kalibreerimiseks või taatlemiseks, siis võib teda nimetada *tööetaloniks*.

5.4. Mõõteriist

Mõõteriist on mõõtevahend mõõteinfo saamiseks vahetult tajutaval kujul. Mõõteriista põhiülesandeks on mõõtesuuruse otsivat väärtust kehtastava mõõdise või mõõtesignaali registreerimine, selle signaali edastamine ja muundamine ning mõõdise väljastamine, st mõõdise esitamine kas näidu või meeriku kujul.

Mõõteriista näitena võib tuua skaalanäidikuga voltmeetrit, numbrinäidikuga multimeetrit jne.



Joonis 5.5. Multimeeter

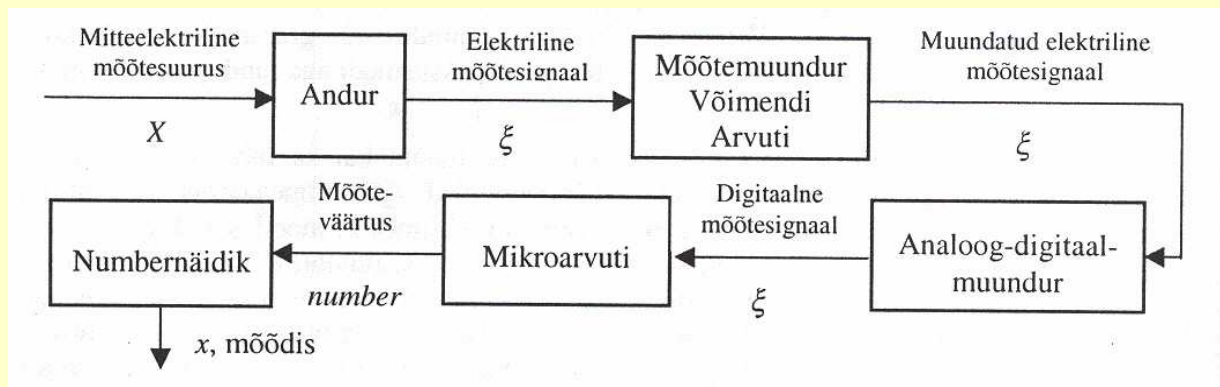
Keeruline mõõteriist võib samaaegselt esitada näite mitme mõõtesuuruse väärtuse kohta.

Mõõteriista esimest lüli, millele otseselt rakendub mõõdetav suurus, nimetatakse anduriks.

Andur registreerib mõõtesuuruse väärtuse ja edastab selle vastava mõõtesignaali kujul. Edastatav mõõtesignaali võib olla analoogne või digitaalne. Anduri esimest muunduselementi, mis on otseselt mõõtesuuruse mõju all, nimetatakse *tajuriks*.

