

Hydrologisen seurannan kenttätöiden TOIMINTAKÄSIKIRJA

versio 1.8



Vesivarat -ryhmä, Suomen ympäristökeskus

8.6.2026

Muutoshistoria

Versiossa v1.2 on poistettu ulkoistettujen ja ulkoistettavien toimintojen osalta ELY työn suorittajana.

Versioon v1.6 on päivitetty Syken kirjoitusasu ja korvattu "Tiimeri" termillä "sähköinen työtila".

Versioon v1.8 on korvattu yleisesti ELY-keskus elinvoimakeskuksella.

2. Vedenkorkeus

Versioon v1.2 on lisätty limnigrafeja koskevat kappaleet 2.6, 2.6.1, 2.6.2, 2.6.3 ja 2.6.4. Kappaleessa 2.2.1 on poistettu alumiini asteikkolevyn materiaalivevaihdoista. Termi "asteikon nollapiste" on korvattu termillä "asteikon nollakohta".

Versiosta v1.3 on vedenkorkeuden havainnoinnin osalta poistettu maininnat ja ohjeet havaitsijan päivittäin lukemista vedenkorkeusasteikoista. Kappaleessa 2.5.2 vedenkorkeuden tarkistuslukeman toimitustavaksi on muutettu nettilomake.

Versioon v1.4 tehdyt muutokset: Johdantokappaleessa poistettu vanhentunutta tietoa limnigrafiasemista ja lisätty tietoa mittalaitteiden kahdennuksista. Luvussa 2.1 poistettu vanhentuneita mainintoja havaitsijoista ja tarkennettu tietoa maankäytöstä sopimisesta. Lukuun 2.2.1 lisätty maininta pohjapaalujen kordinaattien mittaamisesta. Luvusta 2.5.1 poistettu viimeinen eli mittapisteiden asteikkokorjauksia koskenut kappale, jossa oli vanhentunutta tietoa. Luvussa 2.5.2 muutettu tarkistusmittausten aikavälit uuden käytännön mukaisiksi, poistettu maininta asemista, joilla limnigrafi on ainoa mittalaite, koska sellaisia asemia ei enää ole, ja tarkennettu tietoja tarkistusmittausten tulosten ilmoittamisesta. Luvut 2.6–2.7: Mittauskaivo ja yhdysputkea koskeva teksti erotettu omaksi luvukseen limnigrafien käyttöä ja huoltoa koskevasta luvusta.

Versioon v1.6 on päivitetty tarkistusmittauskertojen määrät eri tilanteissa (kahdennus, 1- ja 2-luokka). Tekstistä on poistettu ohje rapsiöllyn käyttämisestä mittauskaivon jäätyminen estoon. Mittauskaivo-kuvaa 2–20 on päivitetty vastaamaan nykyistä mittausjärjestelyä. Limnigrafitekstiä on tiivistetty ja sieltä on poistettu maininta Gray-koodiantureista. Lisäksi on yhtenäistetty terminologiaa ja tehty tarkentavia tekstimuutoksia.

3. Virtaama

Versioon v1.2 on päivitetty OTT-siivikoiden huoltolähetepohjan linkki. Lisäksi on tehty vähäisiä tekstimuutoksia.

Versioon v1.4 on muutettu tekstin vastuuhenkilöksi Merja Pulkkanen ja päivitetty tiedon toimitustavaksi Tiimeri-työtila.

Versioon v1.6 on tekstiä päivitetty vastaamaan käytössä olevia mittausmenetelmiä ja käytänteitä. Vaihdettu otsikkojärjestystä niin, että ensin on ADCP-mittaus ja sen jälkeen siivikkomittaus. Lisätty menetelmiin "Siivikkoa vastaavat mittausmenetelmät" ja "Merkkiainemittaukset".

Versioon v1.8 tehty kieliasun korjauksia ja lisätty maininta erillisen lämpömittarin luotettavan toiminnan varmistamisesta ADCP-mittauksia koskevaan lukuun.

4. Lumilinjamittaukset

Versioon v1.8 on päivitetty toimintaohje ilmastonmuutoksen myötä muuttuvien talvien poikkeusolojen varalta ja päivitetty havaintojen lähettämisen ohjeistusta, kun syksystä 2026 excelillä ei enää voi lähettää havaintoja.

Versioon v1.3 on lisätty kappaleeseen 4.1 ensisijaisena menetelmänä lumilinjan sijainnin paikantaminen GPS-laitteella sen perustamisen yhteydessä.

Versioon v1.5 on päivitetty tietoja lumihavaintojen lähettämisestä (4.8.1 ja 4.8.2), välinevioletta ilmoittamisesta (4.2) ja mittauspäivistä (4.3).

5. Veden lämpötila

Versioon v1.2 on tehty kielellistä korjailua ja täsmennyksiä tekstin sujuvuuteen, lisäksi poistettu joitakin maastotöiden kannalta epäoleellisia asioita toimistolla tehtävistä töistä. Maastossa tehtävissä toimintatavoissa tai periaatteissa ei muutoksia. Versioon v1.3 on muutettu tekstin vastuuhenkilöksi Merja Pulkkanen sekä laitteiden hankintaa ja konfigurointia koskien Syken tilalle Etelä-Pohjanmaan ELYkeskus.

Versiosta v1.6 on poistettu ohjeet manuaalimittauksista ja päivitetty automaattimittaukseen liittyvät ohjeet. Aiempien versioiden kappale 5.2.2 syvänveden lämpötilaluotaus on nostettu otsikkohierarkiassa ylemmäs ja muutettu nimeksi 5.4 lämpötilaluotaus.

6. Jäänpaksuus

Versioon v1.2 on tehty kielellistä korjailua ja täsmennyksiä tekstin sujuvuuteen, lisäksi poistettu joitakin maastotöiden kannalta epäoleellisia asioita toimistolla tehtävistä töistä. Maastotöiden toimintatavoissa tai periaatteissa ei muutoksia. Versioon v1.3 on muutettu tekstin vastuuhenkilöksi Merja Pulkkanen.

7. Pohjavesi

Versioon v1.2 on lisätty pohjavesiaseman toimintaa ja rakennetta kuvaavaa tekstiä sekä lisätty ohjeita asemien ylläpitoon ja havaintotyöhön.

Versioon v1.5 on kirjoitettu uudestaan koko Pohjavesi-kappale.

Versioon 1.8 ELY-keskus muutettu elinvoimakseksi.

8. Routa

Versioon v1.2 on kappaleeseen 8.3 tehty tarkennuksia routaputkien huoltotoimenpiteisiin (metyleenisini-liuos, ruostumaton mutteri). Kappaleeseen 8.5. on lisätty selainpohjaisen tallennuslomakkeen ohjeet ja siihen liittyvä kuva. Versioon 1.5 lisätty kappaleisiin 8.2 ja 8.3 routaputken asentamiseen painokairan vaihtoehtona iskevä akkuporakone 24 mm kiviporanterällä sekä tarkennettu asennusohjeita.

9. Valunta

Versioon v1.2 on kappaleeseen 9.3 lisätty patoaltaan vedenkorkeuden sekä aukko/asteikkokorjauksen määrittämistä havainnollistavia kuvia. Versioon v1.3 muutettiin tekstin vastuuhenkilöksi Antti Taskinen ja lisättiin nettilomake tarkistusmittausten tallennusten yhteyteen.

10. Automaattisen mittalaitteen asennus ja ylläpito

Versioon v1.2 on muutettu otsikko, ollut aiemmin "Automaattiaseman perustaminen ja ylläpito". Versioon v1.4 on täydennetty ohjeita.

11. Havaitsija-asiat

Versioon v1.3 lisättiin kappaleeseen 11.1 rekrytointiin liittyen asianmukaisiin kohtiin Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Kappaleesta 11.2 poistettiin vedenkorkeuden havaintoja koskien päivittäisiä manuaalihavaintoja koskevat ohjeet ja valuntaa koskien lisättiin maininta havaintolomakkeesta.

v1.5: Lumilinjaohjeisiin lisätty www-lomake havaintojen lähetystapana ja ohjeistuksen on tarkennettu koskevan pitkiä lumilinjjoja.

v1.8: Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus korvattu Lounais-Suomen elinvoimakeskuksella. Ohjeet havaintopuhelinpalvelun käytöstä poistettu. Poistettu mainintoja limnigrafeista ja paperisista havaintolomakkeista, muutettu hieman tekstien järjestystä sekä tehty muita pieniä muutoksia.

Sisällysluettelo

Muutoshistoria.....	3
1. Johdanto.....	10
Kaikkia havaintolajeja koskevat viiteaineistot.....	11
2. Vedenkorkeus.....	12
2.1 Vedenkorkeusaseman paikan valinta	12
2.2 Vedenkorkeusaseman rakentaminen	13
2.2.1 Asteikon ja pohjapaalun rakentaminen.....	15
2.2.2 Korkeuskiintopisteiden rakentaminen	18
2.2.3 Asemapiirros	20
2.3 Korkeuskiintopisteiden tarkkavaaitus	21
2.3.1 Tausta ja tavoitteet	21
2.3.2 Menettelyt	21
2.3.3 Vaatimukset	22
2.3.4 Tiedon toimitus.....	24
2.4 Asteikkojen, pohjapaalujen, korkeuskiintopisteiden ja muiden mittapisteiden tarkistusvaaitus..	24
2.4.1 Tausta ja tavoitteet	24
2.4.2 Menettelyt	24
2.4.3 Vaatimukset	25
2.4.4 Tiedon toimitus.....	26
2.5 Vedenkorkeuden mittaaminen	27
2.5.1 Manuaalimittaukset.....	27
2.5.2 Mittausten ajankohdat ja tietojen toimitus.....	29
2.6 Mittauskaivo ja yhdysputki	30
2.7 Limnigrafin käyttö ja huolto	31
2.7.1 Limnigrafin tarkistus ja paperin vaihto	32
2.7.2 Välityssuhde ja sen muuttaminen	34
2.7.3 Rummun kiertoajan muuttaminen.....	35

Viitteet.....	36
Liitteet / Aineistot	36
3. Virtaama	37
3.1 Virtaaman mittaaminen	37
3.2 Mittauspaikan valinta.....	37
3.3 Virtaamamittausmenetelmät	38
3.3.1 ADCP	38
3.3.2 Stationaarisen ADCP-mittauksen tekeminen	41
3.3.3 Siivikko	41
3.3.4 Siivikkoa vastaavat menetelmät	42
3.3.5 Merkkiainemittaukset	42
3.3.6 Jään päältä tehtävien mittausten erityispiirteet.....	43
3.4 Mittauksen jälkikäsittely toimistolla tai maastossa ja tulosten toimittaminen	43
3.4.1 ADCP-mittaus	43
3.4.2 Siivikkomittaus	44
3.4.3 Siivikkoa vastaavat mittausmenetelmät.....	44
3.4.4 Merkkiainemittaukset	44
3.5 Purkautumiskäyrien ylläpito	44
Viitteet.....	46
Liitteet / Aineistot	46
4. Lumilinjamittaukset	47
4.1 Lumilinjan perustaminen ja ylläpito	48
4.2 Mittausvälineet	49
4.3 Mittauspäivät	51
4.4 Mittauspaikkojen valinta	52
4.5 Pälvisyys ja pälvien vaikutus mittauksiin.....	52
4.6 Lumen syvyysmittaukset	53
4.7 Lumen punnitukset	54
4.8 Havaintolomake	58

4.8.1	Pitkät lumilinjat	58
4.8.2	Pienten valuma-alueiden lumilinjat	58
	Liitteet / Aineistot	58
5.	Veden lämpötila	59
5.1	Havaintopaikan valinta ja perustaminen	59
5.2	Pintaveden lämpötilan automaattiaseman perustaminen ja ylläpito	59
5.2.1	Valmistelut aseman automatisoimiseksi	59
5.2.2	Laitteiden hankinta ja konfigurointi	60
5.2.3	Mittalaite	60
5.3	Automaattilaitteen ylläpito	62
5.3.1	Valmistelut asennus- tai ylläpitokäyntiin	62
5.3.2	Asennus- tai noutokäynti	62
5.3.3	Tarkistusmittaukset	63
5.4	Lämpötilaluotaus	63
	Liitteet / Aineistot:	64
6.	Jäänpaksuus	65
6.1	Jäänpaksuuden havaintopaikan valinta ja perustaminen	65
6.2	Jäänpaksuuden mittaaminen	65
6.2.1	Mittausjärjestelyt järvillä	66
6.2.2	Mittausjärjestelyt jokiosuuksilla	69
6.3	Vesistöjen jäätymisen ja jäänlähdon havainnointi	70
6.3.1	Jäätyminen	70
6.3.2	Jäänlähtö	70
	Liitteet / Aineistot	71
7.	Pohjavesi	72
7.1	Pohjavesiasema	73
7.2	Pohjavesiaseman perustaminen	75
7.3	Pohjavesiaseman ylläpito	75
7.4	Mittaukset pohjavesiasemalla	76

7.4.1	Pohjaveden pinnankorkeuden mittaaminen	77
7.4.2	Pohjavesiputken syvyyden sekä sen maanpäällisen osan mittaaminen	79
7.5	Mittaustulosten toimittaminen.....	79
	Viitteet	83
8.	Routa	84
8.1	Routa-asema.....	84
8.2	Routaputkien asentaminen	84
8.3	Vuosittaiset huoltotoimenpiteet routa-asemalla	86
8.4	Roudan mittaaminen	86
8.5	Tiedon toimittaminen.....	88
	Liitteet / Aineistot	90
9.	Valunta	91
9.1	Valunnan mittausaseman (mittapadon) rakentaminen	91
9.2	Automaattiaseman perustaminen	92
9.3	Vedenkorkeuden mittaus mittapadolla	93
9.4	Mittapadon ja sen laitteiston huolto.....	94
9.5	Tiedon toimitus	94
10.	Automaattisen mittalaitteen asentaminen ja ylläpito	96
10.1	Asennuksen valmistelu	96
10.2	Asennus	96
10.3	Käyttöönotto (HYD-valikko).....	97
10.4	Ylläpito.....	97
10.4.1	Vikatilanteet	98
11.	Havaitsija-asiat	99
11.1	Havaitsijan rekrytointi	99
11.2	Havaitsijan opastus eri havaintoihin.....	99
	Kuvaluettelo	104

1. Johdanto

Hydrologisten kenttätöiden toimintakäsikirjan tarkoituksena on kuvata ja ohjeistaa Suomen ympäristökeskuksen ja alueellisten elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskusten yhdessä toteuttaman tai tilaaman valtakunnallisen hydrologisen seurannan kenttätöitä vaatimuksineen ja menettelyineen. Toimintakäsikirjan tavoitteena on luoda edellytykset luotettavien, laadukkaiden ja edustavien hydrologisten havaintojen saamiselle kaikissa olosuhteissa kuvaamalla havaintoasemien perustamiseen, ylläpitoon ja käyttöön sekä muihin kenttätöihin liittyvät toimintatavat.

Tässä ohjeistuksessa käsitellään seuraavien havaintosuureiden maastomittaukset ja niihin liittyvät järjestelyt: vesistöjen vedenkorkeus ja virtaama, lumen vesi-arvo, vesistöjen jäänpaksuus ja lämpötila, valunta mittapadoilta, pohjaveden korkeus ja routa. Toimintaohjeessa käsitellään maastossa tehtävien havaintojen tekemistä ja vaadittavia toimenpiteitä. Toimistolla tehtävistä töistä laaditaan erillinen toimintakäsikirja sisäiseen käyttöön. Tämän toimintakäsikirjan lisäksi maastotöitä tehdessä on huomioitava soveltuvin osin WMO:n ohjeet (erityisesti vedenkorkeus ja virtaama) ja ISO-standardeissa mainitut hydrologisia mittauksia koskevat menettelyt, erilliset ympäristöhallinnon työsuojeluohjeet sekä hydrologisissa mittauksissa käytettävien laitteiden käyttöohjeet.

Hydrologisia havaintoja käytetään erittäin laajasti. Havaintoja tarvitaan mm. tulvariskien hallinnassa ja vesistöjen säännöstelyssä, vesistöennusteissa ja muussa mallintamisessa, vesistöjen käytön ja hoidon suunnittelussa, vedenhankinnassa, erilaisissa tutkimuksissa, hankesuunnittelussa, kaavoituksen, rakentamisen ja alueiden käytön suunnittelun tukena, taustatietona maa- ja metsätaloudessa sekä vesistöjen virkistyskäytössä. Kustannuksiin nähden mahdollisimman tarkkoilla ja katkoksettomilla havainnoilla sekä riittävän kattavalla havaintoverkolla turvataan yhteiskunnan tarvitsemat maastotiedot ja vältetään puuttuvista tai virheellisistä tiedoista aiheutuvia kuluja tai menetyksiä. Maastohavaintoja tarvitaan edelleen mallinnuksen sekä kaukokartoituksen validointiin ja kalibrointiin, eivätkä mallit ja kaukokartoitus pysty ainaakaan vielä korvaamaan maastohavaintoja.

Hydrologisten kenttätöiden parissa työskentelevien tulee tuntea tämän käsikirjan sisältö, jotta hydrologinen havainnointi toteutetaan tasalaatuisesti samojen ohjeiden mukaisesti koko maassa. Hydrologiset mittaukset pyritään tekemään mahdollisimman edustavilla havaintopaikoilla. Havaintojen on oltava luotettavia, tarkkoja, mahdollisimman katkoksettomia sekä ajantasaisia. Mittaukset tehdään ohjeistuksen mukaisesti työturvallisuus huomioiden. Mahdollisiin virhetilanteisiin ja korjauspyyntöihin reagoidaan nopeasti, jotta katkokset ja virheet mittauksissa ovat mahdollisimman lyhytaikaisia. Siirryttäessä uusiin esimerkiksi automaattisiin mittausten menetelmiin varmistetaan mittausten laadullinen käyttökelpoisuus siirtymän myötä.

Tämän toimintakäsikirjan sisällön tunteminen ja käytännön töiden osaaminen ovat edellytyksenä hydrologisen seurannan kenttätöiden henkilösertifikaatin saamiselle. Sertifikaattia voi hakea Sykessä toimivalta Certi-ryhmältä, joka ylläpitää Ympäristönäytteenottajien henkilösertifiointijärjestelmää. Lisätietoja sertifiointista on saatavilla osoitteessa www.syke.fi/sertifiointi. Tulevaisuuden tavoitteena on, että kaikilla hydrologian kenttätöitä säännöllisesti tekevillä henkilöillä olisi alan henkilösertifikaatti.

Maastohavainnointimenetelmissä seurataan alalla tapahtuvaa kehitystä ja mahdollisia uusia mittausten menetelmiä otetaan käyttöön tarvittaessa testi- ja kokeilukäytäntöjen jälkeen. Uudet käyttöönotetut mittausten menetelmät päivitetään jatkossa tähän toimintakäsikirjaan ja käydään läpi hydrologisen seurannan koulutustilaisuuksissa. Jokaisen suureosion yhteydessä on mainittu ko. osion sisällöstä vastaava henkilö

sekä päiväys, jolloin sisältöä on viimeksi päivitetty. Kukin osio pyritään tarkastamaan ja tarvittaessa sisältö päivittämään vuosittain.

Lisätietoja ja palautetta toimintakäsikirjasta saa lähettää Syken Meri- ja vesiratkaisuyksikön vesivarat-ryhmälle.

Kaikkia havaintolajeja koskevat viiteaineistot

WMO, Guide to Hydrological Practices. <http://www.whycos.org/hwrp/guide/>

YM, 2006. Työsuojelu veneiden käytössä. Ympäristöhallinnon ohjeita 9. <http://hdl.handle.net/10138/41540>

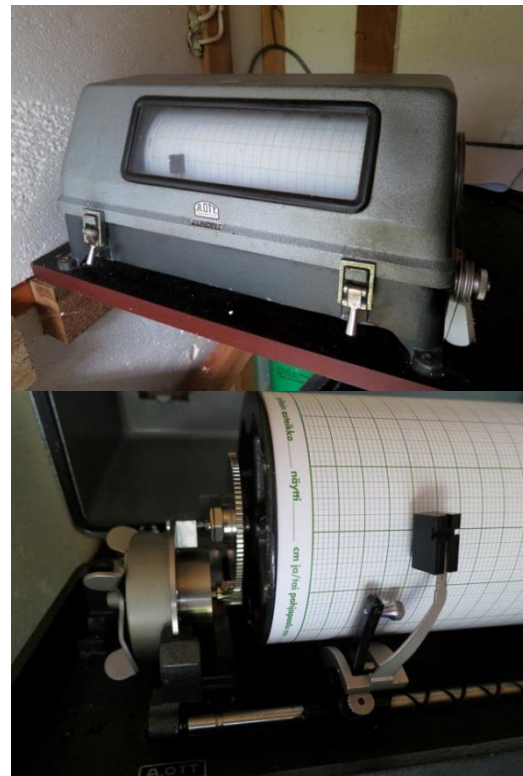
YM 2006, Työsuojelu vesi- ja ympäristönäytteenotossa ja hydrologisissa mittauksissa. Ympäristöhallinnon ohjeita 6. <http://hdl.handle.net/10138/41537>

2. Vedenkorkeus

Vedenkorkeushavaintoja käytetään mm. vesistöennusteissa, tulvavaroituksissa, tulvariskien hallinnan ja säännöstelyn suunnittelussa, vesien suojeluun ja erilaisiin tutkimuksiin liittyvissä tehtävissä sekä vesitilannetiedottamisessa. Vedenkorkeutta mitataan automaattimittareilla (**Kuva 2-1**). Niiden rinnalla on joillakin havaintopaikoilla edelleen käytössä myös mekaanisia vedenkorkeuspiirtureita eli limnigrafeja, mutta niistä ollaan luopumassa (**Kuva 2-2**). Pääosa automaattisista mittalaitteista lähettää vedenkorkeustiedot havaintotietokantoihin lähes reaaliajassa eli useita kertoja päivässä. Useimmilta laitteilta saadaan 15 min välein tehtyjä mittaustuloksia, joita laite lähettää havaintotietokantaan kerran tunnissa. Osalla havaintoasemista automaattimittaus on kahdennettu eli asemalla on useampi kuin yksi mittalaite. Mittausten kahdennuksella pyritään laitteen rikkoutumisesta aiheutuvien havaintokatkojen vähentämiseen. Lisäksi kahden laitteen arvoja vertailemalla toisen laitteen mahdolliset toimintahäiriöt huomataan mahdollisimman nopeasti.



**Kuva 2-1 Pyhäveden OTT-mittalaite
Mäntyharjulla**



**Kuva 2-2 Limnigrafi Yläneenjoella
(© Marjo Tarvainen)**

2.1 Vedenkorkeusaseman paikan valinta

Perustettavan tai uuteen paikkaan siirrettävän vedenkorkeusaseman paikkaa valittaessa on otettava huomioon paikan edustavuus, käytettävä mittalaitteisto ja havaintajan saatavuus. Tärkeimmät valintaperusteet ovat mittaustapaan edustavuus eli sijainti ja se, että asema täyttää sen eri toimintatarkoitusten

vaatimukset. Esimerkiksi jos järven vedenkorkeutta halutaan mitata luusuassa tai järveen laskevan joen suulla, on varmistettava, että mittausta paikan vedenpinta on kaikilla vedenkorkeuksilla samassa tasossa kuin järven pinta. Jokikohteissa taas on jo aseman perustamisvaiheessa otettava huomioon virtaamamittausten ja virtaamien määrittämiseksi laadittavan purkautumiskäyrän tarpeet.

Sopivan paikan etsiminen voidaan aloittaa etsimällä kartalta tarkoitukseen mahdollisesti sopivia kohteita, mutta lopullinen paikan valinta on aina tehtävä paikan päällä maastossa. Jo hyvissä ajoin on varmistettava, että suunnitellun paikan maanomistajalta saadaan lupa maa-alueen käyttöön. Maankäyttöoikeudesta on usein helpoin sopia kunnan tai valtion omistamilla mailla, mutta toisaalta esimerkiksi kovassa käytössä olevilla yleisillä rannoilla on muistettava ilkeiden mahdollisuus.

Vedenkorkeusaseman paikkaa valittaessa on tärkeää muistaa, että paikan on oltava sopiva kaikilla vedenkorkeuksilla. Rannan on oltava tarpeeksi syvä, jotta asteikko tai pohjapaalu voidaan lukea alimmillakin vedenkorkeuksilla, mutta paikalla on oltava myös mahdollisuus rakentaa asteikko tai pohjapaalu riittävän ylös ylävesien havaitsemista varten. Riittävän syvyyden ja korkeuden varmistamiseksi voi käyttää apuna vanhoja vedenkorkeustilastoja, jos sellaisia on saatavilla. Kaikille asteikoille ja pohjapaaluille on myös löydettävä liikkumaton kiinnityspaikka, esimerkiksi kallio, kiinteä rakenne tai suuri kivi.

Kaikilla vedenkorkeusasemilla tullaan jatkossa käyttämään automaattisia mittalaitteita, joilta havainnot siirtyvät tietokantaan reaaliaikaisesti. Aseman paikkaa valittaessa onkin varmistettava, että paikalle saadaan järjestettyä toimivat tietoliikenneyhteydet. Havaintopaikan riittävä valoisuus on tärkeää, jotta aurinkopaneelin käyttö mittalaitteen virtalähteenä onnistuu. Mittalaitteelle laitekoteloineen on myös löydettävä sopiva sijoituspaikka, ja rannan on oltava riittävän syvä, jotta paineanturi ei millään vedenkorkeudella joudu kuiville tai talvisin jäädy. Automaattiaseman perustamisesta kerrotaan tarkemmin luvussa **10**.

Havaintopaikan käytöstä on aina sovittava maanomistajan kanssa kirjallisella maankäyttösopimuksella. Jos aseman perustaminen edellyttää merkittävien rakenteiden tekemistä (esimerkiksi mittaускаivoa, laituria tai portaita), ne on kuvattava sopimuksessa erityisen tarkasti. Sopimuksen maanomistajan kanssa tekee paikallinen ELY-keskus. Sen voimassaoloajaksi suositellaan 20–30 vuotta, ja korvaus maksetaan kertakaikkisena korvauksena. Myös kulkuoikeudet ja käytettävät kulkureitit on muistettava mainita maankäyttösopimuksessa. Kulkuyhteyden asemalle on oltava riittävän hyvä ja turvallinen kaikkina vuodenaikoina ja erilaisissa sääolosuhteissa.

Mikäli vedenkorkeusasema perustetaan myös virtaaman seuranta varten, tulee paikan läheisyydessä olla kynnykset ja poikkileikkaus, jotka soveltuvat virtaaman mittaamiseen ja purkautumiskäyrän laatimiseen (ks. luku **3**). Järven rannalla oleva asema voi olla käyttökelpoinen järven menovirtaaman määrittämiseen, vaikka se ei sijaitsekaan luusuan välittömässä läheisyydessä, jos luusua muuten täyttää vaatimukset purkautumiskäyrän laatimiselle. Järvessä olevalla mittausasemalla on jokiasemaan verrattuna etuinaan hitaammat vedenkorkeusvaihtelut, pienempi riski jäiden aiheuttamille vaurioille sekä vähäisempi jääpadoitus.

2.2 Vedenkorkeusaseman rakentaminen

Jokaiselle asemalle rakennetaan manuaalimittauksia varten vähintään yksi vedenkorkeusasteikko (**Kuva 2-3**) tai pohjapaalu. Asteikko on ensisijainen vaihtoehto, ja sellainen rakennetaan aina, jos valitulta havaintopaikalta löytyy hyvä kiinnityspaikka, jolla voidaan kattaa pääosa vedenkorkeuden vaihteluista. Tarvittaessa asteikkoja voi asentaa eri vedenkorkeuksia varten kaksi tai useampiakin, mutta jos ranta on

pehmeä tai kovin loiva, kannattaa yleensä asentaa sarja pohjapaaluja. Talvihavaintoja varten on asteikon lisäksi hyvä asentaa pohjapaalu, jos asteikko ei ole jääpeitteen aikana helposti luettavissa.



Kuva 2-3 Isojärven asteikko Kuhmoisissa

Asteikkojen ja pohjapaalujen lisäksi vedenkorkeusasemalle on rakennettava tarvittavat laiturit, portaat ja kaiteet (**Kuva 2-4**), jotta asteikkoja ja pohjapaaluja pääsee lukemaan. Havaintajan työturvallisuus on taattava kaitein ja muin tarvittavin varustein myös liukkailla ja pimeillä keleillä. Käytä tarvittaessa ja mahdollisuuksien mukaan hyväksi asiantuntijoita (esimerkiksi ELYjen työturvallisuuspäälliköt).

Ennen rakennustöiden alkua kannattaa laatia työsuunnitelma ja -piirustukset helpottamaan rakentamista ja varmistamaan, että työt saadaan hoidettua kerralla kuntoon. Piirustukset myös auttavat myöhemmin asteikkojen, pohjapaalujen ja muiden rakenteiden korjaus- ja kunnossapitotöissä. Jos on mahdollista, töiden ajoittamisessa on otettava huomioon vuodenaika, joka vaikuttaa sekä töiden helppouteen ja turvallisuuteen että ympäristövaikutuksiin.



Kuva 2-4 Muuratjärven asteikolle vievä silta

2.2.1 Asteikon ja pohjapaalun rakentaminen

Asteikkojen ja pohjapaalujen rakentamisessa on tärkeintä saada ne asennettua liikkumattomiksi, jotta mitaustulokset ovat luotettavia eikä korkeuden tarkistusvaaituksia tarvitse tehdä jatkuvasti. Tämän vuoksi kiinnityspaikan on oltava tukeva ja liikkumaton, esimerkiksi kallio, rakenne tai suuri kivi tai pohjapaaluille pitävä pohja tai maa.

Ennen asteikon tai pohjapaalun rakentamista on selvitettävä vedenkorkeusvaihtelut ja mietittävä, riittääkö yksi asteikko tai pohjapaalu kaikille vedenkorkeuksille vai tarvitaanko ali- ja ylivesiä varten omansa. Paras tilanne on, jos yksi asteikko saadaan asennettua niin, ettei vedenpinta koskaan laske sen nollakohdan alapuolelle tai nouse sen yläpään yläpuolelle. Jos tämä ei onnistu, on huolehdittava, että alimman asteikon nollakohta on alimman mahdollisen vedenkorkeuden alapuolella ja että ylimmässä asteikossa riittää pituutta ylimmille vedenkorkeuksille. Jos sopivia paikkoja asteikoille ei löydy ja vedenkorkeusvaihtelut ovat suuria, asemalle on rakennettava useita pohjapaaluja.

Havaintoaseman erilliset asteikot on asennettava sellaisille korkeuksille, että vedenkorkeuden ollessa alemman asteikon yläpäässä ja ylemmän alapäässä vedenkorkeus pystytään lukemaan yhtä aikaa molemmista asteikoista mielellään noin 10 cm:n mutta vähintään muutaman cm:n matkalta. Myös usean pohjapaalun asemilla pohjapaalujen mitta-alueiden on hyvä mennä limittäin niin, että siirryttäessä lukemaan vedenkorkeutta pohjapaalulta toiselle, mittaukset voi tehdä vähän aikaa molemmilta. Näin voidaan tarkistaa, että asteikot ja pohjapaalut näyttävät keskenään samaa vedenkorkeutta eikä kumpikaan ole päässyt liikkumaan.

Ruostumattomasta metallista leikatut asteikkolevyt asennetaan pystysuoraan yleensä vahvaan puuparvuun, joka kiinnitetään tukevasti kallioon, kiveen, betonisiltaan tms. liikkumattomaan alustaan (**Kuva 2-3** ja **Kuva 2-5**), mutta joskus levyt on mahdollista kiinnittää suoraan pystysuoraan siltapilariin tai muuhun rakenteeseen. Asteikkolevyjen pystysuoruus on aina varmistettava vatupassilla, ja jokaisen asteikkolevyn yläpäähän on kiinnitettävä numerolaatta (yleensä metriluku 1, 2, 3 jne. tai I, II, III jne.) kertomaan sen kohdan korkeuslukema. Asteikkolevyt ovat metrin mittaisia, ja niissä on yleensä kahden senttimetrin

pykälät, joista vedenkorkeus voidaan lukea yhden senttimetrin tarkkuudella. Desimetrit on numeroitu alhaalta lukien.



Kuva 2-5 Alajärven asteikko kiinnitettynä siltaan

Pohjapaalun materiaali ja asennustapa voi vaihdella paikan ja pohjan ominaisuuksien mukaan. Pohjapaalu voi olla

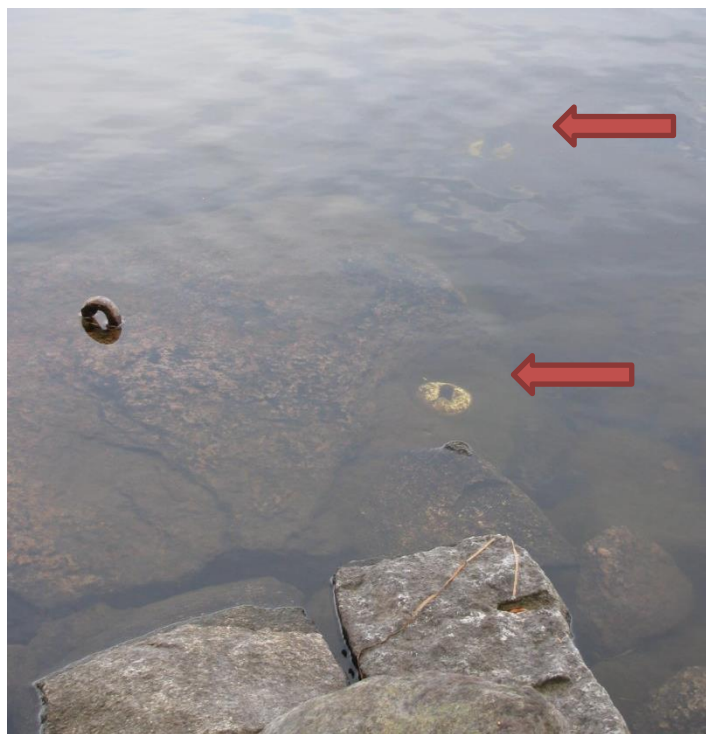
- yhtenäinen terästanko, esimerkiksi harjateräs (halkaisija 18–25 mm)
- jatkettavista kairausputkista muodostettu tanko
- terästanko juntattuna vaseliinilla täytettyyn putkeen, jonka mahdolliset liikkeet eivät välity tankoon
- pehmeässä pohjassa tuore, pinnaltaan karkea (lovettu, kuorimaton) puu, jonka yläpäähän on lyöty terästanko
- kallioon juotettu terästanko.



Kuva 2-6 Nellimjoen pohjapaalu ja keltainen merkkinauha

Pohjapaalu asennetaan lyömällä tai juntaamalla vesistön pohjaan tai maahan esimerkiksi pohjapaalujuntalla. Paalua on pyrittävä upottamaan vähintään 2 m. Jos se ei vaikeissa olosuhteissa onnistu, hyvä pitävyys ja liikkumattomuus on varmistettava muilla keinoilla. Pohjapaalun pään tulee olla 10–15 cm vesistön pohjan tai maanpinnan yläpuolella. Pohjan tai maaperän laatu kannattaa testata esimerkiksi kairaamalla. Mikäli pohjapaalua käytetään myös talvihavainnointiin, se on asennettava niin syväälle, että sen pää on aina syvemmällä kuin jään alapinta.

Pohjapaalujen löytyminen kaikkina vuodenaikoina on varmistettava maastoon tehtävillä merkeillä, sidosmittojen määrittämisellä ja mittanauhan käytöllä tai muilla vastaavilla tavoilla. Pohjapaaluille on myös mitattava senttimetritarkat koordinaatit, jotta ne ovat löydettävissä asianmukaisilla paikannuslaitteilla. Pohjapaalun ympärille on hyvä asentaa valkoinen levy sen näkyvyyden parantamiseksi (**Kuva 2-7**). Jos pohjapaaluja on monta, ne on pyrittävä asentamaan suoraan linjaan niiden löytämisen helpottamiseksi.



Kuva 2-7 Vahvajärven kaksi pohjapaalua näkyy rantaan niitä ympäröivien valkoisten levyjen ansiosta

Asteikon tai pohjapaalun asennuspaikkaa valittaessa on pidettävä mielessä, että asteikon tai pohjapaalun korkeus on voitava vaaita ahtaissakin paikoissa. Vaaituksessa käytettävä latta on saatava asetettua pystysuorana asteikkojen tai pohjapaalujen päälle (Kuva 2-8), ja niiltä on oltava riittävä näkyvyys sopiville vaaituskojeasemille. Asteikkolevy on myös kiinnitettävä parruun niin, että levy on helposti vaaittavissa. Tämä voidaan varmistaa kiinnittämällä levy niin, että sen yläpää on 1–2 mm parrun pään yläpuolella, tai loveamalla parrun yläpäähän paikka latalle. Asteikkoparrun ulottamista kiven yläpuolelle pitää välttää, jotta jäät eivät vaurioittaisi asteikkoa.



