

Avaldatud eesti keeles: september 2024
Jõustunud Eesti standardina: aprill 2024

REOVEEPUHASTID

Osa 12: Juhtimis- ja automaatikaseadmed

Wastewater treatment plants

Part 12: Control and automation

EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- Euroopa standardi EN 12255-12:2024 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde ja sellel on sama staatus mis jõustumisteate meetodil vastu võetud originaalversioonil. Tõlgenduserimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest;
- jõustunud Eesti standardina inglise keeles aprillis 2024;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmumisega EVS Teataja 2024. aasta septembrikuu numbris.

Standardi tõlke koostamise ettepaneku on esitanud tehniline komitee EVS/TK 48 „Vee- ja kanalisatsioonitehnika“, standardi tõlkimist on korraldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus ning rahastanud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium.

Standardi on tõlkinud Maarja Madisson.

Euroopa standardimisorganisatsioon on teinud Euroopa standardi EN 12255-12:2024 rahvuslikele liikmetele kättesaadavaks 13.03.2024.

Date of Availability of the European Standard EN 12255-12:2024 is 13.03.2024.

See standard on Euroopa standardi EN 12255-12:2024 eestikeelne [et] versioon. Teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus ning sellel on sama staatus ametlike keelte versioonidega.

This standard is the Estonian [et] version of the European Standard EN 12255-12:2024. It was translated by the Estonian Centre for Standardisation and Accreditation. It has the same status as the official versions.

Tagasisidet standardi sisu kohta on võimalik edastada, kasutades EVS-i veebilehel asuvat tagasiside vormi või saates e-kirja meiliaadressile standardiosakond@evs.ee.

ICS 13.060.30

Standardite reprodutseerimise ja levitamise õigus kuulub Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskusele

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonsesse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel ilma Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskuse kirjaliku loata on keelatud.

Kui Teil on küsimusi standardite autoriõiguse kaitse kohta, võtke palun ühendust Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskusega: Koduleht www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee

English Version

Wastewater treatment plants - Part 12: Control and automation

Stations d'épuration - Partie 12 : Régulation et automatisisation

Kläranlagen - Teil 12: Steuerung und Automatisierung

This European Standard was approved by CEN on 29 January 2024.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Türkiye and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

SISUKORD

EUROOPA EESSÕNA.....	3
SISSEJUHATUS.....	5
1 KÄSITLUSALA.....	6
2 NORMIVIITED.....	6
3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED.....	6
4 TÄHISED JA LÜHENDID.....	7
5 NÕUDED MÕÖTE- JA JUHTIMISSEADMETELE.....	8
5.1 Üldnõuded.....	8
5.2 Mõõteseadmed.....	8
5.3 Mõõteseadmete süsteemid.....	9
5.4 Protsessijuhtimis- ja automaatikaseadmed.....	10
6 PROJEKTEERIMINE JA PAIGALDUS.....	11
6.1 Eelprojekt.....	11
6.2 Põhiprojekt.....	11
6.3 Kasutuselevõtt, katsetamine ja vastuvõtmine.....	12
Lisa A (teatmelisa) Juhised mõõteseadmete ning juhtimis- ja automaatikasüsteemide valiku tegemiseks	13
Kirjandus.....	25

EUROOPA EESSÕNA

Dokumendi (EN 12255-12:2024) on koostanud tehniline komitee CEN/TC 165 „Waste water engineering“, mille sekretariaati haldab DIN.

Euroopa standardile tuleb anda rahvusliku standardi staatus kas identse tõlke avaldamisega või jõustumisteatega hiljemalt 2024. a septembriks ja sellega vastuolus olevad rahvuslikud standardid peavad olema kehtetuks tunnistatud hiljemalt 2024. a septembriks.

Tuleb pöörata tähelepanu võimalusele, et dokumendi mõni osa võib olla patendiõiguse objekt. CEN ei vastuta sellis(t)e patendiõigus(t)e väljaselgitamise ega selgumise eest.

See dokument asendab standardit EN 12255-12:2003.

EN 12255-12:2024 sisaldab järgmisi olulisi tehnilisi muudatusi võrreldes standardiga EN 12255-12:2003:

- a) põhjalik läbivaatus ja täiendused kõigis jaotistes;
- b) kohandamine praegusele tehnika tasemele;
- c) normiviidete ajakohastamine.

See on töörühma CEN/TC 165/WG 40 koostatud kaheteistkümnes osa, mis käsitleb üldnõudeid ja protsesse, mis kehtivad puhastite puhul, mille rajamisel on silmas peetud elanike ja inimekvivalentide koguarvu (PT), mis on suurem kui 50.

EN 12255 sari üldnimetusega „Wastewater treatment plants“ koosneb järgmistest osadest:

- Part 1: General construction principles
- Part 2: Storm water management systems
- Part 3: Preliminary treatment
- Part 4: Primary settlement
- Part 5: Lagooning processes
- Part 6: Activated sludge process
- Part 7: Biological fixed-film reactors
- Part 8: Sludge treatment and storage
- Part 9: Odour control and ventilation
- Part 10: Safety principles
- Part 11: General data required
- Part 12: Control and automation
- Part 13: Chemical treatment — Treatment of wastewater by precipitation/flocculation
- Part 14: Disinfection
- Part 15: Measurement of the oxygen transfer in clean water in aeration tanks of activated sludge plants
- Part 16: Physical (mechanical) filtration

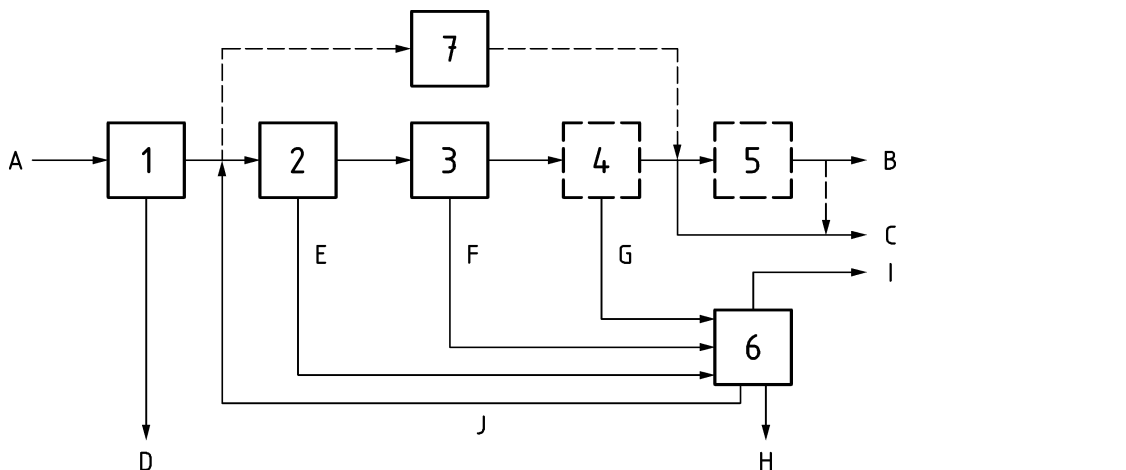
MÄRKUS Osa 2 on koostamisel.

Igasugune tagasiside ja küsimused selle dokumendi kohta tuleks suunata dokumendi kasutaja rahvuslikule standardimisorganisatsioonile. Täielik loetelu nende organisatsioonide kohta on leitav CEN-i veebilehelt.

CEN-i/CENELEC-i sisereeglite järgi peavad Euroopa standardi kasutusele võtma järgmiste riikide rahvuslikud standardimisorganisatsioonid: Austria, Belgia, Bulgaaria, Eesti, Hispaania, Holland, Horvaatia, Iirimaa, Island, Itaalia, Kreeka, Küpros, Leedu, Luksemburg, Läti, Malta, Norra, Poola, Portugal, Prantsusmaa, Põhja-Makedoonia Vabariik, Rootsi, Rumeenia, Saksamaa, Serbia, Slovakkia, Sloveenia, Soome, Šveits, Taani, Tšehhi Vabariik, Türgi, Ungari ja Ühendkuningriik.

SISSEJUHATUS

Erinevused Euroopa reoveepuhastuses on viinud mitmesuguste süsteemide väljatöötamiseni. See dokument annab süsteemide kohta põhiteavet ega püüa täpselt kirjeldada kõiki olemasolevaid süsteeme. Reoveepuhastite üldist ülesehitust on kujutatud joonisel 1:



Selgitused

1	eelpuhastus	C	keskkonda juhitud heitvesi
2	esimene puhastusaste	D	võrepraht ja liiv
3	teine puhastusaste	E	eelsetitsete (primaarsete)
4	kolmas puhastusaste	F	järelsetitsete (sekundaarsete)
5	järepuhastus (nt desinfitseerimine või mikrosaaasteainete eemaldamine)	G	tertsiaarsete
6	settekäitlus	H	kääritatud sete
7	biotiigid (alternatiivina)	I	biogaas
A	puhastamata reovesi	J	settetahendusest tagasi suunatav vesi
B	taaskasutusse suunatav heitvesi (nt kastmiseks)		

Joonis 1 — Reoveepuhastite üldskeem

Üksikasjalikku teavet lisaks standardis sisalduvale leiab kirjanduse loetelus viidatud allikatest.