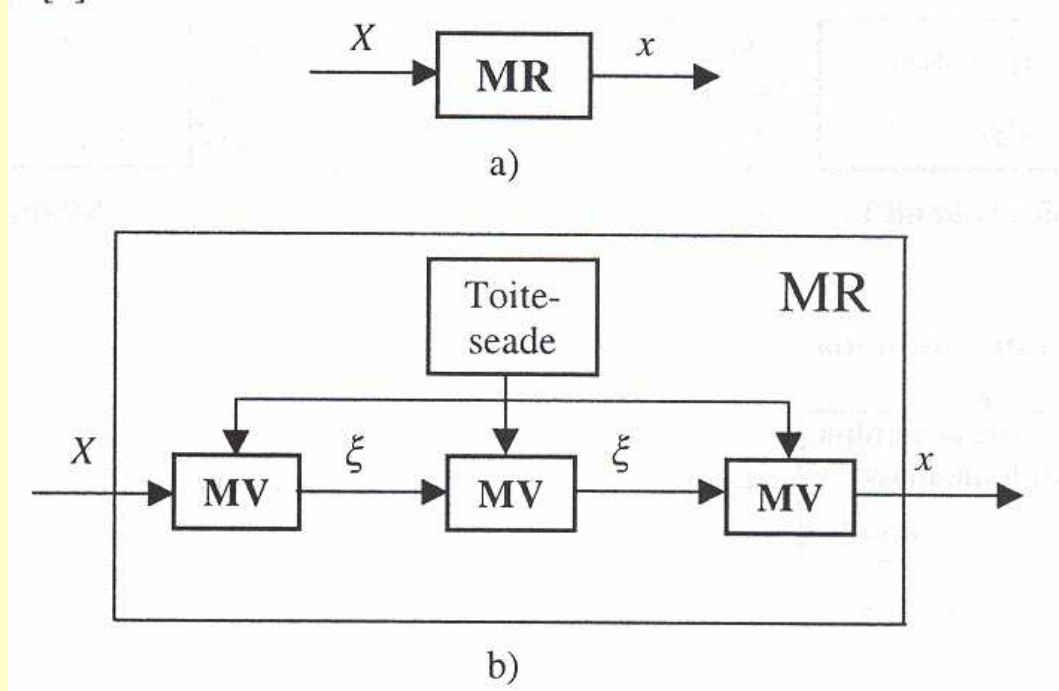
Väljundseadis on mõõteriista mõõtesignaali muunduselement, mis on ette nähtud mõõdiste väljastamiseks ja mõnikord ka fikseerimiseks. Ta võib esineda kas otse- või kaudväljundseadisena. *Otseväljundseadised* on näiteks meerik, arvesti, skaala, *kaudväljundseadised* aga magnetlint, magnetketas ja mäluseade.

Mõõteriista kasutusvõimaluste laiendamiseks või parandamiseks võivad mõõteriista mõõteahelasse kuuluda ka abi- ehk adapterseadised, nagu *võimendid*, *vahe-edastus-* ja *mastaabimuundurid* ning teised mõõtesignaali muundavad ja kodeerivad mõõtevahendid. Joonisel 5.6 on esitatud tänapäevase mõõteriista mõõteahela põhimõtteline skeem.



Joonis 5.6. Mõõteriista mõõteahela põhimõtteline skeem
 X - mõõtesuurus, X – mõõdis, ξ - mõõtesignaali

Sellisele põhimõttelisele skeemile vastav mõõteriista struktuuriskeem on esitatud joonisel 5.7.