Kuva 2-8 Tällaisessa paikassa sillan kannen alla asteikon korkeus on lähes mahdoton vaaita

Ennen asteikkojen ja pohjapaalujen käyttöönottoa niiden korkeus on aina selvitettävä vaaitsemalla. Ohjeet vaaitusten tekemiseen löytyvät luvusta **2.4**. Asteikot ja pohjapaalut on myös nimettävä. Asteikot saavat nimensä näyttämänsä lukemavälin (cm) mukaan (esimerkiksi 0–400 tai 50–200). Pohjapaalut taas nimitään T-kirjaimella ja juoksevilla numerolla (T1, T2, T3 jne.) siten, että kauimpana rannasta oleva pohjapaalu on T1, ja numerot kasvavat järjestyksessä ylöspäin rantaa kuljettaessa. Jos jo käytössä olevien pohjapaalujen väliin joudutaan myöhemmin tekemään uusi pohjapaalu lisäksi, sen nimeen tulee alempana olevan pohjapaalun tunnus ja sen perään kirjain. Esimerkiksi pohjapaalujen T3 ja T4 väliin rakennettava uusi pohjapaalu olisi nimeltään T3b, tai jos uusia pohjapaaluja tehtäisiin kaksi, ne olisivat T3b ja T3c.

2.2.2 Korkeuskiintopisteiden rakentaminen

Jokaisella vedenkorkeusasemalla on oltava sopivalla vaaitusetaisyydellä (2–50 m) vähintään yksi tukevasti paikallaan pysyvä kiintopiste asteikkojen ja pohjapaalujen korkeuden tarkistusvaaituksia varten. Mikäli aseman välittömässä läheisyydessä ei ole käyttökelpoista valtakunnallista korkeuskiintopistettä, asemalle on tehtävä yksi tai useampi paikallinen kiintopiste. Kiintopiste on rakennettava niin tukevalle alustalle, että sen korkeuden voi olettaa pysyvän muuttumattomana vuosien kuluessa.

Paras rakennuspaikka kiintopisteelle on kallio (**Kuva 2-9**). Jos asemalta ei löydy kalliota, voidaan alustana käyttää myös suurta maakiveä tai esimerkiksi betonisiltaa. Tällaiset ovat kuitenkin epävarmempia pohjia, ja tällaisia käyttäessä kiintopisteitä pitää rakentaa vähintään kaksi, joilta molemmilta tarkistusvaaitukset pitää aina tehdä. Näin kiintopisteiden, asteikkojen ja pohjapaalujen liikkuminen huomataan helpommin. Kiintopistettä ei koskaan saa rakentaa asteikon tai pohjapaalun tai toisen kiintopisteen kanssa samaan kiveen tai rakenteeseen, sillä jos näin tehtäisiin, asteikon, pohjapaalun tai kiintopisteen mahdollista liikkumista ei huomattaisi tarkistusvaaituksissa, koska kiintopiste liikkuisi samaan tahtiin. Siltoihin kiintopisteitä ei saa rakentaa ilman ELY-keskuksen L-puolelta saatua lupaa.



Kuva 2-9 Kiintopiste Karviossa

Korkeuskiintopiste on rakenteeltaan kestäväksi ja liikkumattomaksi rakennettu metallinen, päästään pyöristetty pultti (**Kuva 2-9**). Pyöristyksellä varmistetaan se, että vaaitaessa havaitaan aina pisteen korkein kohta. Kiintopisteiden viereen merkitään tunnistetieto (P1, P2 jne.) uurtamalla tai metallilevyllä (**Kuva 2-10**). Kiintopisteet ja tunnistetiedot maalataan punaiseksi niiden löytämisen helpottamiseksi. Myös läheisiin puihin, sillan kaiteisiin tai muihin sopiviin paikkoihin maalataan merkkejä kiintopisteiden löytämiseksi talvella lumen alta.

Ennen kiintopisteiden käyttöönottoa niille on tuotava korkeus tarkkavaaituksella 1.–3. luokan valtakunnalliselta korkeuskiintopisteeltä. Tarkkavaaituksen ohjeet löytyvät luvusta **2.3**.



Kuva 2-10 Maanmittauslaitoksen 3. luokan korkeuskiintopiste

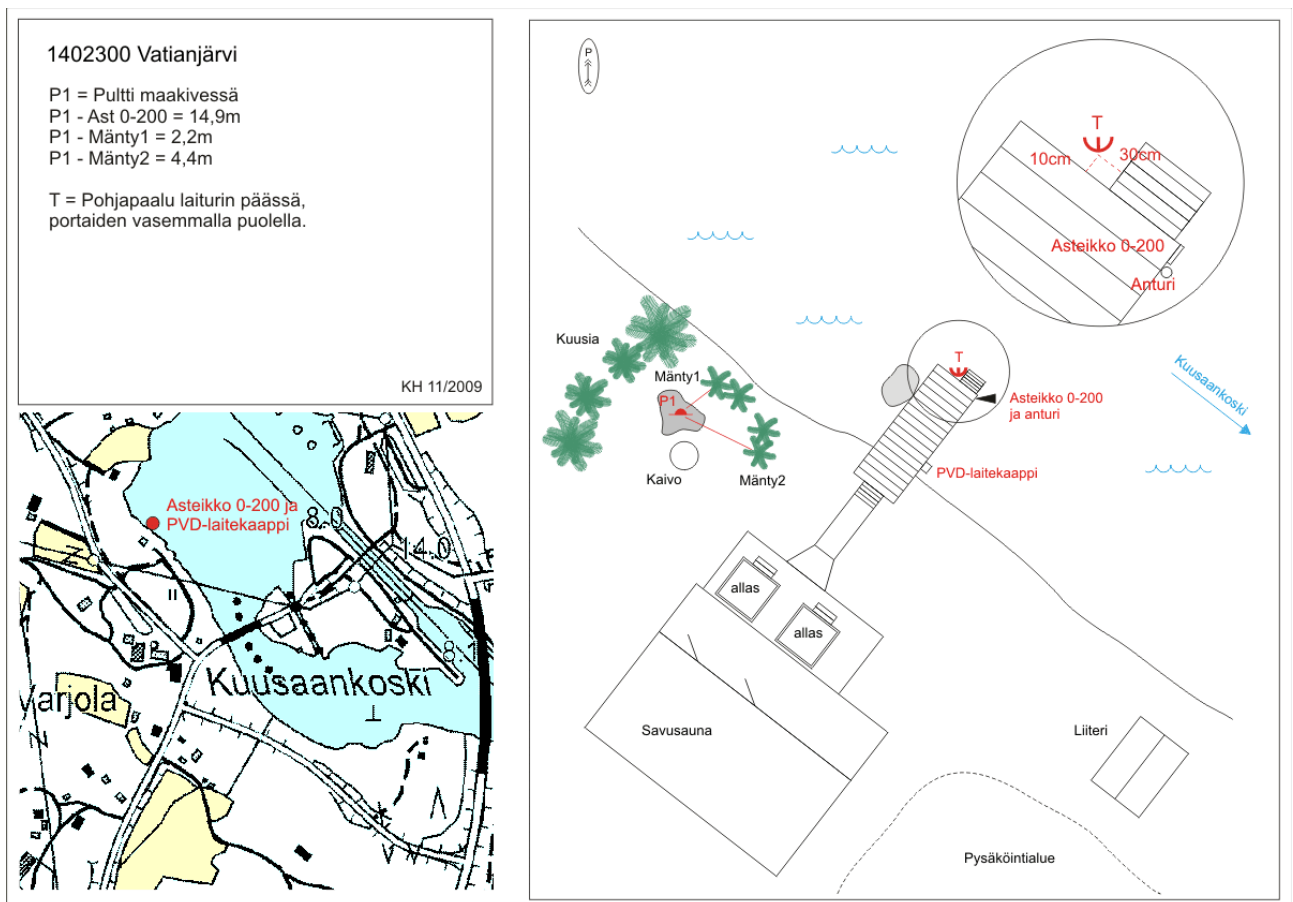
2.2.3 Asemapiirros

Vedenkorkeusaseman rakentamisen yhteydessä tai asemalla tehtyjen muutosten jälkeen asemasta lähiympäristöineen on laadittava asemapiirros eli selkeä kartta, jonka avulla kuka tahansa löytää asemaan kuuluvat kohteet paikan päällä ja pystyy hahmottamaan paikan toimistolla (**Kuva 2-11**). Sopiva mittakaava kartalle on yleensä 1:100–1:500.

Asemapiirroksessa on näyttävä ainakin seuraavat asiat:

- asteikot, pohjapaalut ja muut mittapisteet nimettyinä
- kiintopisteet tunnuksineen
- automaattimittalaitteen osat (vähintään tallennin ja anturi)
- mittauskoppi tai -kaivo, jos asemalta sellainen löytyy
- muut rakenteet (laiturit, portaat ym.)
- tarvittavat maamerkit ja sidemitat pohjapaalujen, kiintopisteiden ym. löytämiseksi
- maanomistajan kanssa sovitut kulkureitit, pysäköintipaikat yms.
- muut aseman käytön ja ylläpitotöiden kannalta merkittävät kohteet

Piirto-ohjelmalla piirretty kartta tallennetaan JPG- tai GIF- tiedostona. Jos piirto-ohjelmia ei ole käytettävissä, kartan voi myös piirtää siististi käsin ja skannata sähköiseen muotoon. Valmis asemapiirros lähetetään Sykeen, jossa se tallennetaan tietokantaan. Tämän jälkeen asemapiirroksen saa avattua Hertan asteikkokortista.



Kuva 2-11 Esimerkki asemapiirroksesta

2.3 Korkeuskiintopisteiden tarkkavaaitus

2.3.1 Tausta ja tavoitteet

Vedenkorkeuden havaintopaikalla tulee olla asteikkojen (AST), pohjapaalujen (T) ja mittapisteiden korkeuden tarkistusta varten omia kiintopisteitä (P). Näiden kiintopisteiden korkeuden määrittämiseksi ja liittämisiksi valtakunnalliseen korkeusjärjestelmään tulee tehdä korkeuden siirto valtakunnalliselta korkeuskiintopisteeltä (KP). Tämä tehdään tarkkavaaituksena. Joissakin tapauksissa P voi jo itsessään olla valtakunnallinen korkeuskiintopiste. Vaaitusten lisäksi tulee havaintoaseman alueella seurata mahdollisia muutoksia korkeusjärjestelmässä. Tämä ilmenee valtakunnallisten korkeuskiintopisteiden korkeusarvojen muutoksina.



Kuva 2-12 Tarkkavaaitusta Ala-Kintauksen vedenkorkeusasemalla

2.3.2 Menettelyt

Vaaitus tehdään kahtena erillisenä jonona $KP > P$ ja $P > KP$. Lähtöpisteen korkeudeksi asetetaan 0,000 m. Jos vaaitaan muita korkeuskiintopisteitä (P_1 , P_2 yms.), voidaan vaaitus tehdä tarkkavaaitusta P :stä jälleen edestakaisena vaaituksena P_1 :lle ja takaisin jne. Kukin korkeusero saadaan aina kahden eri vaaituksen keskiarvona. Vaaitus voidaan tehdä myös jonona tunnetulta korkeuskiintopisteeltä toiselle. Tällöin tulee tehdä jonovaaituksen tasoituslaskenta.

Vaaitusjonon vaihtopisteillä käytetään latta-alustaa eli "kilpikonaa", mikäli tarjolla ei ole korkeudeltaan yksiselitteistä tukevaa kohdetta (esimerkiksi kallion tai tukevasti paikallaan olevan kiven korkein kohta).

2.3.3 Vaatimukset

Kiintopisteet

- Lähtöpisteet 1.–3.-luokan valtakunnallisia korkeuskiintopisteitä (KP).
- Käytössä ajantasaiset pistekortit.
- Mikäli rakennetaan uusi pisteitä
 - sijainti tukevasti kivessä tai kalliossa.
 - käytetään asianmukaisia kiilapultteja.
 - piste maalataan.
 - piste on helposti vaaittavissa.

Kalusto

- Digitaalinen tarkkavaaituskoje (Kuva 2-13), jonka
 - kaukoputken suurennos 30...40-kertainen.
 - kilometrin edestakaisen vaaituksen keskihajonta on alle 0,5 mm.
- Tarkoitusta varten tehty tasauskuplalla varustettu viivakoodi-invar-kiintolatta tai vähintään tukeva taitettava viivakoodi-puulatta (**Kuva 2-14**).

Vaaituskoje tarkistetaan kentällä vähintään kerran vuodessa tarkalla menetelmällä. Havaintoja varten koje pystytetään aluksi lattaparin puoleenväliin ja tämän jälkeen vastaavasti lattaparin ulkopuolelle, lattojen yhdyssuoralle samalle etäisyydelle toisesta latasta kuin 1. kojeasemassa. Vaihtoehtoisesti toinen koje-asema voi olla myös mahdollisimman lähellä toista lattaa. Tähtäysakselin kaltevuusvirhe määritetään havainnoista ja korjataan tarkasti tähtäysetäisyyksien suhteessa.



Kuva 2-13 Esimerkki tarkkavaaituskojeesta



Kuva 2-14 Vasemmalla viivakoodi-invar-kiintolatan käyttöä Kermajärvellä, oikealla taittuva viivakoodi-puulatta Synsiön pohjapaalulla

Vaaitusmenettely

- Yksittäisen tähtäyksen pituus saa olla max 60 m, erityistapauksissa (esimerkiksi välttämätön vesistönylitys) 100 m.
- Vaaitusjonossa eteen- ja taaksepäinhavaintojen etäisyyksien summien erotus saa olla max 20 m.
- Käytetään vaaitusalustaa ja vältetään joustavia alustoja.

Suhteellinen tarkkuus

Erikseen vaaittujen edestakaisten jonojen korkeuserojen erotuksen itseisarvon suhde edestakaisten vaaitusjonojen yhteispituuteen (mm/km) ilmaisee vaaituksen suhteellisen tarkkuuden. Suhteellinen tarkkuus on pieni laaduton suhdeluku, jonka "yksikkö" on ppm (parts per milloin, 1 ppm on 10^{-6}). Suurin sallittu korkeuserojen erotuksen itseisarvon suhde jonojen pituuteen on 10 ppm (= 10 mm, jos jonojen pituus on 1 km). Jos joudutaan käyttämään em. ylipitkiä tähtäyksiä, on suhteellisen tarkkuuden maksimiarvo 20 ppm.

Suhteellinen tarkkuus (r) lasketaan jakamalla jonojen korkeuserojen h_1 ja h_2 (mm) erotuksen itseisarvo $|h_1 - h_2|$ jonojen pituudella L (km):

$$r = \frac{|h_1 - h_2|}{L}$$

Mikäli vaaitaan jonovaaituksena tunnetulta KP:lta toiselle ja vaaittavat P:t ovat jonon vaihtopisteitä, kutsutaan tunnetun korkeuden ja vaaitun korkeuden erotusta sulkuvirheeksi. Sulkuvirhettä vastaava suhteellinen tarkkuus r lasketaan jakamalla korkeussulkuvirhe w_h (mm) vaaitusjonon pituudella L (km):

$$r = \frac{w_h}{L}$$

Jonovaaitus edellyttää sulkuvirheen tasoituslaskentaa myös jonon vaihtopisteille, koska jokin tai jotkin pisteistä ovat asteikkojen korkeuskiintopisteitä. Tasoituslaskennan käyttö tulee käytännössä kyseeseen vain käytettäessä elektronista vaaituskojetta, joka tallettaa myös havaintoetäisyydet ja joiden avulla pystyy ohjelmallisesti tasoituslaskennan tekemään. Käsien tehtävää tasoituslaskentaa ei tässä yhteydessä käsitellä. Siitä löytyy tietoa maanmittausalan oppikirjoista (esimerkiksi Laurila Pasi, 2012, Mittaus ja kartoitustekniikan perusteet, Rovaniemen ammattikorkeakoulun julkaisusarja D nro 3).

2.3.4 Tiedon toimitus

Vaaitustulokset tallennetaan vaaituspöytäkirjaan. Elektronisessa vaaituskojeessa pöytäkirja muodostuu vaaituksen yhteydessä ja siihen lisätään tarvittaessa vaaituksen yhteydessä tai jälkikäteen kohdetta koskevat tiedot sekä vaaituksen perusteella lasketut ppm-arvot ja korkeusarvot kohteille halutussa korkeusjärjestelmässä. Usein vaaitustiedostossa ja siten myös pöytäkirjassa on samalla asteikkojen ja pohjapaalujen tarkistusvaaitusten tulokset sekä mahdollisesti vedenpinnan vaaitustulos ja samassa yhteydessä havaittu vedenkorkeuslukema asteikolta/pohjapaalulta.

2.4 Asteikkojen, pohjapaalujen, korkeuskiintopisteiden ja muiden mittapisteiden tarkistusvaaitus

2.4.1 Tausta ja tavoitteet

Asteikkojen, pohjapaalujen ja muiden mittauskohteiden korkeusasemassa tapahtuu muutoksia. Näiden muutosten seuraamiseksi ja niistä aiheutuvien virheiden korjaamiseksi asteikot, pohjapaalut ja muut mittauskohteet tulee tarkistusvaaita säännöllisesti. 1-luokan vedenkorkeuden havaintoasemilla tarkistusvaaitus tehdään vähintään kolmen vuoden välein ja 2-luokan asemilla vähintään viiden vuoden välein erillisen ohjelman mukaisesti. Tarvittaessa tarkistusvaaituksia tiennetään, jos esimerkiksi epäillään asteikkojen tai kiintopisteiden liikkuneen.

2.4.2 Menettelyt

Asteikon nollakohdan, pohjapaalun pään tai mittapisteen ja vedenkorkeusaseman oman kiintopisteen (P, P1, P2 jne.) välinen korkeusero vaaitaan kahtena erillisenä vaaituksena (AST > P ja P > AST). Vaikka vaaitus olisi tehtävissä yhdeltä kojeasemalta ilman kojeen siirtoa, tulee nämä kaksi vaaitusta tehdä eri kojeasemilta. Mikäli aseman kiintopisteistä jokin on Maanmittauslaitoksen 1.-3. luokan korkeuskiintopiste, riittää että vaaitus tehdään siltä. Muuten vaaitus tehdään kaikilta aseman asteikkokortin mukaan käytössä olevilta kiintopisteiltä.

Kunkin vaaituskohteen osalta lasketaan vaaituksen suhteellinen tarkkuus r jakamalla kahden toisistaan riippumattoman vaaitustuloksen h_1 ja h_2 (mm) erotuksen itseisarvo $|h_1 - h_2|$ jonojen pituudella L (km):

$$r = \frac{|h_1 - h_2|}{L}$$

Suhteellinen tarkkuus on pieni laaduton suhdeluku, jonka "yksikkö" on ppm ("parts per milloin", 1 ppm on 10^{-6}).

Vaaitus- ja tarkastuslomake täytetään seuraavasti:

Merkitään lomakkeelle vaaitusten tulokset eli vaaituskohteen ja kiintopisteen korkeusero kahdesta toisistaan riippumattomasta vaaituksesta, niiden keskiarvotulos ja vaaituksen suhteellinen tarkkuus. Yleensä vaaitustulos on positiivinen luku, koska kiintopiste on lähes aina ylempänä, kuin vaaituskohde.

Kopioidaan asteikkokortilta lomakkeelle vedenkorkeusaseman kantanollapisteen ja P:n välinen korkeusero. Kun P on ylempänä kuin kantanollapiste (kuten lähes poikkeuksetta on), on tämä luku positiivinen.

Lomake laskee edellisten erotuksen (asteikkokortilta otetusta kantanollapisteen ja kiintopisteen välisestä korkeuserosta vähennetään vaaituksella saatu lukema) sarakkeeseen "Korjaus".

Kaikki vaaitustiedot merkitään lomakkeelle metreinä kolmella desimaalilla.

Lisäksi lomakkeelle merkitään vedenkorkeushavainto senttimetreinä kaikista käytettävissä olevista aseteikoista, pohjapaaluista ja mittapisteistä.

Tehdään lomakkeeseen muut vedenkorkeusasemaa koskevat tarkistusmerkinnät.

Asteikkojen ja pohjapaalujen vaaitusten yhteydessä vaaitaan myös kiintopisteen ja vesistön vedenpinnan välinen korkeusero. Samoin vaaitaan mahdollisen mittaускаivon vedenpinnan korkeusero vesistön vedenpintaan. Nämä vaaitukset merkitään lomakkeelle tarkistusvaaitussarakkeisiin. Niitä eivät koske tarkistusvaaitusten laatuvaatimukset eikä esimerkiksi ppm-lukua ole tarpeen määrittää.

2.4.3 Vaatimukset

Kiintopisteet

Asemien kiintopisteille tulee olla tuotu korkeustieto tarkkavaaituksella valtakunnalliselta 1.–3. luokan korkeuskiintopisteeltä, jos piste itsessään ei sellainen ole. Tarkkavaaituksista on erillinen ohje luvussa 2.3.

Vaaitus

- Suhteellisen tarkkuuden suurin sallittu arvo on 50 ppm, poislukein alle 40 m vaaitusjonot, joilla vaaitustulosten erotus saa olla 2 mm.
- Vaaitusjonoissa eteenpäin ja taaksepäin havaintojen etäisyyksien summien erotus saa olla enintään 20 m.

Kalusto

- Yleisvaaituskoje (Kuva 15), jonka
 - kaukoputken suurennos 25...30-kertainen.
 - kilometrin edestakaisen vaaituksen keskihajonta on 1...2 mm.
- Puinen tai alumiininen taittolatta (**Kuva 2-16**).
- Latta-alusta eli "kilpikonna", jota käytetään, mikäli vaihtopisteille ei ole tarjolla korkeudeltaan yksiselitteistä tukevaa kohdetta (esimerkiksi kallion tai tukevasti paikallaan olevan kiven korkein kohta)

Vaaituskojeelle tehdään vähintään kerran vuodessa kenttäkalibrointi kojeen kollimaatioakselin vaakasuunnan tarkistamiseksi. Menetelmä on kuvattu kappaleessa **2.3.3**.



Kuva 2-15 Vaaitusta yleisvaaituskojeella Vekkoskella



Kuva 2-16 Vaaituskoje ja puinen taittolatta Haukiputaalla

2.4.4 Tiedon toimitus

Tiedot ja tulokset tarkistusvaaituksesta ja aseman tarkastuksessa tehdyistä huomioista ja korjauksista toimitetaan vaaitus- ja tarkastuslomakkeella Syken sähköiseen työtilaan. Vaaituspöytäkirjaa ei tarkistusvaaituksesta tarvitse toimittaa, mutta se tulee säilyttää mahdollisten jälkiselvitysten varalle.

2.5 Vedenkorkeuden mittaaminen

2.5.1 Manuaalimittaukset

Vedenkorkeuden mittaukset on nykyisin automatisoitu, mutta silti jokaisella vedenkorkeusasemalla tehdään myös manuaalimittauksia. Automaattiasemilla manuaaliset tarkistusmittaukset ovat välttämättömiä, jotta mittalaitteen toimintaa ja toimivuutta voidaan seurata vertaamalla sen antamia arvoja asteikolta, pohjapaalulta tai mittapisteltä luettuihin vedenkorkeuksiin. Asemilla, joilla on käytössä limnigrafi, tarkistusmittauksia tarvitaan myös, jotta limnigrafikäyrän alku- ja loppupää saadaan asetettua oikeaan korkeuteen.

Manuaaliset vedenkorkeusmittaukset tehdään havaintoasemalla jostakin liikkumattomasta pisteestä, yleensä vedenkorkeusasteikon tai pohjapaalun nollakohdasta ylöspäin. Asteikolla tarkoitetaan liikkumattomaan perustaan kiinnitettyä mittalevyä tai useamman allekkain kiinnitetyn levyn yhdistelmää (**Kuva 2-3**, **Kuva 2-5** ja **Kuva 2-17**). Asteikkolevyt ovat metrin mittaisia, ja niiden yläpäähän on kiinnitetty numerokilpi, joka ilmoittaa, miten monta metriä levyn yläpää on asteikon nollakohdan yläpuolella. Asteikkolevyissä on yleensä kahden sentin hammastus, ja täydet kymmenet sentit on merkitty asteikkoon numeroin.

Asteikkoa lukiessa tarkistetaan ensin asteikkolevyn yläpään numerokilvestä, millä metriluvulla vedenkorkeus on. Seuraavaksi katsotaan vedenkorkeuslukema senttimetrin tarkkuudella. Esimerkiksi kuvassa **Kuva 2-17** Pihlajaveden asteikosta on näkyvissä vain yläpään lukeman kertova metrimerkki 2 eli 200 cm, ja vedenpinta on viiden desimetrin lukeman alapuolella kahden täyden hampaan eli 4 cm:n verran. Vedenkorkeuslukema on siis 146 cm.



Kuva 2-17 Pihlajaveden asteikko 0–200 Savonlinnassa

Pohjapaalulla tarkoitetaan järven tai joen pohjaan pystysuoraan juntattua terästankoa tai kallioon tai kiiven kiinnitettyä terästappia. Vedenpinnan korkeus mitataan pohjapaalun yläpäästä ylöspäin tätä tarkoitusta varten valmistetulla suppilomitalla. Suppilomitta (**Kuva 2-18**) on sauva, jonka kyljessä on mitta-asteikko senttimetrin tarkkuudella ja jonka alapäässä on messinkisuppilo ohjaamaan mitta pohjapaalun päälle. Vedenkorkeutta mitattaessa suppilomitta asetetaan pystysuoraan pohjapaalun päälle, ja vedenpinnan korkeus luetaan suppilomitan kyljestä senttimetrin tarkkuudella (**Kuva 2-19**).



Kuva 2-18 Suppilomitta Keyrityllä



**Kuva 2-19 Pohjapaalua lukemassa
Vantaanjoella Myllymäessä**

Joillakin vedenkorkeusasemilla vedenkorkeuden mittaamiseksi on tehty asteikon ja/tai pohjapaalujen lisäksi erilaisia mittapisteitä. Mittapiste voi olla esimerkiksi liikkumattoman betonisillan tai mittauskaivon reunaan tehty merkki, naulanpää tukevassa puuparrussa tms. Mittapisteet on yleensä tehty varamittauspaikoiksi hankalia jää- tai muita olosuhteita ajatellen. Esimerkiksi joen avoimen keskiosan yläpuolelta siltaalta vedenkorkeus on turvallisempaa mitata silloin, kun jää on niin heikkoa, ettei se kestä pohjapaaluille kulkijaa. Tällaisilta mittapisteiltä vedenkorkeus mitataan yleensä alaspäin mittanauhalla. Mitataan siis senttimetrin tarkkuudella vedenpinnan ja mittapisteen etäisyys. Mittaustulos on negatiivinen, koska

mittaus tehdään alaspäin eli vedenpinta on mittapistettä alempana. Jos vedenpinta on esimerkiksi 255 cm tietyn mittapisteen alapuolella, mittaustulos tältä pisteeltä on -255 cm.

Jos vesi aaltoilee vedenkorkeusmittausta tehtäessä, merkitään mittaustulokseksi se asteikon, pohjapaalun tai mittapisteen lukema, jonka arvioidaan vastaavan vedenpinnan keskimääräistä korkeutta mittaustilanteessa. Lisäksi havainnon yhteyteen kirjoitetaan huomautus heikosta tai kovasta aaltoilusta kertomaan havainnon tavallista suuremmasta epävarmuudesta. Heikossa aaltoilussa aallonkorkeus on noin 2–10 cm, kovassa aaltoilussa yli 10 cm. Keskimääräinen vedenkorkeus voidaan arvioida aallokossa lukemalla se korkeus, jonka aallonharja tavoittaa, sekä se korkeus, joka paljastuu aallonpohjasta. Mittaustulos on näiden lukemien keskiarvo.

Talviolosuhteissa vedenkorkeusasemalla tarvitaan vedenkorkeuden mittaamiseksi usein lapiota, tuuraa ja kairaa. Jotta asteikolta pääsee lukemaan vedenkorkeuden, on lumet lapioitava pois ja jää hakattava tuuralla rikki asteikon vierestä. Joskus jää on kerroksista ja sen välissä voi olla vesikerroksia. Onkin aina varmistettava, että koko jää on saatu puhkaistua ja että asteikolta luetaan järven tai joen vedenpinnan eikä jään välissä olevan vesikerroksen pinnan korkeutta. Talvisin vedenkorkeus on monesti helpompi mitata pohjapaalulta kuin asteikolta, sillä kallio tai betonipilari, johon asteikko on kiinnitetty, jäätää asteikon viereen tehdyn avannon umpeen nopeasti ja syvältä ja sen auki hakkaaminen on työlästä. Pohjapaalun yläpuolelle sen sijaan on helppo kairata suppilomitan mentävä reikä, jos pohjapaalun sijainti on merkitty hyvin. Niin asteikon viereen kuin pohjapaalun yläpuolelle tehtyä avantoa voi talvella yrittää pitää avoimena tai helpommin avattavana peittämällä se aina mittauksen jälkeen huolellisesti jollakin eristävällä suojakannella, esimerkiksi styrox-levyllä, heinäsäkillä tai lumella.

Kun vedenkorkeutta mitataan havaintoasemalla, vedenpinta on useimmiten sellaisella korkeudella, että korkeus saadaan luettua vain yhdeltä mittaushaavasta eli asteikolta, pohjapaalulta tai mittapisteltä. Kuitenkin aina kun se vain on mahdollista, vedenkorkeus on luettava useammalta kuin yhdeltä mittaushaavasta. Näin päästään tarkistamaan, että asteikot, pohjapaalut ja mittapistet eivät ole liikkuneet ja ne antavat keskenään saman vedenkorkeuden, kun otetaan huomioon niiden asteikkokorjaukset, jotka kerrotaan asteikkokortissa.

Vedenkorkeusaseman mittaushaavat eli asteikot, pohjapaalut ja mittapistet ovat keskenään eri korkeuksilla ja antavat samallakin vedenkorkeudella käytettyinä keskenään erilaisia lukemia. Tämän vuoksi niille on laskettu korkeustiedoista asteikkokorjaukset, jotka löytyvät Hertasta asteikkokortin alaosaan otsikon *Tarkistusvaaitusten korjaukset* alta. Kun aseman eri mittaushaavilta luettuihin vedenkorkeuksiin lisätään asteikkokortista löytyvät asteikkokorjaukset, saadaan keskenään vertailukelpoiset vedenkorkeuslukemat. Näiden korjattujen lukemien pitäisi olla yhtä suuret, jos mittaus on tehty samaan aikaan useammalta kuin yhdeltä mittaushaavasta. Jos lukemat eroavat toisistaan, voidaan olettaa jonkin mittaushaavan liikkuneen. Tällöin asteikkojen, pohjapaalujen ja mittapisteen korkeudet on tarkistusvaaittava pikimmiten.

2.5.2 Mittausten ajankohdat ja tietojen toimitus

Vedenkorkeusmittausten ajankohdat riippuvat mittaukseen käytettävästä laitteistosta. Uusiin automaattimittalaitteisiin asetetaan yleensä mittaussväliksi 1 min, tallennussväliksi 15 min ja lähetysväliksi 1 h. Tämä tarkoittaa, että laite mittaa vedenkorkeuden minuutin välein ja tallentaa edeltävien 15 minuutin vedenkorkeuksien keskiarvon 15 minuutin välein. Tunnin välein laite lähettää edeltävän tunnin aikana tallennetut arvot Syken tietokantaan. Vanhemmilla laitteilla mittaus-, tallennus- ja lähetysvälit voivat olla pidempiä, esimerkiksi mittaus- ja tallennusväli 1 h ja lähetysväli 24 h.

Manuaaliset tarkistusmittaukset asteikoilta, pohjapaaluilta tai mittapisteiltä tehdään vedenkorkeusasemilla tasaisin aikavälein. Ylläpitoluokan 1 asemalla manuaaliset tarkistusmittaukset tehdään vähintään 6 kertaa vuodessa, jos asemalla on enemmän kuin yksi mittalaite. Tällaisilla asemilla pyritään toimintavarmuuden parantamiseksi ja mittauskaivon ongelmatilanteiden havaitsemiseksi myös siihen, että mittalaitteiden anturit ovat eri paikoissa. Jos toinen on mittauskaivossa, toinen pyritään asentamaan suoraan vesistöön. Kaikki ylläpitoluokan 1 asemat pyritään lähivuosina kahdentamaan, eli asemille asennetaan vähintään kaksi mittalaitetta. Kahdennukseen asti manuaaliset tarkistusmittaukset tehdään vähintään 10 kertaa vuodessa. Ylläpitoluokan 2 asemalla tarkistusmittauksia tehdään vähintään neljä kertaa vuodessa.

Manuaalisten tarkistusmittausten tulokset lähetetään mahdollisimman pian mittausten jälkeen Syken tietokantaan nettilomakkeella tai tallennetaan HYD-valikkoon Reaaliaikaisten asemien ylläpito -ohjelman Tarkistusmittaukset-osioon. Lomakkeella ilmoitetaan vedenkorkeuslukema, mittauskohde, päivämäärä, kellonaika sekä talvikaudella jäätilanne mittauspaikan näköpiiristä. Lisäksi lomakkeella on hyvä kertoa mittaustulokseen vaikuttavista olosuhteista, esimerkiksi kovasta tuulesta ja aallokosta.

Joillakin asemilla on vielä käytössä limnigrafi vara- ja kahdennuslaitteena. Limnigrafi eli mekaaninen vedenkorkeuspiirturi pyörii jatkuvasti ja sen kynä piirtää yhtenäistä käyrää vedenpinnan korkeuden vaihtelusta kaivossa. Limnigrafian paperi vaihdetaan ja vedenkorkeus luetaan asteikolta, pohjapaalulta tai mittapisteeltä neljän viikon välein. Paperin vaihdon jälkeen limnigrafista poistettu paperi asteikkolukema-, päivämäärä- ja kellonaikamerkintöineen postitetaan viipymättä Sykeen.

Varsinaisten mittauspäivien lisäksi vedenkorkeus mitataan asteikolta, pohjapaalulta ja/tai mittapisteeltä kaikentyyppisillä vedenkorkeusasemilla aina huolto-, vaaitus- ja muiden käyntien yhteydessä. Näin saadaan vertailutietoa mittalaitteen toiminnan seuraamiseksi. Mittauksen tiedot lähetetään nettilomakkeella tai tallennetaan HYD-valikkoon. Limnigrafiasemilla mittaustulos, päivämäärä ja kellonaika merkitään myös limnigrafipaperiin.

2.6 Mittauskaivo ja yhdysputki

Suurella osalla pitkään käytössä olleista vedenkorkeusasemista on alun perin limnigrafia varten rakennettu mittauskaivo. Limnigrafit ovat poistumassa käytöstä, mutta mittauskaivot ovat edelleen tarpeen, sillä monen nykyisen automaattisen mittalaitteen anturi on asennettu järven tai joen sijaan mittauskaivoon. Jotta mittalaitteen mittaamat ja limnigrafian piirtämät vedenkorkeusvaihtelut vastaavat järven tai joen vedenkorkeusvaihteluita, kaivon ja vesistön vedenpintojen on pysyttävä jatkuvasti samalla tasolla ja niitä yhdistävän yhdysputken avoimena (**Kuva 2-20**).

Mittauskaivolla varustettujen vedenkorkeusasemien ylläpito- ja huoltotöissä yksi tärkeimmistä tehtävistä on varmistaa vähintään vuosittain vaaitsemalla, että kaivon ja järven tai joen vedenpinta on yhtä korkealla. Kaivon ja vesistön vedenpintojen yhteneväisyyden tarkkailua tehdään myös jatkuvammin vertailemalla asteikkojen ja pohjapaalujen lukemia kaivossa olevan anturin lukemiin, mutta mittausepä tarkkuuksien takia pieniä korkeuseroja ei näissä vertailuissa välttämättä havaita. Jos kaivon ja vesistön vedenpintojen korkeuksissa huomataan eroa, syynä on useimmiten yhdysputken tukkeutuminen, joka voi johtua esimerkiksi seuraavista asioista:

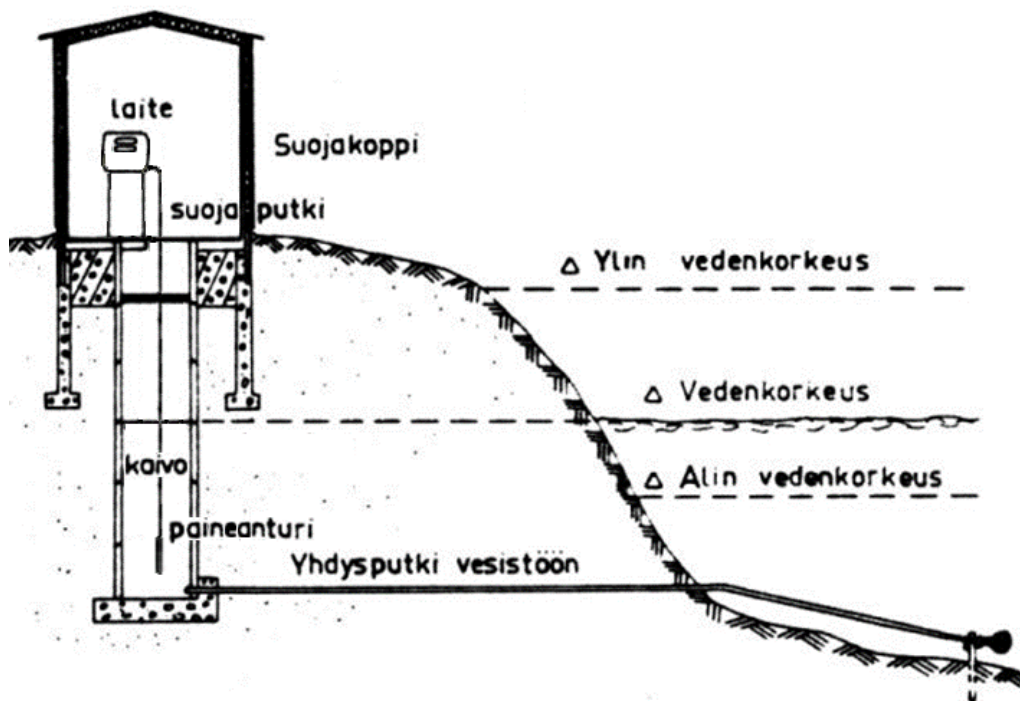
- putken suulle on karttunut roskia, savea, mutaa, hiekkaa tms.
- putki on ruostunut tai jäänyt umpeen

- putkeen on päässyt ilmaa, joka estää veden normaalin liikkumisen.