Esmane kasutusala on reoveepuhastid, mis on projekteeritud olme- ja munitsipaalreovee puhastamiseks.

MÄRKUS Nõudeid reoveepuhastite pumpamiseadmetele vt standardist EN 752 „Drain and sewer systems outside buildings — Sewer system management“ ja EN 16932 sarjast „Drain and sewer systems outside buildings — Pumping systems“:

- Part 1: General requirements;
- Part 2: Positive pressure systems;
- Part 3: Vacuum systems.

1 KÄSITLUSALA

See dokument määratleb üldnõuded mõõteseadmetele ja erinõuded protsessijuhtimis- ja automaatikasüsteemidele reoveepuhastites, mille rajamisel on silmas peetud elanike ja inimekvivalentide koguarvu, mis on suurem kui 50.

MÄRKUS 1 Arvestades andurite ja juhtimisseadmete kiiret arengut, on dokument mõeldud ülevaatenähtena ning selles kasutatakse näiteid ja üldisi nõudeid, mitte üksikasjalikke seadmete spetsifikatsioone. Üksikasjalikku teavet lisaks standardis sisalduvale leiab kirjanduse loetelus viidatud allikatest.

MÄRKUS 2 Kuigi EÜ direktiivid muutuvad EL-i liikmesriikides ja mõnes muus olukorras seaduseks, on see standard mõeldud laiemaks kasutamiseks, mistõttu on tekstis viidatud ja kirjanduse loetelus ära toodud need direktiivid, mis sisaldavad sellist tüüpi selgeid tehnilisi juhiseid, mis on üldiselt asjakohased ühes standardis. Nõuete loetelu kopeerimine direktiividest võiks direktiivide muutmisel tekitada lubamatu konflikti.

2 NORMIVIITED

Allpool nimetatud dokumentidele on tekstis viidatud selliselt, et nende sisu kujutab endast kas osaliselt või tervenisti selle dokumendi nõudeid. Dateeritud viidete korral kehtib üksnes viidatud väljaanne. Dateerimata viidete korral kehtib viidatud dokumendi uusim väljaanne koos võimalike muudatustega.

EN 16323:2014. Glossary of wastewater engineering terms

EN 62305-3. Protection against lightning — Part 3: Physical damage to structures and life hazard (IEC 62305-3)

IEC 60364. Low voltage electrical installations

3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED

Dokumendi rakendamisel kasutatakse standardis EN 16323:2014 ning allpool esitatud termineid ja määratlusi.

ISO ja IEC hoiavad alal standardimisel kasutamiseks olevaid terminoloogiaandmebaase järgmistel aadressidel:

— ISO veebipõhine lugemisplatvorm: kättesaadav veebilehelt <https://www.iso.org/obp/>;

— IEC Electropedia: kättesaadav veebilehelt <https://www.electropedia.org/>.

3.1

mõõteseadmed (*instrumentation*)

elektroonilised või mehaanilised seadmed, mida kasutatakse protsessi muutujate tuvastamiseks või jälgimiseks

MÄRKUS Mõõteseadmed saab jagada anduriteks ja monitorideks.

3.1.1

andur (*sensor*)

elektriline või mehaaniline seade, mis edastab infot protsessi muutuja kvalitatiivse oleku kohta

MÄRKUS Selle näiteks on kontaktandurid ja lülitid, mille väljundiks on 0 või 1 ehk väljalülitatud/sisselülitatud olek, ja seadmed, mis edastavad elektrilist signaali (tavaliselt pingena), mis on teisendatav protsessi muutujaks.

3.1.2**monitor** (*monitor*)

elektriline või mehaaniline seade, mis edastab infot protsessi muutuja kvantitatiivse oleku kohta

MÄRKUS Selle näiteks on kontaktandurid ja seadmed, mis edastavad elektrilist signaali (tavaliselt vooluna), mis on teisendatav protsessi muutujaks.

3.1.3**mõõtesüsteem** (*measurement system*)

andur ja monitor, mis koos edastavad infot protsessi muutuja kvantitatiivse oleku kohta

3.2**protsessijuhtimis- ja automaatikaseadmed** (*process control and automation*)

juhtseade (nt PLC, kontrolleri või relee), mis mõõteseadmete süsteemilt saadavate sisendite põhjal muudab süsteemi oleku automaatselt kindlaksmääratud sisendmuutujatele vastavaks

MÄRKUS See võib olla ühesuunaline süsteem või kui tegemist on ringikujulise juhtimisega, siis nimetatakse seda suletud kontuuriga juhtimiseks.

3.2.1**protsessi muutuja** (*process variable*)**PV**

protsessi keskkonna või protsessi objekti kvantiteet, kvaliteet või seisund, mille väärtus võib muutuda ja mida saab tavaliselt mõõta

[ALLIKAS: ISO 15519-2:2015, 3.1.8]

3.2.2**seadeväärtus** (*set point*)**SP**

juhtimissüsteemi sisemine seadistus, mis on juhtimissüsteemi sihtseadistuseks protsessi muutuja muutmisel

3.2.3**kontroller** (*controller*)

süsteemi või komponendi reguleerimiseks või juhtimiseks mõeldud seade

[ALLIKAS: ISO 16484-5:2022, 3.2.21]

3.2.4**telemeetriasisüsteem** (*telemetry system*)

sidesüsteem, mis saab andmeid mõõteseadmetelt ja juhtimissüsteemidelt ning edastab näidud eemal paiknevasse andmete visualiseerimise ja salvestamise süsteemi

3.2.5**SCADA-süsteem** (*SCADA system*)**juhtimis- ja andmekogumissüsteem** (*supervisory control and data acquisition system*)

riist- ja tarkvara, mida kasutatakse käskude saatmiseks ja andmete kogumiseks seire ja juhtimise eesmärgil

MÄRKUS Tavaliselt asub see süsteem füüsiliselt kohapeal.

4 TÄHISED JA LÜHENDID

ASM aktiivmuda mudelid (ingl *activated sludge models*)

ATEX	plahvatusohtlik keskkond ja plahvatusohtlikku keskkonda käsitlev määrus (pr <i>ATmosphères Explosibles</i>)
HART	avatud sideprotokoll (ingl <i>highway addressable remote transducer</i>)
PT	elanike ja inimekvivalentide koguarv (ingl <i>total population and equivalents</i>)
PLC	programmeeritav loogikakontroller (ingl <i>programmable logic controller</i>)
PV	protsessi muutuja (ingl <i>process variable</i>)
RAS	tagastus(aktiiv)muda (ingl <i>return activated sludge</i>)
SAS	jääk(aktiiv)muda (ingl <i>surplus activated sludge</i> , tuntud ka kui WAS ehk ingl <i>waste activated sludge</i>)
SCADA	juhtimis- ja andmekogumissüsteem (ingl <i>supervisory control and data acquisition</i>)
SP	seadeväärtus (ingl <i>set point</i>)
UV	ultraviolettvalgus (UV-töötlussüsteem)
RVP	reoveepuhasti

5 NÕUDED MÕÖTE- JA JUHTIMISSEADMETELE

5.1 Üldnõuded

Juhtimissüsteemi tuleb arvesse võtta kogu protsessi projekteerimise varajases kavandamisetapis. Hinnata tuleks erinevate puhastusalternatiivide juhtimissüsteemiga kaasnevaid kulusid, sealhulgas investeerimis- ja tegevuskulusid. Arvesse tuleb võtta asjaolu, et keeruka juhtimissüsteemi hooldamiseks läheb vaja oskustega ja väljaõppinud personali. Otsus, kas valida keerukas juhtimissüsteem või lihtsad juhtseadmed, sõltub puhasti suuruselt ja protsessi keerukusest.

MÄRKUS Juhtimissüsteemi omadusi puudutavad nõuded võib kehtestada asjaomane ametiasutus või riiklikud või kohalikud õigusaktid.

Juhised mõõteseadmete ning juhtimis- ja automaatikasüsteemide valiku tegemiseks on toodud lisas A.

5.2 Mõõteseadmed

Kõik mõõteseadmed peavad

- vastama elektrialastele juhiste, mida on kirjeldatud standardis IEC 60364 (riiklikud või kohalikud õigusaktid või asjaomane ametiasutus võivad kehtestada üksikasjalikumad nõuded);
- piirama võimalikult palju küberturvalisusega seonduvaid riske, mida on kirjeldatud võrgu- ja infoturbe (NIS) direktiivis [6] (riiklikud või kohalikud õigusaktid või asjaomane ametiasutus võivad kehtestada üksikasjalikumad nõuded);
- tagama, et kõik tervise ja ohutusega seonduvad riskid, mis puudutavad eelkõige mõõteseadmete käitust ja hooldust, on viidud miinimumini;
- omama asjakohaseid tunnistusi, mis kinnitavad sobivust kasutamiseks ohtlikes alades (lisateabe saamiseks vt ATEX-direktiiv 2014/34/EL [7]), kui mõõteseadmed ja juhtimissüsteemid asuvad tsoneeritud alal;
- olema kooskõlas standardiga EN 62305-3 piisavalt kaitstud energiatõugete ja pikselöökidest eest.