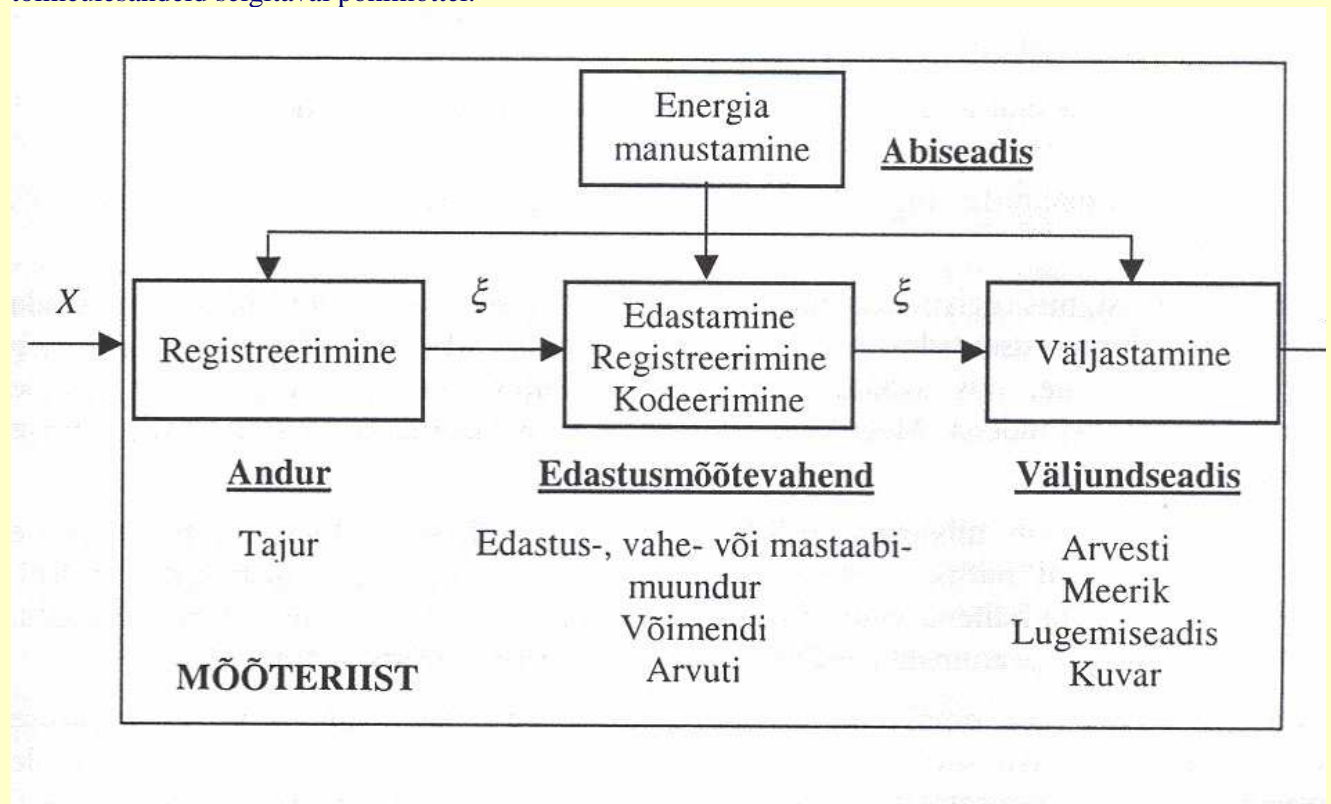
Joonis 5.7. Mõõteriista struktuuriskeem

a) mõõteriist kui terviklik mõõtevahend,

b) mõõteriist, mis koosneb mitmetest mõõtevahenditest

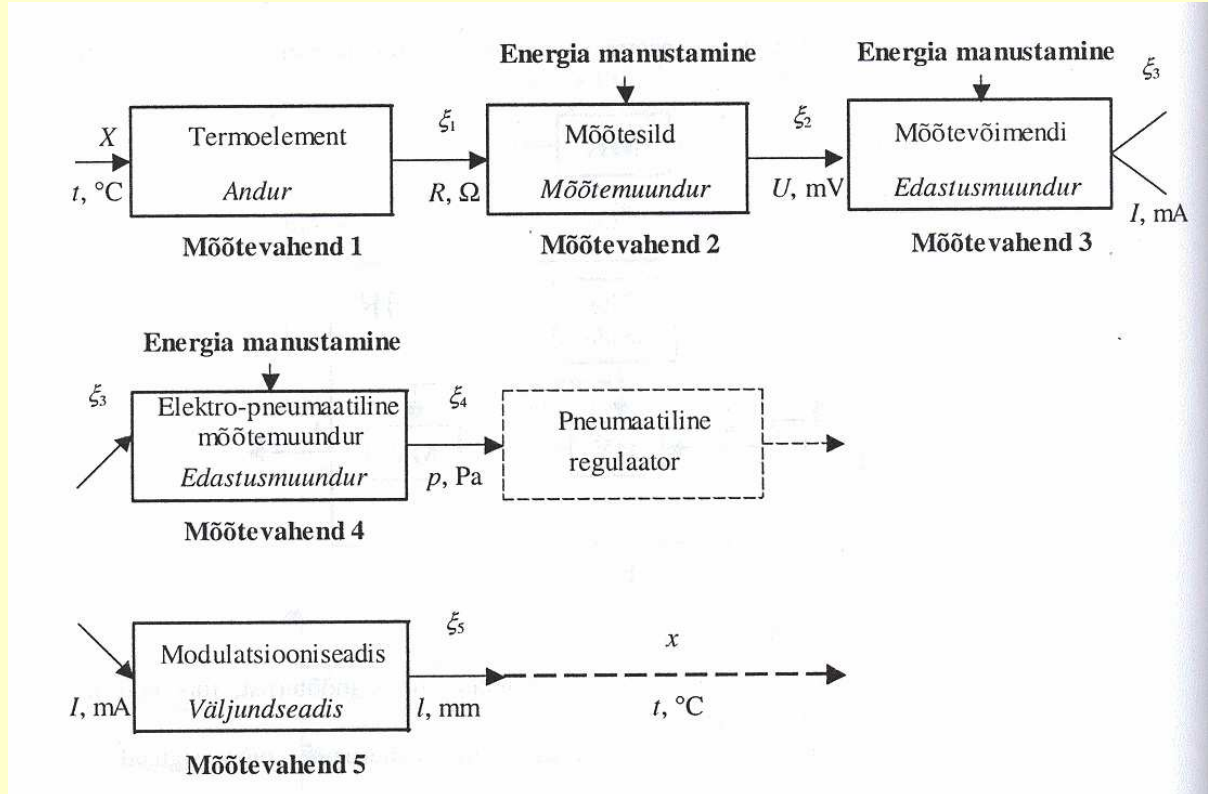
MR – mõõteriist, MV – mõõtevahend, X – mõõtesuurus, ξ – mõõtesignaali, x - mõõdis