Jos kaivon ja vesistön vedenpinnat eivät ole samalla tasolla ja yhdysputken epäillään olevan tukossa, kaivoon on pumpattava vettä, kunnes yhdysputki avautuu. Joissakin tapauksissa myös putken rassaaminen auki saattaa onnistua.

Jos kaivon vedenpinta on vesistöä korkeammalla, syynä voi joskus olla se, että kaivoon pääsee liikaa pohja- tai pintavettä. Ongelman poistaminen vaatisi usein suuritöistä kaivon kunnostamista, ja jos tällaisia tapauksia nykyään esiintyy, ratkaisuna on yleensä mittalaitteen anturin asentaminen suoraan vesistöön ja kaivon poistaminen käytöstä.

Talvisin on pidettävä huolta, ettei kaivon vedenpinta pääse jäätymään eikä limnigrafin uimurin vaijeri huuру kaivon välikannen reikiin kiinni. Lämmitetyissä mittauskopeissa jäätyminen ei yleensä ole ongelma, mutta koska modernit automaattimittarit eivät vaadi kopin sähköistystä, siitä on monessa paikassa luovuttu ja lämmitys siten lopetettu.



Kuva 2-20 Mittauskaivon toimintaperiaate. Jotta mittalaite mittaa vedenkorkeusvaihtelut oikein, kaivon ja vesistön vedenpinnan on pysyttävä samalla korkeudella.

2.7 Limnigrafin käyttö ja huolto

Limnigrafeja eli mekaanisia vedenkorkeuspiirtureita on käytössä varajärjestelminä automaattisten mittalaitteiden rinnalla. Uusia limnigrafeja ei enää asenneta, eikä vanhoille limnigrafeille enää tehdä suurempia korjauksia, vaan jos ne menevät rikki, ne poistetaan käytöstä. Ehjät ja hyvin toimivat limnigrafit halutaan kuitenkin joillakin asemilla pitää käytössä ja niille tehdään normaaleja huoltotoimenpiteitä, koska niistä on hyötyä havaintojen laadunvarmennuksessa ja niiden avulla voidaan täydentää automaattimittarin toimintahäiriöistä johtuvia havaintoaikasarjojen aukkoja.

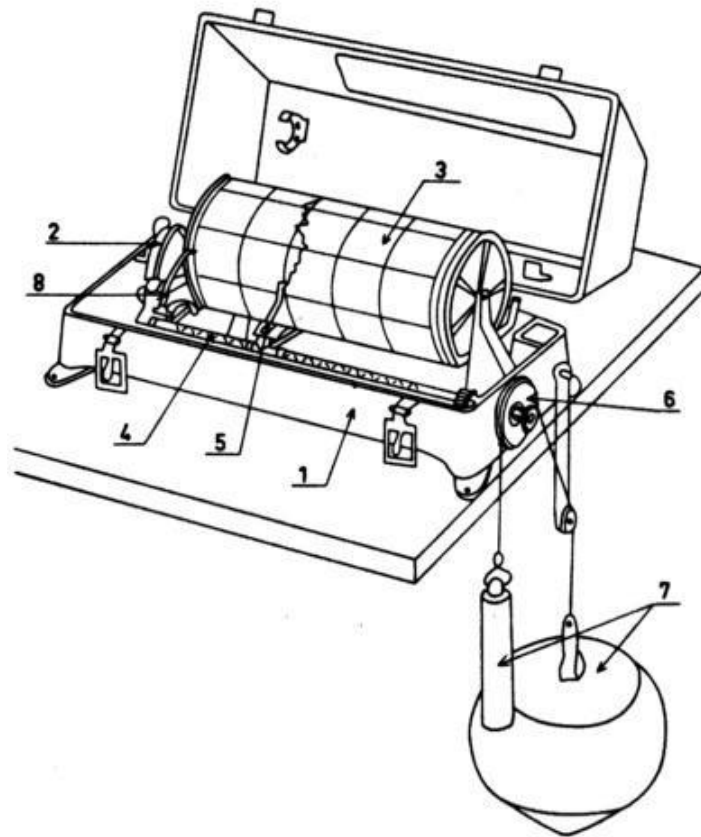
Limnigrafin toiminta perustuu putkella vesistöön yhdistetyssä mittakaivossa kelluvaan uimuriin, joka liikkuu vedenpinnan korkeuden muutosten mukana. Samalla uimuri liikuttaa limnigrafin kynää, joka piirtää liikkeiden mukaista vedenkorkeuskäyrää.

2.7.1 Limnigrafin tarkistus ja paperin vaihto

Limnigrafin kello pyörittää kojeen rumpua ja paperia (**Kuva 2-21**) neljän viikon ajan. Jaksojen välissä paperi on vaihdettava. Paperin vaihdon yhteydessä vedenkorkeus luetaan aina vähintään yhdeltä asteikolta, pohjapaalulta tai mittapisteeltä ja lukema merkitään vanhan paperin alalaitaan ja uuden paperin ylälaitaan. Vedenkorkeuslukeman lisäksi merkitään, mihin aikaan vedenkorkeus on luettu ja paperi vaihdettu sekä mitä asteikkoa, pohjapaalua ja/tai mittapistettä on käytetty. Vedenkorkeus on luettava asteikolta, pohjapaalulta tai mittapisteeltä myös paperin vaihtojen välillä, jos asemalla käydään muista syistä, ja lukema merkitään limnigrafipaperille heti mittauksen jälkeen. Limnigrafikäyrään piirretään pieni poikki-viiva erillisellä kynällä tai liikuttamalla piirturin kynää hieman edestakaisin, ja viivan viereen merkitään mitattu arvo ja asteikon tai pohjapaalun tunnus sekä päivämäärä ja kellonaika. Vedenkorkeuslukemat ovat erittäin tärkeitä, sillä niitä käytetään automaattisen mittalaitteen arvojen oikeellisuuden tarkistamiseen ja niiden avulla limnigrafikäyrä asetetaan sitä luettaessa oikeaan korkeustasoon.

Uusi piirtopaperi asetetaan limnigrafin rummun päälle siten, että paperin alalaita tukeutuu rummun vasempaan reunaan ja paperin loppupää tulee alkupään päälle. Rummun akselissa on toisessa päässä reikä ja toisessa laakeroitu tappi. Rumpu pannaan paikoilleen työntämällä rummun akselissa oleva reikä kellossa olevaan laakeritappiin ja asettamalla rummun toisessa päässä oleva laakeri kojeessa olevaan laakeripukkiin. Rummun ja paperin irrottaminen tapahtuu päinvastaisessa järjestyksessä.

Paperin vaihdon yhteydessä on varmistettava, että limnigrafi piirtää oikein. Tämä tehdään nostamalla varovasti uimurin varresta tai vaijerista ja tarkistamalla, että kynä liikkuu samalla noususuuntaan eli oikealle. Veden noustessa kynän pitää liikkua vasemmalta oikealle, jotta piirtyy nouseva käyrä, ja laskiessa päinvastoin. Jos kynä käy kynäkaran jommassakummassa päässä, piirron suunta muuttuu ja limnigrafi alkaa piirtää peilikuva vedenpinnan liikkeistä. Tämä on tarkoituksenmukaista silloin, kun vedenkorkeusvaihtelut ovat niin suuria, ettei piirtojälki mahtuisi piirtopaperille. Piirtosuunnan muuttuessa kynä siirtyy kiertokaran toiselle, ristikkäisessä asemassa olevalle uralle. Piirtosuunnan tarpeeton muutos voidaan välttää siirtämällä kynä tarpeeksi ajoissa keskelle karaa. Kynä poistetaan telineestään siirtämisen ajaksi. Kynän siirtäminen tapahtuu kiertämällä **Kuva 2-22** osoittamaa pyörää B. Pyörä B kiertyy varsin kankeasti, mutta on kuitenkin pyöritettävissä sormivoimin.



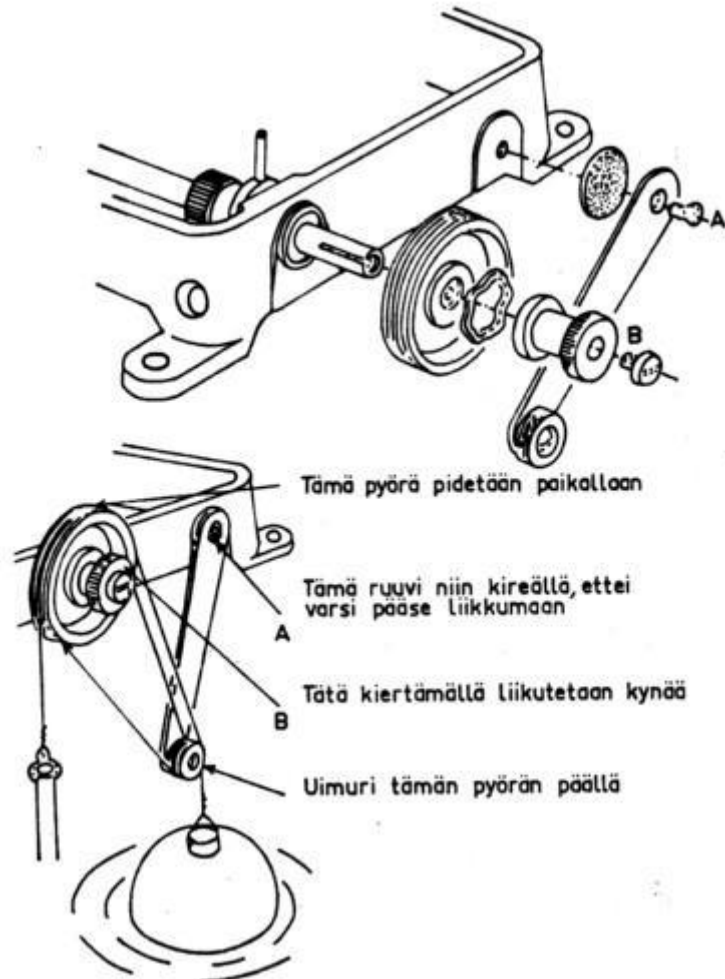
Kuva 2-21 Kojen A.Ott X ja sen osat: 1 kokeen kappi; 2 kello, joka pyörittää rumpua; 3 rumpu, jonka ympärille paperi kiinnitetään; 4 kierrekara, jonka kiertet liikuttavat piirintä ja siihen kiinnitettävää kynää; 5 piirrin, jonka kynän mustekärki piirtää vedenkorkeuskäyrää; 6 uimurin kehrä, jonka koko määrää vedenkorkeuskäyrän piirtosuhteen; 7 uimuri ja sen vastapaino

Kun paperi on vaihdettu tai asemalla käydään muista syistä, on varmistettava, että limnigrafien kynässä on mustetta ja kello käy. Jos muste on loppu, kynä on vaihdettava. Jos kello ei käy, sitä kopautetaan kevyesti. Jos tämä ei auta, varmistetaan, että kellon pattereissa on jännitettä tai että kello on vedetty. Pääosin kellot ovat nykyään pattereilla toimivia ja riittää, että patterit vaihdetaan vuoden välein. Joillakin asemilla voi kuitenkin olla vielä käytössä vanhoja vedettäviä kelloja, ja näillä asemilla kello on muistettava vetää jokaisen paperin vaihdon yhteydessä.

Kellon pysähtymiseen saattaa varsinkin talvella syynä olla kosteus ja pakkanen. Jos näin on, kello on hyvä viedä huoneenlämpöön sulamaan ja kuivumaan. Kello irrotetaan kiertämällä auki sen telineessä oleva ruuvi, poistamalla ruuvien alla oleva pidätyslevy ja nostamalla kello telineestä. Jos kello ei kuivuttuaankaan käy tai kosteus ja jäätyminen eivät voi olla pysähtymisen syynä ja patterien vaihto ei auta, on mietittävä yhteistyössä Syken kanssa, korjataanko tai vaihdetaanko kello vai poistetaanko limnigrafi käytöstä.

Paperia vaihdettaessa ja muutenkin asemalla käytäessä on tarkistettava, että uimuri kelluu kaivon vedenpinnalla vaakasuorassa asennossa ja ui niin syvällä, että uimurin suurin poikkileikkausala leikkaa vedenpinnan (**Kuva 2-22**). Samalla on varmistettava, että uimurin vaijeri on ehjä ja se pääsee liikkumaan vapaasti kaivon kannen rei'issä. Vaijeria käsiteltäessä on varottava tekemästä siihen taitteita, joita muodostuu varsin helposti. Vaijeri ei saa koskettaa muuhun kuin sille kuuluvien pyörien uriin. Kuva 2-22 on esitetty vaijerin oikea asetus uimuriin ja vastapainoon nähden. Kuvan avulla vaijerin voi asentaa paikoilleen, jos

sen on joutunut irrottamaan esimerkiksi uimurin tai vastapainon nostamiseksi kaivosta. Kuvassa (**Kuva 2-22**) näkyvän ruuvin A on oltava niin tiukalla, ettei ohjausrullan varsi pääse liikkumaan. Vartta ei koskaan saa kääntää toiseen asentoon ennen kuin ruuvi on löysätty, sillä varren kääntäminen väkisin rikkoo varren ja rungon välissä olevan hiekkapaperin eikä varsi enää pysy paikallaan.

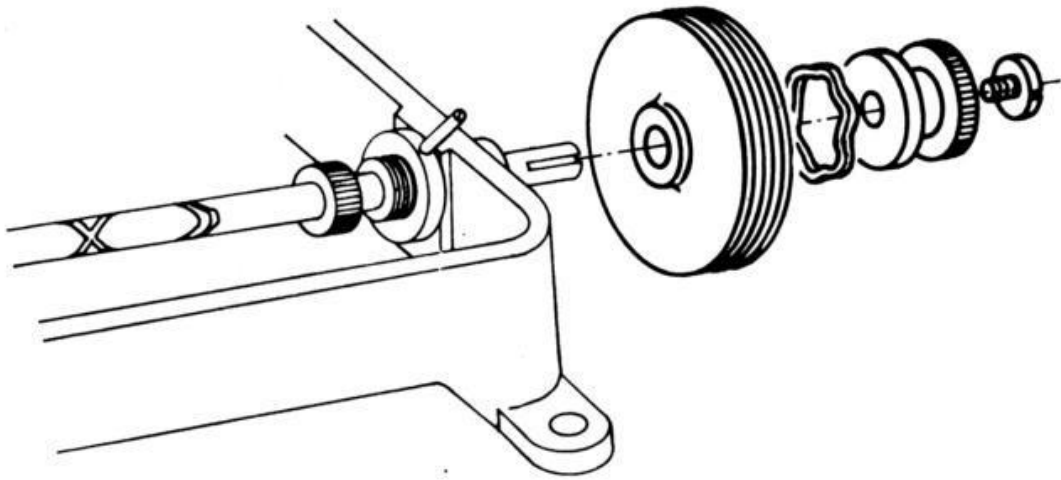


Kuva 2-22 Piirtävän vedenkorkeusmittarin uimurin, vastapainon ja vaijerin asetus sekä urapyörien asema ja kynän siirtäminen

2.7.2 Väliytssuhde ja sen muuttaminen

Limnigrafian väliytssuhde määrää piirtyvän vedenkorkeuskäyrän mittakaavan. Se voi olla 1:5 tai 1:10, ja molempia on yleisesti käytössä. Kun väliytssuhde on 1:5, yhden senttimetrin nousu tai lasku limnigrafian piirtämällä käyrällä vastaa vedenpinnan nousua tai laskua viidellä senttimetrillä. Vastaavasti väliytssuhdella 1:10 yhden senttimetrin muutos käyrällä vastaa 10 cm:n muutosta vedenkorkeudessa. Mittauspaikoilla, joilla vedenkorkeuden vaihtelut voivat olla suuria ja nopeita (erityisesti jokivesistöissä), on käytettävä väliytssuhdetta 1:10, jotta vedenkorkeusmuutokset mahtuisivat piirtymään limnigrafipaperille mahdollisimman hyvin. Hitaampien ja pienempien muutosten havaintopaikoilla (esim. suurilla järvillä) väliytssuhde 1:5 on parempi, koska käyrän lukeminen on silloin helpompaa ja tarkempaa.

Tarvittaessa limnigrafian väliytssuhdetta voidaan vaihtaa. Vaihtaminen tapahtuu vaihtamalla uimurin kehrä kuvan **Kuva 2-23** osoittamalla tavalla.



Kuva 2-23 Limnigrafin välityssuhteen muuttaminen

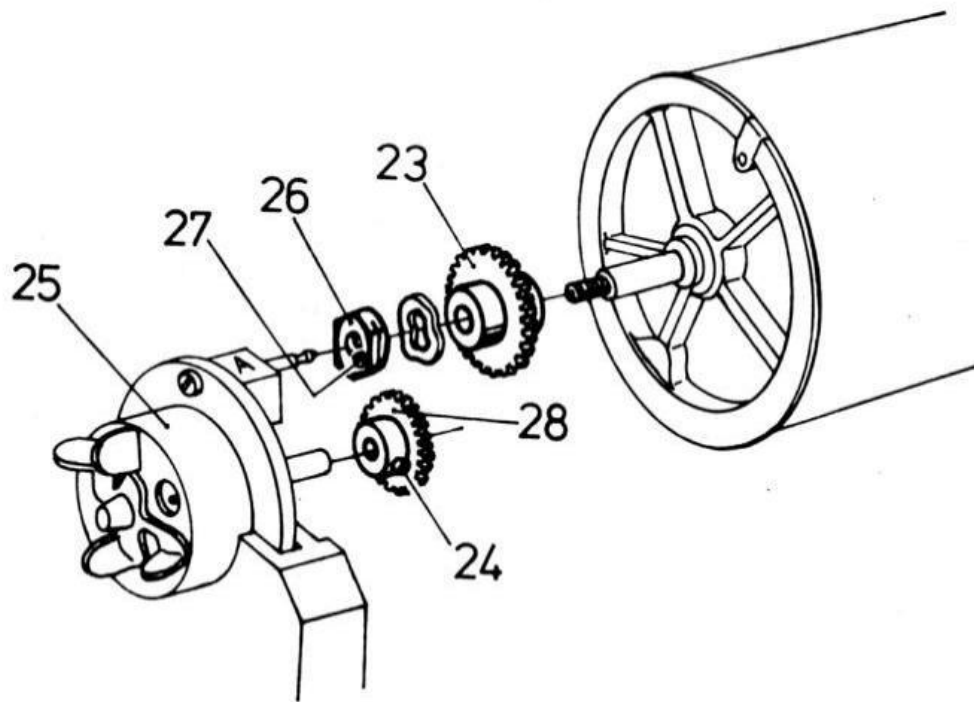
2.7.3 Rummun kiertoajan muuttaminen

Limnigrafin kiertoaika voi olla yksi, kaksi tai neljä viikkoa. Nykyisin käytetään eniten neljän viikon kiertoaika. Kun kiertoaikaa halutaan muuttaa, halutun kiertoajan mukaan vaihdetaan joko **Kuva 2-24** merkitys hammaspyörät 23 ja 24, vain kellolaite 25 tai kellolaite ja molemmat hammaspyörät. Halutun kiertoajan hammaspyörät tunnistaa niihin merkityistä numeroista: yhden viikon hammaspyörissä on numero 192, kahden viikon hammaspyörissä numero 384 ja neljän viikon hammaspyörissä numero 768.

Hammaspyörän 23 vaihtamiseksi

- kierrä auki varmistusruuvi 27
- ruuvaa irti vastamutteri 26
- vaihda hammaspyörä
- kierrä vastamutteri 26 vain niin tiukasti kiinni, että rumpu liikkuu helposti hammaspyörän 23 suhteen (liukukytin), sillä muutoin voi kellolaite vaurioitua
- kierrä varmistusruuvi 27 jälleen kiinni.

Hammaspyörä 24 irrotetaan kiertämällä ruuvi 28 auki.



Kuva 2-24 Limnigrafin kiertoajan muuttaminen

Viitteet

Laurila Pasi, 2012, Mittaus ja kartoitustekniikan perusteet, Rovaniemen ammattikorkeakoulun julkaisusarja D nro 3

Liitteet / Aineistot

Vedenkorkeusaseman vaaitus- ja tarkastuslomake

Liite 1. Esimerkki elektronisen tarkkavaaituskojeen vaaituspöytäkirjasta.

3. Virtaama

Virtaamalla tarkoitetaan tietyn poikkileikkauksen läpi aikayksikössä kulkevaa vesitilavuutta. Hydrologiassa seurannassa yksikkönä on useimmiten m^3/s , mutta pienissä puroissa voi olla järkevämpää käyttää yksikköä l/s . Ympäristöhallinnon virtaama-asemilla on valtaosilla käytössä ns. purkautumiskäyrä, jolla virtaama käännetään jatkuvasti mitattavasta vedenkorkeudesta. Purkautumiskäyrä kuvaa virtaaman ja vedenkorkeuden suhdetta havaintopaikalla. Virtaamamittauksia tehdään pääasiassa purkautumiskäyrien ylläpitoon ja talvivirtaamien jääpadoituksen korjaamiseen.

3.1 Virtaaman mittaaminen

Tavoitteena on, että virtaaman mittauksessa noudatetaan aina kansainvälisiä standardeja ja hyvää käytäntöä. Kun tavoitteena on virtaaman seuranta kohteessa, jossa käytössä on purkautumiskäyrä, noudatetaan vedenkorkeusaseman ylläpidossa aina tässä käsikirjassa annettuja ohjeita. Turvallisuuskohdat on aina huomioitava mittauksissa. Virtaamamittauksiin liittyvistä turvallisuusasioissa seurataan Työsuojelu vesi- ja ympäristönäytteenotossa ja hydrologisissa mittauksissa -oppaan (YM, 2006) ohjeistusta.

Kun tavoitteena on tehdä mittauksia, joiden perusteella joko tarkistetaan tai määritetään purkautumiskäyrää, vedenkorkeus luetaan asteikosta ja/tai pohjapaalusta ennen mittausta ja mittauksen jälkeen. Nämä vedenkorkeuslukemat on kirjattava kellonaikoihin selkeästi mittauspöytäkirjaan. Näin mahdolliset vedenkorkeuden muutokset mittauspaikalla mittauksen aikana tulevat dokumentoitua. Jos vedenkorkeuden puolesta on mahdollista, vedenkorkeushavainto luetaan aina useammasta kuin yhdestä asteikosta tai pohjapaalusta. Lukemalla vedenkorkeus vähintään kahdelta asteikolta varmistetaan, että vaikka yksi asteikoista olisikin liikkunut, saadaan todellinen vedenkorkeus selville ja virtaamamittauksen tulos oikealle tasolle purkautumiskäyrään.

Mittauksessa on aina pyrittävä minimoimaan mittaukseen epävarmuutta tuovat seikat. Siten käytetyn menetelmän valinnassa on huomioitava aina paikalliset olosuhteet ja mittaus on suoritettava oikeanlaisella välineistöllä. Mittausmenetelminä ympäristöhallinnon asemilla hyväksytään tässä käsikirjassa mainitut menetelmät. Muiden mittausmenetelmien käyttö hyväksytään tapauskohtaisesti.

Virtaaman mittauspaikka on dokumentoitava valokuvaamalla ja kuvat sekä mittauspöytäkirja on toimitettava Sykeen tulosten toimituksen yhteydessä. Mittauspöytäkirjaan on kirjattava mittauspaikan koordinaatit, mittauksen aloitusaika, havaitut vedenkorkeudet, mittauspoikkileikkauksen leveys (laserilla tai mittanauhalla mitattuna) ja mittausajankohdan ympäristöolosuhteet (tuuli, sade, jää, mittauspoikkileikkauksen kasvillisuus). ADCP- ja FlowTracker-mittausten yhteydessä pintaveden lämpötila on mitattava aina erillisellä lämpötila-anturilla ja tulos on ilmoitettava mittauspöytäkirjassa. ADCP-mittauksista ilmoitetaan myös laitteen syvyys vedenpinnasta ja peittoetäisyys.

3.2 Mittauspaikan valinta

Sopivan virtaamamittauspaikan valinta on keskeistä onnistuneen mittauksen kannalta. Hyvällä paikalla mittauksen mahdolliset epävarmuudet ovat pienempiä. Hyvän paikan etsimisen voi aloittaa jo ennen maastoon menoa tutustumalla maastokarttoihin, ilmakuviin tai mahdollisen mittausaseman asemapiirroksiin. Lopullinen valinta tulee kuitenkin tehdä vasta paikan päällä, koska vasta silloin kaikki mahdollisesti mittaukseen vaikuttavat olosuhteet ovat tiedossa. Hyvän mittauspaikan etsimiseen on hyvä käyttää aikaa

maastossakin, mutta aina hyvää mittausta paikkaa ei vain ole saatavilla. Tällöin arvioidaan paras mahdollinen mittausta paikka turvallisuus huomioiden. Mittauspöytäkirjaan kirjataan mahdolliset epävarmuutta aiheuttavat tekijät sekä dokumentoidaan nämä tekijät valokuvaamalla.

Purkautumiskäyrään perustuvilla virtaama-asemilla on keskeistä, että mitattu virtaama vastaa vedenkorkeuden mittausta paikan virtaamaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että virtaaman ja vedenkorkeuden mittausta paikkojen välillä ei saa olla merkittävää valuntaa tai suurempia suvantoja, jotka voivat aiheuttaa merkittäviä viipymiä muuttuvissa vesitilanteissa. Esimerkiksi jos mittausta paikkaa haetaan vedenkorkeusaseman alapuolelta, virtaamamittausta paikan tulee olla ennen mitattavaan uomaan mahdollisesti liittyviä laskuojia tai sivujokia.

Virtaamamittausta paikan tulee olla sopiva käytettävälle mittausta menetelmälle. Eri menetelmien kuvauksien yhteydessä on käsitelty myös kyseisen menetelmän mittausta paikan valinnan erityispiirteitä. Ympäristöhallinnon virtaamamittausta paikoille on ennalta määriteltä suuntaa antavia mittausta paikkoja, joista voi harkinnan mukaan poiketa.

3.3 Virtaamamittausta menetelmät

Tässä luvussa käsitellään ympäristöhallinnon seuranta-asemilla hyväksyttävät virtaamamittausta menetelmät. Nämä mittausta menetelmät soveltuvat ympärivuotiseen käyttöön. Valtaosa mittausta menetelmien esittelystä koskee avovesimittauksia. Jään päältä tehtävien mittausten erityispiirteet on käsitelty kappaleessa 3.3.6 .

Tässä käsiteltävät menetelmät ovat ADCP (acoustic doppler current profiler, ultraäänitutka), siivikko, siivikkoa vastaavat mittalaitteet ja merkkiainemenetelmä. Eri mittausta menetelmillä on eri vahvuuksia ja yksikään mittausta menetelmä ei sovellu kaikkiin mahdollisiin mittaustilanteisiin. ADCP-mittaus soveltuu suurimpaan osaan mittaustilanteita, ja joillakin mittausta paikoilla ADCP voi olla ainoa tapa turvalliseen mittaukseen. ADCP-laitteilla rajoitteena voi olla liian matala mittausta paikka, jolloin laadukas mittaaminen ei ole mahdollista. Siivikko ja siivikkoa vastaavat laitteet soveltuvat usein pienempiin uomiin ja matalampiin vesiin maltilliselle virtaukselle. Suurempienkin virtaamien mittaaminen on näillä laitteilla mahdollista, mutta se voi olla vaikeaa toteuttaa turvallisesti tai erityisen työlästä. Merkkiainemenetelmällä virtaamaan suuruus vaikuttaa suoraan merkkiaineen määrään, ja näin ollen työläys kasvaa mitattavan virtaaman kasvessa.

3.3.1 ADCP

Tavoitteena on, että mittauksessa noudatetaan kansainvälisiä standardeja ja hyvää käytäntöä. Laite- ja mittausta ohjelmistojen tulee olla ajan tasalla. Mittalaitteen asennuksen, ohjelmiston käytön ja virtaamamittauksen suorituksen periaatteet löytyvät käytettävän laitteen ohjeista. Seuraavia ohjeita noudatetaan kuitenkin laitteesta riippumatta. Tässä käsitellään ensiksi liikkuvan veneen menetelmän mittausta ja jälkimmäisenä stationaarimittauksen erityispiirteitä.

ADCP-laitteita on saatavilla kauko-ohjattavilla tai uitettavilla lautoilla. ADCP-laitteita on myös erilaisia. Suuremmilla laitteilla voidaan mitata virtaamaa syvästäkin uomasta, mutta mahdollisesti matalampien uomien mittaaminen ei ole mahdollista. Pienemmillä laitteilla puolestaan voidaan mitata mataliakin uomia, mutta syvemmissä uomissa laite ei saa mitattua syvempiä vesikerroksia. Eri laitteiden rajoitukset ovat

mainittu laitevalmistajien teknisissä tiedostoissa. ADCP-mittaukseen tarvitaan usein vähintään kaksi henkilöä.

ADCP-mittapaikan valinta

Mittauspaikan valinta on yksi tärkeimpiä vaiheita ADCP-mittauksissa, jotta saadaan kerättyä korkealaatuisia tietoja erilaisissa virtausolosuhteissa ja uomissa. Luotettavan mittaustuloksen saamiseksi on otettava huomioon seuraavia asioita:

- Mittapaikka joesta tulisi valita kohdasta, jossa poikkileikkaus ja virtaussuunnat ovat mahdollisimman tasaisia, uoman syvyydet mittausprofiilissa tunnetaan ja laitteen operointisyvyydet tiedostetaan.
- Uoman kohtia, joissa on pyörteisyyttä, turbulenssia, kumpuamista, jyrkkiä uoman seinämiä tai akanvirtaa, pitää välttää. Jos kyseisiä elementtejä kuitenkin esiintyy eikä parempaa mittauspaikkaa löydy, on tehtävä useampia toistomittauksia.
- Pohjanmuotojen tulisi olla mittausprofiilissa loivia, sillä useimmat laitteet rekisteröivät syvyydet useamman erisuuntaisen kaiun keskiarvona. Jyrkät muutokset pohjan muodossa saattavat tuottaa muutoskohdissa virheellistä syvyydestietoa. Pohjan tulisi myös olla mahdollisimman tasainen ja vapaa isoista kivistä ja muista kappaleista sekä kasvillisuudesta.
- Mittauskohdan rannoilla pitäisi olla vain vähäistä virtausta tai seisovaa vettä. Tällöin rantojen mittaamaton alue, jonka virtaama arvioidaan laskennallisesti, jää mahdollisimman pieneksi.
- Mittauspaikkoja, joissa paikallinen magneettikenttä on maan magneettikenttää voimakkaampi, on vältettävä laitteen kompassin toimivuuden takaamiseksi. Tällaisia alueita syntyy esimerkiksi suurten metallisiltojen läheisyydessä.

ADCP-laitteen kompassin kalibrointi ja ADCP-testit

Ennen mittauksia on aina tehtävä niin sanotut ADCP-testit, joilla varmistetaan, että laite toimii odotetusti. Testit tulee tehdä ja läpäistä mittalaittevalmistajan ohjeiden mukaisesti.

Myös laitteen kompassin kalibrointi tulee suorittaa aina ennen mittauksia laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Optimaalisesti kalibrointi suoritetaan vedessä, mutta jos se ei ole mahdollista, kalibroinnin voi tehdä myös rantapenkalla. Metalli häiritsee kompassin kalibrointia, joten mittauksia metallisiltojen läheisyydessä tulisi välttää. Myös taskut on hyvä tyhjentää puhelimesta, avaimista yms. ennen kompassin kalibrointia. Yleisohjeena on, että kalibrointi pitäisi tehdä niissä olosuhteissa, jossa mittauskin aiotaan suorittaa.

Liikkuva pohja (moving bed)

Korkealaatuisen virtaamamittauksen takaamiseksi liikkuvan pohjan testi tehdään aina ennen ADCP-mittauksia. Jos testi jätetään tekemättä paikassa, jossa uoman pohjalla liikkuu sedimenttiä, antaa ADCP-laite tulokseksi liian pienen virtaaman. Jos kompassi on kalibroitu onnistuneesti, voi käyttää ns. Loop-testiä. Myös ns. stationaarisen testin käyttö on hyväksyttävää, ja silloin laitetta pidetään paikallaan 10 minuuttia uoman voimakkaimman virtauksen kohdalla. Stationaarista testiä on käytettävä, jos Loop-testiä ei saada onnistumaan.

Jos uoman pohja liikkuu, laite siirtyy sekä Loop-testissä että stationaarisessa testissä näennäisesti ylävirran suuntaan, vaikka tällaista ei todellisuudessa tapahdu. On huomioitava, että uoman ominaisuuksista

johtuen sedimenttiä voi liikkua uoman pohjassa vain osassa poikkileikkausta. Jos on syytä epäillä tällaista, stationaarinen testi pitäisi toistaa useammassa kohdassa tai pyrkiä käyttämään Loop-testiä.

Veden lämpötila

Mittauspaikan veden lämpötila mitataan aina erillisellä lämpömittarilla mittauspaikalta. Veden lämpötila vaikuttaa äänen nopeuteen, ja siksi on aina syytä varmistaa, että ADCP-laitteen lämpötila-anturi toimii oikein. Mahdollisesti tarvittavat lämpötilakorjaukset voi tehdä mittaustulosten jälkikäsitteilyvaiheessa.

Erillisen lämpömittarin luotettava toiminta on varmistettava kahden vuoden välein kalibroimalla se tai vertaamalla sen arvoja vähintään kahden muun lämpömittarin arvoihin useassa eri lämpötilassa.

Laitteen ja uoman syvyys, virtausnopeus

Laitteen syvyys vesipinnasta on aina ilmoitettava tarkasti. Tällä on suora vaikutus mitatun virtaaman tarkkuuteen.

Useimmissa uusissa ADCP-laitteissa mittaussolun koko vaihtuu automaattisesti syvyyden mukaan, mutta jos näin ei tapahdu, liikkuvan pohjan testintuloksista tarkistetaan ennen mittauksia mittaussolukokouksen suurin syvyys ja suurin virtausnopeus ja nämä kirjataan mittauksen asetuksiin. Laite optimoi käytettävän mittaussolun näiden tietojen perusteella. Jos syvyys arvioidaan esimerkiksi liian suureksi, jää yksittäisen mittaussolun koko suureksi ja samalla laskennallisten osuukien pinta-ala mittauksessa kasvaa.

Mittaaminen

Poikkileikkaus on mitattava vähintään kolme kertaa molempiin suuntiin eli yhteensä kuusi kertaa. Mittauksen voi sen jälkeen lopettaa, jos kaikkien toistojen tulos on 5 prosentin sisällä keskiarvosta. Lähes aina mittaus kannattaa kuitenkin toistaa tätä useammin. Vain hyvin nopeasti muuttuvissa virtausolosuhteissa voidaan hyväksyä vain kaksi poikkileikkauksen mittauksia, mutta tällaisia tilanteita on erittäin harvoin. Lisäksi laitteen on oltava mittausten aikana vedessä yhteensä vähintään 12 minuuttia.

Lähestyttäessä rantaa laite pysäytetään sellaiseen kohtaan, jossa laite saa mitattua virtausnopeuksia vähintään kahdessa solussa (2 good bins) eikä rantapenkka vielä vaikuta mittaukseen. Tällöin rannassa kulkevan virtaaman arvioiminen onnistuu parhaiten. Laitteen tulisi olla paikallaan tällaisessa kohdassa vähintään 10 otoksen verran. Käytännössä tämän voi toteuttaa pitämällä laitetta paikallaan rannassa vähintään 10 sekunnin ajan.

Rannan muoto on arvioitava mahdollisimman tarkasti, sillä tällä voi olla erityisesti pienissä uomissa suuri merkitys lopputulokseen virtaaman suuruudesta.

Kaikkein eniten mittauksessa vie aikaa mittauspaikalle siirtyminen, joten mittaus kannattaa tehdä huolella. Kannattaakin tarkistaa jo kentällä, että mittaus on onnistunut. On syytä varmistaa, että kaikki yllä mainitut testit on tehty. Tulosta kannattaa verrata jo kentällä voimassa olevaan purkautumiskäyrään. Jos poikkeama on suuri (> 5 %), on syytä pohtia, oliko mittauksessa jokin tekijä, joka voisi selittää eron. Tarvittaessa mittauksen voi toistaa heti esimerkiksi toisessa poikkileikkauksessa.