5.3 Mõõteseadmetsüsteemid

5.3.1 Mõõteseadmetsüsteemid

Kõik mõõteseadmetsüsteemid peavad

- tagama, et seire tulemused oleksid representatiivsed jälgitava keskkonna suhtes, võttes arvesse kõrvalekaldeid homogeensusest;
- olema antud hetkel suutelised suhtlema reoveepuhastussüsteemi operaatori telemeetriasüsteemidega.

Kõik mõõteseadmetsüsteemid tuleks paigaldada nii, et

- proovide võtmine jälgitavast keskkonnast ei avaldaks keskkonnale negatiivset mõju, mis võiks mõjutada proovi tulemust;
- saastumise aste oleks minimaalne;
- need oleksid ligipääsetavad ja võimaldaksid rakendada sobivat hooldusrežiimi;
- need ei mõjutaks teiste mõõdetavasse keskkonda paigaldatud mõõteseadmetsüsteemide tulemusi;
- mõõteseade oleks kaitstud mõõdetava keskkonna eest, et minimeerida mõõteseadmetsüsteemide kahjustamist;
- mõõteseadmetsüsteemi näidik oleks kaitstud ilmastikutingimustest tulenevate kahjustuste, sealhulgas päikese-kiirgusest põhjustatud kahjustuste eest;
- arvesse oleks võetud seadmetsüsteemide väljavahetamise lihtsust ja ohutust.

Korpuse kasutamisel peab olema tagatud korpuse piisav tuulutus, et vältida ülekuumenemist.

Kui korpust kasutatakse välitingimustes, kus temperatuur võib langeda alla 5 °C, tuleks vajaduse korral paigaldada kondensatsioonivastane kütteseade.

5.3.2 Mõõteseadmetsüsteemid

Mõõteseadmetsüsteemid peavad olema

- sobivad antud rakendusele, võttes arvesse mõõdetava keskkonna omadusi ja selle kalduvust mõjutada mõõtmist mõõteseadmetsüsteemi saastumise näol ning sellest tulenevaid hooldusvajadusi, selleks et mõõteseade jätkaks täpset registreerimist;
- sobival viisil kaitstud, et ilmastikutingimused ei saaks tulemusi negatiivselt mõjutada;
- paigaldatud nii, et kui seade läheb rikkeolekusse, on see telemeetriasüsteemi kaudu tuvastatav.

5.3.3 Kaabeldus, kaablikinnitused ja kaablikanalid

Elektrikaablikanalid peavad olema sobiva varustusega, mis võimaldab neisse tulevikus lisakaableid tõmmata (nt olemas tõmbetrossid ning juurdepääsupunktid ja ruum nende kasutamiseks).

Kõik elektrikaabliredelid tuleb paigaldada nii, et neile oleks võimalik tulevikus lisakaableid kinnitada.

Vajaliku lisamahutavuse ulatuses peaksid pooled kokku leppima juba projekteerimise varajases etapis.

Kaablikanalid ja -kinnitused peaksid olema sellist tüüpi ja paigaldatud nii, et ootuspärastest välistest lagunemist põhjustavatest allikatest, nagu näiteks UV-kiirgusest ja loomade sissetungist, põhjustatud kahjustused oleksid võimalikult piiratud.

Kõik mõõteseadmete ja signalisatsiooni ühendused peavad olema märgistatud, et neid oleks lihtne leida ja kindlaks teha.

Kõik maa-alused elektriühendused tuleks paigaldada nii, et neid oleks võimalik tuvastada.

5.3.4 Mõõteseadmete käitus ja hooldus

Selleks, et tagada mõõteseadmete tööks sobiv hooldus ja kalibreerimine, tuleb paika panna käitus- ja hooldusstrateegia.

5.4 Protsessijuhtimis- ja automaatikaseadmed

5.4.1 Üldnõuded

Protsessijuhtimis- ja automaatikasüsteemid peavad olema projekteeritud reoveepuhastussüsteemi käitamiseks ja haldamiseks, sealhulgas dokumenteerimiseks, ja võimaldama läbi viia sobivaid hooldustoiminguid.

Projekteerimisel tuleb võtta arvesse nõutavat juhtimisinfosüsteemi, millega see peaks olema integreeritud. Teatud juhtudel võib olla kasu puhastile eelneva reoveesüsteemi juhtimise lisamisest. See hõlmab vara andmete ja hooldusvajaduste arvestamist.

Juhtimis- ja automaatikaseadmete kontseptsioon tuleb välja töötada spetsiaalselt iga reoveepuhasti jaoks, olenevalt selle puhastusprotsessidest, meeskonna suurusest ja oskustest. Samuti peaks see võimaldama täita töökindluse nõudeid ja toimimist eriolukordades, nt mõne komponendi rikke korral.

Üldnõuded juhtimis- ja automaatikaseadmetele on järgmised:

- kõik elektrilised komponendid peavad vastama standardis IEC 60364 kirjeldatud elektrilastele juhistele (kehtida võivad ka riiklikud või kohalikud õigusaktid või asjaomase ametiasutuse nõuded);
- kõik mehaanilised osad peavad olema käituse ja hoolduse eesmärgil ligipääsetavad;
- arvesse tuleb võtta kõiki süsteemi varuga seotud küsimusi, sealhulgas tarkvara.

Lisaks peaksid kõik kontrollipõhised süsteemid järgima võrgu- ja infoturbe (NIS) direktiivi kohaseid küberturvalisuse nõudeid. (Kehtida võivad ka riiklikud või kohalikud õigusaktid või asjaomase ametiasutuse nõuded.)

MÄRKUS Ohtlikes alades töötamise puhul juhitakse tähelepanu ATEX direktiivile 2014/34/EL.

5.4.2 Protsessijuhtimis- ja automaatikasüsteemide spetsifikatsioon ja paigaldusnõuded

Juhtimis- ja automaatikasüsteem peab olema projekteeritud lugema mõõteseadmetelt saabuval protsessi muutujaid. Tavaliselt toimub see 4 mA kuni 20 mA analoogahela kaudu, kuid võib toimuda ka mitme erineva sideprotokolli või signaalitüübi kaudu (nt Modbus, HART, MQTT või OPC UA). Mõõteseadmete ning protsessijuhtimis- ja automaatikasüsteemi projekteerimisel tuleks kontrollida mõõteseadmete ja juhtimissüsteemide ning üldise SCADA-süsteemi vahelise side ühilduvust.

Kõik automatiseeritud protsessijuhtimissüsteemid peavad olema projekteeritud kasutama mõõteseadmetelt saadavaid andmeid/signaale puhastusprotsessi kohandamiseks, kasutades selleks automaatseid juhtseadmeid, et saavutada soovitud tulemus.

Mõõtmise perioodilisus peaks vastama juhitava protsessi dünaamilisele käitumisele. See võimaldab protsessijuhtimissüsteemil teha mehaanilises automaatikasüsteemis sobiva aja jooksul muudatusi. Mõõteseadmehete ning protsessijuhtimis- ja automaatikasüsteemide reageerimisajad peavad olema vastavuses nende tavapärase tööpiirkonna ja -funktsiooniga. Mehaaniline/elektriline automaatikasüsteemi komponent tuleb valida ja paigaldada õigesti, et saavutada soovitud protsessi väljund, võttes arvesse juhitava elemendi pöördemomenti ja reaktsiooniaega (nt siibri juhtseade ei tohiks lasta siibril ületada selle ohutu liikumise piiri).

Kõik automaatikasüsteemi elektrilised ja mehaanilised elemendid peavad olema võimaluse korral ligipääsetavad, et võimaldada juhtimis- ja automaatikasüsteemi hooldust ja õiget käitust ning võimaldama juhtimiskontuuri signaali kontrollimist.

Selleks, et tagada protsessi automaatikasüsteemi õigesti toimimine, kui see on vajalik, tuleb paika panna sobiv käitus- ja hooldusstrateegia. Miinimumnõue on, et see oleks kooskõlas tootja soovitustega.

Ükski mõõteseade ega protsessijuhtimissüsteem ei tohiks piirata võimalust kasutada teiste tootjate tehnoloogiat. Kui pooled ei ole projekteerimise varases etapis teisiti kokku leppinud, tuleks kasutada patentimata protokolle.