Joonisel 5.8 on mõõteriista struktuuriskeem, mis on üles ehitatud funktsionaalsete elementide toimeülesandeid selgitaval põhimõttel.



Joonis 5.8. Koostislülide tööülesannetega märgistatud mõõteriista struktuuriskeem
 X – mõõtesuurus, ξ – mõõtesignaali, x – mõõdis

Joonisel 5.9 on esitatud termoelemendiga termomeetri ja termoregulaatori funktsionaalne struktuuriskeem.



Joonis 5.9. Termoelemendiga termomeetri ja temperatuuriregulaatori funktsionaalne struktuuriskeem

X – mõõtesuurus, $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4, \xi_5$ – mõõtesignaali, x – mõõdis

Mõõteriistad omakorda jagunevad meerikuteks, summeerivateks ja integreerivateks mõõteriistadeks.

Meerik on mõõteriist, mis registreerib ehk meerib näidu. Meeriku väljundseadises võib meering olla analoogne, mis avaldub pideva joone kujul (nt barograaf), või numbriline, mida näeme väljatrükitud numbrinäitadena (nt, väljatrükiga mõõteriist).

Summeeriv mõõteriist väljastab mõõteriista hinnangu ühest või mitmest allikast saadud selle suuruse osaväärtuste liitmise teel. Näiteks võib tuua raudteekaalu, mis fikseerib kaalust peatumata ülesõitva rongi kogumassi.

Integreeriv mõõteriist väljastab mõõtesuuruse väärtuse hinnangu vastava suuruse integreerimisel teise, sõltumatu suuruse suhtes. Näiteks elektrienergiaarvesti, veearvesti, gaasiarvesti.

5.5 Mõõteseade

Mõõteseade on samas kohas asetsevate ja omavahel funktsionaalselt ühendatud mõõteriistade, mõõturite, mikroprotsessorite ja abiseadmete kogum, mis on ette nähtud mingi konkreetse mõõteüleande lahendamiseks. Mõõteseade on suhteliselt kompaktnel, st tema komponendid paiknevad samas ruumis võrdlemisi lähestikku ning seade ise võib olla teisaldatav.

5.6 Mõõtekompleks

Mõõtekompleks on konkreetse, suhteliselt keeruka mõõteüleande lahendamiseks ehitatud statsionaarne mõõtevahend. Tavaliselt esitatakse mõõtekomplekside hoidmisele ja hooldamisele kõrgendatud nõudmised. Kui mõõtekompleks on ette nähtud füüsilise suuruse ühiku etaloni väärtuse hoidmiseks, siis nimetatakse seda etalonmõõtekompleksiks.

5.7 Mõõtesüsteem

Mõõtesüsteem on mõõtevahendite ja lisasedamete komplekt, mis on koosatud mingi konkreetse mõõteüleande lahendamiseks. Vastandina mõõtekompleksile ei tarvitse mõõtesüsteem olla statsionaarne. Tüüpiliselt on mõõtesüsteem kontrollitud omadustega labori erinevates punktides asetsevate ning omavahel sidekanalitega ühendatud mitmesuguste mõõtevahendite – nt etalonide, etalonainete, mõõtude, mõõturite ja mõõteseadmte – ning arvutite ja mõõteabiseadmte kogum.