Jos mittaus joudutaan tekemään kohdassa, jossa on paljon turbulenssia tai virtausnopeudet ovat erittäin pieniä, kannattaa pohtia, olisiko parempi tehdä mittaus stationaarisena mittauksena.

ADCP-tekniikkaa ei hyväksytä mittausmenetelmänä, jos laitteen antamasta lopputuloksesta vain alle puolet ($< 50\%$) on mitattua. Tällöin yli puolet virtaamasta on arvioitu erilaisilla ekstrapolointimenetelmillä. Poikkeuksen tekevät ainoastaan ne ADCP-mittaukset, joissa mittaamatta jääneet alueet on mitattu joltain muuta tekniikkaa käyttäen ja ne on yhdistetty mittaukseen mittaustulosten jälkikäsitteilyvaiheessa.

3.3.2 Stationaarisen ADCP-mittauksen tekeminen

Stationaarisen ADCP-mittauksen perusidea on sama kuin siivikkomittauksessa. Laitetta pidetään paikallaan vuorotellen eri vertikaaleissa, jolloin jokaisesta vertikaalista saadaan virtausnopeusprofiili. Tulosten käsittelyohjelmisto laskee näiden mittausten perusteella poikkileikkauksen kokonaisvirtaaman. Mittalaitteen asennuksen, ohjelmiston käytön ja virtaamamittauksen suorituksen periaatteet löytyvät käytettävän laitteen ohjeista.

Seuraavia ohjeita noudatetaan stationaarisessa mittauksessa laitteesta riippumatta.

1. Perusohje vertikaalien lukumäärästä on sama kuin siivikolla tehtävässä mittauksessa. Yhdenkään vertikaalin virtaaman ei pitäisi olla enempää kuin 10% koko virtaamasta ja ihanteellisesti osuus on alle 5% . Käytännössä vertikaaleja tarvitaan tällöin 22–25 (ks. Taulukko 3-1).
2. Mittausaika on jokaisessa vertikaalissa vähintään 50 sekuntia, mutta varsinkin kirkkaassa vedessä mittausaikaa on hyvä pidentää.
3. Kokonaisvirtaaman laskenta-algoritmiksi valitaan aina Mid-Section Method.

3.3.3 Siivikko

Tavoitteena on, että mittauksessa noudatetaan aina kansainvälisiä standardeja ja hyvää käytäntöä. Mittauksessa käytetty siivikko on huollettava ja kalibroitava säännöllisesti. Ohjeena on, että siivikko kalibroidaan tehdasolosuhteissa neljän vuoden välein ja aina, kun on syytä epäillä siivikon vioittumista. Ohjeet ympäristöhallinnon käytössä olevien OTT-siivikoiden lähettämiseksi kalibrointiin on annettu liitteessä 1.

Siivikon yleiskunto on syytä tarkistaa aina ennen talvi- ja kesäkauden alkua, ja samalla on hyvä vaihtaa siivikon öljyt. Öljyt on syytä vaihtaa myös silloin, kun siivikko otetaan käyttöön pitkän tauon jälkeen, tai mittauskauden aikana, jos siivikkoa käytetään paljon. Laskijalaitteen kellon toiminta on hyvä tarkistaa vuosittain, jotta mittauksissa käytetty mittausaika on oikean pituinen. Turvallisuussyistä myös mittavaijerin ja vinssin kunto on tarkistettava silmämääräisesti vuosittain. Vaijerissa ei saa olla rispaantumia, ja vinssin mekanismin on oltava kunnossa. Vaijereiden metrimerkinnät pitää tarkistaa venymien varalta noin kahden vuoden välein.

Jos uomassa voi olla veneliikennettä, mittausryhmässä tulee olla vähintään kolme henkilöä. Tällöin yksi henkilö vastaa vaaratilanteesta mittavaijerin irrotuksesta. Jos mittaus tehdään kahlaamalla, siivikkoa pidetään aina mittaajan sivulla.

Valitse kohdealueelta vallitsevaan vedenkorkeuteen sopiva mittauspoikkileikkaus. Tavoite on, että

- uoma on suora
- poikkileikkaus on säännöllisen muotoinen ja erityisesti pienehkössä uomassa rannoiltaan selkeä
- virtaus on pyörteetöntä ja virtausnopeus on pääosin välillä $0,1\text{--}2\text{ m/s}$

- vesisyvyys on pääosin välillä 2–3 m (pienissä uomissa pienempi)
- poikkileikkauksessa ei ole kasvillisuutta tai muita mittausta tai virtausta häiritseviä tekijöitä
- paikka on tyyni. Kova tuuli häiritsee mittausta erityisesti leveissä uomissa.

Kohtisuoraan uomaan vastaan mitattava poikkileikkaus on hyvä merkitä mittavaijerin avulla. Jos mittauksessa käytetään venettä, sitä on silloin helpompi pitää vaijerin avulla paikallaan mittausvertikaalin kohdalla ja siirtää vaijeria pitkin eteenpäin. Lisäksi siivikko on helppo pitää paikallaan kovassakin virrassa mittauslautaa käyttäen.

Tarvittava mittausten tiheys riippuu uoman leveydestä. Ympäristöhallinnon asemilla seurataan vertikaalien osalta standardin ISO 748:2021 mukaista mittaustiheyttä (**Taulukko 3-1**). Jokaiselta mittauspystysuoralta mitataan virtausnopeus (tai kierrosten lukumäärä) siivikolla eri syvyyksistä. Siivikkoa on pidettävä kohtisuoraan virtaa vastaan ja on varmistettava, että siipi pyörii esteettömästi myös pohjan lähellä. Mittauksessa käytetään mahdollisuuksien mukaan 5–6 eri syvyyttä ja matalissakin kohdissa 2–3 syvyyttä. Virtausnopeutta mitataan kussakin valitussa syvyyskohdassa 50 sekuntia.

Taulukko 3-1 Mittausvertikaalien vähimmäismäärä standardin ISO 748:2021 mukaan.

Taulukossa n on mittauspystysuorien eli vertikaalien lukumäärä

Uoman leveys > 0 ja < 0,5 m	n ≥ 15
Uoman leveys > 0,5 m ja < 5 m	n ≥ 20
Uoman leveys > 5 m	n ≥ 22

Mittauksen aikana kertyvät tulokset merkitään huolellisesti mittauspöytäkirjaan. Myös mahdolliset mittauksen tarkkuuteen vaikuttavat tekijät (esim. kasvillisuus, akanvirta yms.) on syytä kirjata ylös.

3.3.4 Siivikkoa vastaavat menetelmät

Siivikkoa vastaavilla menetelmillä tarkoitetaan muita pistemäisiin mittauksiin ja vertikaaleihin perustuvia mittausmenetelmiä. Tällaisia ovat esimerkiksi nk. sähkösiivikot, joita ovat esimerkiksi Sontekin FlowTracker tai OTT MF pro. Mittauksessa tulee noudattaa mittalaittevalmistajan ohjeita ja soveltavin osin edellä mainittuja siivikko-ohjeita. Erityisesti ISO 748:2021 -standardi, taulukon 3–1 vähimmäismäärät vertikaaleille sekä siivikon mittauspaikan valinnan erityispiirteet soveltuvat myös näille laitteille.

3.3.5 Merkkiainemittaukset

Merkkiainemittauksissa uomaan lisätään merkkiainepulssi, jonka ohikulkemisesta saadaan mitattua virtaama. Esimerkiksi suolapulssimittauksessa mitataan sähkönjohtavuutta ja suola toimii merkkiaineena. Merkkiainemittauksissa tulee noudattaa laitevalmistajan ohjeita. Tämän lisäksi mittauspaikan valinnassa on hyvä huomioida seuraavat tekijät:

- Tarpeeksi pitkä väli mittauspaikan ja merkkiaineen lisäämispaikan välillä
- Merkkiaineen lisäämispaikan ja mittauspaikan välillä on turbulenttista virtausta
- Merkkiaine on sekoittunut koko uoman leveydeltä

Merkkiainemittaukset ovat useimmiten käytännöllisimpiä pienillä virtaamilla tai mittauspaikoilla, joilla kasvillisuus tai jäät haittaavat mittauksia. Erityisesti suurilla virtaamilla merkkiaineen määrä voi olla epäkäytännöllisen suuri ja toisen mittausmenetelmän käyttö on suositeltavaa.

3.3.6 Jään päältä tehtävien mittausten erityispiirteet

Kun mittaus tehdään jäältä, on aina ensisijaisesti huomioitava turvallisuustekijät. Mittausta ei saa koskaan tehdä yksin. Virtaavan veden jääolot on aina tarkistettava esimerkiksi tuuran avulla koko alueelta, jolla mittaajat liikkuvat. Jäältä tehtävässä mittauksessa on aina huolehdittava siitä, että kaikilla on asianmukainen pelastusvarustus. Tähän varustukseen kuuluvat ainakin:

- pelastautumispuku ja pelastusliivit
- kiinnitysköysi
- jäänaskalit
- tuura tai muu metallipäinen keppi, jolla voi kokeilla jään laatua
- vähintään 20 m pitkä ja 5 mm paksu heittoliina
- valmius hälyttää pelastushenkilöstöä paikalle.

Mittavaijerin sijasta mittauksessa voi käyttää kiristettyä mittanauhaa vain, jos kairauksien perusteella jää on todettu riittävän turvalliseksi. Mittauspaikkaa valitessa on syytä huomioida, että poikkileikkauksessa oleva suppojaa häiritsee mittauksia.

Mittauksen voi tehdä edellä mainituilla mittausmenetelmillä. Jos mitataan siivikolla, mittauksessa on syytä käyttää ns. kääntyvää siivikkoa. ADCP-laitteella tehtävässä mittauksessa noudatetaan Stationaarisen ADCP-mittauksen ohjeistusta. ADCP-laite tulee jokaisessa vertikaalissa laskea veteen ja jään alle siten, että laitteen sondi on 5 cm jääpeitteen alareunaa syvemmillä. Jos ADCP-laitetta aiotaan käyttää pakkasessa, laitteen pakkasrajasuositukset kannattaa tarkistaa jo etukäteen. Laitetta ei kannata käynnistää, jos on kylmempää kuin ilmoitettu pakkasraja, sillä laite voi rikkoutua. Merkkiainemittauksissa noudatetaan laitevalmistajan ohjeita.

3.4 Mittauksen jälkikäsittely toimistolla tai maastossa ja tulosten toimittaminen

Mittauspöytäkirja ja mittauspaikan valokuvat tulee toimittaa kaikkien mittausten yhteydessä Sykelle. Mittaustulokset ja muut asiakirjat tallennetaan Syken järjestelmiin. Kattavat aineistot mahdollistavat mittauksen takautuvan laadun ja olosuhteiden arvioinnin.

3.4.1 ADCP-mittaus

Mittauspöytäkirja, alkuperäiset mittaustiedostot ja mittauspaikan valokuvat toimitetaan Sykeen tallentamalla ne sähköiseen virtaamamittauksille varattuun kansioon. Toimitetuissa mittaustiedostoissa on aina oltava seuraavat tiedot:

- mittauspäivämäärä ja -aika sekä mittauspaikka
- erikseen mitattu vesistön lämpötila
- laitteen syvyys mittaustilanteessa ja peittoetäisyys
- etäisyydet rantaan kaikissa toistoissa ja paras mahdollinen arvio molempien rantojen muodosta

ADCP-mittauksen jälkikäsitteilyn yhteydessä mittauksesta on aina tarkistettava ja arvioitava seuraavat tekijät:

1. Korjataan mittaustiedostoon erillisellä lämpötilamittarilla mitattu vedenlämpötila
2. Valitaan paras mahdollinen pinnan ja pohjan laskennallisten alueiden ekstrapolointimenetelmä.
3. Ladataan mittaukseen tehdyt Moving Bed -testit ja tehdään korjaus tarvittaessa.
4. Tarkistetaan, että syvyyden arviointiin on käytetty useamman sondin tuloksia eli moodia "Bottom Track for Depth"
5. Verrataan, onko uoman leveys yhtenäinen kaikkien toistojen välillä. Poistetaan lopputuloksesta ne toistot, joissa poikkeama on suuri.
6. Varmistetaan, että lopputuloksessa on yhtä suuri määrä toistoja vasemmalta oikealle ja oikealta vasemmalle.
7. Tarkistetaan, että rannan laskennalliset arviot ovat järkeviä.

Syke suosittelee käyttämään ADCP-mittausten jälkikäsitteilyyn avoimesti saatavilla olevaa QrevInt-ohjelmistoa. Kyseinen ohjelma käsittelee eri laitevalmistajien mittaustiedostot vertailukelpoisesti. Tämän lisäksi QrevInt antaa mittauksesta sellaisia laadullisia tietoja, joita ei ole kaikilla mittausohjelmilla saatavilla. Mittausten käsittelyssä on hyvä noudattaa QrevInt-manuaalin mukaista työnkulkua.

3.4.2 Siivikkomittaus

Siivikkomittausten perusteella poikkileikkauksen kokonaisvirtaama lasketaan HYD-valikko-ohjelmiston Virtaaman laskenta ja tallennus -ohjelmalla. Kun mittaus ja kaikki muut tarvittavat tiedot on syötetty, tulos lasketaan ja tallennetaan Syken sähköiseen työtilaan virtaamamittaustuloksille varattuun kansioon.

3.4.3 Siivikkoa vastaavat mittausmenetelmät

Siivikkomittausta vastaavilla menetelmillä tehdyistä mittauksista toimitetaan mittaustiedostot, maastopöytäkirja ja valokuvat Syken sähköiseen työtilaan vastaavasti kuin ADCP-mittauksista.

3.4.4 Merkkiainemittaukset

Merkkiainemittauksista toimitetaan mittaustiedostot, maastopöytäkirja ja valokuvat Syken sähköiseen työtilaan vastaavasti kuin ADCP-mittauksista.

3.5 Purkautumiskäyrien ylläpito

Purkautumiskäyrästä on pyrittävä tekemään sellainen, että virtaama voidaan määrittää luotettavasti kaikilla vedenkorkeuksilla. Tavoitteena on, että purkautumissuhteissa tapahtuvat muutokset ja niiden ajankohdat tunnetaan jatkuvasti.

Purkautumiskäyrän voi laatia vain sellaiselle vesistön osalle, jossa on voimassa yksikäsitteinen riippuvuus vedenkorkeuden ja virtaaman välillä. Tällöin osuuden kynnysalueella vallitsee ns. kiitovirtaus eli alapuolisen vesistönosan vedenkorkeus ei vaikuta veden purkautumiseen. Erikoistapauksissa voidaan laatia purkautumiskäyrästä, jonka virtaamat ovat riippuvaisia kahdesta eri vedenkorkeudesta.

Täysin uuteen paikkaan laadittavaa käyrää varten tulee tehdä 4–6 virtaamamittausta eri vedenkorkeuksilla. Tarvittavien mittausten määrä arvioidaan tapauskohtaisesti, mutta suurempi mittausten määrä mahdollistaa tarkemman käyrän. Mittausten lisäksi uoman muotojen perusteella määritellään hydrologiset kontrollit, joilla arvioidaan purkautumista.

Virtaamamittausten lisäksi on arvioitava kynnyksen korkeusasema (**Kuva 3-1**) eli kynnysalueen se korkeuspiste, jonka alapuolella purkautuminen tyrehtyy. Kynnysalueen on oltava muuttumaton eli muodostunut kivistä, kalliosta, pohjapadosta tms. kiinteästä materiaalista. Syöpyvä kynnysalue lisää huomattavasti virtaamapaikan ylläpitokustannuksia ja huonontaa virtaamahavaintojen tarkkuutta.



Kuva 3-1 Kynnyskorkeuden määrittäminen

Purkautumiskäyräasemilla mahdollisia käyrän muutokseen vaikuttavia tekijöitä on seurattava säännöllisesti. Tällaisia ovat esimerkiksi eroosio, perkaukset, pohjapadot ja ennallistamistyöt. Jos muutoksia havaitaan, niistä on aina raportoitava välittömästi Sykeen.

Ympäristöhallinnon virtaama-asemilla purkautumiskäyrät ovat pääasiassa stabiileja. Muutoksia havaitaan harvoin, ellei niitä synny ihmistoiminnan vaikutuksesta. Purkautumiskäyrän oikeellisuuden kontrolloimiseksi virtaamamittaus on tehtävä joka asemalla avovesikaudella vähintään kerran kolmessa vuodessa mutta mieluummin vuosittain. Mittauksia on pyrittävä tekemään säännöllisesti kaikilla vedenkorkeuksilla. Jos mittausten huomataan poikkeavan purkautumiskäyrästä, tulee päivittää purkautumiskäyrää. Purkautumiskäyrän päivitys voi olla mahdollista aikaisemmin tehtyjen mittausten pohjalta, mutta tarvittaessa voidaan tehdä lisämittauksia.

Jokaiselta asemalta tarvitaan tieto, vaikuttaako jää talvella merkittävästi purkautumiskäyrään. Jos jää vaikuttaa, aseman talviaikaiset virtaamat on jälkikäteen korjattava HYD-valikossa olevalla ohjelmistolla. Tämän työn tekee pääasiassa Syke. Jotta korjaus voidaan tehdä luotettavasti, tulee tällaisilla asemilla mitata virtaamaa jääpeiteaikana joka talvi.

Viitteet

ISO 748:2021 Hydrometry -- Measurement of liquid flow in open channels using current-meters or floats

Liitteet / Aineistot

Liite 1: Siivikkojen toimittaminen kalibroitavaksi -ohje.

Huoltolähetepohja. <http://www.bk-hydrometa.fi/pages/fi/yhteys/laitehuolto.php>

4. Lumilinjamittaukset

Lumen vesi-arvoa on mitattu lumilinjamittauksilla 1940-luvulta asti. Historiallisista syistä käytössä on kahdenlaisia lumilinjajoja: ns. pitkiä linjoja, joita on suurin osa mittauspaikoista, sekä lyhyempiä pienten valuma-alueiden linjoja, joita on noin kolmannes mittauspaikoista. Pienten valuma-alueiden lumilinjat ovat noin 2 km pitkiä, ja niillä mitataan lumen vesi-arvon lisäksi roudan syvyyttä. Näillä ns. pienillä linjoilla ei kerätä tietoja mittauspisteiden maastotyypeistä, vaan koko linjalle lasketaan yksi keskimääräinen lumen vesi-arvo 50 lumen syvyyden mittauksesta ja 10 punnituksesta.

Pitkät lumilinjat puolestaan ovat yleensä noin 4 km pitkiä reittejä, joilla tehdään 80 lumen syvyysmittausta ja 8 punnitusta. Jokaiselta mittauspisteeltä kerätään tieto maastotyyppistä ja muista ympäristön ominaisuuksista, ja koko linjan keskimääräisen lumen vesi-arvon lisäksi vesi-arvo lasketaan myös eri maastotyypeille. Maastotyyppejä on käytössä kuusi: aukeat alueet, metsänaukot, mäntyvaltaiset metsät, kuusivaltaiset metsät, lehtipuuvalliset metsät ja suot.

Lumilinjamittauksista saatavia tietoja maaston keskimääräisestä lumen vesi-arvosta käytetään muun muassa vesistöennusteissa ja säännöstelyn suunnittelussa sekä kattokuormavaroituksissa ja muussa tiedottamisessa. Pitkät aikasarjat ovat tärkeitä esimerkiksi ilmastomuutostutkimuksissa.



Kuva 4-1 Sulvanjoen pienen valuma-alueen lumilinjaa Mustasaarella (© Christer Finne)

4.1 Lumilinjan perustaminen ja ylläpito

Uusia lumilinjoja perustetaan nykyään lähinnä silloin, jos jonkin vanhan lumilinjan havaitsija lopettaa työnsä ja samaan paikkaan ei yrityksistä huolimatta löydetä mittausten jatkajaa. Ensisijainen pyrkimys on kuitenkin pitää lumilinjat entisillä paikoillaan pitkien aikasarjojen saamiseksi. Tämä koskee erityisesti lumilinjoja, jotka ovat pysyneet pitkään samalla paikalla. Pienten valuma-alueiden lumilinjat ovat pysyneet samoissa paikoissa mittausten alkamisesta saakka, ja niitä ei siirretä. Jos pienelle linjalle ei mitenkään onnistuta saamaan uutta havaitsijaa, tilalle perustetaan pitkä linja lähiseudulle. Uusia pieniä linjoja ei siis enää perusteta.

Lumilinjan siirtämisestä tai uuden perustamisesta sekä uuden lumilinjan sijainnista on aina keskusteltava etukäteen Syken kanssa. Uuden paikan valinnassa on otettava huomioon muut lähiseudun lumilinjat ja huolehdittava siitä, että yhdessä läheisten linjojen kanssa alueen lumitilanteesta saadaan mahdollisimman kattava kuva. Uuden lumilinjan sijainti on valittava niin, että sen maastotyytit ja maaston muodot edustavat lähiympäristöä mahdollisimman hyvin. Esimerkiksi metsäiselle ja mäkiselle seudulle ei perusteta linjaa, joka kulkee lähes kokonaan seudun ainoilla tasaisilla, aukeilla alueilla. Maastotyytit ja maaston muodot vaikuttavat todella paljon lumen kertymiseen, joten tällainen valinta vääristäisi kuvaa seudun lumitilanteesta.

Mahdollisia paikkoja uudelle lumilinjalle on hyvä katsoa alustavasti kartasta. Tarkemmin lumilinjan reitti valikoituu kuitenkin vasta maastokäynnillä etukäteen alustavasti valituissa kohteissa. Esimerkiksi kulke-
misen ja mittaamisen estävät hakkuuaukot, tiheiköt, syvät ojat yms. selviävät yleensä vasta paikan päällä kulkiessa. Lumilinjan maaston on oltava sellaista, että reitin pystyy kulkemaan talvisin kaikissa olosuh-
teissa ja että maanpinta soveltuu mittauksiin eikä ole esim. epätasaista kivikkoa tai hakkuutähteiden pei-
tossa. Havaitsija, jolla on hyvä paikallistuntemus, voi usein olla suureksi avuksi uuden lumilinjan reitin valinnassa. Reitin on oltava noin 4 km pitkä, ja se voi joko tehdä lenkin tai kulkea pisteestä toiseen.

Kun sopiva reitti uudelle lumilinjalle on löytynyt, se on tallennettava GPS-paikantimella tai piirrettävä kar-
talle (Kuva 4-2) ja siitä on ilmoitettava Sykeen. Sykestä lumilinjalle saa tunnuksen ja nimen, jotka ovat
välttämättömiä mittaustulosten saamiseksi tietokantaan ja sieltä käyttöön. Lumilinjan tunnuksen ja nimen
on oltava myös havaitsijan tiedossa. Linjasta piirretty reittikartta ja mahdolliset paikkatiedot tallennetaan
Syken tietokantaan, ja niiden perusteella muidenkin kuin havaitsijan on löydettävä maastossa lumilinjan
oikea reitti.



Kuva 4-2 Kontiolahden Riihiahon lumilinjan reittikartta. Lumilinja näkyy kartassa vihreänä.

Jos käytössä olevalla lumilinjalla tehdään hakkuita tai maastossa tapahtuu muita muutoksia, jotka estävät mittaamisen tai muuttavat lumen kertymistä liikaa, lumilinjan reittiä on muutettava. Uusi reitti on pyrittävä löytämään mahdollisimman läheltä ja mahdollisimman samankaltaisesta maastosta kuin vanha reitti. Yleensä vain osa vanhasta linjasta muuttuu käyttökelvottomaksi, ja tällöin muu osa pidetään entisellä paikallaan ja vain osa linjasta siirretään.

4.2 Mittausvälineet

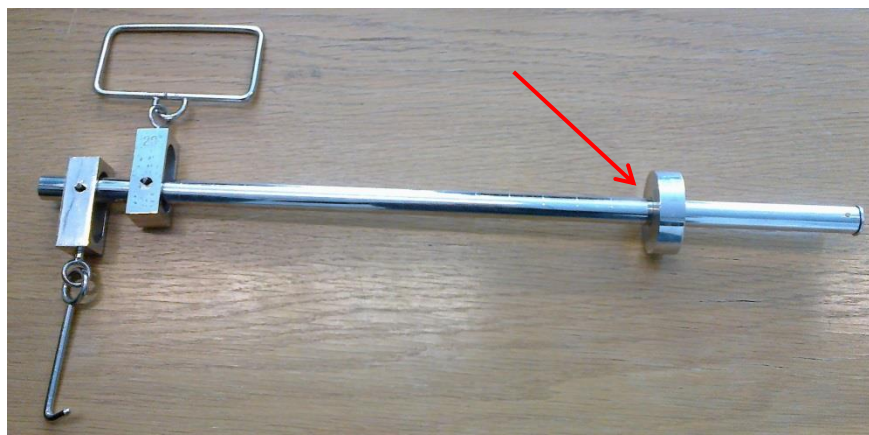
Lumilinjamittauksissa käytetään mittausvälineinä mittasauvaa lumen syvyyden mittaamiseen sekä lumipuntaria ja tasapohjaista, pientä lapiota lumen punnitsemiseen. Jos lunta on paljon, isompi lapio voi olla tarpeen lumen kaivamisessa. Mittauskierroksella on oltava mukana myös havaintovihko ja kynä mittaus tulosten merkitsemiseksi muistiin. Lisäksi välineiden kantamiseen tarvitaan kestävä ja mielellään vedenpitävä reppu. Mittausvälineiden kunto on tarkistettava ennen jokaista mittauskierrosta lumilinjalla. Mahdollisista vioista on ilmoitettava Sykeen ja Lounais-Suomen elinvoimakeskukseen.

Lumen syvyyden mittauksessa käytettävä mittasauva on yksinkertainen, tukeva puukeppi, jonka kylkeen on piirretty mitta-asteikko mittanauhan avulla (**Kuva 4-3**). Mittasauvaksi käy esimerkiksi puinen harjanvarsi. Mitta-asteikon voi piirtää vedenkestävällä tussilla yhden tai viiden sentin jaotuksella.



Kuva 4-3 Mittasauva lumen syvyyden mittaamiseen

Lumipuntariin kuuluu ruostumattomasta teräksestä tai muusta vastaavasta kestävästä materiaalista valmistetun tankovaa'an (**Kuva 4-4**) lisäksi pellistä tms. tehty lieriö (**Kuva 4-5**), jonka pituus on yleensä 50 cm mutta joskus runsaslumisilla alueilla 75 cm tai 100 cm. Lieriön ulkosivulla on senttimetriasteikko, ja lieriön toisessa päässä on kädensijalla varustettu kansi. Kansi avataan vain lieriötä puhdistettaessa. Lieriön pohjan pinta-ala on $1/10 \text{ m}^2$ eli 100 cm^2 . Vaa'an asteikko puolestaan on tehty niin, että se näyttää punnituspisteen lumen vesiarvon suoraan yksikössä mm eli lumikuorman yksikössä kg/m^2 . Yksi viivojen väli vaa'an asteikossa vastaa siis 100 gramman painoa. Lumipuntaria on hoidettava huolellisesti, jotta se kestäisi käyttöä mahdollisimman pitkään. Jokaisen mittauskierroksen jälkeen se kuivataan ja sen teräksiset terät rasvataan ohuesti.



Kuva 4-4 Lumipuntarin tankovaaka. Punnitustulos luetaan punnuksen vierestä nuolen osoittamalta puolelta.



Kuva 4-5 Lumipuntarin lieriö. Lieriön kyljessä on mitta-asteikko lumen syvyyden lukemiseksi punnituksen yhteydessä.

Lumipuntarin lisäksi punnituksissa tarvitaan lapiota kuopan kaivamiseksi lumeen sekä lieriöön jäävän lumen nostamiseksi maasta punnittavaksi. Lapion on oltava tasapohjainen, jotta maanpinnalta saadaan kaikki lumi nostettua ylös lieriön mukana, sekä niin leveä, että lieriö mahtuu siihen (**Kuva 4-6**).



Kuva 4-6 Lumen punnituksissa käytettävä tasapohjainen lapiota

4.3 Mittauspäivät

Pitkillä lumilinjalla mittaukset tehdään mahdollisimman lähellä kuukauden 16. päivää, jos maassa on lunta. Lisäksi havaitsijoilta toivotaan mittauksia kuunvaihteessa kevättalvella lumen sulamisen aikaan tai juuri ennen sen alkamista, jotta lumen vesiaron maksimi saataisiin määritettyä mahdollisimman tarkkaan ja jotta sulamisen nopeudesta saataisiin tietoa. Etelässä nämä ”ylimääräiset” mittaukset ajoittuvat yleensä helmi-maaliskuun ja/tai maaliskuun vaihteeseen, pohjoisessa maaliskuun ja huhti-toukokuun vaihteeseen.

Pienten valuma-alueiden lumilinjalla mittauspäivä on aina mahdollisimman lähellä kuukauden viimeistä päivää marraskuun lopusta lumi- ja routakauden loppuun asti. Maaliskuusta alkaen mittaukset tehdään lisäksi kuukauden 15. päivänä.

Molemmilla lumilinjatyypeillä mittauspäivästä voidaan joustaa havaitsijan tarpeiden mukaan kuitenkin siten, että mittauspäivä siirtyy mahdollisimman vähän ja mittauksen väliin jää vähintään viikko tai huomattava lumiolosuhteiden muutos.

Lumen mittauskierrokset tehdään mittauspäivinä aina, kun lunta on vähänkin lumilinjalla, ja pienillä linjoilla lumettomaankin aikaan, jos maassa on routaa. Lumen syvyysmittaukset voidaan tehdä hyvinkin ohuesta

lumikerroksesta, mutta punnituksiin varsinkin kevyempää pakkaslunta tarvitaan yleensä pari senttiä. Punnituksiakin on kuitenkin aina yritettävä vähästäkin lumesta.

Hyvin vähälumisina talvina voi käydä niin, että lunta on vain lyhyinä jaksoina eikä yksikään mittauspäivä välttämättä osu lumiseen aikaan. Jos vielä helmikuussakaan mittauspäivänä ei ole lunta, tämän jälkeen mittaukset olisi hyvä päästä tekemään seuraavalla lumisella jaksolla, vaikkei silloin varsinaista mittauspäivää olisikaan. Näin tällaiseltakin talvelta saataisiin edes yksi mittautulos. Ilmastonmuutoksen muuttamassa talviolosuhteita voidaan mittausaikatauluista tarvittaessa joustaa. Mahdollisista suuremmista poikkeuksista mittausaikatauluihin ja -määriin sovitaan aina etukäteen Syken ja Lounais-Suomen Elinvoimakeskusten kanssa, jotta varmistetaan palkkiorahojen riittävyys ja koko maan kokonaistilanteen huomiointi.

4.4 Mittauspaikkojen valinta

Pitkillä lumilinjalla lumilinjamittauksiin kuuluu 80 mittasauvalla tehtävää lumen syvyyden mittauksia ja vähintään kahdeksan lumen tiheyden määrittämiseksi lumipuntarilla tehtävää punnitusta. Syvyysmittaukset tehdään mahdollisimman tasaisin välein, mutta kuitenkin niin, että kaikille lumilinjalta löytyville maastotyypeille osuu ainakin muutama syvyysmittaus. Punnituspaikkojen valinnassa on huomioitava maastotyyppien jakautuminen linjalle. Jokaisessa lumilinjan maastotyyppissä on aina tärkeää tehdä vähintään yksi punnitus, jotta kyseisen maastotyyppin lumen tiheys ja vesi-arvo saadaan laskettua. Jos jotakin maastotyyppiä on erillisinä alueina linjan eri osissa, jokaisella erillisellä alueella on pyrittävä tekemään punnitus. Toisaalta taas, jos jotakin maastotyyppiä on hyvin laaja yhtenäinen alue, on hyvä saada tehtyä pari punnitusta alueen eri osissa. On muistettava, että pitkillä lumilinjalla kahdeksan punnitusta on vain vähimmäismäärä, ja punnituksia saa aina tehdä enemmänkin. Mitä enemmän punnituksia tehdään, sitä tarkempi arvio lumen vesi-arvosta alueella saadaan.

Pienten valuma-alueiden lumilinjalla mittauspisteiden määrät pysyvät aina samoina. Syvyysmittauksia tehdään 50 ja punnituksia 10. Punnitukset tehdään pisteissä, joissa on myös routaputket roudan syvyyden mittauksia varten. Mittaukset tehdään tasaisin välimatkoin maastotyyppijakausta huomioimatta. Pienten linjojen pituus on noin 2 km, joten lumen syvyysmittaukset tehdään noin 40 metrin välein. Lumen punnitukset ja routamittaukset tehdään joka viidennessä pisteessä.

Lumen syvyysmittauksia tai punnituksia ei koskaan tehdä tallatuilla pihilla, teillä, teiden varsilla, poluilla, aidanvierustoilla, kivien päällä, pensakoissa, ranta-törmillä, jokien, järvien ja lampien jäällä eikä yleensä-kään sellaisissa paikoissa, joissa lumen syvyys on poikkeuksellinen ympäristöön verrattuna. Jos aiemmin käytetyn mittauspaikan kohdalle on esim. muodostunut talven aikana polku tai siitä on ajettu moottorikellalla, mittauspaikka on siirrettävä lähelle sellaiseen kohtaan, jossa lumi on koskematon. Vaikka mittauspaikat on hyvä pyrkiä pitämään mahdollisimman samoina mittauskerrasta toiseen, tismalleen samoista pisteistä mittauksia ei kuitenkaan voi talven eri mittauskierroksilla tehdä, vaan jokaisella mittauskerralla lumipeitteestä on etsittävä uusi koskematon kohta, jossa ei ole jälkiä edellisistä mittauksista.

4.5 Pälvisyys ja pälvien vaikutus mittauksiin

Pitkillä lumilinjalla jokaisessa mittauspisteessä määritetään alueen pälvisyys eli lumesta paljaiden alueiden määrä, jolla tarkennetaan lumen vesi-arvon laskentaa. Pälvisyys määritetään silmämääräisesti prosenttilukuina alueelta, joka ulottuu 25 metrin päähän mittauspisteestä. Jos maa on paljaana esimerkiksi neljänneksellä tästä alueesta, pälviprosentti on 25. Jos taas puolet alueesta on sulanut paljaaksi, pälvisyys

on 50. Jos enää kolmannes alueesta on lumen peitossa, pälvisyys on 67 %. Pälvisyys on muistettava merkitä myös, jos lunta on vielä kaikkialla eli pälviprosentti on 0 tai jos lumi on sulanut mittauspisteen koko lähialueelta eli pälviprosentti on 100. Pälviprosentti on lumen vesi-arvon laskennassa välttämätön tieto, ja laskentaohjelmat eivät toimi ilman sitä.



Kuva 4-7 Pälviä Tervolan Vähäkarinperän lumilinjalla 30.3.2014

Jos pitkän lumilinjan syvyysmittauspisteessä ei ole lunta, mutta sitä löytyy vielä 25 metrin säteeltä, mittaus siirrytään tekemään lumiseen kohtaan. Jos lunta ei ole ollenkaan 25 metrin säteellä mittauspisteestä, lumen syvyydeksi merkitään nolla.

Myös punnitus siirretään pitkällä lumilinjalla lumiseen kohtaan 25 metrin säteellä mittauspisteestä, jos varsinaisen mittauspisteen kohdalla ei ole lunta. Jos lunta ei ole ollenkaan 25 metrin säteellä mittauspisteestä, punnitusta ei jätetä kokonaan tekemättä vaan se siirretään lumilinjan sellaiseen osaan, josta lunta vielä löytyy. Pälvisissäkin oloissa punnituksia tehdään siis aina vähintään kahdeksan, jotta lumen vesi-arvo lumilinjalla saadaan laskettua riittävän tarkasti!

Pienten valuma-alueiden lumilinjailta tietoa pälvisyydestä ei kerätä. Tämän vuoksi mittauspisteitä ei myöskään siirretä pälvissä oloissa lumettomasta kohdasta lumiseen, vaan jos mittauspisteessä ei ole lunta, sekä lumen syvyysmittauksen että punnituksen tulokseksi merkitään nolla. Jos pienillä linjoilla pälven osuessa mittauspisteeseen siirryttäisiin aina tekemään mittaus lumiseen kohtaan, lumilinjalle laskettava lumimäärä tulisi yliarvioitua, koska laskennan tulosta ei korjata pienemmäksi pälvissyystiedon perusteella, niin kuin pitkällä linjoilla tehdään.

4.6 Lumen syvyysmittaukset

Lumen syvyys mitataan mittasauvalla painamalla sen alapää lumikerroksen läpi maan pintaan asti ja lukemalla lumen syvyys mittasauvan asteikosta (Kuva 4-8). Jokaisessa mittauspisteessä syvyys katsotaan muutamasta kohdasta, jotta huomataan, jos mittasauva osuu kiven tai kannon päälle, kuoppaan, tai muuhun ympäristöstä poikkeavaan kohtaan. Mittaustulokseksi merkitään muutamien onnistuneiden sauvanpiston keskiarvo.