6 PROJEKTEERIMINE JA PAIGALDUS

6.1 Eelprojekt

Mõõteseadmehete ning juhtimis- ja automaatikasüsteemide eelprojekti koostamise käigus tuleks koostada

- a) täielik loetelu mõõteseadmehetest, mõõdetavatest parameetritest ja proovivõtuintervallidest, sealhulgas
 - 1) mõõteseadmehete tüüp;
 - 2) iga mõõteseadmehete vahemik;
 - 3) mõõteseadmehete eesmärk (nt seire, registreerimine, juhtimine või lülitamine);
- b) täielik loetelu juhtimis- ja automaatikaseadmehete komponentidest, sealhulgas
 - 1) kõik juhtimis- ja automaatikaseadmehed;
 - 2) tarkvara ja praegused versioonid, mida saab kasutada;
 - 3) kõigi automaatikaseadmehete (nt ventiilid ja siibrid jne) seadistused ja vahemikud;
 - 4) kohapealne teabeprotokoll;
 - 5) kõik kohapealsed signaalid ja alarmid;
 - 6) kõik saadaolevad kohapealsed andmed;
- c) kohapealse juhtimis- ja automaatikasüsteemi selgitus, sealhulgas
 - 1) juhtimissüsteem normaalse toimimise korral;
 - 2) juhtimissüsteem kindlaksmääratud pinge- või rikketingimustes.

6.2 Põhiprojekt

Põhiprojekti koostamise protsessi käigus tuleks koostada

- kohapealse protsessi vooskeem koos kõigi mõõteseadmehetega;
- torustiku ja mõõteseadmehete skeem;
- kohapealsed elektriskeemid (mõõteseadmehete ning juhtimis- ja automaatikasüsteemi jaoks).

6.3 Kasutuselevõtt, katsetamine ja vastuvõtmine

Esitada tuleb kohapealsete mõõteseadmete ning protsessijuhtimis- ja automaatikaseadmete plaan. Kasutuselevõtu protsess ja vastuvõtmise kriteeriumid tuleb täpsustada hankedokumentides.

Kasutuselevõtt peab hõlmama

a) järgmiste loetelude koostamist:

- 1) lõplik loetelu kõigist kohapeal olevatest mõõteseadmetest, mis sisaldab iga kohapeale paigaldatud mõõteseadme marki, mudelit ja seerianumbrit;
- 2) täielik loetelu kohapealsetest signaalidest, mis sisaldab kõiki telemeetria ühenduspunkte;
- 3) täielik loetelu protsessijuhtimis- ja automaatikaseadmete riistvarast koos selle seadistustega;
- 4) täielik loetelu kohapealsetest uutest või muudetud alarmidest ja nende seadistustest;
- 5) täielik loetelu iga mõõteseadme tehnilisest dokumentatsioonist, mis sisaldab kõiki tootja kalibreerimistunnistusi;
- 6) täielik loetelu protsessijuhtimis- ja automaatikaseadmete tarkvarast, mis sisaldab selle versiooninumbrit;

b) järgmise info kogumist:

- 1) kogu info iga mõõteseadme seadistuste kohta, mis sisaldab vahemikku ja skaalat;
- 2) info kõigi kaablite kohta (nt andurite, toite- ja telemeetriakaabeldus), mis sisaldab kaabli tüüpi ja soonte arvu;

c) järgneva tagamist:

- 1) kõik eriseadmed, mis on vajalikud mõõteseadmete hooldamiseks nende kasutuskohas või spetsialisti poolt hoolduseks vajaliku ettevalmistuse tagamine;
- 2) info kõigi juhtimis- ja automaatikasüsteemi tehaskatsete kohta;
- 3) tarnija garantii, et tehnilisest dokumentatsioonist, sealhulgas tarnega kaasas olevast tarkvarast, säilitatakse varukoopiat vähemalt 10 aastat.

Kohapealse vastuvõtu katsetuse käigus tuleb katsetada mõõteseadmeid ja juhtimissüsteemi, tagamaks, et

- kõik mõõteseadmed teostavad seiret õigesti, vajaduse korral kindlaks tehtavate standardite alusel;
- juhtimis- ja automaatikasüsteem töötab nii, nagu projektis ette nähtud.

Lisa A

(teatmelisa)

Juhised mõõteseadmete ning juhtimis- ja automaatikasüsteemide valiku tegemiseks

A.1 Üldist

Mõõteseadmete ning juhtimis- ja automaatikasüsteemide sobivus veetööstuses kasutamiseks sõltub hallatava reoveesüsteemi suuruselt (siia kuulub nii kogumisvõrk kui ka puhastussüsteem), puhastus-eesmärkidest ja sellest, kui ranged on keskkonnaloas kehtestatud tingimused. Riiklikud või kohalikud õigusaktid või asjaomane ametiasutus võivad kehtestada künnised mõõteseadmete ulatusele ja tüübile. Kui selliseid kriteeriume ei ole kehtestatud, võivad abiks olla järgmised juhised.

Üks peamisi ajendeid tõhusamate ja kaasaegsemate juhtimis-, mõõte- ja automaatikasüsteemide kasutuselevõtuks on olnud energia säästmine ja töö (näiteks biogaasi tootmise) optimeerimine reoveepuhastites.

Väga väikeste puhastite (nt < 250 PT) puhul on väga tavaline, et neis on kasutusel vähe mõõteseadmeid või need puuduvad üldse. Sellest suuremate puhastite puhul ja seal, kus kehtivad rangemad puhastusnormid, muutub mõistlikumaks mõõteseadmeid ja juhtimissüsteeme kasutada. Mõõteseadmete ja juhtimissüsteemide rakendamise ulatus sõltub käituseks kavandatava meeskonna suuruselt. Mõõteseadmete sidussüsteemi peamine eelis käsitsi mõõtmise ees (olgu kohapeal või laboris) seisneb selles, et mõõteseadmete süsteem on võimeline süsteemi olekust pidevalt teada andma. Mõõteseadmed ja juhtimissüsteem on eeskätt selleks, et võimaldada reoveepuhasti tõhusat käitust ja toetada käitavat personali nende töös. Puuduseks on see, et automatiseeritud süsteemid sõltuvad andurite täpsusest, mis vajavad korrapäraselt kalibreerimist ja muud hooldust.

Iga mõõteseadmete ning juhtimis- ja automaatikasüsteemi esimene etapp on kindlaks teha mõõteseadmete paigaldamise konkreetne põhjus. Selle põhjal saab valida rakenduse jaoks õige tüübi ja ulatuse. Kõnealust kontseptsiooni on nimetatud mõõteseadmete elutsükliks.

Mõõteseadmete ja/või juhtimis- ja automaatikasüsteemide paigaldamiseks on palju põhjuseid, sealhulgas

- personali arv (st väike puhasti ei pea olema mehitatud, kuid võib vajada mõnesid mõõteseadmete ning automaatika- ja juhtimisseadmete elemente, et korvata pideva kohaloleku puudumist);
- õigusaktidest tulenev nõue jälgida reoveesüsteemi elemente;
- ressursitõhusus;
- puhasti stabiilsuse suurendamine;
- keskkonnakasu (nt reoveepuhastitest lähtuvate kasvuhoonegaaside, nagu metaani ja diämmastikoksiidi heitkoguste piiramine).

A.2 Mõõteseadmete elutsükkel

A.2.1 Ülevaade

Mõõteseadmete elutsükkel koosneb ühtekokku viiest etapist, milleks on

- eesmärk;
- spetsifikatsioon;
- paigaldus;
- käitus ja hooldus;
- ülevaatus ja väljavahetamine.

A.2.2 1. etapp — Mõõteseadmete eesmärk

Esimeses etapis määratletakse paigaldatavate mõõteseadmete eesmärk ja selles etapis tuleb küsida, miks mõõteseadme paigaldatakse ja millist kasu see reoveesüsteemile toob. Eesmärk võib olla näiteks

- õigusaktidest tulenev – mõõtevahend on mõnikord nõutav juriidilistel põhjustel ja on ette nähtud kehtivates seadustes;
- rahaline – mõõteseadme on vajalik rahalistel põhjustel, näiteks tööstustarbijale arve esitamiseks;
- üksnes seire/hoiatus – mõned mõõteseadmed võivad olla paigaldatud ainult seire või hoiatuse eesmärgil (nt nõrgbiofiltrile või settepaagile paigaldatud pöörlemisandur, mis annab märku pöörlemise katkemisest);
- varade seire või kaitse – mõned andurid, mis paigaldatakse kriitilise tähtsusega varadele nende seisundi jälgimiseks, kaitsmaks vara, annavad vara olekust teada ja võivad probleemi korral selle seisata, et vältida vara kahjustamist. Näiteks tsentrifuugile paigaldatud vibratsiooniandur, mis annab tsentrifuugi seisukorrast teada ja peatab selle liigse vibratsiooni korral;
- kontroll – mõõteseadme või mõõteseadmete süsteem, mis peab andma infot protsessi muutuva kohta, selleks et juhtimissüsteem saaks töötada seadeväärtuse juures.

See loetelu ei ole ammendav ja mõõteseadme paigaldamiseks võib olla palju muid põhjuseid. Samamoodi võib mõõteseadme või mõõteseadmete süsteemi paigaldada mitmel põhjusel. Oluline on kaaluda, mis on mõõteseadme (ja sellega seotud andmete) kasutamise põhjus ja miks see paigaldatakse.