Mõõtesüsteem on ette nähtud ühe või mitme mõõtesuuruse väärtuse mõõtmiseks. Mõõtesignaali väljastatakse tihti kujul, mis on sobiv selle automaatseks töötlemiseks, edastamiseks ja kasutamiseks järgnevates automaatjuhtimissüsteemides. Näitena võib tuua soojuselektrijaama mitmekanalilise mõõtesüsteemi, mis saab mõõteinfot terve rea mõõtesuuruste kohta erinevatest energiablokkides, mida kasutatakse elektrijaama aurukatelde, turbiinide ja generaatorite töö juhtimiseks.

5.8 Etalon

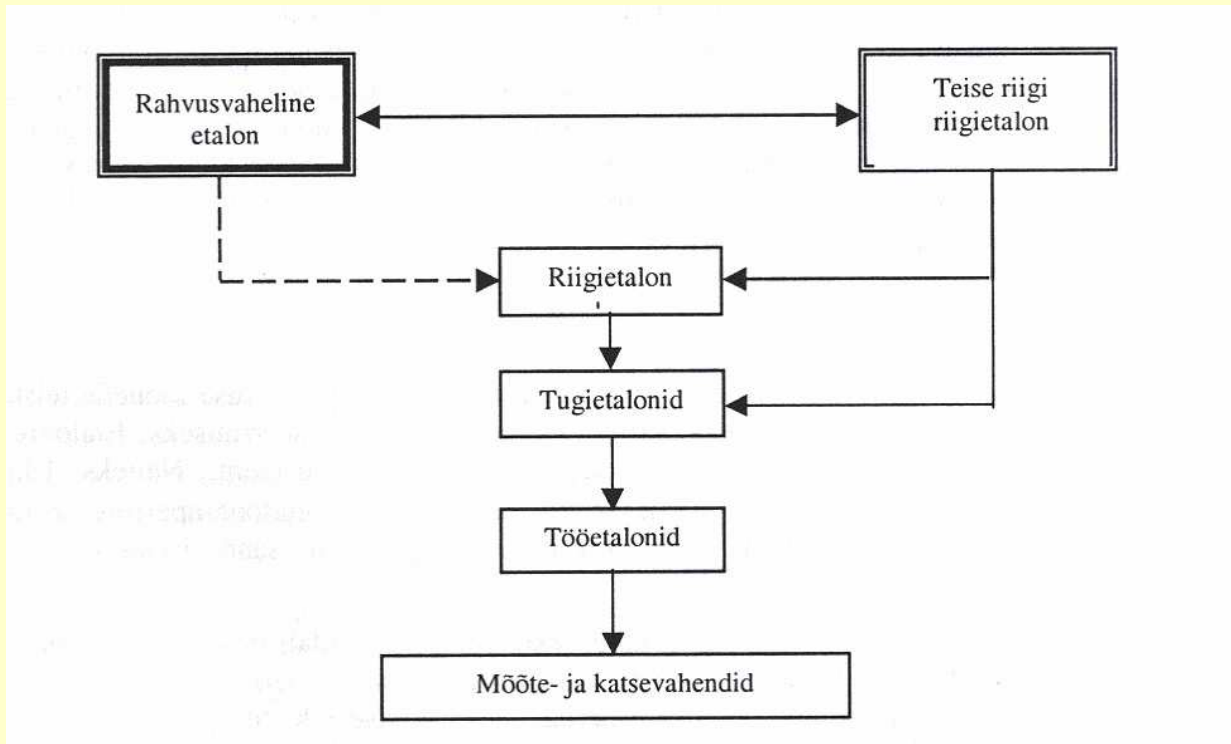
Etalon on mõõtevahend, mis on ette nähtud mõõtühiku või sama liiki suuruse mõnede teiste väärtuste määratlemiseks, realiseerimiseks, säilitamiseks või reprodutseerimiseks. Etaloniks võib olla materiaalmõõt, mõõteriist, mõõtekompleks või mõõtesüsteem. Näiteks 1 kg massietalon või 100 Ω etalontakisti on realiseeritud mõõdu kujul, etalonampermeeter – mõõteriista kujul, tseesiumsagedusetalon – mõõtesüsteemina.