**Kuva 4-8 Lumen syvyyden mittausta Valkealan
Niittyjoen lumi- ja routa linjalla 16.3.215**

Roudattomassa pehmeässä maassa sauvan alapää voi painua helposti maan sisään, jolloin mittaustuloksesta tulee liian suuri. Voi myös käydä niin, että kanervikko tai muu pintakasvillisuus kannattaa hankea ja estää sitä painumasta maahan saakka. Tällöinkin saadaan virheellinen mittaustulos, jos sauva kuitenkin painuu maahan saakka. Jos mitatessa epäilee, että mittasauva ei painu lumikerroksen alareunaan asti tai painuu sitä syvemmälle, on lumilapiolla kaivettava lumeen pystyseinäinen kuoppa, jonka seinämästä lumen syvyyden saa mitattua luotettavasti. Näin on myös hyvä tehdä joka tapauksessa mittaajan ensimmäisillä mittauskerroilla, ennen kuin saa tuntuman siihen, miltä mittaussauvan painuminen lumen läpi maanpintaan oikealla tavalla tuntuu.

4.7 Lumen punnitukset

Lumen punnitus voidaan tehdä mittauspisteissä, jossa maa on tasaista, kivetöntä ja mättäätöntä. Jos punnitus tehdään esim. kiven tai mättään päältä, lumikerroksen paksuus on ympäristöä pienempi eikä kaikkea lunta ehkä saada nostettua lapiolla ja lieriöllä punnittavaksi, kun pohja ei ole tasainen. Näin ollen lumen vesiarvo mittauspisteessä tulee aliarvioitua. Jos taas punnitus tehdään kuopasta, jossa lunta on ympäristöä syvemmin, lumen vesiarvo pisteessä yliarvioidaan.

Lumen punnitus aloitetaan aina punnitsemalla lieriö tyhjänä. Usein mittauskierroksen aikana lieriön pohjalle kertyy puhdistusyrityksistä huolimatta lunta tai jäätä, joka suurentaa punnitustuloksia virheellisesti, jos sen vaikutusta ei saada kumottua punnitsemalla tyhjä lieriö ennen jokaista punnitusta. Puntarin ikäännyessä se voi myös alkaa ilman näkyvää syytä näyttää tyhjälle lieriölle hieman nollasta eroavaa painoa. Tämä ei estä puntarin käyttöä, kunhan tyhjän lieriön paino muistetaan aina tarkistaa ennen punnitusta.

Kun tyhjän lieriön punnitus on tehty, kaivetaan lumipeitteeseen maahan saakka ulottuva kuoppa, jonka yksi seinä leikataan pystysuoraksi. Jos lumen syvyys on lieriön pituutta pienempi, lapio työnnetään kuopan pystysuorasta reunasta lumipeitteen alle maanpintaa pitkin tai lumen alarajaa pitkin, jos kasvillisuus, risukko tms. kannattaa hankea. On oltava tarkka, että yhtään lunta ei jää lapion alle ja siten punnitsematta. Seuraavaksi lieriö painetaan pystysuorana lumipeitteen läpi lapioon asti (**Kuva 4-9**). Voidaan myös tehdä

niin päin, että lieriö painetaan ensin lumeen, ja vasta sen jälkeen lapio hivutetaan lieriön alle. Tällöin on kuitenkin varottava nostamasta lieriötä lapiota työnnettäessä, jotta lunta ei pääse karkaamaan lieriöstä.



Kuva 4-9 Lumeen on kaivettu pystyseinäinen kuoppa, jonka reunasta lieriö painetaan lumipeitteen läpi lapiota vasten

Lumen syvyys luetaan punnituksen yhteydessä aina lieriön ulkosivun asteikosta, koska syvyys voi vaihdella pienelläkin alueella ja usein samasta mittauspisteestä mittasauvalla tehty syvyysmittaus antaa hie-
man eri tuloksen. Pienikin heitto syvyyslukemassa vääristää lumen tiheyden laskentaa. Kun syvyys on katsottu lieriön kyljestä ja merkattu muistiin, lieriö nostetaan lapion varassa ylös ja käännetään ylösalaisin (**Kuva 4-9**). Lieriön ulkosivu puhdistetaan lumesta ja lieriöön maanpinnalta mahdollisesti tulleet puunlehdet tai muut roskat poistetaan varovasti niin, ettei lunta kuitenkaan poisteta yhtään. Seuraavaksi lieriö punnitaan. Lopuksi lieriö tyhjennetään lumesta mahdollisimman tarkasti, jotta se on valmis seuraavaan punnitukseen.



Kuva 4-10 Lieriö on nostettu ylös lapion avulla ja käännetty ylösalaisin

Jos lumen syvyys on lieriön pituutta suurempi, punnitus on tehtävä kahdessa tai useammassa erässä. Vaikka lumikerros olisi vain vähän paksumpi kuin lieriö pituus, punnitus on tärkeää tehdä kahdessa erässä. Jos lieriön työntää väkisin liian syvän lumikerroksen läpi, lumi tiivistyy lieriöön, lieriön kyljestä luetaan liian pieni syvyyslukema ja punnitus tuloksista laskettavasta lumen tiheydestä tulee huomattavasti liian suuri. Tällöin mittauspisteen sekä myös koko lumilinjan lumen vesiarvo yliarvioidaan.

Kun punnitus tehdään erissä, lapio työnnetään ensin kuopan pystysuorasta seinämästä lumen sisään vaakatasossa niin, että sen päälle jäävä lumikerros mahtuu syvyydeltään lieriöön. Lieriö painetaan pystysuorassa lumikerroksen läpi varovasti lapioon asti, lumen syvyys luetaan lieriön kyljestä ja lieriö nostetaan ylös punnittavaksi edellä kuvatulla tavalla. On varottava, ettei alempi lumikerros painu kasaan lieriötä alas painaessa ja ettei sen yläpinta hajoa, kun lieriö ja lapio nostetaan ylös. Jos tälle pinnalle vierii irtolunta lapiota nostettaessa, se on poistettava huolellisesti ennen seuraavan erän punnitusta.

Seuraavan erän punnitus tehdään täsmälleen samasta kohdasta. Jos lunta on edelleen lieriön pituutta enemmän, seuraava kerros punnitaan päällimmäisen kerroksen tapaan. Jos maan pinnalla on jäljellä enää lieriön pituutta matalampi lumikerros, se punnitaan ohuen lumikerroksen tapaan laittamalla lapio lumikerroksen alle maanpintaa pitkin tai hankea kannattavan aluskasvillisuuden yläreunaa pitkin ja painamalla lieriö lumikerroksen läpi samasta kohdasta kuin ylempää kerrosta punnitessa. Eri kerrosten punnituksen välissä lieriö on muistettava puhdistaa huolellisesti ja punnita tyhjänä.

Lunta punnittaessa lieriö ripustetaan sen reunassa olevasta reiästä puntarin tangon toisessa päässä olevaan koukkuun ja puntari saatetaan tasapainoon siirtämällä tangossa oleva punnus sopivalle kohdalle. Puntari on tasapainossa, kun sen varsi pysyy vaakasuorassa. Punnitessa ei voi tyytyä katsomaan lukemaa, kunhan punnus pysyy paikoillaan, vaan tasapainoasema on aina haettava puntarin varren vaakasuoruutta tarkkailemalla (**Kuva 4-11**). Jos puntarin tanko ja punnuksen pinta eivät ole riittävän liukkaita, punnus voi jämähtää paikoilleen, vaikkei puntari olisikaan tasapainossa.



Kuva 4-11 Puntarin saattamista tasapainoon Valkealan Niittyjoella 16.3.2015

Kun puntari on saatu tasapainoon, puntarilukema luetaan tangossa olevasta asteikosta punnuksen sen reunan kohdalta, joka on lähempänä puntarin kannatinta eli kahvaa (**Kuva 4-4**). On tärkeää muistaa katsoa lukema juuri kannattimen puoleiselta reunalta punnusta, jotta lumen vesiarvoa ei yliarvioida.

Punnituksen jälkeen on vielä tarkistettava, jäikö punnituspisteen maanrajan jääkerros, jota ei saatu lieri-öön. Jos maanpinnalle jäi punnitsematonta jäätä, jääkerros on puhkaistava esimerkiksi lapion kulmalla ja sen paksuus on mitattava, jotta sen paino voidaan laskea ja ottaa huomioon lumen vesiarvoa laskettaessa.

4.8 Havaintolomake

Mittaus tulokset kirjoitetaan lumilinjoilla havaintovihkoon. Mittauskierroksen jälkeen ne lähetetään Sykeen www-lomakkeella. Mikäli havaitsijalla ei ole käytössä tietokonetta hän voi myös lähettää tulokset paperisella lomakkeella. Uusille havaitsijoille ei enää tarjota mahdollisuutta paperilomakkeiden käyttöön. Lomakkeet toimitetaan Sykeen mahdollisimman pian, jotta tietokantoihin ja käyttäjille saataisiin aina mahdollisimman tuoreta tietoa lumimääristä. Havaintolomakkeesta on olemassa erilliset versiot pitkille lumilinjoille ja pienten valuma-alueiden linjoille.

4.8.1 Pitkät lumilinjat

Pitkien lumilinjojen havaintolomakkeessa on valmiiksi numeroitu rivi lumen syvyysmittauksille. Jokaiselle maastotyyppille on oma sarakkeensa, ja syvyysmittauksen tulos kirjataan oikean maastotyyppin kohdalle. Lisäksi riville merkitään pälviprosentti, maaston muoto, rinteen viettosuunta- ja jyrkkyys, metsänaukossa sijaitseville mittauspisteille aukon läpimitta sekä metsässä oleville pisteille metsän tiheys.

Lumen tiheysmittauksille eli punnituksille on oma taulukkonsa, johon on merkittävä samassa mittauspisteessä tehdyn syvyysmittauksen paikan numero. Lisäksi taulukossa kysytään kultakin punnituspisteeltä lieriön asteikosta luettu lumen syvyys, puntarilukemat eli punnitustulokset tyhjän lieriön ja lumen punnituksista sekä maanrajaan jääkerroksen paksuus. Jos lunta on niin paksusti, että punnitus on tehty useammassa kuin yhdessä erässä, kunkin erän tiedot merkitään omalle rivilleen. Mittauspisteen numero on sama kullakin näistä riveistä.

Tarkemmat ohjeet havaintolomakkeen täyttämisestä löytyvät havaintovihosta.

4.8.2 Pienten valuma-alueiden lumilinjat

Pienten lumilinjojen havaintolomake poikkeaa pitkien linjojen lomakkeesta mittauspisteiden lukumäärän lisäksi siinä, että syvyyden mittauspisteistä kysytään lumen syvyyden lisäksi vain mahdollisia huomautuksia. Lisäksi punnitustaulukossa mittauspisteiden numerot on valmiiksi merkitty ja siinä kysytään muiden tietojen lisäksi punnituspaikan maanrajassa mahdollisesti olleen vesikerroksen paksuutta. Lomakkeesta löytyy myös pitkiltä linjoilta puuttuva taulukko roudan mittauksia varten.

Liitteet / Aineistot

Lumipeitteen linjamittauksia -havaintovihko (pitkille linjoille sekä pienten valuma-alueiden lumi- ja routalinjoille omansa)

Lumipeitteen linjamittaus -havaintolomake

Lumi- ja routalinjan havaintolomake

5. Veden lämpötila

Vesistöjen lämpöolojen tunteminen on edellytyksenä monien luonnossa esiintyvien ilmiöiden selvittämiseksi, etenkin kun Suomen olosuhteissa lämpötilan kululla on selvä vuodenaikainen vaihtelu. Pintaveden lämpötila vaikuttaa esimerkiksi vesistöistä tapahtuvaan haihduntaan sekä vesistöjen biologiseen ja kemialliseen toimintaan. Veden lämpötilan aikasarjoista on mahdollista tutkia pitkäaikaismuutoksia, kuten ilmastomuutosta. Lisäksi tiedotusvälineet ja kansalaiset ovat hyvin kiinnostuneita veden lämpötiloista etenkin kesäkuukausina, jolloin vesistöjen virkistyskäyttöarvo on suurin. Nykyisin pintaveden lämpötilan seuranta on automatisoitu. Pintaveden lämpötilan tarkistusmittaukset ja syvänealueiden lämpötilaluotaukset tehdään edelleen manuaalisesti.

5.1 Havaintopaikan valinta ja perustaminen

Uutta asemaa perustettaessa pintaveden lämpötilan havaintoasema tulee valita paikasta, jonka syvyys-suhteet eivät aiheuta poikkeuksellisia lämpötilan vaihteluja. Käytännössä tämä tarkoittaa, että järvissä on vältettävä esim. matalia ja suljettuja lahtia, vuolaita salmia tai jyrkkärantaisia ulappa-alueita.

Jokien lämpötila voi vaihdella huomattavasti sekä poikki- että pituussuunnassa. Tämän vuoksi jokien lämpötilahavainnoista sovitaan tapauskohtaisesti. Myös syvänealueiden lämpötilaluotauspaikan perustamisesta sovitaan Syken asiantuntijan kanssa erikseen tapauskohtaisesti.

Useimmat vanhat pintaveden lämpötilan havaintoasemat on perustettu vedenkorkeusasemien yhteyteen, jolloin havaintopaikan olosuhteet eivät välttämättä ole edustavimmat veden lämpötilan mittaamiseen. Monilta havaintopaikoilta on olemassa pitkät yhtenäiset sarjat. Pitkien havaintosarjojen havaintopaikkaa ei yleensä muuteta, jotta mittaukset ovat koko jaksolla vertailukelpoisia ja tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi pitkäaikaistarkasteluissa tai mallien kalibroinnissa. Jos nykyisellä tai entisellä paikalla ei jostain syystä voida tehdä mittauksia (esim. maanomistajan vaihdos, ilki-valta jne.) tulee havaintopaikan siirtämisestä aina keskustella Syken asiantuntijan kanssa. Jos Syke antaa luvan paikan siirtämiseen, tulee muutokset dokumentoida tietojärjestelmiin (karttapiirros tai muuttuneet koordinaatit tiedoksi). Syke hoitaa aseman perustamisen tietokantaan ja metatietojen päivittämisen tietojärjestelmiin valtakunnallisilta asemilta.

Useissa vedenkorkeuden paineanturimittauksissa veden lämpötila saadaan anturilta lisätietona. Nämä asemat eivät kuitenkaan ole virallisia pintaveden lämpötilan havaintopaikkoja, sillä anturin sijainti ei yleensä täytä pintaveden lämpötilan mittausten vaatimuksia tarkkuudesta, mittaussyvyydestä tai edustavuudesta. Syynä tähän voi olla esimerkiksi anturin sijainti mittaускаivossa, sedimentin läheisyys jne.

5.2 Pintaveden lämpötilan automaattiaseman perustaminen ja ylläpito

5.2.1 Valmistelut aseman automatisoimiseksi

Kun pintaveden lämpötilan havaintoasema automatisoidaan, tulee huomioida seuraavat seikat. Syke päättää asemien automatisoinnista, mutta myös ELY voi halutessaan ehdottaa aseman automatisointia. Aluksi tulee sopia havaitsijan ja/tai maanomistajan kanssa siitä, että automaattilaitte voidaan asentaa entisen mittausta paikan läheisyyteen. Automaattinen mittalaite asennetaan mahdollisimman lähelle sitä paikkaa, josta käsin tehdyt mittaukset on tehty eli rannan tai laiturin tuntumaan. Havaintopaikan pitäminen samana on tärkeää, sillä veden lämpötilat vaihtelevat erilaisesta syvyydestä ja virtauksista johtuen saman

järven sisällä. Jos entistä mittauspaikkaa ei jostain syystä voida käyttää, on syytä konsultoida Syken veden lämpötilahavainnoista vastaavaa asiantuntijaa. Vedenpinnan vaihtelut avovesikauden aikana tulee ottaa huomioon, eli varmistua, ettei anturi voi jäädä vedenpinnan laskun myötä kuivalle maalle tai mahdollisesti vedenpinnan noustessa upoksiin.

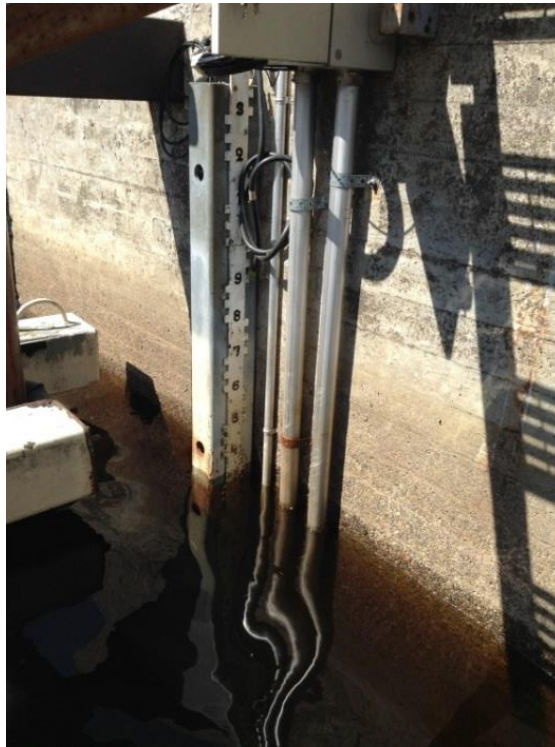
Täysin uutta automaattista lämpötila-asemaa perustettaessa on oltava yhteydessä paikan valinnassa Syken veden lämpötilaseurannoista vastaavaan ja otettava huomioon havaintopaikan yleiseen valintaan liittyvät seikat.

5.2.2 Laitteiden hankinta ja konfigurointi

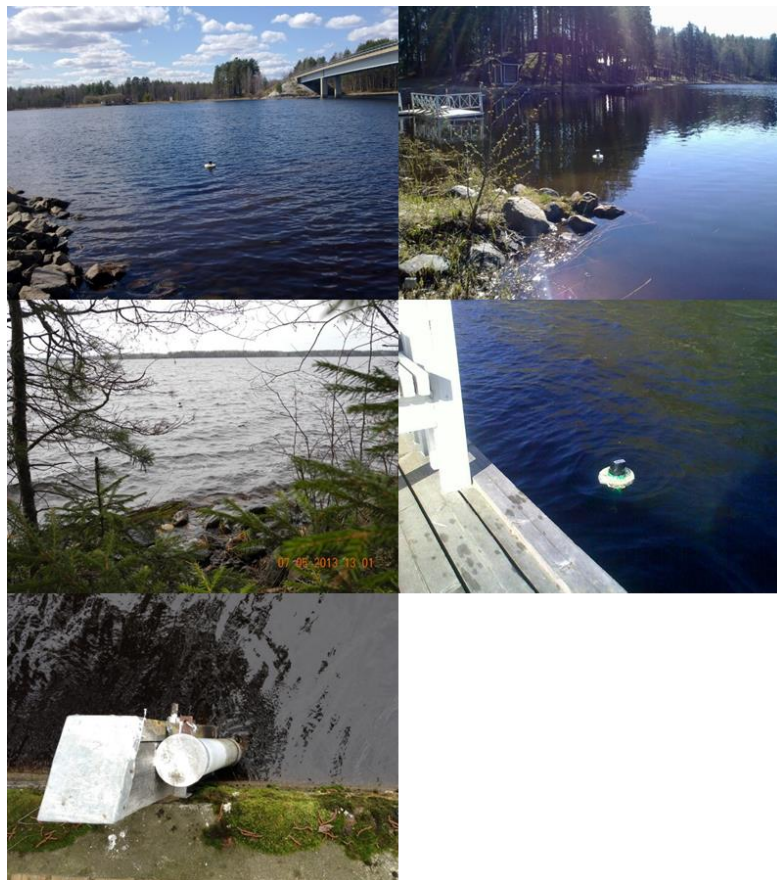
Lounais-Suomen elinvoimakeskus vastaa pääsääntöisesti valtakunnallisten pintaveden lämpötilan automaattimittalaitteiden hankinnasta, kalibroinnista sekä liittymän hankinnasta ja kustannuksista. Lounais-Suomen elinvoimakeskus tekee myös etukäteen tarvittavat konfiguroinnit laitteelle asematunnuksen, mitaus- ja lähetysvälin suhteen. Lounais-Suomen elinvoimakeskus laittaa myös mittalaitteeseen tiedot, kenen omistuksessa laite on.

5.2.3 Mittalaite

Automaattinen pintaveden lämpötilan mittaus tehdään tarkoitukseen varatulla laitteella, joka mittaa veden lämpötilaa 20 cm:n syvyydessä ja tekee mittauksen vähintään kerran päivässä klo 8 ja lähettää tiedon Suomen ympäristökeskukseen erikseen sovitussa formaatissa. Mittalaite voi mitata ja raportoida tietoja myös useammin kuin kerran päivässä, esimerkiksi tunnin välein. Uusissa laitteissa pyritään tunnin mitausväliin vuorokausivaihteluiden kiinni saamiseksi aamun lämpötilojen lisäksi. Automaattinen mittalaite pyritään asentamaan mahdollisimman samanlaiseen paikkaan kuin manuaalinen mittauspaikka vertailukelpoisten olosuhteiden saavuttamiseksi. Pääsääntöisesti pintaveden automaattilaitteet ovat erillisiä mittalaitteita, eivätkä ne ole yhteydessä vedenkorkeusantureihin. Osalla havaintopaikoista nämä mittaukset ovat yhdistettynä samaan tallentimeen, jos lämpötilamittaukset pystytään hoitamaan vaatimusten mukaisesti (mittausvyvyys ja paikka). Kuvissa **(Kuva 5-1)** ja **(Kuva 5-2)** on esitetty erilaisia asennuksia pintaveden lämpötilan mittauksissa.



Kuva 5-1 Esimerkki vedenkorkeuden mittaukseen yhdistetystä pintaveden lämpötilan mittauksesta. Anturi on metalliputken sisällä kelluen vapaasti 20 cm syvyydessä.



Kuva 5-2 Erilaisia asennuksia kelluvista erillisistä automaattisista pintaveden lämpömittareista. Alimmassa kuvassa mittalaite on rei'itetyn metalliputken sisällä, jossa vesi pääsee vaihtumaan. laite on varjon puolella.

5.3 Automaattilaitteen ylläpito

Kunnossapito- tai ylläpitokäynnillä tarkoitetaan automaattilaitteen paikoilleen viemistä tai hakemista tai virhetilanteesta tai muusta syystä johtuvaa asemalla vierailua.

5.3.1 Valmistelut asennus- tai ylläpitokäyntiin

Pintaveden lämpötilan mittaukset tehdään vain avovesikaudella, sillä anturit voivat rikkoutua jäissä eikä jään lämpötilan mittaaminen ole tarkoituksenmukaista. Automaattisten lämpötilamittausten osalta asennus- ja huoltotoimenpiteistä vastaavan tahon täytyy ennakoida jäiden lähtöä sekä jäätymistä ko. vesistöissä.

Laite on syytä olla asennus- ja toimintavalmiudessa jo hyvissä ajoin ennen oletettua jäiden sulamista. Laitteen kalibrointi- ja huoltotoimenpiteet tehdään talvella, pääsääntöisesti Lounais-Suomen elinvoimakeskuksessa. Vesistön jäiden lähdön ja jäätyksen ajankohta on syytä ottaa huomioon kunnossapitokäyntien suunnittelussa, ja laite viedään vesistöön mahdollisimman viipymättä avovesikauden alettua. Ennen laitteen vesistöön vientiä varmistetaan, että laite toimii ja lähettää lämpötilalukemia. Vikatilanteissa laitteet lähetetään Lounais-Suomen elinvoimakeskukseen, joka hoitaa tarvittavat yhteydet valmistajaan, ellei erikseen toisin sovita.

5.3.2 Asennus- tai noutokäynti

Asennuskäyntiin on syytä varautua tarpeellisin työvälinein. Automaattilaitteen lisäksi mukana on oltava lämpömittari vertailumittauksen tekemistä varten sekä asennuksessa tarvittavat tarvikkeet.

Laite ankkuroidaan veteen köyden, painon ja kellukseen avulla siten, että se mittaa aina 20 cm:n syvyydessä ja on vesitiivis. Laite asennetaan siten, ettei se voi irrota tai pyörähtää ympäri kovan tuulen, virtauksen tai aallokon vaikutuksesta. Tarvittavat toimenpiteet vesitiiviiden ja tasapainoisen kelluvuuden saavuttamiseksi on huomioitava. On myös huomioitava, etteivät kelluvuus- tai tasapainoratkaisut vaikuta vesistöä edustavan lämpötilan mittaukseen virhelähteinä (esimerkiksi metallirakenteiden lämmittävä vaikutus).

Laitetta ei tule asentaa sellaiseen paikkaan, jossa se voi haitata vesiliikennettä tai olla alttiina ilkeille. Veneliikenteen varalta voi olla syytä merkitä laite lipulla tai viirillä. Laitureiden yhteydessä voi olla parempi asentaa laite laiturin alle veneliikenteen tai ilkeiden vuoksi.

Laitteen asennuksesta ja noudosta ilmoitetaan välittömästi Sykeen, jotta mittaukset ovat mahdollisimman pian tietokannassa ja ettei muita kuin vesistöä kuvaavia lämpötilalukemia joudu virheellisesti tietokantaan. Viemisen ja noutamisen yhteydessä mitatut tarkistuslukemat tulee ilmoittaa samalla Sykeen sähköpostilla tai puhelimitse tai tallentaa suoraan HYD-valikkoon, jos se on mahdollista. Syksyllä vesistön jäätyksen ollessa odotettavaa laite noudetaan pois, ja samassa yhteydessä tehdään tarkistusmittaus käsimittarilla. Laite lähetetään Lounais-Suomen elinvoimakeskukseen talven ajaksi säilytettäväksi ja huollettavaksi.

Asemalla käydessä voi ottaa valokuvia ja toimittaa niitä Sykeen aseman metatietoihin lisättäväksi tietojärjestelmään.

5.3.3 Tarkistusmittaukset

Tarkistusmittaus tehdään automaattianturin vesistöön viemisen ja pois hakemisen yhteydessä pintavedestä 20 sentin syvyydellä laitteen vieressä. Tarkistustulokset otetaan myös aina kun asemalla vieraillaan muiden toimenpiteiden vuoksi. Olisi toivottavaa, että tarkistusmittaus tehtäisiin ainakin kerran myös kesikesällä (aamupäivällä).

Tarkistustulokset lähetetään sähköpostitse Sykeen tai ne tallennetaan suoraan HYD-valikkoon. Jos havaintopaikalla on käytettävissä entinen havaitsija, joka tekee esim. vedenkorkeuden tarkistusmittauksia, voidaan sopia hänen kanssaan myös veden lämpötilan tarkistusmittauksista. Tällöin havaitsijalla on oltava digitaalinen lämpömittari käytettävissä ja hänelle opastetaan tarkistusmittaustulosten toimittaminen Sykeen.

Mitattaessa tarkistusmittausta käsimittarilla anturi lasketaan noin 20 cm:n syvyyteen automaattisen mittalaitteen läheisyydessä. Mittariin kuuluu veteen pantava anturi, 1–2 metriä pitkä kaapeli sekä kädessä pidettävä näyttöosa (**Kuva 5-3**). Mittariin kytketään virta. Kun mittarin näyttö ei enää muutu, merkitään lukema muistiin 0,1 asteen tarkkuudella. Mittarista katkeaa itsestään virta 2 minuutin jälkeen. Lämpömittari toimii joko yhdellä 9 V:n patterilla (vanhempi malli) tai kolmella AA 1,5 V:n paristolla (uudempi malli). Paristot on syytä vaihtaa, kun näyttöön ilmestyy pariston kuva.



Kuva 5-3 Pintaveden lämpötilan käsimittareita tarkistusmittausta varten: vasemmalla vanhempi malli, oikealla uudempi malli.

5.4 Lämpötilaluotaus

Lämpötilaluotauksia tehdään tietyillä järvisyvänteillä, jotka ovat etukäteen määritettyjä. Syvännepaikka voidaan merkitä tarvittaessa poijulla paikallistamisen helpottamiseksi, jos tähän ei ole vesiliikenteellisiä tai muita esteitä. Mittauspaikan paikallistaminen havaitsijaa ensimmäistä kertaa opastaessa käydään lävitse maastossa kartan ja lisäksi tarvittaessa GPS-paikannuslaitteen (tai älypuhelimien) avulla. Mittaukset

tehdään samoilla ennalta sovituilla paikoilla vuoden ympäri, kuukauden 10., 20. ja 30. päivä. Pakottavista syistä määrätyistä mittauspäivistä voidaan joustaa, mutta mittauspaikkaa ei saa itsenäisesti muuttaa. Luotaukset tehdään avovesikaudella veneestä käsin ja talvisin jäältä. Työturvallisuus tulee huomioida työsuojeluoppaiden mukaisesti. Kelirikkoaikana mittauksiin voi tulla katkos jääolosuhteiden vuoksi, jos veneellä ei enää pääse ja jäät ovat liian heikkoja jalkaisin tai kulkuneuvolla kuljettaviksi. Luotauksilla käytössä oleva vene on havaitsijan omaisuutta, eivätkä Syke tai ELYt hanki veneitä havaitsijoille.

Lämpötilajakauma mitataan digitaalisella mittarilla 0,1 °C:n tarkkuudella. Mittarin näyttöön on liitetty kiinteästi riittävän pitkä kaapeli, jonka päässä on mittausanturi. Luotauslämpömittarit on varustettu kunkin mittauspaikan syvyysolosuhteet huomioon ottaen eri pituisilla kaapeleilla (**Kuva 5-4**).

Lämpötila mitataan joko pinnasta pohjaan tai pohjasta pintaan ja mittaussuunta merkitään havaintolomakkeelle. Lämpötila mitataan pinnasta noin 20 cm syvyydestä ja sitten metrin välein 20 metriin asti. Tämän jälkeen mittaus tehdään kahden metrin välein 50 metriin asti ja 50 metristä lähtien viiden metrin välein pohjaan asti. Lisäksi mitataan lämpötila puoli metriä pohjan yläpuolella sekä pohjalla.



Kuva 5-4 Lämpötilaluotain (OTT) 50 metrin kaapelilla

Kun mittaria käytetään pakkasessa, se on pidettävä mahdollisuuksien mukaan kylmältä suojattuna. Pakkasessa paristojen teho laskee nopeasti ja mittauks tulokset saattavat olla virheellisiä. Pakkasella on huolehdittava myös siitä, että mittausanturin ympärille ei kerry jäätä.

Lämpötilaluotauksen havainnot merkitään havaintolomakkeelle ja toimitetaan joko postitse, sähköpostitse tai pian käyttöön otettavalla sähköisellä nettilomakkeella Sykeen. Lomakkeelle merkitään varsinainen mittauspäivä, vaikkei se olisi 10., 20., tai 30. päivä.

Liitteet / Aineistot:

Lämpötilaluotausten havainto-ohje havaitsijalle

Lämpötilaluotauksen havaintolomake

6. Jäänpaksuus

Vesistöjen jääolosuhteiden tunteminen on edellytyksenä monien luonnossa esiintyvien ilmiöiden selvittämiseksi sekä vesistöjen hyöty- ja virkistyskäytölle talvisin, ja sillä on merkitystä myös turvallisuuskohdanna (esim. jäätiet). Jäänpaksuuden, jäätymisen ja jäänlähdon aikasarjoista on mahdollista tutkia pitkäaikaismuutoksia kuten ilmastomuutosta. Lisäksi tiedotusvälineet ja kansalaiset ovat hyvin kiinnostuneita jäänpaksuudesta talvisin.

6.1 Jäänpaksuuden havaintopaikan valinta ja perustaminen

Uutta asemaa perustettaessa jäänpaksuuden havaintoasema tulee valita paikasta, joka edustaa hyvin kyseistä vesistöä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että on vältettävä esim. salmia, virtapaikkoja sekä muita ympäristöstä poikkeavia havaintopaikkoja.

Useimmat vanhat havaintoasemat on perustettu vedenkorkeusasemien yhteyteen, jolloin olosuhteet eivät välttämättä ole edustavimmat jääolosuhteiden mittaamiseen. Monilta havaintopaikoilta on kuitenkin olemassa pitkät yhtenäiset sarjat. Pitkien havaintosarjojen havaintopaikkaa ei yleensä muuteta, jotta mittaukset ovat koko jaksolla vertailukelpoisia ja tuloksia voidaan hyödyntää esim. pitkäaikaistarkasteluissa. Jos nykyisellä tai entisellä paikalla ei jostain syystä voida tehdä mittauksia, tulee havaintopaikan siirtämisestä aina keskustella Sykeen jäähavainnoista vastaavan asiantuntijan kanssa. Jos havaintopaikan siirtämiseen päädytään, tulee kaikki muutokset dokumentoida ja toimittaa Sykeen tiedoksi (karttapiirros tai muutuneet koordinaatit). Syke hoitaa aseman perustamisen ja metatietojen päivittämisen tietojärjestelmiin valtakunnallisilta asemilta.

Uusien havaintopaikkojen valinnassa on otettava huomioon havaintojen tarve, paikan edustavuus sekä havaitsijan löytyminen ko. alueelta. Pääsääntöisesti uusia virallisia havaintopaikkoja ei nykyisin perusteta. Vesi.fi-palveluun sekä Järvi- ja meriwikiin voi ilmoittaa satunnaisia mittauksia.

6.2 Jäänpaksuuden mittaaminen

Mittaukset aloitetaan syksyllä heti kun jäällä on turvallista liikkua ja niitä jatketaan niin kauan, kuin jää keväällä vielä kantaa havaitsijan. Jään kantavuuden arvioinnissa on otettava huomioon työsuojeluoppaiden sisältö. Alkusyöksystä ja loppukeväästä on arvioitava jään kantavuus ennen mittaukselle lähtöä esim. tuuran avulla. Mittaukset tehdään kuukauden 10., 20. ja 30. päivänä. Pakottavista syistä mittauksen voi tehdä ennen tai jälkeen varsinaisen mittauspäivän, mieluiten kuitenkin etukäteen tiedotuksellisista syistä. Lomakkeelle merkitään aina todellinen mittauspäivä. Mittaustulokset ilmoitetaan Suomen ympäristökeskukseen jokaisen mittauksen jälkeen sekä puhelimitse että jäänpaksuuden ilmoituslomakkeella netissä, postitse tai sähköpostitse.

Jäällä olevan lumikerroksen paksuudella on tärkeä osa jään paksuuskasvussa sekä kohvajään synnyssä. Jään tiheys on pienempi kuin veden, mistä syystä jäätyminen alkaa normaaleissa oloissa pinnalta. Ensin syntyy kirkas teräsjäakerros, joka on kestävä ja joustava. Teräsjään päälle satava lumi saattaa painaa jäänpinnan vedenpinnan alapuolelle ja muodostaa siten lumisohjoa, joka jäähtyessään muuttuu valkoiseksi jääkerrokseksi, ns. kohvaksi. Kohva on pehmeämpää ja heikompa kuin teräsjää. Eri jäakerrosten erilaisten ominaisuuksien ja kantavuuden selvittämiseksi jäämittauksessa mitataan kokonaisuutensa lisäksi teräsjää, kohvajää, lumenpaksuus, vesipinta suhteessa jäänpintaan sekä mahdolliset välissä olevat vesikerrokset.

Mittausvälineet

Mittauksessa tarvittavat välineet ovat kaira, saranoitu tai kiinteäkulmainen jäämitta senttimetrijaotuksella ja kolme kohvasauvaa senttimetrijaotuksella. Jokimittauksessa tarvitaan useampia kohvasauvoja. Alueellinen ELY-keskus järjestää havaitsijalle nämä mittausvälineet. Lisäksi turvallisuussyistä tulee olla naskalit ja tarpeen mukaan tuura.

Saranoitu jäämitta soveltuu paksuusmittauksiin silloin, kun avannon reunat eivät ole sileät. Pitkän kulmaosansa takia se pystytään asettamaan jään alapinnan rikkoutumattomalle kohdalle ja mittaamaan siten oikea paksuus. Kovakouraisesti käytettynä mitan sarana saattaa vääntyä, jolloin havaintotulokset ovat liian pieniä.

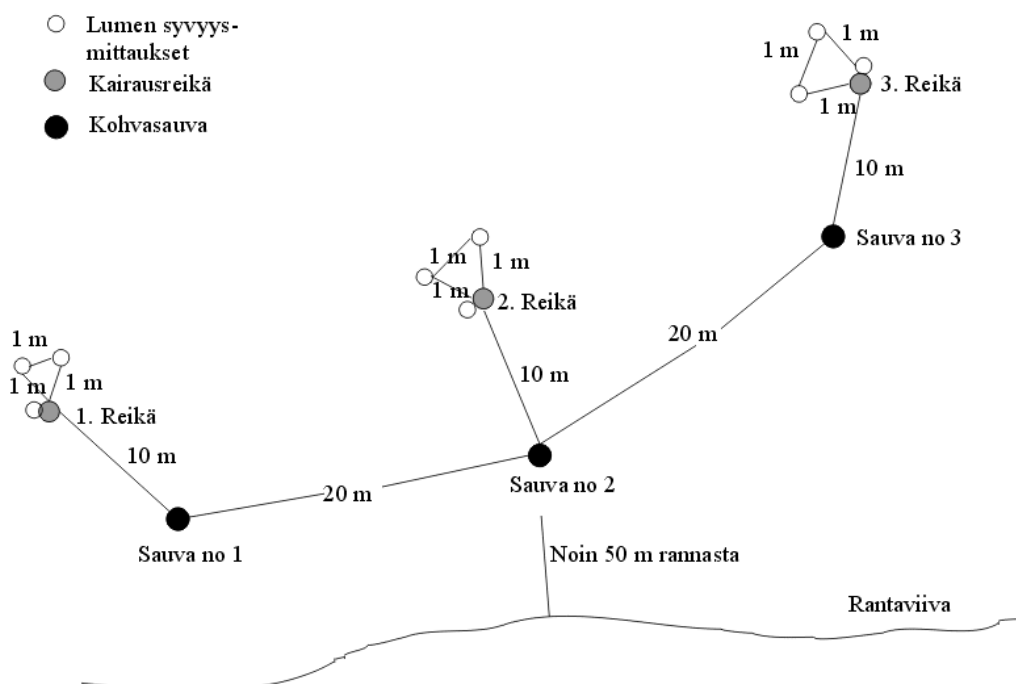
Saranan taakse jäätyvä vesi taas estää kulman täyden aukeamisen ja silloin saadaan liian suuria havaintotuloksia. Syntynyt jää poistetaan heti. Saranan öljyminen pidentää sen ikää ja vähentää jään muodostumista sen ympärille.