A.2.3 2. etapp — Mõõteseadmete spetsifikatsioon

Teine etapp on mõõteseadmete spetsifikatsiooni ja valiku etapp ning selle etapi jaoks on oluline selgeks teha,

- millist parameetrit peab mõõteseadme mõõtma (nt tase, vooluhulk, temperatuur, olek);
- kuidas peab mõõteseadme seda mõõtma (nt meetod, täpsus, vahemik);
- kus on seda kavas rakendada (nt puhastile eelnevas reoveevõrgus, puhasti sisse- või väljavoolul);
- millised on mõõtmiskohas valitsevad füüsilised piirangud;
- missugused on toite- ja sidenõuded;
- kuidas on kavas mõõteseadet käitada ja hooldada;
- mõõteseadme käitusega kaasnevad kulud (nt jooksvad kemikaalikulud ja/või jooksvad kulumaterjalide kulud);
- juriidilised piirangud (nt riiklikud või kohalikud õigusaktid või asjaomane ametiasutus võivad kehtestada, et paigaldada tohib ainult teatud heakskiidetud mõõteseadet või -seadmeid).

Jällegi ei ole see ammendav loetelu, kuid üksikud punktid võivad palju mõjutada seda, kas seade paigaldatakse ja kuidas see paigaldatakse.

A.2.4 3. etapp — Paigaldus

Kolmandas etapis kaalutakse mõõteseadmepaigaldust ja seda, kuidas seda on kavas teha. Tegelikult on tegemist protsessiga, mida korratakse koos mõõteseadmepaigalduse spetsifikatsiooniga. Spetsifikatsiooni poolest ideaalne mõõteseade ei pruugi paigalduse seisukohalt olla ideaalne ja see on omakorda tagasisideks mõõteseadmepaigalduse spetsifikatsioonile.

Eri mõõteseadmepaigaldamisel on konkreetsed piirangud, mis võivad tuleneda kasutatavast tehnoloogiast ja selle piirangutest.

Enne iga mõõteseadmepaigaldamist tuleb põhjalikult kaaluda mõõtetehnoloogia piiranguid ja selle paigalduspiiranguid, mis võivad olla

- füüsilised (nt toru- või reguleeriventili käänik);
- keemilised (nt vees sisalduv segav aine);
- bioloogilised (nt vetikate kasv).

Selleks, et tagada mõõteseadmepikaajaline täpsus ja usaldusväarsus, on oluline selgeks teha need võimalikud häiringud ja see, kuidas need võivad aja jooksul muutuda. Samuti on selles etapis väga oluline selgeks teha, kuidas on kavas seadet hooldada ja see lõpuks välja vahetada. Kui mõõteseadmed on paigaldatud nii, et neid on võimatu kontrollida, kalibreerida või hooldada, satub nende usaldusväarsus kahtluse alla.

Sama võib öelda mõõteseadmepaigaldamise kohta, sest kui mõõteseadmepaigaldamisel ei mõeldaks selle eraldamise meetodile, võib selle väljavahetamine, kui mõõteseade lõpuks katki läheb, osutuda võimatuks. Mõõteseadmepaigaldamise meetodit, mis võtab arvesse reaalse maailma vooluhulkasid, tuleks kaaluda mõõteseadmepaigaldamisel.

A.2.5 4. etapp — Käitus ja hooldus

Neljas etapp on mõõteseadmepaigalduse süsteemi käitus ja hooldus. See peaks sisaldama käitus- ja hooldusplaani, mis põhineb tootja juhistel ning on kohandatud käitus- ja hooldusandmete põhjal konkreetse olukorra järgi. Plaan võib hõlmata kõike, sealhulgas

- puhastamise sagedust ja meetodeid, mille abil saavutada nõuetekohane puhastus;
- läbiv testimist;
- kalibreerimist *versus* mõõteseadmepaigalduse esmast taatlust;
- järgnevat taatlusmeetodeid;
- kulumaterjale (kemikaalid, klaasipuhastid jne).

Käitus- ja hooldusplaan on mõõteseadmepaigalduse tüübist ja asukohast. Mõõteseadmepaigalduse toimimiseks on vaja teha teatud kindlaid hooldustöid (näiteks vahetada kemikaale), kuid on ka teisi hooldustöid, mida võib olenevalt hooldustulemustest muuta. Näiteks puhasti sissevoolul olev ammoniaagimonitor vajab korrapäraselt kemikaalivahetust, kuid ka palju rohkem puhastamist, et vältida saastumisest tingitud toimimise halvenemist.

Käitus- ja hooldusfaas on vara eluea jooksul korduv periood ja seda saab mõõta esmase ja sellele järgneva taatluse abil, mille põhjal saab ennustada, millal vara tõenäoliselt rikki läheb.

A.2.6 5. etapp — Ülevaatus ja väljavahetamine

Viies etapp algab siis, kui seade hakkab rikki minema, ja see hõlmab mõõteseadmete elutsükli ülevaatumise ja kasutusest kõrvaldamise või väljavahetamise faasi. Selle etapi esimeses osas vaadatakse üle, kas mõõteseadme on saavutanud 1. etapis kirjeldatud eesmärgi ja kas see on vaja välja vahetada uue mõõteseadme vastu. Kõnealuse ülevaatus tulemus võib sõltuda mõõteseadme eesmärgist, sest kui mõõteseadme on vajalik õigusaktidest tulenevatel põhjustel, tuleb see välja vahetada, samas kui seda kasutatakse ainult varuseireks, on parem mõõtevahend kasutuselt kõrvaldada. Ülevaatus põhieesmärk on teha kindlaks, kas mõõteseadme väljavahetamine on mõistlik. Kui jah, algab mõõteseadme elutsükkel uuesti, sedakorda eeliseaga, et kaks esimest etappi on juba läbitud (kuigi selles etapis võib olla mõistlik mõõteseadme tüübi muutmine). Kui mõõteseadme ei ole oma eesmärgi saavutanud, on mõistlikum see kasutusest kõrvaldada. Eelistatud on mõõteseadme kasutuselt kõrvaldamine, mitte selle maha jätmine, sest mahajäetud mõõteseadme võib põhjustada usaldamatust mõõteseadmete suhtes.

Mõõteriistade täpsus on ülioluline

- a) andmete, eraldusvõime ja kvaliteedi seisukohast;
- b) õigusaktidest tulenevatel põhjustel; ja
- c) kontrolli seisukohast.

Mis tahes mõõteseadmega seotud mõõtemääramatus peaks olema juhtimissüsteemis teadaolev tegur ja see tuleks viia võimalikult miinimumini, eriti kui andmeid kasutatakse juhtimissüsteemides.

A.3 Näited põhilistest mõõteseadmetest ja juhtimissüsteemidest

A.3.1 Üldist

Järgmises kolmes näites on ära toodud puhasti osad, milles kasutatakse erineva keerukustasemega juhtimissüsteeme. Kõnealuseid süsteeme saab kasutada ja sageli kasutataksegi koos, loomaks süsteemset lähenemisviisi, kuid need on erinevad, olenevalt puhasti osast ja juhitavatest protsessielementidest.

A.3.2 Lihtsad releepõhised juhtimissüsteemid

Ühe pumbaga pumpla kontroller on ilmselt üks enim kasutatavaid juhtimissüsteeme veetööstuses. Üks rele aktiveerib pumba, kui vedelik jõuab teatud tasemeni, ja lülitab selle pumba välja, kui tase langeb. Näiteks 3 m sügavuse märgkambri täitmise puhul, mis on varustatud tasememõõtjaga, näeb tüüpiline seadistus ette pumba aktiveerimise, kui veetase on 1000 mm märgkambri ülaosast, ja pumba deaktivimise, kui veetase on 500 mm pumba sisselaskevast kõrgemal. See saavutatakse lihtsalt tänu mõõteseadmele, mis mõõdab veetaset või reageerib sellele (kui kasutatakse ujuv- või kontaktandurit), ja relele, mis pumba aktiveerib ja deaktivimise. Selle variatsioon on seadistus mitme pumbaga, mis aktiveeritakse ja deaktivimise erinevate tasemete juures, kasutades teisi pumba kontrolleri releesid.

Seda toetatakse mõõtevahendi rikke korral tavaliselt ujuvanduri abil, mis toimib kõrge veetaseme lülitina, ja ujuvanduri abil, mis toimib madala veetaseme lülitina (et tagada seadmete ohutus), või mahtuvus- või juhtivusanduri abil, mis toimivad astmelise lülitina erinevate märgkambri veetasemete juures. Tegemist on väga levinud viisiga veetaseme reguleerimiseks kogu reoveesüsteemis (kogumisvõrgus ja puhastis). Ehkki see ei pea piirduma märgkambri tasemega, kus on vaja juhtida väikest arvu elemente, ehkki see piirdub lihtsate sisse/välja lülitamise käskudega, mis põhinevad mõõdetud tasemel.

On olemas keerukamaid kontrollereid, nagu pumba kontroller, mis muudab parameetri seadeväärtuse säilitamiseks enda juhitava seadme kiirust. Selle näiteks on muudetava kiirusega pumbad ja lahustunud hapniku taseme otsene reguleerimine (puhuri kiirust suurendades või vähendades).