Ühesugustest mõõtudest või mõõteriistadest komplekt, mis täidab etaloni funktsiooni, moodustab *kollektiivetaloni*. Näiteks moodustavad kümme sama kirjeväärtusega jadamisi ühendaatud etalontakistit kokku kümnekordse takistusega *etalontakisti*.

Kõige paremate omadustega on rahvusvaheline etalon, mis on aluseks väärtuse omistamisel vaadeldava suuruse teistele etalonidele. Rahvusvaheline etalon on tavaliselt *primaaretaloni* tasemel. Rahvusvahelise etaloni olemasolu korral saab koostada jälgitavusahela, mida kasutatakse iga mõõtevahendi metrooloogiliste omaduste sidumiseks vastava suuruse primaaretaloniga.

Jälgitavus on mõõtetulemuse või etaloni väärtuse omadus, mis võimaldab neid katkematu võrdlusahela kaudu seostada sobiva lähtesuurusega, tavaliselt riigietaloniga või rahvusvahelise etaloniga, kusjuures ahela kõigil lüüdel on teadaolev määramatus.

Keskmise majandusliku aerngutasemega riigi jälgitavusahela põhimõtteline skeem on toodud joonisel 5.10.



Joonis 5.10 Etalonide ja tavamõõtevahendite vaheline seosahel

Riigisiselt jagunevad etalonid riigi-, tugi- ja tööetalonideks.

Riigietalon on vastava õigusaktiga tunnistatud aluseks väärtuse omistamisel vaadeldava suuruse teistele etalonidele selles riigis. Riigietaloni tase oleneb oluliselt vastava riigi tehnilistest nõudmistest ja majanduslikest võimalustest. Eesti Vabariigile tundub olevat jõukohane omada riigietaloni ainult mõne põhiühiku osas ja sedagi sekundaaretalonist madalamal tasemel. Käesoleval ajal on Eesti Vabariigil kaks riigietaloni – massile 1 kg ja pikkusele 1 m.

Tugietaloniks võib olla mõõtevahend, mis on antud paikkonnas või organisatsioonis parimate metrooloogiliste omadustega ja millele tugineb antud suuruse mõõtmine selles piirkonnas või organisatsioonis. Tugietalon võib jälgitavuse kaudu olla seotud oma riigi riigietaloniga või mõne teise riigi riigietaloniga.

Tööetaloni kasutatakse rutiinsete mõõtude, mõõteriistade või etalonainete kalibreerimiseks, taatlemiseks või kontrolliks. Tööetalon on tavaliselt kalibreeritud tugietaloni suhtes.

Etalonid võivad olla statsionaarsed või mobiilsed.

Näidik on mõõtevahendi osa, mis esitab näitu. Skaalanäidik annab skaalanäidu ja numbrinäidik numbrinäidu.

Indikaator on vahend, seade või aine, mis näitab mingi nähtuse olemasolu nähtusega seotud suurusele mõõdist andmata.

Andur Muundur Väljundseadis

Mõõteriist

Skaalategur (C) on tegur, mille abil saab näidu järgi määrata mõõdise.

Tundlikkus on mõõtevahendi väljundsignaali või näidu muutuse ja seda põhjustanud mõõtesuuruse väärtuse muutuse suhe.

Mõõtevahendi täpsus on mõõtevahendi võime anda mõõtesuuruse väärtusele lähedasi väljundsuuruse väärtusi. Mõõtevahendi täpsust hinnatakse vearajade abil. Ka kasutatakse mõõtevahendi täpsuse hindamiseks täpsusklassi, milles number tavaliselt tähendab nimetatud mõõtevahendi taandatud suhtlaiendmääramatuse väärtust protsentides.

Mõõtevahendi vearajad on mõõtevahendi väljundseadise esitavate näitude positiivsete ja negatiivsete mõõtehälvete suurimad võimalikud väärtused mõõtmisel.

Taatluse läbinud mõõtevahendi korral ei ületa mõõtmisel tekkinud mõõtehälbed vearajasid.