Kiinteäkulmaisella mitalla ongelmana on kulmaan kertyvä jää. Se poistetaan tarpeen vaatiessa.

Yleisesti saatavilla olevat mittauksen apuvälineet (kaira, naskalit, tuura) hankitaan kaupasta ja varsinaiset mittausvälineet (jäämitta ja kohvasauvat) joko valmistetaan itse tai teetetään tilauksena.

6.2.1 Mittausjärjestelyt järvillä

Jäänpaksuuden mittauspaikka tulee olla vähintään 50 metrin päässä rannasta. Mittaus olisi mielellään tehtävä kohdassa, jossa lumen syvyys ei poikkea suuresti järven keskimääräisestä lumen syvyydestä. Moottorikelkkaliikenne häiritsee jäänpaksuushavaintojen tekemistä. Tämä on syytä ottaa huomioon mittauspaikkaa valittaessa.



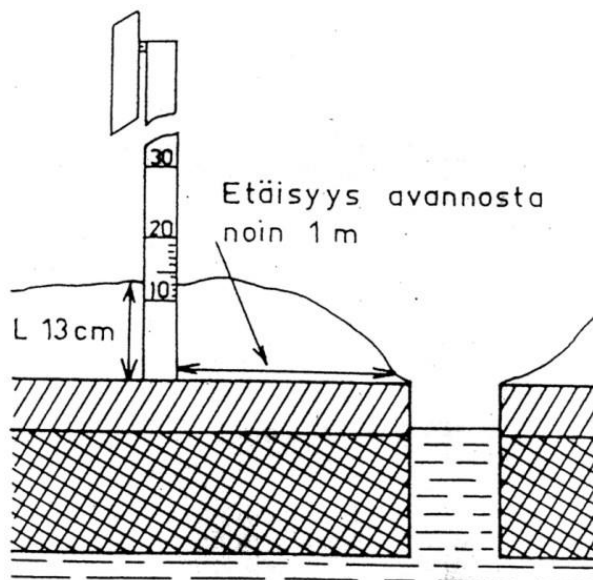
Kuva 6-1 Jäänpaksuuden mittausjärjestelyt järvellä

Mittaukset tehdään suurin piirtein samalla paikalla vuosittain aikasarjan yhtenäisyyden takaamiseksi. Kuva 1 on esitetty kaaviokuvana mittausjärjestelyt järvellä kairausreikien, kohvasauvojen ja lumen mitausten suhteen.

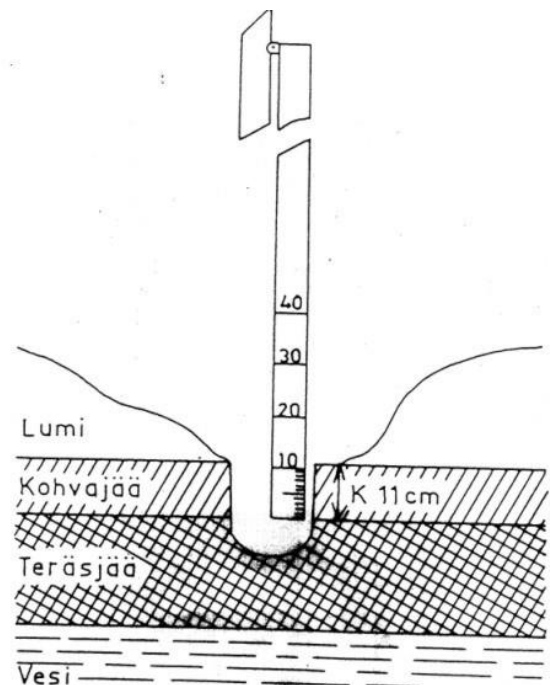
Kairausreikämittaus

Kairausreikämittauksella selvitetään jään kokonaispaksuus ja rakenne. Koska kohvajään paksuus on joskus vaikea määrittää kairausreiästä, tehdään lisäksi ns. kohvasauvamittaus. Ensin määritetään kolme kairausreikien paikkaa arvioiden kohvasauvojen sijainnit. Kutakin kohvasauvaa kohti kairataan yksi reikä noin 10 metrin etäisyydelle sauvasta.

1. Jään pinnalla olevan lumen syvyys L mitataan kolmesta eri kohdasta kunkin kairausreiän ympärillä (Kuva 6-1). Ensimmäinen syvyysmittaus tehdään kohdasta, johon reikä kairataan (noin 10 metrin etäisyydelle kohvasauvasta), kaksi muuta syvyysmittausta noin metrin etäisyydelle reiästä (**Kuva 6-1** ja **Kuva 6-2**). Yhteensä lumen syvyys mitataan - kohvasauvamittauksia lukuun ottamatta - siis yhdeksästä eri kohdasta. Lumen syvyyshavainnot on tehtävä kohdasta, jossa jäällä liikkuminen tai muu syy ei ole häirinnyt lumikerrosta.



Kuva 6-2 Lumen syvyys (L) mitataan kutakin kairattavaa reikää kohden kolmesta paikasta, noin metrin päässä kairattavasta reiästä.

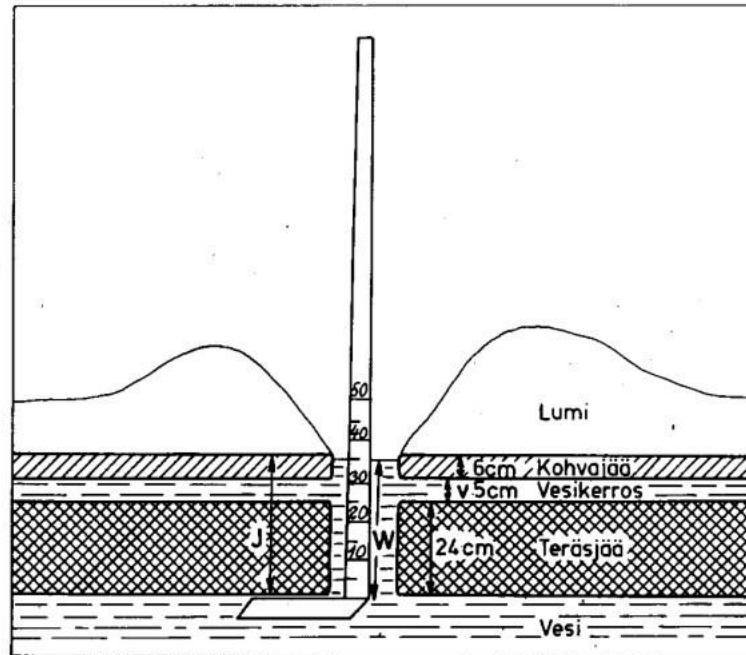


Kuva 6-3 Aluksi reikää kairataan vain kohvan ja teräsjään rajaan asti. Kohvan paksuus (K) mitataan jäämitan suoralla päällä.

Jäänpaksuus mitataan kolmesta kairatusta reiästä. Reikä kairataan noin 10 metrin etäisyydelle kohvasauvasta. Jäänpaksuus mitataan jokaisen kohvasauvan lähellä. Reiästä tehdään aluksi niin syvä, että kohvan sekä tumman (kirkkaan) ja kovan teräsjään raja tulee vastaan. Jäämitan suoralla päällä mitataan kohvan paksuus K (**Kuva 6-3**). Reikää ei saa porata jään läpi vielä tässä vaiheessa, koska reikään nouseva vesi vaikeuttaa rajapinnan löytymistä.

Läpikairatusta reiästä mitataan jään kokonaispaksuus J (**Kuva 6-4**). Jäämitan kulmapää työnnetään reikään ja jos kulma on saranoitu, se avataan jään alareunaan vasten. Jäämitasta luetaan jäänpaksuus jään alapinnasta yläpintaan. Jos jääkerrosten välissä on vesikerroksia, niiden paksuudet ilmoitetaan erikseen lomakkeessa sille varattuun kohtaan. Jos on oletettavaa, että loppujää on teräsjäätä, merkitään teräsjäänpaksuus sille erikseen.

varattuun kohtaan lomakkeessa. Jos jotakin kerrosta ei ole, merkitään lomakkeeseen nolla, jos taas kyseistä kerrosta ei pystytä mittaamaan, jätetään se tyhjäksi ja asia selvennetään lomakkeen kommenttikenttään.



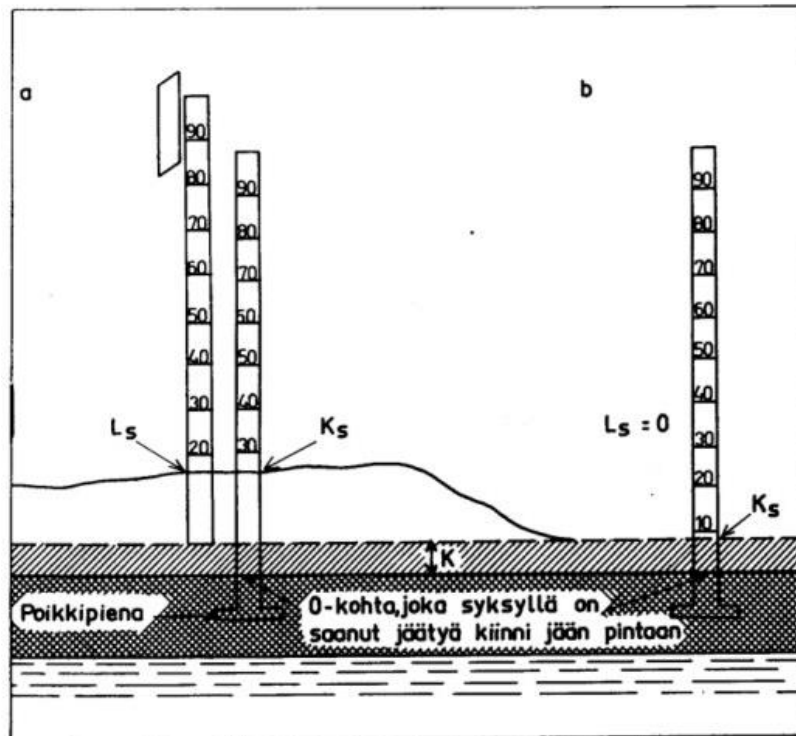
Kuva 6-4 Kohvan mittaamisen jälkeen reikä kairataan läpi koko jään ja mitataan jään kokonaispaksuus (J) alapinnasta yläpintaan. Jos mahdollista, arvioidaan myös teräsjään paksuus sekä välissä olevat vesikerrokset (v). Veden korkeus (W) mitataan jään alareunasta veden pintaan.

Kairatusta reiästä mitataan myös jään alareunasta veden yläpintaan oleva vedenkorkeus W (**Kuva 6-4**).

Kun havainnot on tehty, reiät poljetaan täyteen lumi- ja jäasohjoa. Näin estetään osittain luonnonolosuhteista poikkeava veden nousu jäälle. On myös pidettävä huolta siitä, että eri mittauskerroilla reiät kairataan mahdollisimman koskemattomaan kohtaan. Edellisellä kerralla jään päälle nousseen veden muodostama kohva saattaa aiheuttaa virheen mittaustulokseen, jos havainnot tehdään liian lähellä toisiaan.

Kohvasauvojen asennus ja kohvasauvamittaus

Havaitsija seuraa syksyllä jäänpaksuuden mittauspaikan jäätymistä. Kun jää on niin vahvaa, että se kantaa havaitsijan, jäädytetään 3 kohvasauvaa jäähän kiinni vähintään 20 metrin etäisyydelle toisistaan. Jos jää on vielä kokonaan kirkasta teräsjäätä, asetetaan sauvojen nollapiste samaan tasoon jään yläpinnan kanssa. Jos kohvaa on jo syntynyt teräsjään päälle, nollapiste täytyy asettaa teräsjään ja kohvan rajapinnan kohdalle (**Kuva 6-5**). Ennen kohvasauvan jäädyttämistä on tarkistettava poikkiapienan kiinnitys. Löysytynyt kiinnitys on kiristettävä.



Kuva 6-5 Kaaviokuva kohvasauvamittauksesta

Talven mittaan kohvasauvamittaukset tehdään seuraavasti. Kustakin kohvasauvasta luetaan lumen tai lumettoman jään yläpinnan korkeus (K_s) (**Kuva 6-5**). Myös lumen syvyys (L_s) mitataan sauvan vierestä (**Kuva 6-5**). Näiden erotuksena saadaan kohvan määrä. Mittauslomakkeelle merkitään kuitenkin vain yläpinnan korkeus (K_s) ja lumen syvyys (L_s). Mikäli lunta ei ole ollenkaan, kohvasauva näyttää suoraan kohvan paksuuden, muussa tapauksessa kohvan ja lumen yhteispaksuuden.

Kohvasauvan käytössä on huomattava, että kaikki ylimääräinen lumikerroksen häiritseminen sauvan ympärillä muuttaa olosuhteita ja vääristää siten kohvan paksuudesta saatavia tietoja.

6.2.2 Mittausjärjestelyt jokiosuuksilla

Jokien jäänpaksuuden seuranta on tärkeää ennustettaessa mm. jääpatojen syntyä. Kiinteän jääkannen muodostuminen jokeen ei vielä merkitse sitä, että jään paksuuskasvu olisi samanlainen tapahtuma kuin järvissä. Esimerkiksi vedenpinnan korkeusvaihtelut vaikuttavat jään rakenteeseen. Virtaaman nopea lisääntyminen - joko luonnon tai ihmisen aiheuttama - saattaa nostaa jään pinnalle niin paljon vettä, että siitä voi syntyä sekä kohva- että teräsjäätä.

Sopivimpia havaintopaikkoja, joilla ovat koskien yläpuoliset suvannot, joissa virtaus on säännöllistä. Jään paksuuskasvua voidaan niissä seurata häiritsevien tekijöiden vaikuttamatta liiaksi tuloksiin.

Varsinaiset mittaukset ovat jokipaikoilla samanlaisia kuin järvilläkin. Jokipaikoilla mittaukset tehdään kuitenkin linjassa poikkisuoraan joen poikki ja myös joen syvyys mitataan. Kairausreikiä tulee siis enemmän kuin järvellä. Mittaukset tulee tehdä vähintään 20 metrin välein, jotta säilytetään tarpeeksi suuri häiriötön alue jokaisen pisteen ympärillä. Havaittavien pisteiden etäisyydet ja lukumäärä sovitaan aina olosuhteiden mukaan. Jokipaikoilla voi olla myös suppoa.

Mittausmenettely on olennaisilta osin samanlainen kuin järvillä. Seuraaviin seikkoihin on lisäksi kiinnitettävä huomiota:

- Havaintopaikan jäätymistä on seurattava erityisellä huolella: kaikki merkittävät ilmiöt (suppo, jäiden liikehdintä) on syytä merkitä muistiin.
- Talven aikana saattaa esiintyä poikkeuksellisen rajuja vedennousuja, jotka saattavat hävittää lumen kokonaan ja vesi voi jäätymä uudeksi teräsjääkerrokseksi aikaisemman päälle; näistä ilmoitetaan havaintolomakkeella mainiten ilmiön mahdollinen syy, voimakkuus, kesto ja seuraukset.

6.3 Vesistöjen jäätyminen ja jäänlähdon havainnointi

Jäätyminen ja jäälähdon havainnointi tehdään kaikilla jäänpaksuuden havaintoasemilla ja lisäksi kaikilla vedenkorkeuden ja pintaveden lämpötilan havaintoasemilla, joilla on käytettävissä havaitsija. Uusien jäätyminen ja jäälähdon havaintopaikkojen perustamisesta sovitaan tarvittaessa tapauskohtaisesti Syken asiantuntijan kanssa.

6.3.1 Jäätyminen

Jäätyminen ilmoitetaan nelivaiheisena. Jäätymisilmoitus-lomakkeeseen merkittävät vaiheet ovat seuraavat:

1. Rannat jäässä: Lomakkeeseen merkitään päivämäärä, jolloin rannoille muodostuu ensimmäisen kerran jäätä. Mikäli rannat vielä sulavat, merkitään viereiseen sarakkeeseen sulamisen päivämäärä. Uusi jäätyminen päivämäärä merkitään edellisen alle. Ensimmäisinä rantaan ilmestyviä jääriitteitä, jotka tuuli päivän kuluessa hajottaa, ei vielä katsota rantajääksi.
2. Lahdet jäässä: Lahdet voivat jäätymä saman yön aikana kuin rannatkin, joten päivämäärä saatetaan edellisen kohdan kanssa olla sama. Sulamisen suhteen menetellään samoin kuin edellä. Joki havaintopaikoilla ei tätä kohtaa yleensä tarvitse täyttää.
3. Koko näköpiiri jäässä: Tähän kohtaan merkitään koko havaintopaikkaa edustavan näköpiirin jäätyminen. Jos tuuli hajottaa jäät, merkitään se lomakkeeseen samaan sarakkeeseen kuin sulaminen.
4. Koko näköpiiri pysyvästi jäässä: Tämä tarkoittaa (oletettua) pysyvän jäätyminen päivämäärää. Tämän jälkeen voidaan havaintolomake lähettää Suomen ympäristökeskukseen. Jos jää sulaa vielä tämän jälkeen ja jäätyminen käynnistyy uudelleen, aletaan käyttää uutta lomaketta.

Jos havaintolomake on lähetetty ja havaintopaikka sulaa ja jäätyy myöhemmin uudelleen, lähetetään uudet jäätymispäivämäärät havaintolomakkeella uudelleen.

Jos välissä ei tapahdu sulamista tai tuuli riko jäitä, tulee kohtien 3) ja 4) päivämäärien olla samat!

6.3.2 Jäälähtö

Jäälähtö havaitaan jäätyminen tapaan nelivaiheisena. Ilmoitus jäälähdöstä -lomakkeeseen merkittävät vaiheet ovat seuraavat:

1. Rantojen sulaminen: Keväällä maa lämpenee nopeammin kuin vesi, joten rannat sulavat yleensä ensimmäisenä. Lomakkeeseen merkitään tapahtuman päivämäärä.
2. Ulompana sulaa: Auringon säteilyn heikentämään jääkanteen ilmestyvät ensimmäiset sulat aukot.

3. Jää liikkuu: Jään irrottua rannoista ja kivistä tuulet alkavat liikuttaa jäitä. Joskus tuulettomina keväinä jäät voivat myös sulaa paikoilleen, jolloin tämä mainitaan havaintolomakkeessa.

4. Jään katoaminen koko näköpiiristä. Tämän jälkeen voidaan havaintolomake lähettää Suomen ympäristökeskukseen.

Joissa jäiden häviäminen saattaa tapahtua hyvin nopeasti. Tällöin eri vaiheista merkitään päivämäärien lisäksi mahdollisuuksien mukaan myös kellonajat havaintolomakkeeseen. Jos jäänlähdistä syntyy patoja, merkitään se riville "Jäät alkavat liikkua" sarakkeeseen "Paikka". Padon purkautuminen merkitään vastaavasti riville "Jäät liikkuvat yleisesti (jäänlähtö)".

Liitteet / Aineistot

Havainto-ohjevihko havaitsijalle

Jäänpaksuuden havaintolomake järvillä

Jäänpaksuuden havaintolomake jokipaikoilla

Jäätymisen ilmoituslomake

Jäänlähdon ilmoituslomake

7. Pohjavesi

Pohjavedellä tarkoitetaan maan pinnan alla, kokonaan veden kyllästävässä vyöhykkeessä sijaitsevaa vettä, joka täyttää maaperän huokokset ja kallioperän halkeamat. Valtakunnallisilla pohjavesiasemilla seurataan pohjaveden pinnankorkeutta ja vedenlaatua eri puolilla Suomea. Mahdollisimman luonnontilaisille alueille perustetut asemat edustavat erilaisia ilmasto-, maasto- ja maaperäolosuhteita. Pohjavesiasemilta saatujen havaintotietojen perusteella pystytään arvioimaan pohjaveden määrän ja laadun paikallisia ja ajallisia vaihteluita sekä niiden vuorovaikutuksia. Tietoja tarvitaan raportointiin sekä kuivuus- ja tulvaseurantaan ja -ennusteisiin. Pohjavesihavainnot hyödyttävät myös vesihuoltoa, pohjaveden suojelua ja valvontaa sekä tutkimusta.

Valtakunnallinen pohjavesiseuranta aloitettiin 1970-luvulla. Asemaverkkoa on myöhemmin täydennetty muutamaan kertaan uusilla pohjavesiasemilla. Viimeisimmällä täydennyskerralla (2022-2025) pohjavesiasemia on perustettu esimerkiksi tunnistetuille kuivuusriskialueille ja asemaverkon katvealueille. Osalla pohjavesiasemista seurataan pohjaveden pinnankorkeuden ja vedenlaadun lisäksi myös muita suureita, kuten roudan syvyyttä, lumen syvyys ja maankosteutta, jotka vaikuttavat pohjaveden muodostumiseen. Routa heikentää pohjaveden imeytymistä maaperään, kun taas lumen sulaminen tyypillisesti täydentää pohjavesivarantoja. Maankosteusmittaukset kertovat pohjaveden yläpuolella sijaitsevan, vedellä kyllästetyn vyöhykkeen kosteustilanteesta.

Digitaaliset pohjaveden pinnankorkeus- ja lämpötilamittaukset ovat tulleet 2000-luvun aikana perinteisen havainnoinnin rinnalle. Nykyisin lähes kaikilla pohjavesiasemilla on automaattimittauslaitteita, jotka mittaavat pohjaveden pinnankorkeutta jatkuvasti (**Kuva 7-1**). Perinteistä havainnointia, jossa havaitsijat kävivät mittaamassa pohjaveden pinnankorkeuksia kaksi kertaa kuukaudessa, on vähennetty automaattimittauslaitteiden takia. Vuoden 2025 alusta alkaen havaitsijat mittaavat pohjaveden pinnankorkeutta kerran kuukaudessa automaattimittauslaitteiden rinnalla. Automaattimittauslaitteista suurin osa on varustettu reaaliaikaisella tiedonsiirrolla ja osa keräävillä loggereilla, joiden tiedot puretaan maastossa. Keräävistä loggereista pyritään siirtämään reaaliaikaiseen tiedonsiirtoon.



Kuva 7-1 pohjavesiputki ja siihen asennettu automaattimittauslaitteisto

7.1 Pohjavesiasema

Pohjaveden seuranta-asemaverkossa on erilaisilla kokoonpanoilla olevia pohjavesiasemia. Asemilla on erilaisia laitteistoja ja mittauskohteita veden kiertokulun seurantaan. Seuraavat mittauskohteet ja laitteet ovat osa nykyistä valtakunnallista pohjavesiseurantaa:

- pohjaveden havaintoputket eli pohjavesiputket
- pohjavesikaivot (ns. limnikaivot)
- automaattimittauslaitteet
- pohjaveden näytteenottoaikka (esim. lähde)
- maankosteusmittarit
- routaputket
- lumikepit

Seuraavien mittauskohteiden ja laitteiden valtakunnallinen seuranta osana pohjavesiseurantaa on päättynyt:

- limnigrafit
- lysimetrit
- mittapadot
- sademittarit
- lumen näytteenottoaikka

Pohjavesiaseman peruskokoonpano sisältää noin 10–20 pohjavesiputkea ja pohjavesikaivon (**Kuva 7-2**) sekä niihin asennetut automaattimittauslaitteet. Putkien määrä vaihtelee asemittain, ja niitä voi sijaita varsin laajallakin alueella siten, että kauimmaisiet putket sijoittuvat jopa yli kilometrin päähän toisistaan. Osalle pohjavesiasemista on asennettu uudet, yleensä muoviset, pohjavesiputket vanhojen rautaisten putkien rinnalle. Pohjavesiputket ovat pysyvästi maahan asennettuja metalli- tai muoviputkia, jotka koostuvat umpiputkiosasta ja siiviläosasta. Suojaputki ja kansi suojaavat muoviputken maanpinnan yläpuolista osaa. Pohjavesikaivo on joko betonirenkaista rakennettu kaivo tai muovisesta rumpuputkesta tai isommasta metalliputkesta rakennettu pinnankorkeuden mittauskaivo. Pohjavesikaivon suojaksi on usein rakennettu puinen koppi. Lähes kaikille pohjavesiasemille on asennettu 3–6 pohjavesiputkeen ja kaivoon automaattimittauslaitteet reaaliaikaista pinnankorkeuden seuranta varten.



Kuva 7-2 Vasemmassa kuvassa on rautaputki. Keskimmäisessä kuvassa on muoviputki, jonka ympärillä on suojaputki. Oikeassa reunassa on pohjavesikaivo kopin sisällä.

Osalla pohjavesiasemista on peruskokoonpanon lisäksi muita rakenteita ja mittalaitteita, jotka kuuluvat osaksi pohjavesiseurantaa. Usealla asemalla on pohjaveden näytteenottopaikka (esim. lähde), ja joillain asemilla seurataan maankosteutta sähkönjohtavuuteen perustuvilla automaattimittauslaitteilla. Lisäksi pohjavesiasemalla saattaa olla 4–5 routaputkea ja lumikeppiä, jotka on sijoitettu pohjavesiputkien lähiympäristöön.

Pohjavesiasemilla saattaa olla myös muita rakenteita ja mittalaitteita, joiden valtakunnallinen seuranta osana pohjavesiseurantaa on päättynyt. Rakenteet ja mittalaitteet voivat olla kuitenkin alueellisen elinvoimakeskusten omassa seurannassa. Viimeisimpänä valtakunnallisesta seurannasta on poistettu pohjavesikaivoissa olevat vanhat limnigrafit (vuoden 2025 alussa). Aiemmin valtakunnallisesta seurannasta pohjavesiasemilta on poistettu suotautuvan veden lysimetriseuranta, mittapadot, sademittarit ja lumen näytteenotto.

Havaintopaikkojen nimeämisestä

Pohjavesiputket on tietojärjestelmissä nimetty tyypillisesti tunnuksella, joka sisältää aseman tunnuksen sekä putken numeron. Mikäli vanhan putken viereen on myöhemmin asennettu uusi putki, on uuden putken tunnus merkitty b-päätteellä. Esimerkiksi Siuntion pohjavesiaseman (asematunnus 0101) vanhan pohjavesiputken numero 1 tunnus on 0101p1, josta neljä ensimmäistä merkkiä osoittavat aseman numeron (0101) ja kaksi viimeistä merkkiä osoittavat putken numeron (p1). Putken 1 viereen myöhemmin asennetun uuden putken tunnistaa b-päätteestä eli sen tunnus on 0101p1b. Automatisoiduille pohjavesiputkille on lisäksi luotu tietokantaan ns. virtuaaliset putket, jotka on merkitty AM-päätteellä. Näille virtuaalisille putkille tallennetaan automaattilaitteiden mittaustulokset. Esimerkiksi pohjavesiputkella 0101p1b olisi vastaavan virtuaalisen putken tunnus 0101p1bAM. Aseman pohjavesikaivon eli ns. limnikaivon sekä sen automaattimittauksia varten perustetun virtuaalisen kaivon tunnistaa tunnuksista limni ja limAM, joiden edessä on tyypillisesti aseman tunnus. Pohjavesiputkien p1 ja p1b läheisyydessä sijaitseva routaputki on puolestaan merkitty tunnuksella r (0101r1) ja lumikeppi tunnuksella s (0101s1).

7.2 Pohjavesiaseman perustaminen

Uuden valtakunnallisen pohjavesiaseman perustamisesta, automatisoinnista tai purkamisesta on keskusteltava etukäteen Syken kanssa. Asemaa perustettaessa on huomioitava mm. paikan edustavuus osana valtakunnallista seurantaverkkoa, tarvittavien havaintoputkien ja muiden mittauspaiikkojen määrät, sijainnit ja niille pääseminen sekä automaattimittauslaitteiden vaatimien tietoliikenneyhteyksien saatavuus. Havaintoputkien materiaali, läpimitta ja rakenne on valittava käyttötarkoituksen ja maalajikerrosten mukaan. Näitä seikkoja sekä putkien asentamista kuvaillaan tarkemmin Pohjavesitutkimusoppaassa (Kinnunen (toim.) 2005, s. 88–91) ja julkaisussa Pohjavesinäytteenotto (Rintala & Suokko 2008, s. 15–19). Maan alueen käytöstä, rakenteista ja kulkureiteistä on sovittava maanomistajan kanssa kirjallisella maankäyttösopimuksella ennen aseman perustamista. Maankäyttösopimuksen valmistelee alueellinen elinvoimakeskus.

7.3 Pohjavesiaseman ylläpito

Pohjavesiaseman tavoitteena on toimia luotettavasti kaikissa olosuhteissa. Esimerkiksi pohjaveden pinnan korkeuden mittauksia saattaa joissain tapauksissa häiritä putken liettyminen, jäätyminen tai kuivuminen. Lisäksi routa voi liikuttaa putkia. Myös automaattimittauslaitteisiin voi tulla monenlaisia häiriötilanteita liittyen esimerkiksi virransyöttöön, anturiin tai tallentimeen. Asemarakenteiden ja automaattimittauslaitteiden ylläpidolla mahdollistetaan laadukas havaintoaineisto.

Pohjavesiasemien ylläpidosta vastaa joko erikseen kilpailutettu palveluntuottaja tai alueellinen elinvoimakeskus. Pohjavesiasemille tehdään asemakäyntejä 4 kertaa vuodessa (ja tarvittaessa) aseman toiminnan ylläpitämiseksi. Asemakäynnit suoritetaan tasaisesti 12 kuukauden aikana siten, että peräkkäisten asemakäyntien väli on 3 kuukautta. Asemakäyntiin kuuluu rakenteiden kunnossapito, vikatilanteiden korjaaminen, tarkistusmittaukset sekä sen tarkistaminen, että automaattiset havaintotiedot siirtyvät oikein tietojärjestelmiin.

Ennen asemakäyntiä tarkistetaan [Reaaliaikainen seuranta](#) –sivuilta tai HYD-valikon Hetkelliset arvot -ohjelmasta mahdolliset datansiirto- ja laiteongelmat sekä akkujen tai paristojen jännitteet, jotta voi

varautua tarvittaviin toimenpiteisiin pohjavesiasemalla. Paristot ja akut on syytä vaihtaa hyvissä ajoin, sillä esimerkiksi ikääntyneen akun varautuminen aurinkopaneelin avulla saattaa jäädä puutteelliseksi etenkin syksyisin ja talvisin. Asemalle on hyvä varata mukaan riittävä määrä paristoja ja täyteen ladattuja (12.8–13.0 V) akkuja sekä huoltotoimenpiteisiin tarvittavat työkalut.

Asemakäynnin aluksi tehdään aina pohjaveden pinnankorkeuden tarkistusmittaukset pohjavesiputkista ja -kaivosta (**luku 7.4.1**). Tarkistusmittausten arvoja vertaillaan [Reaaliaikainen seuranta](#) –sivuilla tai HYD-valikon Hetkelliset arvot -ohjelmassa näkyviin mittalaitteiden arvoihin ennen asemalta poistumista. Näin voidaan poissulkea tarkistusmittausten inhimilliset lukuvirheet ja toisaalta havaita mahdolliset automaattien vikaantumiset vielä asemalla ollessa. Jokaisella asemakäynnillä havainnoidaan myös putkien ympäristön muutokset.

Tarkistusmittausten lisäksi putkien syvyys sekä niiden maanpäällinen osa (**luku 7.4.2**) mitataan säännöllisesti (kerran vuodessa tai harvemmin), jotta saadaan tieto putkien mahdollisesta liettymisestä tai liikkumisesta esimerkiksi roudan vaikutuksesta. Liettynyt putki on mahdollista puhdistaa painevesihuuhtelulla, kun taas putken jäätymistä voidaan vähentää eristämällä putken ympäristö. Lisäksi säännöllisesti suoritetaan lumettomaan aikaan putkien ympäristön valokuvaus sekä asemarakenteiden kuntotarkastus. Tarvittaessa tehdään esimerkiksi putkien vaaituksia tai huuhteluja.

Putkista tehtyjen mittausten jälkeen jokaisella asemakäynnillä tarkistetaan automaattimittauslaitteiden (sekä pohjavesi- että maankosteusmittarit) kunto ja toiminta. Kosteudenpoistovälineet vaihdetaan, laitekotelon kosteus poistetaan liinalla pyyhkimällä, aurinkopaneelit puhdistetaan lumesta, mittauskotelon yleiskunto tarkistetaan, akku tai paristo vaihdetaan tarvittaessa tai paineanturit tai koko mittalaite vaihdetaan tarvittaessa. Kosteudenpoistopatruunassa ja loggerin kotelossa on käytettävä silicageeliä. Mikäli asemalla on kerääviä loggereita, niistä kerätään tiedot talteen. Campbell-loggerien kellot pidetään talvijaassa. Tarkemmin automaattimittarien asennuksesta ja huollosta kerrotaan luvussa **10**.

Pohjavesiasemilla sijaitsevien routaputkien ja lumikeppien kunto tarkistetaan syksyisin ennen routakauden alkua. Niiden rikkoontuneet osat uusitaan sekä tarkistetaan maanpinnan tason merkinnät ja routaputkessa oleva neste. Sekä routaputken että lumikeppin nollapisteen tulee sijaita maanpinnan tasolla siten, että sammaleet painetaan jalalla kasaan. Routaputkien ja lumikeppien huoltotoimenpiteet on kuvailtu tarkemmin luvussa **8.3**. Limnigrafit on korvattu suurimmalta osin automaattimittauslaitteilla, mutta vanhoja limnigrafeja saattaa kuitenkin vielä olla maastossa. Lysimetrien valtakunnallinen havainnointi on lopetettu, mutta rakenteiden suojaamiseksi mahdolliselta ylivuotovedeltä astiat voi tyhjentää satunnaisesti, kunnes rakenteet saadaan purettua maastosta.

Asemakäynnillä tehtyjen mittausten tulokset ja putkien ympäristön muutokset syötetään ympäristöhallinnon tietojärjestelmään. Valokuvat sekä kuntotarkastuslomake tallennetaan ympäristöhallinnon verkkotallennustilaan. Myös rakenteiden huollosta tulee ilmoittaa Sykeen.

7.4 Mittaukset pohjavesiasemalla

Nykyisin suurimmalla osalla pohjavesiasemista on pohjavesiputkiin ja -kaivoon asennettu automaattimittauslaitteita, jotka mittaavat pohjaveden pinnankorkeutta jatkuvasti. Täysin automatisoiduilla asemilla automatisoiduista pohjavesiputkista ja -kaivosta neljä kertaa vuodessa tehtävien tarkistusmittausten avulla

tarkkaillaan automaattien toimintaa. Lisäksi joillain asemilla on automaattinen maankosteuden mittalaitteisto, jolla mitataan maankosteutta usealta eri syvyydeltä (esim. 10 cm, 30 cm, 50 cm ja 70 cm).

Niillä pohjavesiasemilla, joille ei vielä ole asennettu automaattimittauslaitteita tai joiden automaattien arvoja ei vielä yksin hyödynnetä, käy havaitsija tekemässä mittaukset. Tässä ns. perinteisessä havainnoinnissa paikallinen havaitsija käy mittaamassa manuaalisesti pohjaveden pinnankorkeuksia sekä putkista, joissa ei ole automaatteja, että automatisoiduista putkista. Jos asemalla on ollut käytössä limnigrafi, mittaus tehdään suoraan kaivosta mittaamalla, eikä limnigrafia enää käytetä. Mittaukset on aiemmin tehty kaksi kertaa kuukaudessa, mutta vuoden 2025 alusta alkaen mittaukset tehdään kerran joka kuukauden puolivälissä, noin kuukauden 15. päivä.

Osalla pohjavesiasemista havaitsija mittaa pohjaveden pinnankorkeuden lisäksi roudan ja lumen syvyyttä. Mittauspisteet sijaitsevat pohjavesiputkien läheisyydessä. Routa- ja lumimittaukset tehdään luvun 8.4 mukaisesti senttimerin tarkkuudella. Lumipeitteen syvyys mitataan joko routaputken ulkoputkessa olevasta asteikosta tai erillisestä lumikepistä.