Tegemist on väga lihtsa viisiga viia reoveepuhastis läbi lihtsamaid mõõtmisi ja juhtimist.

A.3.3 Programmeeritaval loogikakontrolleril (PLC) põhinevad mõõteseadmed ja juhtimis-süsteemid

Keerukamad mõõteseadmed ja juhtimissüsteemid koosnevad lihtsamatest PLC-põhistest juhtimis-süsteemidest, mis kasutavad automaatikasüsteemide juhtimisel kodeerimist. Need põhinevad tavaliselt mitmel sisendil ja puhasti eri elementide vahel toimival suhtlusel. See sobib keerukamate ja suuremate puhastite puhul, mille keskkonnaloa tingimused on rangemad. Juhtimissüsteemi seadistamiseks on vaja süvendatud teadmisi süsteemi integreerimisest ja programmeerimisest, kuna see programmeeritakse tavaliselt, kasutades lihtsat loogikal põhinevat kodeerimist.

Heaks näiteks, kus sobib sellise keerukustasemega süsteem, on lihtne aktiivmudapuhasti. Siin ei saa puhastit juhtida lihtsa relee-meetodil põhineva juhtimissüsteemi abil (nt lahustunud hapniku taseme säilitamiseks aktiivmudasüsteemis), vaid kasutades keerukat PLC-põhist meetodit ja selle sees olevaid erinevaid alamsüsteeme. Tavaliselt koosnevad need

- õhustuse juhtimissüsteemist, mis põhineb õhujaotustorus oleval rõhul ja reguleerventiili asendil ning tagab lihtsama õhustussüsteemi juhtimise;
- õhustussüsteemi ammoniaagi sisaldusel põhinevast alamjuhtimissüsteemist, mida kasutatakse lahustunud hapniku seadeväärtuse muutmiseks õhustussüsteemis;
- mudavanusel põhinevast süsteemist, mille abil kontrollitakse biomassi taset aerotankides ja reguleeritakse väljavõetava muda kogust süsteemis oleva biomassi taseme põhjal.

Selleks on mitu võimalust, nt õhustuse juhtimissüsteemi kahekordse juhtimiskontuuri abil. Sellises süsteemis on kontuuri esimene osa projekteeritud rõhu mõõtmisel põhineva juhtimisfunktsiooniga. See juhib õhurõhku õhujaotustorus, muutes puhurite kiirust. Rõhku juhib teine juhtimiskontuur, mis avab ja sulgeb reguleerventiili olenevalt lahustunud hapniku mõõtmise tulemustest. Näiteks kui lahustunud hapnikku ei ole piisavalt, avaneb õhujaotustorul olev reguleerventiil ja rõhk õhujaotustorus langeb. Õhurõhu langus paneb puhuri kiiremini tööle, et hoida õhujaotustorus olevat sihtrõhku.

Kõnealuse juhtimissüsteemi mõõteseadmete hulgas peavad olema

- 1) reguleerventiilid, mille abil reguleeritakse difuusorite võrku antavat õhuvoolu olenevalt tegelikust ja soovitud hapniku kontsentratsioonist basseinides (vähemalt üks reguleerventiil peab olema täiesti avatud);
- 2) õhupuhurite antava õhuvoolu reguleerimise võimalus, et hoida basseinides nõutavat hapniku kontsentratsiooni;
- 3) ammoniaagi sisaldusel põhinev juhtimissüsteem, mis võtab vajaduse korral juhtimise üle ja muudab basseinides nõutavat hapnikukontsentratsiooni;
- 4) nitraadi sisaldusel põhinev juhtimissüsteem, mis võtab vajaduse korral juhtimise üle ja lülitab sisse või välja basseinide teatud osade õhustuse;
- 5) mudavanusel põhinev juhtimissüsteem, mis reguleerib jääkmuda eemaldamist, olenevalt muda kontsentratsioonist süsteemis.

Tuleb märkida, et muda samaaegselt aeroobseks stabiliseerimiseks mõeldud õhustussüsteemide juhtimisel ei tohiks lähtuda ammooniumi või nitraadi kontsentratsioonist heitvees. Kõnealustes süsteemides peab aeroobse muda vanus olema vähemalt 20 päeva, kusjuures aeroobseks loetakse ainult sellised tsoonid, kus hapniku kontsentratsioon on vähemalt 1,5 mg/l.

Ammoniaagi sisaldust on võimalik reguleerida lihtsal viisil aktiivmudapuhasti süsteemist väljuva ammoniaagi kontsentratsiooni mõõtmise abil. Kõrge ammoniaagi kontsentratsioon tõstab lahustunud hapniku seadeväärtust, mis omakorda juhib puhurisüsteemi. Kõnealuse seadeväärtuse kohandamise abil kontrollitakse puhastustaset aerotankis. Kirjeldatud lihtsat ammoniaagi sisaldusel põhinevat juhtimissüsteemi saab muuta keerukamaks, lisades edasisidel põhineva juhtimissüsteemi, mis vajab juba mudelit vajaliku lahustunud hapniku taseme ennustamiseks. Siin lähebki tarvis keerukamaid reaajas toimivaid juhtimissüsteeme.

Aktiivmudapuhasti juhtimissüsteemi üks etapp on mudavanuse reguleerimine. Selleks on vaja teada nii biomassi kogust aktiivmudapuhasti aerotankis kui ka jääkaktiivmuda kontsentratsiooni. Selle põhjal saab juhtimissüsteem välja arvutada, kui palju muda tuleks igal konkreetset päeval välja võtta, ja selle alusel koostada päeva peale jaotatud muda väljavõtmise režiimi. Kuna see nõuab teatud määral arvutusi, on vaja mudavanuse kontrolleri, mis on osa programmeeritavast loogikakontrollerist ja juhib kogu süsteemi, et teha õigeid otsuseid. Tüüpilise mudavanuse kontrolleri tööks on vaja

- aktiivmudasegu kontsentratsiooni mõõtmise tulemust ja aerotanki suurust, et selgeks teha biomassi kogus aktiivmudapuhastis;
- jääkaktiivmuda kontsentratsiooni, et selgeks teha jääkmuda kogus, mis tuleb süsteemist eemaldada;
- meetodit väljavõetava muda koguse arvutamiseks (st PLC kaudu);
- meetodit väljavõetava muda koguse automaatseks reguleerimiseks.

Samuti on võimalik reguleerida tagastusaktiivmuda (RAS) kogust puhastisse siseneva vooluhulga järgi. Selleks on vaja teada aktiivmudapuhastisse saabuvat vooluhulka ja tagastusaktiivmuda vooluhulka.

A.3.4 Täiustatud protsessijuhtimine

Reaajas toimivad juhtimissüsteemid on keerukamad kui PLC-põhised juhtimissüsteemid. Need koosnevad

- juhtimissüsteemi elemendist;
- mudelipõhisest protsessijuhtimissüsteemi algoritmist;
- ühest või enamast mõõteseadmest, mis annavad juhtimissüsteemile sisendit.

Aktiivmudapuhasti näitel saab juhtimist rakendada, kasutades aktiivmudasüsteemi erinevate elementide täiustatud protsessijuhtimist. Näiteks kasutab täiustatud protsessijuhtimine algoritme, mis põhinevad aktiivmudapuhasti juhtimise jaoks koostatud aktiivmuda mudelitel. Algoritmid ennustavad seadeväärtusi, mida on vaja soovitud väljundi saavutamiseks, ja muudavad vajaduse korral seadeväärtusi PLC-s. Lühidalt öeldes muudab täiustatud protsessikontroller mudelipõhise algoritmi alusel seadeväärtusi ja teeb puhastusprotsessi juhtelemendi jaoks vajalikud muudatused.

Mitme muutujaga protsessijuhtimissüsteem saab sisendandmeid kõikidelt puhasti elementidelt ja kontrollib nende vahel toimuvat suhtlust. Seejärel ennustab see tehisintellekti abil (tavaliselt tehniliku närvivõrgu kujul) puhastussüsteemi toimimist mitmesugustes olukordades. Ning seejärel ennustab see masinõppe tehnikaid kasutades, millised seadeväärtused tuleks kehtestada terves puhastis, et viia see stabiilsesse tööolekusse, ning muudab neid selle järgi. See nihutab mõõteseadmete ja juhtimissüsteemi omavahelist tasakaalu rohkem juhtimisaspekti poole (vt jaotis A.4).

A.4 Reoveesüsteemide mõõteseadmete ning juhtimis- ja automaatikaseadmete keerukustase

A.4.1 Ülevaade

Reoveesüsteemide mõõteseadmete ning juhtimis- ja automaatikaseadmete keerukustase sõltub

- puhastussüsteemi suurusest;
- puhastatud heitveele veeloas seatud puhastusnormidest;
- puhastussüsteemi ja selles kasutatavate protsessiüksuste keerukusest.

Kuna ükski neist tegureist ei ole domineeriv, siis võib mõnes väikeses reoveepuhastussüsteemis sealsete puhastusprotsesside iseloomu tõttu olla sobiv kasutada mõnd mõõteseadmete ning protsessijuhtimis- ja automaatikaseadmete elementi. Samuti leidub suuremaid puhasteid, kus on kasutusel lihtsamad protsessid ning milles mõõteseadmeid ning protsessijuhtimis- ja automaatikaseadmeid on vähe või puuduvad need sootuks. Kõik sõltub suuresti nii kogu puhastussüsteemi (kogumisvõrgu ja ka puhasti) toimimisest kui ka selle käitaja poliitikast.

Järgnevad näited on abiks mõõteseadmete ning protsessijuhtimis- ja automaatikaseadmete sobiva keerukustaseme väljaselgitamisel.

A.4.2 Nõrgbiofiltriga puhastite jaoks sobivate mõõteseadmete ja juhtimissüsteemide väljaselgitamine

Lihtsa nõrgbiofiltriga puhasti jaoks ei ole vaja palju mõõteseadmeid peale nende, mille nõue on sätestatud kohalikes või riiklikes õigusaktides. Joonisel A.1 on kujutatud tüüpilist täiustatud mõõteseadmetega varustatud nõrgbiofiltriga puhastit. Tüüpilised nõuded puhasti puhul, milles kuivailmavooluhulk on suurem kui 50 m³/d ja veeluba näeb ette täieliku puhastuse läbimist, on

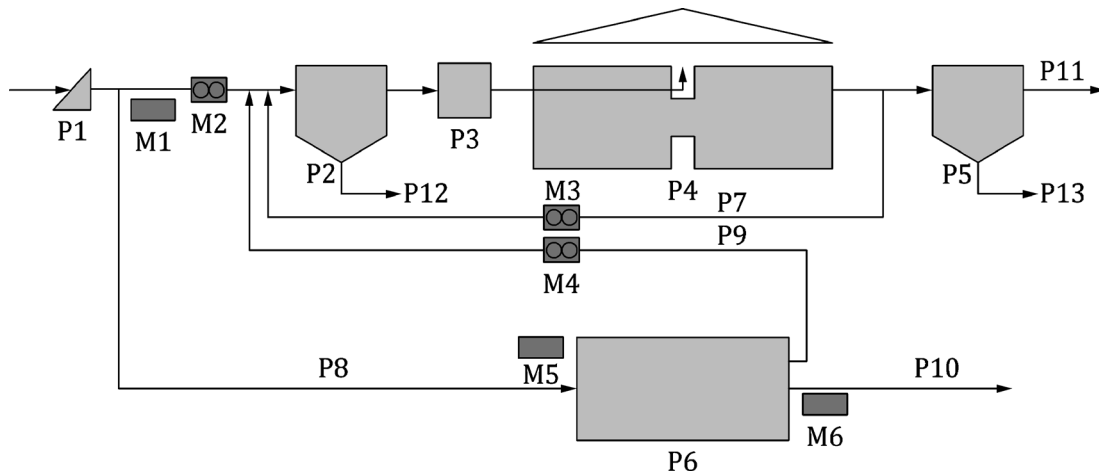
- vooluhulgamõõtja puhasti sissevoolul, mis mõõdab läbivoolu;
- sündmuste kestuse monitor sademevee hargnemise kohal;
- sündmuste kestuse monitor sademeveemahuti väljavoolul.

Olenevalt puhastuse lõppeesmärgist võib puhastis tekkida lisavajadus mõõteseadmete ja juhtimissüsteemi järele. Harilikult saab ringlusvoolu, mida kasutatakse filtrimaterjali niisutamiseks, kontrollida sissevoolul oleva monitori abil.

Lihtne loogika on järgmine:

Niisutuseks vajaminev vooluhulk miinus vooluhulk sissevoolul = ringlusvoolu hulk

Mõõteseadmed ja juhtimissüsteem on üks niisutuse reguleerimise meetoditest, kuid see ei pruugi olla vajalik, kui ringlusvoolu juhitakse hüdrauliliste vahenditega, st et nõrgbiofiltri toitepump võtab reovett väljuvast heitveest.



Selgitused

P	Protsessiüksus või toru	M	Monitor
P1	Sissevoolu võre(d)	M1	Veetaseme või sündmuste monitor sademevee hargnemise kohal
P2	Eelsetiti	M2	Puhastisse juhitava vooluhulga monitor
P3	Sifoonikamber	M3	Ringlusvoolu monitor
P4	Biofilter	M4	Sademeveemahuti tagastusvoolu monitor
P5	Biofiltri järelsetiti	M5	Sademeveemahuti taseme monitor
P6	Sademeveemahuti	M6	Vooluhulga või sündmuste monitor sademeveemahuti väljavoolul
P7	Ringlusvool		
P8	Vool sademeveemahutisse		
P9	Sademevee tagastusvool		
P10	Sademeveemahuti ülevool		
P11	Puhastist väljuv vool		
P12	Muda eelsetitist		
P13	Muda biofiltri järelsetitist		

Joonis A.1 — Lihtne nõrgbiofiltriga puhasti

A.4.3 Aktiivmudapuhasti jaoks sobivate mõõteseadmete ja juhtimissüsteemide väljaselgitamine

Keskmise suurusega kuni suurte (10 000 PT ja rohkem) puhastite puhul on leitud juhtimissüsteemide ulatus ja tüüp puhastis kasutusel olevast protsessist ja sihiks seatud puhastustulemustest. Joonisel A.2 on lihtsustatult kujutatud tavapärasest aktiivmudapuhastist, milles on kasutusel tüüpiline settetahendusprotsess, kuid puuduvad settikäitlus, pumpla ja kolmas puhastusaste.

Joonisel A.2 kujutatud puhastis saab puhasti jagada neljaks protsessijuhtimistsooniks:

- eelpuhastus ja esimene puhastusaste;
- sademeveekäitluse süsteem;
- aktiivmudapuhasti süsteemid;
- settetahenduse süsteemid;

Igas protsessijuhtimistsoonis töötavad erinevad süsteemid.

a) Eelpuhastuses ja esimeses puhastusastmes kontrollitakse ja juhitakse

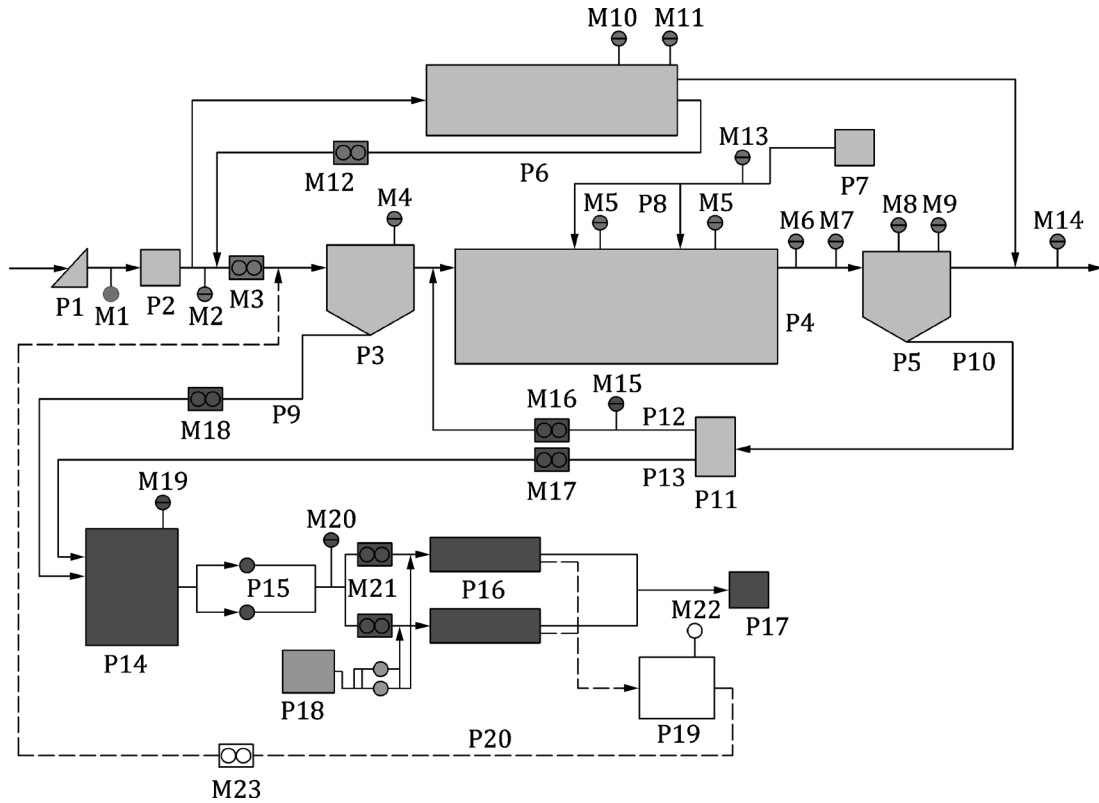
- veetaset;
 - vooluhulka.
- b) Sademeveekäitluse süsteemis kontrollitakse ja juhitakse
- veetaset;
 - vooluhulka.
- c) Aktiivmudapuhasti süsteemis kontrollitakse ja juhitakse
- puhureid;
 - õhustust;
 - hapniku sisaldust;
 - rõhku;
 - üldlämmastiku sisaldust;
 - ammoniaagi sisaldust;
 - mudavanust;
 - RAS pumpamist;
 - fosfori sisaldust.
- d) Settetahenduse süsteemides kontrollitakse ja juhitakse
- taset hoiumahutis;
 - tahke aine kontsentratsiooni (nt fugaadis või aktiivmudasegus);
 - muda ja polümeeri vooluhulka;
 - etteantava muda tahke aine kontsentratsiooni.
- e) Sette stabiliseerimise süsteemis kontrollitakse ja juhitakse
- küttesüsteemi (nt temperatuure ja kütteevee vooluhulkasid);
 - biogaasisüsteemi (nt temperatuure, rõhkusid, vooluhulkasid ja gaasi koostist);
 - gaasikasutussüsteemi (nt rõhkusid, vooluhulkasid, elektri- ja soojusenergia tootmist, heitgaasi kvaliteeti).