Pohjaveden laatu näytteet otetaan asemasta riippuen 2–4 kertaa vuodessa. Tavoitteena on, että näytteet otetaan vähintään silloin, kun pohjaveden pinta on ylimmillään ja alimmillaan. Näytteenotto tapahtuu usein aseman yhteydessä olevasta lähteestä, mutta näyte voidaan ottaa myös esimerkiksi putkesta tai kaivosta. Jos putkeen tai kaivoon on asennettu automaattimittauslaite, otetaan näytteenoton ajaksi anturi pois putkesta tai kaivosta. Näytteenoton jälkeen anturi lasketaan takaisin samalle syvyydelle. Kaapeliin on usein kiinnitetty hakanen, jotta anturi pysyy samalla syvyydellä. Näytteenotto on ulkoistettu ostopalveluna vuodesta 2016. Näytteenottokäytänteet on esitetty tarkemmin julkaisuissa Pohjavesinäytteenotto (Rintala & Suokko 2008) ja Pohjavesitutkimusopas (Kinnunen (toim.) 2005, s. 103–132). Kaikki valtakunnallisen seurannan vedenlaatutulokset tallennetaan pohjavesitietojärjestelmään.

7.4.1 Pohjaveden pinnankorkeuden mittaaminen

Pohjaveden pinnankorkeuden manuaalimittaukset sekä automatisoitujen putkien tarkistusmittaukset suoritetaan samalla tavalla. Pohjavesiasemalla mitataan aina ensin pohjaveden pinnankorkeus ennen huoltotöitä. Mittaukset tehdään joko mittanauhalla, jossa on elektroninen anturi, tai mittaluodilla varustetulla manuaalisella mittanauhalla. Ennen asemakäyntiä tulee varmistaa, että mittanauha on ehjä ja oikean pituinen ja elektronisen mittanauhan anturi antaa ääni- ja/tai valosignaalin. Suojaputkella varustetuista putkista mittaukset tehdään suojaputken sisällä olevan varsinaisen havaintoputken yläpäästä. Pohjavesikairoissa mittaukset tehdään kaivon tarkistusmittauspisteestä, joka on yleensä merkitty mustalla kolmiolla kaivon kanteen tai betonirenkaan tai putken yläosaan.

Pohjaveden pinnankorkeuden mittaukset ilmoitetaan senttimetreinä havaintoputken yläpäästä pohjavedenpintaan (**Kuva 7-3**). Mittaustulosten varmistamiseksi suoritetaan mittaus vähintään kolme kertaa. Mittausten välissä on hyvä nostaa mittanauhan anturia tai mittaluotia noin 15 cm pohjaveden pinnan yläpuolelle ennen kuin mitan laskee takaisin pohjaveden pintaan. Perästäisten mittaustulosten ei tule poiketa toisistaan yli 1 cm.



Kuva 7-3 Pohjaveden pinnakorkeuden mittaus pohjavesiputkesta

Pinnankorkeuden mittaaminen elektronisella mittanauhalla

1. Avaa pohjavesiputken tai -kaivon kansi.
2. Laita mittariin virta päälle ja varmista, että ääni- ja/tai valosignaali toimii.
3. Laske mittanauhan päässä oleva anturi putkeen tai kaivoon. Vältä putkessa olevan automaattimittauslaitteiston kaapelin liikuttamista. Jos mittanauha ei mahdu pohjavesiputkeen, tulee automaattimittauslaitteen anturi nostaa varovasti pois putkesta mittauksen ajaksi ja laskea se mittauksen jälkeen takaisin putkeen samalle korkeudelle.
4. Kun mittanauhan anturi lähestyy arvioitua pohjavedenpintaa, hidasta mittanauhan laskemisnopeutta, jotta havaitset ääni- tai valosignaalin, jonka anturi antaa osuessaan pohjaveden pintaan.
5. Kun mittanauhan anturi antaa signaalin, lue mittanauhan mitta-asteikolta lukema varsinaisen havaintoputken pään tai kaivon tarkistusmittauspisteen korkeudelta 1 cm tarkkuudella.
6. Kirjaa mittaustulos muistiin.
7. Kun mittaukset on suoritettu, sammuta virta elektronisesta mittarista ja sulje putken tai kaivon kansi.

Pinnankorkeuden mittaaminen manuaalisella mittanauhalla

1. Avaa pohjavesiputken tai -kaivon kansi.
2. Laske mittanauhan päässä oleva mittaluoti putkeen tai kaivoon. Vältä putkessa olevan automaattimittauslaitteiston kaapelin liikuttamista. Jos mittanauha ei mahdu pohjavesiputkeen, tulee automaattimittauslaitteen anturi nostaa varovasti pois putkesta mittauksen ajaksi ja laskea se mittauksen jälkeen takaisin putkeen samalle korkeudelle.
3. Kun mittaluoti lähestyy arvioitua pohjavedenpintaa, hidasta mittanauhan laskemisnopeutta, jotta kuulet, kun mittaluoti osuu pohjaveden pintaan.
4. Kun mittaluoti on pohjaveden pinnan tasossa, lue mittanauhan mitta-asteikolta lukema varsinaisen havaintoputken pään tai kaivon tarkistusmittauspisteen korkeudelta 1 cm tarkkuudella.
5. Kirjaa mittaustulos muistiin.
6. Kun mittaukset on suoritettu, sulje putken tai kaivon kansi.

7.4.2 Pohjavesiputken syvyyden sekä sen maanpäällisen osan mittaaminen

Pohjavesiputken syvyys mitataan elektronisella tai manuaalisella mittanauhalla varsinaisen havaintoputken yläpäästä putken pohjaan. Mittanauha löystyy, kun sen pää saavuttaa putken pohjan. Nosta mittanauhaa siten, että mitta suoristuu ja lue lukema mittanauhan mitta-asteikolta 1 cm tarkkuudella.

Pohjavesiputken maanpäällisen osan pituus mitataan mittanauhalla varsinaisen havaintoputken yläpäästä maanpintaan 1 cm tarkkuudella. Maanpinta on kohta, missä sammalikko/kasvillisuus on tiivistetty jalalla painamalla pohjavesiputken juuresta. Jos varsinainen havaintoputki sijaitsee suojaputken sisällä ja sen yläpää on suojaputken yläpäästä alempana, mittaa ensin etäisyys suojaputken yläpäästä maanpintaan ja vähennä siitä suojaputken sekä varsinaisen havaintoputken yläpään välinen etäisyys. Jos taas varsinainen havaintoputki sijaitsee suojaputken sisällä ja sen yläpää on suojaputken yläpäästä ylempänä, mittaa ensin etäisyys suojaputken yläpäästä maanpintaan ja lisää siihen suojaputken sekä varsinaisen havaintoputken yläpään välinen etäisyys.

7.5 Mittaustulosten toimittaminen

Mittaustulokset lähetetään jokaisen mittauksen jälkeen Sykeen sähköisellä havaintolomakkeella. Sähköinen havaintolomake löytyy osoitteesta <http://www.hydrologinenseuranta.fi/>. Havaittajat käyttävät ”Pohjaveden WWW-lomakkeita” (**Kuva 7-4**) ja täysin automatisoiduille asemille käytetään ”Pohjaveden tarkistusmittauslomakkeita” (**Kuva 7-5**). Linkkejä klikkaamalla avautuu pohjavesiasemaluettelo, josta valitaan se asema, jolle haluaa mittauksia tallentaa. Ole huolellinen, että valitset oikean aseman, josta mittaukset on tehty.

Pohjaveden havaintolomake

Suomen ympäristökeskus
(Syke) Hydrologinen seuranta

Lisätietoja:

Syken hydrogeologit
hydrogeologit[at]syke.fi

Havaintopaikka: Siuntio 0101

Havaintopaikka: Karkkila 0102

Havaintopaikka: Tullinkangas 0104

Havaintopaikka: Keräkankare 0106

Kuva 7-4 Ote havaitsijan pohjavesiasemaluettelosta, josta pääsee tallentamaan asemakohtaisia havainto- ja sähköisellä havaintolomakkeella

Pohjaveden tarkistusmittauslomake

Suomen ympäristökeskus
(Syke) Hydrologinen seuranta

Lisätietoja:

Syken hydrogeologit
hydrogeologit[at]syke.fi

Havaintopaikka: ORIMATTILA 0103

Havaintopaikka: TULLINKANGAS 0104

Havaintopaikka: Soukanharju 0105

Havaintopaikka: JÄMIJÄRVI Koivistonvati 0302

Kuva 7-5 Ote tarkistusmittausten pohjavesiasemaluettelosta, josta pääsee tallentamaan asemakohtaisia havaintoja sähköisellä havaintolomakkeella

Havaitsijan käyttämällä havaintolomakkeella (**Kuva 7-6**) merkitään ensin havaitsijan nimi ja mittausten päivämäärä. Tämän jälkeen on tallennusruudut vanhojen rautaputkien mittaustuloksille ja niiden alla uusien, yleensä muovisten, b-putkien tuloksille. Mittaukset merkitään 1 cm:n tarkkuudella kokonaislukuina. Jos pohjavesiputken läheisyydessä on routaputki ja lumikeppi, on havaintolomakkeella tallennusruudut myös routa- ja lumihavainnoille sekä vanhojen että uusien putkien kohdalla. Mikäli pohjaveden pinnankorkeudet mitataan sekä

vanhoista että uusista putkista, riittää kun routa- ja lumihavainnot merkitään jommankumman putken yhteyteen. Lisäksi sähköisellä havaintolomakkeella on erillinen tallennusruutu pohjavesikaivon (limni) tarkistusmittaukselle. Jos havaitsija huomaa asemalla vaurioita tai huoltotoimenpiteitä, ilmoitetaan asiasta joko sähköisen lomakkeen lisätiedoissa tai sähköpostitse toimeksiantosopimuksessa mainitulle yhteistyötaholle.

Pohjaveden tarkistusmittauslomakkeella (**Kuva 7-7**) merkitään ensin havaitsijan nimi, mittausten päivämäärä ja kunkin putken tai kaivon kohdalle mittauksen kellonaika. Mittaukset merkitään 1 cm:n tarkkuudella kokonaislukuina. Mikäli putken syvyys ja putken maanpäällinen osuus on mitattu, ne merkitään 1 cm:n tarkkuudella kokonaislukuina niille varattuihin kenttiin oikean putken kohdalle. Lisätietoihin voi kirjata, jos tarkistusmittauksen tekeminen ei jostain syystä onnistu tietystä putkesta tai kaivosta (esim. putki kuiva tai jäässä), sekä mittauksen aikana mahdollisesti tapahtuneet epätavalliset asiat (esim. mitta katkennut tai putkessa on muu vierasesine). Lisätiedoissa voi myös mainita poikkeuksellisista sääolosuhteista, esim. kovasta pakkasesta tai kuivuusjaksosta. Aseman tai yksittäisten putkien ympäristössä tapahtuneet muutokset (esim. hakkuut, ojitukset) kirjataan myös lisätietokenttään.

[Palaa etasivulle](#)

Pohjaveden havaintolomake

Suomen ympäristökeskus
(SYKE)Hydrologinen seuranta

Lisätietoja:

Syken hydrogeologit ([hydrogeologit\[at\]syke.fi](mailto:hydrogeologit[at]syke.fi))

Havaintopaikka: Siuntio 0101

Havaitsija:

Mittausaika:

Mittaukset

Jätä vastausruutu tyhjäksi, jos mittaus ei ole tehty. Muut tiedot kirjoitetaan lisätieto-kenttään.
Taulukon kelpaa ainoastaan numeromutainen tieto. Huom. taulukon tulokset annetaan senttimetreinä (cm) ja niiden mittausarkkuus on 1 cm.

Vanha sautaputki 1		Routa		Routa pinnasta sulanut		Lumen syvyys	
Vanha sautaputki 2							
Vanha sautaputki 3							
Vanha sautaputki 4							
Vanha sautaputki 5							
Vanha sautaputki 6							
Vanha sautaputki 7		Routa		Routa pinnasta sulanut		Lumen syvyys	
Vanha sautaputki 8							
Vanha sautaputki 9		Routa		Routa pinnasta sulanut		Lumen syvyys	
Vanha sautaputki 10							
Vanha sautaputki 11							
Uusi muoviputki 1b		Routa		Routa pinnasta sulanut		Lumen syvyys	
Uusi muoviputki 2b							
Uusi muoviputki 5b							
Uusi muoviputki 7b		Routa		Routa pinnasta sulanut		Lumen syvyys	
Uusi muoviputki 10b							

Pohjavesikaivo (lilmi):

Lysimetri

Ilman lämpötila (°C):

Sademäärä (mm):

Lisätietoja

Voit halutessasi kirjoittaa lisätietoja mittauksista, mittauspäivän säästä ja muista olosuhteista, mittausvälineiden kunnosta jne.

Kuva 7-6 Havaitsijan käyttämä pohjavesiaseman sähköinen havaintolomake

[Palaa etusivulle](#)

Pohjaveden tarkistusmittaukset

Suomen ympäristökeskus
(SYKE)Hydrologinen seuranta

Lisätietoja:

Syken Hydrogeologit (hydrogeologit[at]syke.fi)

Havaintopaikka: ORIMATTILA 0103

Havaitsija:

Mittauspäivä:

Mittaukset

Jätä vastausruutu tyhjäksi, jos mittauksia ei ole tehty.

Taulukkoon kelpaa ainoastaan numeromuotoinen tieto positiivisina kokonaislukuina. Muut tiedot kirjoitetaan Lisätietoja-kenttään.

-merkintä tunnuksen perässä tarkoittaa että putki on automatisoitu.

Huom. taulukon tulokset annetaan senttimetreinä (cm) ja niiden mittaustarkkuus on 1 cm.

Täytä mittauksen kellonaika muodossa tt:mm eli esimerkiksi 09:00.

Tunnus	Mittauksen kellonaika [tt:mm]	Pohjaveden pinta [cm]	Putken syvyys [cm]	Putken maanpäällinen osuus [cm]
p2 #				
p4 #				
p6 #				
p8 #				
p9 #				

Lisätietoja

Kirjoita alle lisätietoja mittauksiin vaikuttavista tai mittaukset estävistä tekijöistä (esim. putki jäässä tai kuiva), poikkeuksellisista sääolosuhteista, maankäytön muutoksista aseman alueella jne.

Huom. lisätiedot ovat julkisia, joten älä kirjaa niihin henkilötietoja tai muita luottamuksellisia tietoja.

Kuva 7-7 Pohjaveden tarkistusmittauslomake

Viitteet

Kinnunen, T. (toim.) 2005. Pohjavesitutkimusopas. Käytännön ohjeita. Suomen vesiyhdistys r.y. ISBN 952-9606-73-7. <http://www.vesiyhdistys.fi/pdf/Pohjavesiopus.pdf>

Rintala, J. & Suokko, T. 2008. Pohjavesinäytteenotto. Nykytila ja kehitystarpeet. Suomen ympäristökeskus (SY_48_2008). ISBN 978-952-11-3285-8. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38376>

8. Routa

Roudalla tarkoitetaan maan huokosissa olevan huokosveden jäätyminen vuoksi kovettunutta maakerrosta. Roudan syvyyttä mitattaessa maan huokosveden oletetaan jäätyvän noin 0 asteessa, vaikka hienorakeisten maalajien jäätyislämpötila voi olla merkittävästi tätä alempi. Roudan syvyydellä tarkoitetaan roudan alapinnan etäisyyttä maan pinnasta eli routaantuneen kerroksen paksuutta.

Roudan syvyyttä on mitattu 1970-luvun alusta lähtien metyleenisiniputkillä. Menetelmä perustuu siihen, että tislattuun veteen liuotettu metyleenisini kuivatislautuu maahan asennetussa routaputkessa värittömäksi veden jäätyessä. Mittauksen tarkkuus on ± 5 cm, mutta havainnot merkitään senttimetrin tarkkuudella. Nykyisin metyleenisinin saaminen on hankaloitunut, jolloin putken sisällä on tislattua vettä ja ruostumatonta mutteria, joka osoittaa sulaneen ja jäätyneen nesteen rajan.

Routaa seurataan pohjavesiasemien yhteydessä kokonaisvaltaisemman pohjavedenkierron selvittämiseksi ja erillisinä asemoina luontaisten routaolojen ja niiden muutosten tarkkailemiseksi yksittäisenä talvena sekä ilmastomuutoksen vaikutuksen näkökulmasta. Roudan esiintyminen vaikuttaa maan kantaavuuteen ja siten esimerkiksi metsänhoidossa puunkorjuuseen (etenkin talvileimikoissa) ja maataloudessa peltotöihin. Pehmeä ja märkä maaperä eli roudan puuttuminen myös kasvattaa riskiä puiden kaatumisille talvimyrskyissä tai tykkylumen vaikutuksesta ja voi siten edesauttaa suurten vaurioiden ja sähkönjakelun keskeytysten syntymistä.

8.1 Routa-asema

Routa-asemilla on kaksi rinnakkaista routaputkea aukealla ja metsässä sekä lisäksi yksi putki suolla, jos kostea paikka löytyy lähimaastossa (max 1–2 km). Varsinaiseen putkeen on piirretty asteikko tai sen viereen on asennettu erillinen mitta-asteikollinen lumikeppi, josta havaitaan lumen syvyyttä. Routa-asemat edustavat erilaisia ilmasto-oloja erilaisilla maalaji-, metsä- ja suoalueilla. Routa-asemien maalajit on määritetty ja lähipuustosta on tehty kartoitus.

Uuden routa-aseman perustamisesta on aina keskusteltava etukäteen Syken kanssa ja otettava huomioon muut routa-asemat sekä lähiseudun lumilinjat. Routa-asemaa perustettaessa tehdään puustokartoitus ja maalajimäärittely, joissa merkitään maalaji, humuskerroksen paksuus, lähipuuston sijainti ja paksuus sekä puulaji ja kuutiotilavuus maastotietolomakkeelle ja huolehditaan siitä, että sijainti, maastotyyppit ja maaston muodot edustavat lähiympäristöä mahdollisimman hyvin.

Routa-aseman yksittäisen putken siirrosta tai koko aseman siirtämisestä on aina keskusteltava etukäteen Syken kanssa. Lähtökohtaisesti routaputkia tai -asemia ei siirretä. Jos siirtämiseen kuitenkin pakottavasta syystä päädytään, rinnakkaista seurantaa tehdään vanhassa ja uudessa paikassa ainakin yhden talven ajan. Näin varmistutaan siitä, että routa käyttäytyy uudessa paikassa vastaavasti kuin vanhassa. Jos rinnakkainen mittaus ei ole mahdollista, on maakairalla varmistettava mahdollisimman samanlainen maaperä sekä huomioitava ympäröivä puusto ja tuuliolot.

8.2 Routaputkien asentaminen

Routaputki koostuu kahdesta sisäkkäisestä putkesta. Maahan tehdään painokairan tangolla reikä, johon ulompi ns. ulkoputki sijoitetaan pysyvästi. Reikä voidaan tehdä myös 24 mm kiviporanterällä (1 m pitkä) ja iskevällä akkuporakoneella, sopivaa kohtaa kannattaa etsiä ensin ohuemmalla 12 mm terällä. Ulkoputkesta tehdään alapäästään umpinainen liimaamalla siihen sopiva kumikorkki vedenpitävällä liimalla.

Putkeen merkitään maanpinnalle nollaviiva ja maanpinnasta ylöspäin asteikko lumipeitteen paksuuden määrittämiseksi (**Kuva 8-1**). Asteikko piirretään putken pohjoispuolelle spriiuokoisella tussilla. Numerot kirjoitetaan maanpinnan tasoon ja 10 cm:n välein siitä ylöspäin. Lisäksi 5 cm:n välein piirretään viiva. Tarvittaessa voidaan myös käyttää erillistä lumikeppiä.

Ulkoputken sisälle laitetaan akryyli- tai polykarbonaattiputki. Akryyli rikkoutuu polykarbonaattia herkemmin, mutta polykarbonaattikin rikkoutuu, jos putki jäätyy kokonaan. Paineen vaimentamiseksi ja sisäputken rikkoutumisen estämiseksi putken alapäähän tulee laittaa kumitulppa putken sisään, minkä jälkeen putken alapää suljetaan joko sulattamalla putki umpeen tai liimaamalla siihen tulppa. On tärkeää huomata, että polykarbonaattiputken sulkemiseksi liimatun tulpan on oltava myös polykarbonaattia. Maastosta saat-
taa lisäksi edelleen löytyä vanhoja akryyliputkia, joissa routaputken sisään on laitettu pidempi pätkä polkupyörän venttiilikumia paineen vaimentamiseksi. Sisäputki on perinteisesti sisältänyt metyleenisiniliuosta ja mielellään ruostumattoman mutterin. Nykyisin käytetään myös pelkästään tislattua vettä ja ruostumattomia mutteria putken pohjalla.

Uusi metyleenisiniliuos tehdään tislattusta vedestä sekä metyleenisinitabletista tai -jauheesta. Liuos valmistetaan lisäämällä pulloon tislattua vettä sekä metyleenisinisiä 0,5–1 tablettia tai hieman jauhetta ja ravistamalla pulloa, jotta aineet sekoittuvat kunnolla. Käytettäessä metyleenisinijauhetta sitä lisätään tarvittaessa pienissä erissä, kunnes seos on silmämääräisesti riittävän tummaa. Metyleenisiniliuos kaadetaan sisäputken, joka tämän jälkeen suljetaan yläpäähän kumikorkilla. Nestettä tulee olla sisäputkessa vain maan raja saakka.

Maanpinnasta alaspäin sisäputken kylkeen merkitään asteikko roudan mittaamista varten. Asteikkoon kirjoitetaan numerot nollasta eli maanpinnan tasosta alaspäin 10 cm:n välein ja lisäksi 5 cm:n välein piirretään viiva. Nollakohta selvitetään laittamalla sisäputki ulkoputken sisään ja mittaamalla maanpinnan ja sisäputken yläpään välinen korkeusero. Lopuksi valmiin routaputken yläpäähän laitetaan hattu, joka estää lumen, veden, roskien ym. pääsyn putken sisälle (**Kuva 8-1**).



Kuva 8-1 Kaksi routaputkea hattuineen ja kyljessä olevine lumen syvyyden mitta-asteikoineen.

8.3 Vuosittaiset huoltotoimenpiteet routa-asemalla

Mittauskaluston tarkastus ja uusiminen tehdään routa-asemilla joka syksy hyvissä ajoin ennen routakauden alkua. Rikkoontunut sisä- tai ulkoputki tai hattu tulee uusiksi. Maanpinnan tason merkinnät tulee tarkistaa ulkoputkesta ja sisäputkesta. Jos eroa on yli 2 cm, pyyhi sprillä tai asetonilla vanhat lukemat asteikot pois ja merkitse uudet tilalle putken pohjoispuolelle. Merkinnät tehdään spriiuokoisella tussilla kappaleen 8.2 ohjeiden mukaan.

Jos putkessa on käytetty metyleenisililiuosta, ja se on kirkasta talven jälkeen, voi ensin kokeilla kaataa vanha neste kirkkaaseen pulloon ja sekoittaa pulloa kunnolla. Jos ravistelu auttaa ja liuos muuttuu taas värilliseksi, kaadetaan neste takaisin putkeen nollapisteeseen asti. Jos ravistelu ei auta, on sekoitettava uusi liuos. Mikäli metyleenisiliniä ei ole saatavilla, riittää huoltotoimenpiteenä, että putkeen laitetaan ruostumaton mutteri sekä tislattua vettä (jos vanhaa liuosta on riittävästi ei sekoitetta tarvitse vaihtaa). Jos routaputki on hävinnyt kokonaan, asenna uusi putki kappaleen 8.2 ohjeiden mukaan mieluiten täsmälleen samaan kohtaan tai ainakin aiempaa havaintopistettä vastaavaan maalajiin.

Varusteluettelo huoltokäyntiin:

- väriliuska ja kirkas pullo
- metyleenisililiuosta tai tabletti (jos saatavilla)
- tislattua vettä (huoltoasemilta)
- routaputkia (sisäputkeksi kova tai pehmeä PVC-putki ja ulkoputkeksi sähköputki)
- irtohattuja
- kumitulppia
- kosteuden kestävää kontaktiliimaa (esim. Bostik 1792)
- ruostumattomia muttereita
- spritiä
- spriiuukoinen tussikynä
- mitta
- painokaira tai 24 mm kallioporanterällä (1 m pituinen) varustettu vahva iskevä akkuporakone

Routa-aseman paikan määritykset tarkistetaan viiden vuoden välein ja puustokartoitus ja maalajimääritys tehdään kymmenen vuoden välein. Puustokartoituksessa ja maalajimäärityksessä maalaji, humuskerroksen paksuus, lähipuuston sijainti ja paksuus sekä puulaji ja kuutiolavuus merkitään maastotietolomakkeelle.

8.4 Roudan mittaaminen

Routamittakeppiä lähestyttäessä on pyrittävä välttämään kaikenlaista lumipeitteen häiriintymistä, minkä vuoksi mittaus on pyrittävä tekemään mahdollisimman etäältä. Ensin havaitaan lumen syvyys päällimmäisen putken asteikolta (**Kuva 8-1**) tai erilliseltä lumikepiltä ja merkitään saatu arvo havaintolomakkeen sarakkeeseen "Lunta routaputkella". Tämän jälkeen nostetaan sisempi muoviputki ylös (**Kuva 8-2**) ja luetaan routakerroksen alaraja eli läpinäkyvän jäätyneen ja sinisen sulan nesteen rajakohta (**Kuva 8-3**) tai kohta, jossa mutteri on (**Kuva 8-4**) ja merkitään lukema sarakkeeseen "Roudan alaraja". Routamittarin asteikossa on 5 cm:n jaotus, josta arvioidaan roudan paksuus senttimetrin tarkkuudella. Routamittari on syytä lukea mahdollisimman nopeasti, ettei ilman lämpötila ehdi vaikuttaa nesteputkeen. Samasta syystä ei putkea pidä aiheutta nostaa maasta mittausten välisinä päivinä.



Kuva 8-2 Routaputken sisäputki on nostettu ylös ulkoputkesta Niittyjoen lumi- ja routalinjalla 16.3.2015.



Kuva 8-3 Roudan syvyys luetaan läpinäkyvän jäätyneen ja sinisen sulan nesteen rajakohdasta.

Routakerroksen raja nesteputkessa on yleensä selvä silloin, kun routa on lisääntymässä. Sen sijaan roudan sulamisvaiheessa roudan ylä- tai alarajaa on joskus vaikea havaita. Tällöin roudan yläraja voidaan määrittää nostamalla nesteputki pois ulkoputkesta ja kääntämällä se ylösalaisin, jolloin sulanut vesi valuu kohti putken yläpäättä ja putkessa yleensä aina oleva pieni ilmakupla nousee jäähän kiinni ja rajakohta näkyy selvemmin. Ruostumaton mutteri putken sisällä osoittaa myös selkeästi roudan syvyyden, kun routa sulaa ylhäältäpäin. Mikäli routaantuneen maan päällä on sulaa maata, merkitään sulaneen kerroksen paksuus sarakkeeseen "Routa pinnasta sulanut".



Kuva 8-4 Ensimmäisessä kuvassa roudattoman maan sisähavaintoputki. Toisessa putkessa mutteri osoittamassa noin 14 cm:n routaa (putkessa ei metyleenisiniä).

Routamittarien lukeminen aloitetaan pakkaskauden alettua ja maanpinnan osoittaessa jäätymisen merkkejä. Ensimmäisen lukemisen jälkeen suoritetaan havainnot kuukauden 6., 16. ja 26. päivänä. Yhden tai kahden päivän poikkeama havainnoinnissa sallitaan. Havaintoja tehdään keväällä siihen asti, että lumi ja routa ovat eri mittauspisteissä hävinneet. Keväällä, kun routa alkaa sulaa, on havaintokertoja aiheellista lisätä siten, että havaintoja tehdään myös kuukauden 1., 11. ja 21. päivänä mikäli mahdollista. Tämä siksi, että roudan häviämisaikankohta saataisiin mahdollisimman tarkoin määrättyä. Kun routaa ei ole, lähetetään viimeinen havaintokortti, johon kirjataan "routa sulanut kokonaan" ja päivämäärä.

8.5 Tiedon toimittaminen

Suositus tiedon toimittamiselle on selainpohjaisella lomakkeella osoitteessa www.hydrologinenseuran.fi/, jossa valikosta: Routa www-lomake, joka avaa asemaluettelon, josta valitaan halutun aseman nimestä.

Roudan havaintolomake

Suomen ympäristökeskus
(SYKE)Hydrologinen seuranta

Lisätietoja:

Risto P. Mäkinen, Mirjam Orvomaa
(etunimi.sukunimi@ymparisto.fi)

Valitse listalta asema, jonka tietoja haluat tallentaa:

[R0101 TUUSULA Ruskela](#)

[R0102 HANKO Tvärminne Biol.as.](#)

[R0104 Kaisaniemi](#)

[R0201 MIETOINEN Saari](#)

[R0202 JOKIOINEN Observatorio](#)

[R0203 KOKEMÄKI Peipohja, Hyrkölä](#)

[R0204 AHVENANMAA Jomala, Ålands försökstation](#)

Kuva 8-5 Verkkosivun asemaluettelo

Roudan havaintolomake

Suomen ympäristökeskus
(SYKE)Hydrologinen seuranta

Lisätietoja:

Risto P. Mäkinen, Mirjam Orvomaa
(etunimi.sukunimi@ymparisto.fi)

Havaintopaikka: MIKKELI Karila R0502

Havaitsija:

Mittausaika:

Mittaukset

Jätä vastausruutu tyhjäksi, jos mittaus ei ole tehty.
Taulukkoon kelpaa ainoastaan numeromuotoinen tieto. Muut tiedot kirjoitetaan lisätieto -kenttään.

	Routaputken numero	Lunta routaputkella cm	Roudan alaraja	Routa pinnasta sulanut cm	Lunta sauvoilla cm
Aukea	1				
	2				
	3				
Metsä	1				
	2				
	3				
Suo	1				
	2				
	3				

Kuva 8-6 Selainpohjainen lomake

Jokaiselle maastotyyppille esitetään putket 1–3 erikseen, joka poikkeaa aiemmasta numeroinnista, jossa putket olivat numeroitu järjestyksessä riippumatta maastotyyppistä (esimerkiksi metsä-maastotyyppin putki 4 on nyt metsä 1 tai 2). Sähköisen lomakkeen tauluihin kelpaa ainoastaan numeromuotoinen tieto. Muut tiedot kirjoitetaan lisätieto – kenttään.

Havaintotulokset voidaan myös toimittaa edelleen havaintokortilla, jolloin tulokset merkitään havaintokortille (**Kuva 8-7**) ja toimitetaan mahdollisimman nopeasti. Jos havaitsija huomaa asemalla vaurioita,

ilmoitetaan asiasta joko sähköisen lomakkeen lisätiedoissa, sähköpostitse tai havaintokortilla toimeksiantosopimuksessa mainitulle yhteistyötaholle.

Roudanmittaus Heinäk kuun 6 päivänä 2005
Havaintoasema Kolari tutkimusalue

	Routa- putken numero	Lunta routa- putkeita cm	Roudan alaraja	Routa pinnasta sulanut cm	Lunta sauvoil- la cm
Aukea	1	48	70		48
	2	35	99		48
Metsä	3	37	98		72
	4	36	100		45
Suo	5	38	35		45

Muita tietoja _____

Havainnot teki _____

Kuva 8-7 Roudan havaintokortti

Liitteet / Aineistot

Roudan havaintokortti

Maastotietolomake

Kairausopas. Pohjavedenpinnan ja huokosvedenpaineen mittaaminen Rakentajain Kustannus Oy, Suomen geoteknillinen yhdistys r.y

9. Valunta

Valuntatietoja tarvitaan mm. ravinnekuormituslaskelmissa, vesistömalleissa ja tulvaennusteissa ja erilaisissa rakenteiden mitoituksissa sekä tulvalausunnoissa. Valunnan muodostuminen on monimutkainen, ajallisesti ja paikallisesti vaihteleva prosessi, jonka yksityiskohtainen selvittäminen on usein hyvin vaikeaa. Yksinkertaistaen valunnalla tarkoitetaan sitä osaa sadannasta ja sulannasta, joka virtaa vesistöä kohti maan pinnalla, maaperässä tai kallioperässä. Näistä kolmesta ensimmäinen on keskeisessä osassa, kun mitataan valuntaa mittapadoilla.

Valunta, virtaama ja valuma esitetään eri tarkoituksia varten eri dimensioin:

valunta R : $[R] = \text{mm a}^{-1}$ tai mm v^{-1}

virtaama Q : $[Q] = \text{m}^3 \text{s}^{-1}$ tai l s^{-1}

valuma q : $[q] = \text{l s}^{-1} \text{km}^{-2}$

Yleisimmin tietoa tarvitaan yksikössä $\text{l s}^{-1} \text{km}^{-2}$. Tätä varten mittapadolla mitataan veden korkeutta, joka patoaukolle luodun purkautumiskäyrän tai -yhtälön avulla muunnetaan virtaamaksi ja virtaama muunnetaan edelleen valuma-alueen koon perusteella valumaksi.



Kuva 9-1 Huopakinojan mittapato

9.1 Valunnan mittausaseman (mittapadon) rakentaminen

Syken ylläpitämä tutkimusvaluma-alueiden verkko on kohtuullisen kattava eikä uusia mittapatoja juuri rakenneta. Paikan valinnassa pätevät yleissäännöt, jotka on määritelty toimintakäsikirjan osiossa ”Vedenkorkeus” (esim. edustavuus, kulkuyhteydet, dataliikenneyhteydet, havaitsijan saatavuus, rakentamisen helppous ja luvat, suojaaminen ilkeiltä).

Mittapadon paikan valinnassa on vedenkorkeuden mittauspaikan valintaan verrattuna kuitenkin eroja. Keskeisintä on se, että rakennettavalle mittapadolle pitää saada riittävä putouskorkeus eli alapuolen vesi ei saa missään olosuhteissa padottaa patoaukolta tulevaa virtausta. Lisäksi pato on mitoitettava siten,

että suuret virtaamat mahtuvat virtaamaan patoaukon läpi ja toisaalta pienet virtaamat saadaan riittävän tarkasti mitattua. Usein käytetään kaksiaukkoista patoa eli padon keskellä on kapea osa, jolla alivirtaamat saadaan mitattua hyvin ja toisaalta tulva-aikana vesi mahtuu virtaamaan padon leveän osan läpi (**Kuva 9-1**). Maaperä on otettava paikan valinnassa huomioon. Pehmeässä humusmaassa tai savikossa routa saattaa liikutella patoa ja toisaalta karkea sora läpäisee vettä hyvin eikä kaikki vesi välttämättä tällöin virtaa mittapadon kautta.

Mittapadon rakentamisen yhteydessä rakennetaan laitekoppi, jonne laitteet saadaan säältä ja ilkivallalta suojaan. Jokaiselle mittapadolle asennetaan ruostumattomasta teräksestä tai alumiinilevystä leikattu vedenkorkeusasteikko. Asteikkolevy asennetaan pystysuoraan yleensä vahvaan puuparruun, joka kiinnitetään tukevasti padon tai kopin rakenteisiin. Asteikko voidaan asentaa myös kiveen, kallioon tai muuhun liikkumattomaan alustaan. Asteikkolevyn pystysuoruus on aina varmistettava vatupassilla. Asteikko asennetaan siten, että vedenkorkeuslukema on helposti ja turvallisesti luettavissa. Mitta-asteikon paikan valinnassa on tärkeää, että se asennetaan paikkaan, jossa patoaltaan vedenpinta on vaakasuora eli etäisyys patoaukon syösyyn on riittävä. Asteikko on myös mahdollisuuksien mukaan asennettava paikkaan, jossa jäät eivät pääse sitä liikuttamaan tai vaurioittamaan.

Mittapadon koko ja rakenne riippuvat valuma-alueen ominaisuuksista. Suurilla alueilla padot on tehty usein betonista, kun taas pienimmillä on käytetty metallista patoelementtiä (**Kuva 9-2**) Kuva 9-2. Rakentamista suunniteltaessa kannattaa aikaisessa vaiheessa olla yhteydessä Syken mittapadoista vastaavaan asiantuntijaan.



Kuva 9-2 Metallinen mittapato Teeressuonojan valuma-alueella

9.2 Automaattiaseman perustaminen

Mittapadolle asennettavan pinnankorkeusautomaatin asentamisessa voidaan käyttää toimintakäsikirjan osion **Automaattisen mittalaitteen asentaminen ja ylläpito** ohjeita.

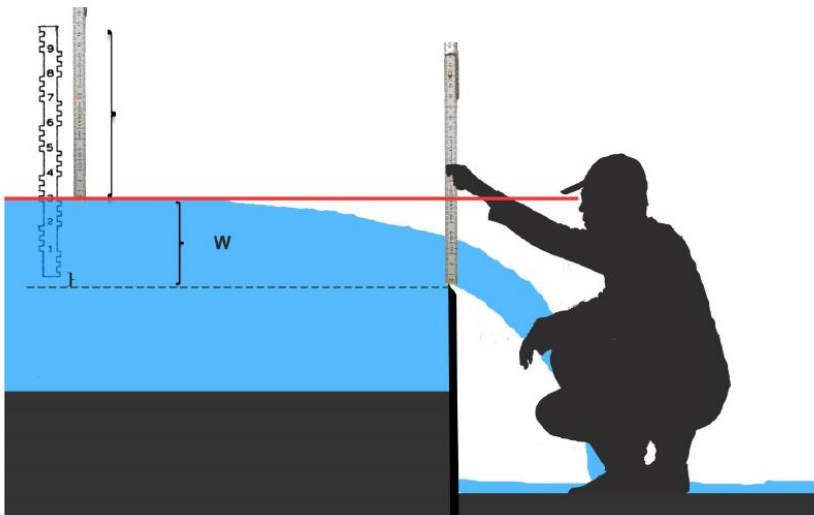
9.3 Vedenkorkeuden mittaus mittapadolla

Pinnankorkeusmittauksia varten kaikille ympäristöhallinnon mittapadoille on asennettu automaattiset mittalaitteet, jotka mittaavat pinnankorkeutta yleensä kerran tunnissa ja lähettävät tiedot Syken tietokantaan yleensä kerran vuorokaudessa. Tulvatilanteissa mittaus- ja lähetysväliä voidaan tihentää.