Kõik need juhtimissüsteemid on omavahel seotud ja töötavad aktiivmudapuhasti süsteemi juhtimisel üheskoos. Samuti on võimalik, et aktiivmudapuhastile on rajatud toitepumpla, mis tekitab veel ühe juhitava ala.

Juhtimiskontuuride sees on mõõteseadmed, mis varustavad neid andmetega. Kihiline süsteem on väga tüüpiline ning protsessi keerulisemaks muutudes muutuvad keerulisemaks ka juhtimiskontuurid ja -süsteemid.

Tavaliselt on reoveesüsteemi kui tervikusse integreeritud segu releepõhistest, PLC-põhistest või täiustatud protsessijuhtimissüsteemidest.

Selle kõige aluseks peaks olema mõõteseadmete varade loetelu, signaalid, alarmid ja hoiatused ning protsessijuhtimise filosoofia, mis võimaldavad käitada ja hooldada süsteemi kui tervikut.



Selgitused

P	Protsessiüksus või toru	M	Monitor
P1	(Jäme- ja/või peen-)võred sissevoolul	M1	Võre tasemeerinevuste monitor
P2	Liivaemaldus	M2	Sademevee ülevoolu taseme monitor
P3	Eelsetiti(d)	M3	Läbivoolu monitor
P4	Aktiivmudapuhasti	M4	Kraapsilla pöörlemisandur
P5	Järelsetiti(d)	M5	Lahustunud hapniku monitor
P6	Sademeveemahuti(d)	M6	Ammoniaagi, nitraadi ja/või fosfori monitorid
P7	Õhupuhurid	M7	Aktiivmudasegu heljumi monitor
P8	Õhujaotustorustik	M8	Heljuvkihi monitor
P9	Eelsetitisetite torustik	M9	Kraapsilla pöörlemisandur
P10	Järelsetitisetite torustik	M10	Sademeveemahuti taseme monitor
P11	RAS/SAS pumpla	M11	Sademeveemahuti ülevoolu taseme monitor
P12	RAS torustik	M12	Sademeveemahuti tagastusvoolu monitor
P13	SAS torustik	M13	Õhujaotustorustiku rõhumonitor
P14	Settemahuti (ühine või eraldiseisev)	M14	Puhastatud heitvee hägususe monitor
P15	Tsentrifuugi toitepumbad/torustik	M15	RAS heljumi monitor
P16	Settetihendus/-tahendus	M16	RAS vooluhulga monitor
P17	Settekoogi hoidla	M17	SAS vooluhulga monitor
P18	Polümeeri dosaator	M18	Eelsetitisetite vooluhulga monitor
P19	Aktiivmudasegu hoiumahuti	M19	Settemahuti(te) taseme monitor
P20	Aktiivmudasegu tagastustorustik	M20	Etteantava muda heljumi monitor
		M21	Etteantava muda vooluhulga monitor(id)
		M22	Aktiivmudasegu mahuti taseme monitor
		M23	Aktiivmudasegu mahuti vooluhulga monitor

Joonis A.2 — Keskmise suurusega kuni suur aktiivmudapuhasti

Näide juhtimissüsteemide omavahelisest sidumisest on näiteks lahustunud hapniku sisalduse reguleerimine. Standardse õhustussüsteemi lahenduse puhul kontrollitakse lahustunud hapniku monitoride (M5) abil otseselt puhurite kiirust. Seda kasutatakse sageli väiksemates aktiivmudapuhastites, kuid tegemist on suhteliselt algelise juhtimismeetodiga. Moodsamate meetodite puhul juhitakse lahustunud hapniku monitoride abil õhu reguleerivventiilide avatust õhujaotustorus. Kui ventiile avatakse rohkem, tekib õhujaotustorus rõhulangus. Seda rõhulangust jälgitakse rõhumonitori abil ning õhupuhurite tööd kiirendades ja aeglustades reguleeritakse õhustustorustikus olevat rõhku. Juhtimissüsteem peab tagama, et vähemalt üks nimetatud ventiilidest on täielikult avatud.

Selle meetodi eelis on, et seda saab omakorda täiendada dünaamilise seadeväärtuse sõltuvusega, mida kontrollitakse ammoniaagi mõõtmise teel aerotanki väljavoolul. Kui ammoniaagimonitor tuvastab suurenenud ammoniaagi koguse, tõstab see lahustunud hapniku seadeväärtust, mis omakorda suurendab õhustuse reguleerivventiilide avatust, mis omakorda suurendab puhuri kiirust. See on vaid üks näide sellest, kuidas mõõteseadmete ja juhtimissüsteemi abil saab lisada täiendava kihi keeruka aktiivmudapuhasti suhteliselt keerukale juhtimissüsteemile.

Mõnel juhul on õhu juurdevoolu minimeerimiseks sobiv rakendada juhtimist, mis lähtub ammooniumi ja nitraadi kontsentratsioonist. Puhurite energiatarbimist ei tohiks minimeerida, kui samal ajal peab toimuma ka sette aeroobne stabiliseerimine (st kui puudub eraldiseisev sette stabiliseerimise süsteem, nt anaeroobse kääritamise teel). Põhjus seisneb asjaolus, et kõnealused juhtimissüsteemid takistavad sette nõuetekohast stabiliseerimist ja suurendavad seega sette kõrvaldamise kulusid ja, mis veelgi problemaatilisem, suurendavad sette ladustamisel tekkivaid metaani heitkoguseid. Metaani näol on tegemist kasvuhoonegaasiga, mis on 25 korda tugevam kui süsinikdioksiid. Arvesse tuleks võtta ka dilämmastikoksiidi heitkoguste mõju, kuna see on kasvuhoonegaasina 300 korda tugevama toimega.

Selle saavutamiseks tuleks tõhusamalt koguda iga puhasti varasid puudutavaid baasandmeid, nagu eespool mainitud, kasutades minimaalse andmemahuga süsteemi (näidis on toodud tabelis A.1). See vähendab mõõteseadmete rikke tõttu kaasnevat riski protsessis.

Tabel A.1 — Süsteemi andmelehe näidis

Süsteem	Aktiivmudapuhasti		
Juhtimiskontuuri ala	Õhustuse juhtimine		
Mõõteseade	Lahustunud hapnik		
Mark	Tarnija X		
Mudel	XDO		
Seerianumber	XXXX-1234		
Ühenduspunkt	Ükskõik kus/001/RA1		
Eesmärk	Seire/juhtimine		
Skaala			
Skaala	Madal	Kõrge	Ühik
Vahemik	0	10	mg/l
Signaalid			
Lahustunud hapnik	Analoog	4–20 mA	
Rikkeolek	Digitaalne	Sisse/välja	
Lahustunud hapniku näit kõrge	Digitaalne	Sisse/välja	
Lahustunud hapniku näit madal	Digitaalne	Sisse/välja	
Mõõteseadme olek	HART	Teave	
Paigaldusinfo			
Paigalduse kuupäev	05/04/2020		
Toitekaabel	Standardne	25 m	
Anduri kaabel	4 soonega, varjestatud	10 m	
Signaali kaabel	4 soonega, varjestatud	25 m	
Kapp	Jah		

Kirjandus

- [1] EN 12255-1. Wastewater treatment plants — Part 1: General construction principles.
- [2] EN 12255-11. Wastewater treatment plants — Part 11: General data required.
- [3] ISO 15519-2:2015. Specifications for diagrams for process industry — Part 2: Measurement and control.
- [4] ISO 16484-5:2022. Building automation and control systems (BACS) — Part 5: Data communication protocol.
- [5] (NIS) Directive – Directive (EU) 2016/1148 of the European Parliament and of the Council of 6 July 2016 concerning measures for a high common level of security of network and information systems across the Union.
- [6] ATEX Directive – Directive 2014/34/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (recast).



EESTI STANDARDIMIS- JA AKREDITEERIMISKESKUS
ESTONIAN CENTRE FOR STANDARDISATION AND ACCREDITATION