Automaattimittausten tueksi tarvitaan säännöllisiä tarkistusmittauksia. Tarkistusmittaukset tulisi tehdä kuukauden välein.

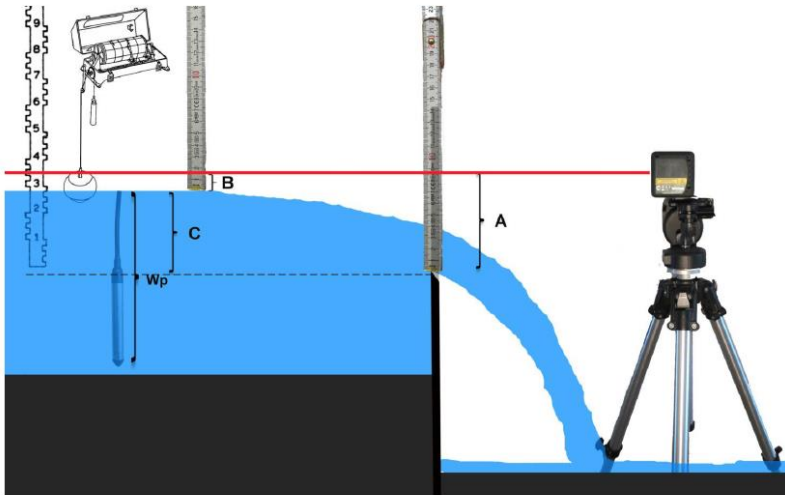
Vedenkorkeus mitta-asteikolta pyritään lukemaan ja ilmoittamaan millimetrin tarkkuudella, vaikka asteikolukemat ovatkin sentin välein.

Vedenkorkeus patoaltaassa ei yleensä ole sama kuin vedenkorkeus patoaukolla, koska veden ylisyöksy kaarevoittaa vedenpintaa patoaukolla. Patoaltaan vedenkorkeus luetaan laittamalla lattamitta patoaukon alimpaan pisteeseen ja tähtäämällä alavirran puolelta patoaltaan vedenpintaan. **(Kuva 9-3)**



Kuva 9-3 Patoaltaan vedenkorkeuden määrittäminen

Vedenkorkeus patoaltaassa ja asteikolla voidaan monilla padoilla lukea myös käyttäen laseria apuna **(Kuva 9-4)**.



Kuva 9-4 Patoaltaan pinnankorkeuden sekä aukko / asteikkokorjauksen määrittäminen

Jokaisella mittauskerralla pyritään mittaamaan vedenpinnan korkeus sekä mitta-asteikolta että patoaukolta. Pinnankorkeuden luku patoaukolta ei ole aina mahdollista (esim. tulvatilanteessa), mutta se on tehtävä kuitenkin vähintään 2–3 kertaa vuodessa. Molemmat mittaukset ilmoitetaan millimetrin tarkkuudella ja jokaiseen havaintoon kirjataan päivämäärän ja tarkan kellonajan lisäksi muut mittaukseen mahdollisesti vaikuttavat asiat, kuten esimerkiksi ”allas jäässä”, ”patoaukolla jäätä” tai ”patoaukolla roskia”.

9.4 Mittapadon ja sen laitteiston huolto

Jokaisella käyntikerralla tarkistetaan patoallas ja patoaukko sekä poistetaan patoaukolta jää, oksat, roskat ym. Tehdyistä toimenpiteistä tehdään merkintä havaintokirjaan.

Patoaltaaseen kertyy vähitellen veden mukana tulleita roskia ja lietettä. Tämän vuoksi paineanturi voi jäädä lietteen sisään, jolloin se ei enää mittaa oikein. Lietteen kertymistä tulee seurata jokaisen mittapadokäynnin yhteydessä ja tarvittaessa se pitää poistaa tai siitä pitää ilmoittaa padon huollosta vastaavalle taholle.

Ennen talvea patoallas ja/tai pato on tarvittaessa suojattava jäätymiseltä. Tavoitteena on, että padon ylisyöksy säilyy sulana läpi talven. Suojaamiseen voi käyttää esim. levymäistä solumuovieristettä (Finnfoam tms.). Myös jään päälle asennetut olki- tai heinäpaalit ovat hyviä ja luontoa vahingoittamattomia eristeitä. Lunta kannattaa kasata eristeiden päälle aina kun mahdollista.

Automaattilaitteen akku vaihdetaan laitevalmistajan ohjeita noudattaen. Yleensä akku vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa. Asemilla, missä on aurinkopaneeli tai verkkovirta, akku toimii ainoastaan varmistuksena ja se vaihdetaan ainoastaan tarpeen vaatiessa.

9.5 Tiedon toimitus

Havainnot kirjataan mahdollisimman pian havainnointeiden jälkeen lomakkeelle.

<http://www.hydrologinenseuranta.fi/> (Mittapadon vedenkorkeuden tarkistusmittauslomake)

tai toimitetaan sähköpostilla suoraan Sykeen. Havainnot voi niin sovittaessa toimittaa myös tekstiviestinä tai postitse.

10. Automaattisen mittalaitteen asentaminen ja ylläpito

Automaattisia mittalaitteita käytetään sekä pinta- että pohjaveden pinnankorkeuden mittaamiseen. Vedenkorkeuden mittaukseen tehdään varsinaisten vedenkorkeusasemien lisäksi pienten valuma-alueiden valunta-asemilla.

10.1 Asennuksen valmistelu

Automaattilaitteen asennuksesta tehdään aina ennakkosuunnitelma asennuspaikalla, ja samalla paikasta otetaan valokuvia. Ainakin seuraavat asiat tulee suunnitella:

- laitekotelon asennuspaikka
- anturikaapelin reitti ja anturin asennuspaikka
- anturikaapelin tarvittava minimipituus
- anturikaapelille tarvittava suojaputken pituus
- muut merkittävästi asennukseen ja mittaukseen vaikuttavat seikat.

10.2 Asennus

Suunnittelun perusteella hankitaan tarkoitukseen sopiva mittalaite antureineen ja muut tarvittavat välineet. Mittalaitteen virransyöttö, tietoliikenne ja kotelointi järjestetään etukäteen. Asennuksen yhteydessä tehdään seuraavat toimenpiteet:

- Paineanturi kaapeleineen asennetaan suojaputkeen koko matkalta mittalaittekotelosta paineanturielementin päähän asti. Pohjavesiputkessa yleensä riittää suojaus laitteelta pohjavesiputken yläosaan saakka.
 - Suojaputkeksi valitaan kestävä materiaalia oleva putki, joka kestää roudan ja jään vaikutukset (esimerkiksi joustavaa muoviputkea yhdistettynä suoraan vesijohtoputkeen).
 - Suojaputken poikkipinnan on oltava riittävän suuri anturin mahdollista vaihtoa varten eli vikaantunut anturi on voitava vetää pois suojaputkesta ja uusi työntää sinne takaisin. Pohjavesikohteissa käy halkaisijaltaan ohuempikin suojaputki, sillä yleensä anturi vaihdetaan suojaputkineen.
- Tehdään anturikaapelille läpivienti laitekoteloon ja järjestetään kaapelille hyvä vedonpoisto. Huolehditaan myös siitä, että anturielementti ei pääse työntymään ulos suojaputkesta.
- Pintavesimittauksissa anturiosa suojaputkineen kiinnitetään anturipainoon, joka voi olla laakea betonilaatta pohjan ollessa kova tai muunlainen ratkaisu pohjan ollessa upottava. Kiinnitystarvikkeiden on oltava ruostumatonta materiaalia. Pohjavesiputkessa riittää yleensä anturikaapelin kiinnitys pohjavesiputken päähän ja anturin roikuttaminen johtonsa varassa. Näin on tehty myös kaivoasennuksissa. Pienten valuma-alueiden mittapadoilla anturi kannattaa kiinnittää kopin tai mittapadon rakenteisiin.
 - Jos käytetään paineanturityyppejä, jossa on ilmanpaineen kompensointiputki anturikaapelissa, tähän putkeen ei saa päästä kosteutta asennusvaiheen aikana.
- Mittalaittekotelo kiinnitetään sopivaan rakenteeseen, tangon päähän tai muulle kiinteälle alustalle. Mittalaittekotelolla tarkoitetaan tässä laitesuojaa, joka voi sisältää mm. akun, tiedon tallentimen (loggerin), modeemin, aurinkopaneelin lataussäätimen ja paineanturin ilmanpaineen

kompensointiputkeen liitetyn kuivauspatruunan sekä laitekotelon kosteudenpoistoa varten olevan silikageeliastian.

- Aurinkopaneeli asennetaan ottaen huomioon riittävä valoisuus ja ilmansuunta. Aurinkopaneeli on pidettävä peitettynä asennusvaiheessa, kun sen virtajohdot on liitetty lataussäätimeen.
- Mittalaittekotelossa tehdään akun, aurinkopaneelin ja anturin kytkentä mittalaitteeseen.
- Tarvittaessa SIM-kortti asetetaan mittalaitteen modeemiin.
- Ilmanpaineen kompensointi-putkeen laitetaan kosteudenpoistaja ja mittalaittekoteloon erillinen silikageeliastia kosteudenpoistajaksi.
- Laitteeseen kytketään käyttöjännite.

10.3 Käyttöönotto (HYD-valikko)

Kun kaikki mittalaitteen asennustyöt on tehty, mittalaitteeseen on kytketty virta ja laite toimii asianmukaisesti, tehdään seuraavat käyttöönottoimenpiteet:

- Luetaan vedenkorkeushavainto asteikolta ja/tai pohjapaalulta tai pohjavesiputken ollessa kyseessä luetaan putken pään ja vesipinnan välinen etäisyys. Mittapadoilla vedenkorkeus mitataan lattamitalla mitta-asteikon alimmasta pisteestä.
- Otetaan yhteys Sykeen datan ylläpitäjään, jolle ilmoitetaan vedenkorkeushavainto. Ylläpitäjä laskee anturikorjauslukeman, jolla korjataan automaattiaseman ilmoittama lukema vastaamaan oikeaa vedenpinnan korkeutta.
 - Anturikorjauslukema lasketaan vedenkorkeusasemilla vähentämällä asteikolta tai pohjapaalulta luetusta vedenkorkeuslukemasta anturin yläpuolisen vesipatsaan korkeus. Esimerkiksi jos asteikon tai pohjapaalun lukema on 30 cm ja anturin päällä on vettä 100 cm, saadaan korjauslukemaksi -70 cm.
 - Pohjavesikohteella anturikorjauslukema lasketaan lisäämällä pohjavesiputken yläpään ja vesipinnan väliseen etäisyyteen (millimetreinä) anturin yläpuolisen vesipatsaan korkeus millimetreinä.
- Datan ylläpitäjä tallentaa anturikorjauslukeman HYD-valikon Reaaliaikaisten asemien ylläpito-ohjelmaan. Tämä tapahtuu seuraavasti:
 - Etsitään kyseinen vedenkorkeusasema ja valitaan Hae aseman tiedot.
 - Syötetään laskettu anturikorjauslukema kohtaan anturikorjaus ja valitse Tallenna korjaus.
 - Valitaan Asteikkotiedot -kohdasta se asteikko tai pohjapaalu, jolle anturilukema on kalibroitu eli jolta vedenkorkeus luettiin anturin asennushetkellä. Asteikkotieto voidaan jättää valitsematta, jos mittalaitteelta saadut lukemat korjataan anturikorjauksella vastaamaan korjattua asteikkolukemaa (= asteikon näyttämä lukema + asteikkokorjaus) tai vedenkorkeutta valtakunnallisessa korkeusjärjestelmässä.

Kun anturikorjaus on tallennettu ja automaattiasemalta on vastaanotettu vedenkorkeustietoa, aseman tila muutetaan jatkuvaksi, jolloin vedenkorkeudet alkavat tallentua tietokantoihin korjattuina asteikkolukemina.

10.4 Ylläpito

Nykyaikaisten automaattilaitteiden tulisi toimia luotettavasti Suomen ankarissa olosuhteissa kaikkina vuodenaikoina. Akun varaustilaa tulee seurata säännöllisesti sähköpostiosoitteesta

hyd_vikatilanteet@ymparisto.fi tulevista "Akun jännite hiipumassa"-viesteistä, erityisesti jos automaattimittari on vain akkuvirran varassa. Akku tulee vaihtaa hyvissä ajoin. Aina asemalla käynnin yhteydessä on tarkistettava, että ilmanpaineen kompensatioputken kosteudenpoistaja ei ole kastunut. Tarvittaessa silikageelimurut vaihdetaan. Samalla tarkistetaan, että laitekotelo on kuiva. Jos siellä on kosteutta, on kosteus poistettava ja samalla vaihdettava kotelon kosteudenpoistaja. Jossain tapauksissa kaapin tuule-
tusta on lisättävä esimerkiksi tarkoitukseen suunnitelluilla ilmanvaihtoventtiileillä.

10.4.1 Vikatilanteet

Yleensä nykyaikaiset laitteet toimivat luotettavasti pitkiä aikoja. Viat saattavat olla hyvin moninaisia ulkoisten häiriötekijöiden aiheuttamista vioista laitteiden sisäisiin komponenttien rikkoontumisiin, joten yleis-
päteviä ohjeita on lähes mahdotonta antaa. Viat voivat olla anturivikoja, tallenninvikoja, modeemivikoja tai virransyöttöön liittyviä vikoja.

Anturiviat ilmenevät useimmiten joko epästabiileina mittaustuloksina tai mittaussignaalin toistuvana tai pysyvänä ääriarvona (ns. tappiarvona). Näissä tapauksissa tehdään aina anturinvaihto. Tallentimissa viat voivat olla ohjelmistoon liittyviä tai komponenttien rikkoontumiseen liittyviä ja oireet hyvin moninaisia. Modeemien viat ilmenevät yleensä niin, että laitteeseen ei saada yhteyttä tai siltä ei saada dataa. Tallennin/modeemikojen selvittelyssä tulee etukäteen sopia korjaustoimenpiteistä Lounais-Suomen elinvoimakeskusten/Syken mittalaitesiantuntijan kanssa. Virransyöttöön liittyvistä vioista yleisimmät johtuvat ikääntyneestä tai muuten heikkotehoisesta akusta ja sen latausongelmista. Tarvittaessa akku vaihdetaan.

11. Havaittaja-asiat

11.1 Havaittajan rekrytointi

Havaittajiksi, kutsutaan kansalaisia, jotka hoitavat hydrologisilla havaintoasemilla silmämääräisesti tai yksinkertaisella laitteilla tehtäviä mittauksia eli havainnointia. Havaittajan tehtävät eivät vaadi erillistä tutkintoa, hydrologian alan koulutusta tai hydrologisten kenttätöiden sertifikaattia. Havaittajat perehdytetään työhönsä kädestä pitäen ja kirjallisella materiaalilla. Havaittajalle hoidettavaksi annettavia tehtäviä ovat esim. jäänpaksuuden, roudan syvyyden, veden lämpötilan tai pohjaveden pinnankorkeuden mittaaminen, lumilinjamittaukset sekä vedenkorkeuden tarkistusmittaukset.

Uuden havaittajan etsiminen kuuluu elinvoimakeskuksen paikallisen vastuuhenkilön tehtäviin. Uutta havaittajaa etsittäessä kannattaa edelliseltä havaittajalta tiedustella vinkkejä uudeksi havaittajaksi tai tarkistaa, onko samalla seudulla muita havaintolajeja mittaavaa havaittajaa. Uutta havaittajaa etsittäessä on huomioitava, että havaittajaksi palkattavan henkilön on oltava vähintään 15-vuotias. Poikkeustapauksessa 14 vuotta täyttäneen tai saman kalenterivuoden aikana sanotun iän täyttävän nuoren kanssa saadaan tehdä toimeksiantosopimus huoltajan suostumuksella. Havaittajan ikä ja kunto on huomioitava työturvallisuuden riskitekijöitä arvioitaessa.

Havaittajan rekrytointikäynnillä selvitetään havaittajan yhteystiedot toimeksiantosopimusta varten ja lähetetään ne sähköpostilla Lounais-Suomen elinvoimakeskukseen ja Sykeen toimeksiantosopimuksen tekoa varten. Samalla on varmistettava, että havaittaja ymmärtää toimeksiantosopimuksen merkityksen:

- Hydrologista havainnointia suorittava henkilö ei ole virka- tai työsopimussuhteessa vaan toimeksiantosuhteessa Lounais-Suomen elinvoimakeskukseen.
- Toimeksiantosuhteessa havaittaja on konsultin asemassa, ja hänelle maksetaan palkkio tietyn tehtävän suorittamisesta.
- Toimeksiantosuhteeseen eivät kuulu virka- ja työsopimussuhteen etuudet, kuten oikeus palkalliseen vuosilomaan, työterveyshuoltoon ja tapaturmakorvaukseen.
- Eläketurvan piiriin toimeksiantosuhteessa oleva kuuluu.

Havaittajaa pyydetään lähettämään verokortti Lounais-Suomen elinvoimakeskukseen palkkion maksua varten. Ohjeelliset havaintopalkkioiden suuruudet eri havaintolajeista saa Lounais-Suomen elinvoimakeskuksesta tai Sykeästä.

11.2 Havaittajan opastus eri havaintoihin

Havaittaja pystyy toimimaan mahdollisimman hyvin, jos hän ymmärtää oman työnsä osana laajaa kokonaisuutta. Tätä tukevat esimerkiksi tieto ko. suureen havaintojen käyttökohteista sekä kirjallinen taustamateriaali.

Havaittajalle opastetaan hänen mitattavanaan olevat suuret huomioiden mittauksen eri vaiheet sekä tietojen lähettäminen Sykeen. Opastuskäynnin yhteydessä havaittajalle myös toimitetaan havaintovihko ja lomakkeet, jos sellaiset kuuluvat mitattavaan suureeseen, sekä käydään vihossa mahdollisesti olevat ohjeet yhdessä läpi.

Erityisesti on muistettava huomioida havaittajan opastuksessa työturvallisuus, mahdolliset riskit ja toimintaohjeet ongelmatilanteissa. Mittauksia ei tehdä epävarmoissa olosuhteissa tai heikoilla jäillä, ja

esimerkiksi liikkumista liukkailla rannoilla, isoissa ojissa sekä kivikoissa ja louhikoissa on vältettävä. Maastokäyntien riskikohdista olisi hyvä ilmoittaa elinvoimakkeskuksiin ja Sykeen, jotta turvallisuutta voidaan parantaa.

Lumilinja

Havaitsijan opastus lumilinjamittauksiin hoidetaan tekemällä ensimmäinen mittauskierros yhdessä. Tässä yhteydessä hänet opetetaan tekemään lumilinjamittaukset luvun 4 ja havaintovihon ohjeiden mukaisesti. Samalla havaitsijaa neuvotaan havaintovihon täyttämisen sekä mittaustulosten toimittamisessa Sykeen [www-lomakkeella](#) ja muistutetaan havaintojen lähettämisestä mahdollisimman pian mittauksen jälkeen.

Pitkillä lumilinjalla havaitsijalle on muistutettava, että lumilinjan jokaisessa maastotyyppissä, jossa on lunta, on tehtävä punnitus, jotta maastotyyppin lumimäärä voidaan laskea. Erittäin tärkeää on myös painottaa, että punnituksia on aina tehtävä vähintään kahdeksan (8), vaikka päiviä olisi paljon tai vaikka joistakin maastotyypeistä ei enää löytyisi ollenkaan lunta. Lumen syvyys on mitattava aina, kun lunta on vähänkin linjamittausreitillä. Myös pälvisyystiedon merkitystä on korostettava, sillä pälviprosentin merkitseminen tuntuu unohtuvan havaitsijoilta helposti.

Punnitusten yhteydessä on erityisesti opetettava yleisimpien virhelähteiden välttämistä:

- Punnitse lieriö aina myös tyhjänä.
- Tee punnitus kahdessa tai useammassa erässä, jos lumen syvyys on suurempi kuin lieriön pituus.
- Punnitse lumipeite aina sen alarajaan saakka.

Opastuskäynnin yhteydessä on syytä varmistaa, että havaitsija tunnistaa lumipuntarin mahdolliset viat ja ilmoittaa niistä välittömästi Sykeen. Myös muiden välineiden rikkoutumisesta tai huonosta kunnosta on kerrottava Sykessä lumilinjamittauksista vastaavalle.

Jäänpaksuus

Jäänpaksuuden opastus ajoitetaan mahdollisuuksien mukaan niin, että talven ensimmäinen jäänpaksuuden mittaus tehdään yhdessä havaitsijan kanssa. Ensimmäisellä mittauskerralla myös kohvasauvat asennetaan yhdessä havaitsijan kanssa. Havaitsijalle opastetaan samalla, miten hänen tulee toimia virhetilanteissa sekä mittavälineiden rikkoutumisen tai puuttumisen suhteen.

Jäänpaksuusmittauksen tulokset lähetetään nettilomakkeella Suomen ympäristökeskukseen mahdollisimman pian mittauksen jälkeen. Jäätymis- ja jäänlähtöilmoitukset lähetetään Sykeen nettilomakkeella. Tietoja voi lähettää jäätymisen ja jäänlähdon eri vaiheista erikseen heti niiden tapahduttua tai kaikista vaiheista yhdellä kertaa sen jälkeen, kun on oletettavissa, ettei syksyllä uutta sulamista tapahdu, ja keväällä, kun näköpiirissä ei ole enää jäätä.

Havaitsijan opastamisessa on syytä olla seuraavat tarvikkeet:

- Kaira, saranoitu tai kiinteäkulmainen jäämitta, kohvasauvoja (3 kpl järvillä)
- Havainto-ohjeet (ml. puhelinnäppäilyohje)
- Tulostettu kartta havaintoalueesta ja aseman perustiedot (asematunnus)
- Havaintovihko ja muistiinpanovälineet
- Naskalit ja pelastus- tai kelluntaliivit

- Matkapuhelin vesitiiviisti pakattuna hätätilanteita varten
- Tuura
- Toimeksiantosopimus pohja ja palkkiotiedot, jos kyseessä rekrytointikäynti (palkkiotiedot saa Lounais-Suomen elinvoimakeskuksesta)

Havaitsijan toiminta ja tarvittavat välineet tarkistetaan vähintään kolmen vuoden välein. Rikkinäiset välineet vaihdetaan uusiin tarvittaessa tai havaitsijan pyytäessä.

Veden lämpötilaluotaukset

Havaitsijalle opastetaan lämpötilaluotaustenn eri vaiheet ja tietojen lähettäminen Sykeen. Opastuksessa täytyy muistaa huomioida työturvallisuuseikat työsuojeluohjeiden mukaisesti. Havaitsijalle opastetaan myös, miten hänen tulee toimia virhetilanteissa ja mittalaitteiden huollon suhteen. Lämpömittari tulee lähettää vähintään kolmen vuoden välein Lounais-Suomen elinvoimakeskukseen tarkistettavaksi. Tämä väliaikaistarkistus keli- ja kauskohtaan, jottei mittauksiin tule ylimääräisiä katkoksia.

Luotaustulokset lähetetään jokaisen mittauskerran jälkeen joko sähköpostitse tai postitse Sykeen, kunnes nettilomake on käytettävissä.

Havaitsijan opastamisessa on syytä olla seuraavat tarvikkeet:

- Lämpömittari luotausta varten (saa Lounais-Suomen elinvoimakeskuksesta)
- Havainto-ohjeet
- Tulostettu kartta havaintoalueesta ja aseman perustiedot (asematunnus)
- Havaintolomakkeet ja muistiinpanovälineet
- Pelastusliivit ja vesitiiviisti pakattu matkapuhelin hätätilanteen varalta, jäällä liikuttaessa naskalit ja tuura
- Toimeksiantosopimus pohja ja palkkiotiedot, jos kyseessä rekrytointikäynti (palkkiotiedot saa Lounais-Suomen elinvoimakeskuksesta)

Pohjaveden korkeus

Havaitsijan opastamisen tarkoitus on, että havaitsija löytää kaikki pohjavesiputket sekä oppii pohjaveden korkeuden lukemisen ja mittaus tulosten toimittamisen Sykeen. Havaitsijan on myös opittava toimimaan ongelmatilanteissa.

Ennen opastuskäyntiä on opeteltava hyvin ohjeiden sisältö. Opastuksen yhteydessä havaitsijalle luovutetaan pohjavesiluotain. Havaitsijan kanssa tehdään ensimmäinen mittauskierto yhdessä, ja samalla hänet opastetaan havainnon tekoon. Havaitsijaa myös neuvotaan merkitsemään pohjaveden korkeudet esim. vihkoon ja lähettämään havainnot Sykeen nettilomakkeella välittömästi sovittujen mittauskertojen jälkeen.

Tärkeitä opetettavia asioita ovat

- pohjavesiputkien sijainnit
- pohjaveden korkeuden lukeminen havaintoputken yläpäästä senttimetrin tarkkuudella
- pohjaveden korkeuden lukeminen uusien muoviputkien päästä eikä suojaputken päästä, joka voi olla useita senttejä havaintoputkea korkeammalla
- pohjaveden korkeuden merkitseminen muistiin esim. vihkoon.
- nettilomakkeen käyttö

- pohjavesiputket numerointi (1, 2, ..., 10 jne. ja samat putket uusittuina 1b, 2b, ..., 10b jne.)
- keväällä ja syksyllä tulosten lukeminen rinnakkain sekä vanhoista rautaputkista että uusista muovisista putkista kolmena peräkkäisenä kertana
- häiriötilanteiden tunnistaminen (jäätyminen, liettyminen, kuivuminen) ja niistä ilmoittaminen heti elinvoimakeskukseen ja/tai Syken yhdyshenkilöille.

Valunta/mittapadot

Mittapatohavainnoinnin opastuksessa havaitsijalle opetettavat asiat ovat:

- vedenpinnan korkeuden lukeminen mitta-asteikolta millimetrin tarkkuudella
- vedenpinnan korkeuden lukeminen patoaukolta millimetrin tarkkuudella tähtäämällä alavirran puolelta patoaltaan vedenpintaa
- vedenpinnan korkeuden lukeminen pohjapaalulta, jos sellainen on olemassa
- patoaukon puhdistaminen jäältä, oksista, roskista ym.
- häiriötilanteiden tunnistaminen (patoaltaan liettyminen, roskaantuminen, padon vuotaminen, ilkivalta ym.) ja niistä ilmoittaminen välittömästi yhdyshenkilölle Sykeen ja/tai ELY-keskukseen
- havainnon raportointi havaintolomakkeella: pinnankorkeus millimetrin tarkkuudella eri mittapaikoista, havainnon tarkka kellonaika ja päivämäärä, muut havaintoon vaikuttavat asiat (jää, roskat ym.)

Vedenkorkeus

Vedenkorkeuden havaintopaikalla havaitsijalle on tärkeää näyttää, missä asteikot, pohjapaalut ja mittapistet sijaitsevat ja miten ne on nimetty. On varmistettava, että havaitsija löytää myös talvella ne pohjapaalut, joita talvihavainnoissa tarvitaan. Kun uusia asteikkoja tai pohjapaaluja rakennetaan, niidet nimet ja numerot on muistettava kertoa havaitsijalle. Havaitsijalle on aina hyvä toimittaa ajantasainen asemapiiirros, josta hän voi tarkistaa asteikkojen, pohjapaalujen ja mittapisteiden sijainnit ja nimet.

Uudelle havaitsijalle on opetettava vedenkorkeuden lukeminen asteikolta, pohjapaalulta ja/tai mittapisteltä luvun 2.5 mukaisesti. Havaitsijan kanssa on myös käytävä läpi havaintojen lähettäminen nettilomakkeella. Havaitsijaa on pyydetty lähettämään tulokset Sykeen heti mittauksen jälkeen.

Siivikkojen kalibrointi

1. Lähetä siivikot Saksaan kalibroitavaksi maahantuojan (BK-Hydrometa) kautta neljän vuoden välein ja aina kun on syytä epäillä siivikon vioittumista.
2. Laita jokaiseen postipakettiin mukaan huoltolähetepohja (<http://www.bk-hydrometa.fi/pages/fi/yhteys/laitehuolto.php>) täytettynä. Täytä lomake huolellisesti!

Lähetä paketti osoitteeseen:

BK-Hydrometa Oy
Vesilaitoksentie 10
21200 Raisio

3. Toimittakaa uusista kalibrointituloksista kopiot välittömästi SYKEen.

Kuvaluettelo

Kuva 2-1 Pyhäveden OTT-mittalaite Mäntyharjulla	12
Kuva 2-2 Limnigrafi Yläneenjoella (© Marjo Tarvainen).....	12
Kuva 2-3 Isojärven asteikko Kuhmoisissa	14
Kuva 2-4 Muuratjärven asteikolle vievä silta	15
Kuva 2-5 Alajärven asteikko kiinnitettynä siltaan	16
Kuva 2-6 Nellimjoen pohjapaalu ja keltainen merkkinauha	16
Kuva 2-7 Vahvajärven kaksi pohjapaalua näkyy rantaan niitä ympäröivien valkoisten levyjen ansiosta	17
Kuva 2-8 Tällaisessa paikassa sillan kannen alla asteikon korkeus on lähes mahdoton vaaita.....	18
Kuva 2-9 Kiintopiste Karviossa	19
Kuva 2-10 Maanmittauslaitoksen 3. luokan korkeuskiintopiste	19
Kuva 2-11 Esimerkki asemapiirroksesta	20
Kuva 2-12 Tarkkavaaitusta Ala-Kintauksen vedenkorkeusasemalla	21
Kuva 2-13 Esimerkki tarkkavaaituskojeesta	22
Kuva 2-14 Vasemmalla viivakoodi-invar-kiintolatan käyttöä Kermajärvellä, oikealla taittuva viivakoodi-puulatta Synsiön pohjapaalulla.....	23
Kuva 2-15 Vaaitusta yleisvaaituskojeella Vekkoskella	26
Kuva 2-16 Vaaituskoje ja puinen taittolatta Haukiputaalla	26
Kuva 2-17 Pihlajaveden asteikko 0–200 Savonlinnassa.....	27
Kuva 2-18 Suppilomitta Keyrityllä	28
Kuva 2-19 Pohjapaalua lukemassa Vantaanjoella Myllymäessä	28
Kuva 2-20 Mittauskaivon toimintaperiaate. Jotta mittalaite mittaa vedenkorkeusvaihtelut oikein, kaivon ja vesistön vedenpinnan on pysyttävä samalla korkeudella.....	31
Kuva 2-21 Kojen A.Ott X ja sen osat: 1 kokeen koppa; 2 kello, joka pyörittää rumpua; 3 rumpu, jonka ympärille paperi kiinnitetään; 4 kierrekara, jonka kierteet liikuttavat piirintä ja siihen kiinnitettävää kynää; 5 piirrin, jonka kynän mustekärki piirtää vedenkorkeuskäyrää; 6 uimurin kehrä, jonka koko määrää vedenkorkeuskäyrän piirtosuhteen; 7 uimuri ja sen vastapaino	33
Kuva 2-22 Piirtävän vedenkorkeusmittarin uimurin, vastapainon ja vaijerin asetus sekä urapyörien asema ja kynän siirtäminen.....	34
Kuva 2-23 Limnigrafien välityssuhteen muuttaminen	35
Kuva 2-24 Limnigrafien kiertoajan muuttaminen	36
Kuva 3-1 Kynnyskorkeuden määrittäminen	45
Kuva 4-1 Sulvanjoen pienen valuma-alueen lumilinjaa Mustasaarella (© Christer Finne)	47
Kuva 4-2 Kontiolahden Riihiahon lumilinjan reittikartta. Lumilinja näkyy kartassa vihreänä.	49

Kuva 4-3 Mittasauva lumen syvyyden mittaamiseen	50
Kuva 4-4 Lumipuntarin tankovaaka. Punnitustulos luetaan punnuksen vierestä nuolen osoittamalta puolelta.	50
Kuva 4-5 Lumipuntarin lieriö. Lieriön kyljessä on mitta-asteikko lumen syvyyden lukemiseksi punnituksen yhteydessä.....	51
Kuva 4-6 Lumen punnituksissa käytettävä tasapohjainen lapio.....	51
Kuva 4-7 Päiviä Tervolan Vähäkarinperän lumilinjalla 30.3.2014	53
Kuva 4-8 Lumen syvyyden mittausta Valkealan Niittyjoen lumi- ja routa linjalla 16.3.2015.....	54
Kuva 4-9 Lumeen on kaivettu pystyseinäinen kuoppa, jonka reunasta lieriö painetaan lumipeitteen läpi lapiota vasten	55
Kuva 4-10 Lieriö on nostettu ylös lapion avulla ja käännetty ylösalaisin	56
Kuva 4-11 Puntarin saattamista tasapainoon Valkealan Niittyjoella 16.3.2015	57
Kuva 5-1 Esimerkki vedenkorkeuden mittaukseen yhdistetystä pintaveden lämpötilan mittauksesta. Anturi on metalliputken sisällä kelluen vapaasti 20 cm syvyydessä.	61
Kuva 5-2 Erilaisia asennuksia kelluvista erillisistä automaattisista pintaveden lämpömittareista. Alimmassa kuvassa mittalaite on rei'itetyn metalliputken sisällä, jossa vesi pääsee vaihtumaan. laite on varjon puolella.	61
Kuva 5-3 Pintaveden lämpötilan käsimittareita tarkistusmittausta varten: vasemmalla vanhempi malli, oikealla uudempi malli.....	63
Kuva 6-1 Jäänpaksuuden mittausjärjestelyt järvellä	66
Kuva 6-2 Lumen syvyys (L) mitataan kutakin kairattavaa reikää kohden kolmesta paikasta, noin metrin päässä kairattavasta reiästä.....	67
Kuva 6-3 Aluksi reikää kairataan vain kohvan ja teräsjään rajaan asti. Kohvan paksuus (K) mitataan jäämitan suoralla päällä.....	67
Kuva 6-4 Kohvan mittaamisen jälkeen reikä kairataan läpi koko jään ja mitataan jään kokonaispaksuus (J) alapinnasta yläpintaan. Jos mahdollista, arvioidaan myös teräsjään paksuus sekä välissä olevat vesikerrokset (v). Veden korkeus (W) mitataan jään alareunasta veden pintaan.	68
Kuva 6-5 Kaaviokuva kohvasauvamittauksesta	69
Kuva 7-1 pohjavesiputki ja siihen asennettu automaattimittauslaitteisto	73
Kuva 7-2 Vasemmassa kuvassa on rautaputki. Keskimmaisessä kuvassa on muoviputki, jonka ympärillä on suojaputki. Oikeassa reunassa on pohjavesikaivo kopin sisällä.	74
Kuva 7-3 Pohjaveden pinnakorkeuden mittaus pohjavesiputkesta	78
Kuva 7-4 Ote havaitsijan pohjavesiasemaluettelosta, josta pääsee tallentamaan asemakohtaisia havainto- ja sähköisellä havaintolomakkeella	80
Kuva 7-5 Ote tarkistusmittausten pohjavesiasemaluettelosta, josta pääsee tallentamaan asemakohtaisia havaintoja sähköisellä havaintolomakkeella.....	80

Kuva 7-6 Havaittajan käyttämä pohjavesiaseman sähköinen havaintolomake	82
Kuva 7-7 Pohjaveden tarkistusmittauslomake	83
Kuva 8-1 Kaksi routaputkea hattuineen ja kyljessä olevine lumen syvyyden mitta-asteikoineen.	85
Kuva 8-2 Routaputken sisäputki on nostettu ylös ulkoputkesta Niittyjoen lumi- ja routalinjalla 16.3.2015.	87
Kuva 8-3 Roudan syvyys luetaan läpinäkyvän jäätyneen ja sinisen sulan nesteen rajakohdasta.	87
Kuva 8-4 Ensimmäisessä kuvassa roudattoman maan sisähavaintoputki. Toisessa putkessa mutteri osoittamassa noin 14 cm:n routaa (putkessa ei metyleenisiniä).	88
Kuva 8-5 Verkkosivun asemaluettelo	89
Kuva 8-6 Selainpohjainen lomake	89
Kuva 8-7 Roudan havaintokortti	90
Kuva 9-1 Huopakinojan mittapato	91
Kuva 9-2 Metallinen mittapato Teeressuonojan valuma-alueella	92
Kuva 9-3 Patoaltaan vedenkorkeuden määrittäminen	93
Kuva 9-4 Patoaltaan pinnankorkeuden sekä aukko / asteikkokorjauksen määrittäminen	94