

Turpeen mittausopas



Mukana myös
fotogrammetrinen
mittaus

Turpeen mittauksen neuvottelukunta 2017



KONEYRITTÄJÄT



MTK



Bioenergia



Suomen
Turvetuottajat ry

SISÄLLYSLUETTELO

Esipuhe	4
Johdanto	5
1. Turpeen mittaus varastoaumassa	7
1.1 Aumamittauksen edellytykset	8
1.2 Auman tilavuuden mittaus	8
1.3 Aumanäytteen otto	11
1.4. Auman energiasisällön määrittäminen	12
1.5. Aumamittauksen dokumentointi	12
2. Energiaturpeen mittaus käyttöpaikalla	14
3. Energiaturpeen mittaus käyttöpaikalla suoratoimitusten yhteydessä	15
4. Turveauman tilavuuden määrittäminen ilmavalokuvaukseen perustuvalla 3D-menetelmällä	15
5. Turpeen laadun määrittäminen	17
6. Mittaustuloksen oikaisu ja erimielisyyksien ratkaisu	17

LIITTEET

1. Aumamittauksen kuvaus
2. Saapumistilan tehollisen lämpöarvon laskenta
3. Tehollisen lämpöarvon riippuvuus saapumistilan kosteudesta ja kuiva-aineen tehollisesta lämpöarvosta
4. Esimerkki turpeen näytteenotto- ja käsittelyprosessista (Energiaturpeen laatuohjeen liitteet E)

Esipuhe

Tässä oppaassa kuvataan turpeen auma- ja käyttöpaikkamittauksen yleiset periaatteet ja menettelytavat, mittausmenetelmät sekä lisäksi kuvataan ns. suoratoimituksissa, joissa turve toimitetaan aumasta käyttöpaikalle ilman aumamittausta. Energiaturpeen osalta kuvataan myös laadun mittausta.

Opas on tarkoitettu turpeen tuotantoketjun eri vaiheissa toimiville yrittäjille ja työntekijöille sekä kaikille, jotka haluavat tuntea turpeen mittausta. Opasta päivitetään tarvittaessa, kun alan käytännöt, tutkimustulokset ja ohjeistaminen sitä edellyttävät. Opas ei sido turvealan toimijoita, mutta neuvottelukunta suosittelee oppaassa kuvattujen menetelmien ja menetelyjen käyttöä.

Oppaan on laatinut turpeen mittauksen neuvottelukunta (aikaisemmalta nimeltään turvealan mittaustoiminnan neuvottelukunta), jonka jäseniä ovat Bioenergia ry, Koneyrittäjien liitto, MTK ja Suomen turvetuottajat ry. Neuvottelukunnan tarkoituksena on edistää ja kehittää turpeen mittausta antamalla lausuntoja, suosituksia ja ohjeita sekä tehdä ehdotuksia mittaustoiminnan ja menetelmien kehittämiseksi.

Helsingissä 13. marraskuuta 2017

Turpeen mittauksen neuvottelukunta

*Hanna Haavikko
Suomen
turvetuottajat ry*

*Simo Jaakkola
Koneyrittäjien
liitto ry*

*Anssi Kainulainen
MTK*

*Hannu Salo
Bioenergia ry*

Johdanto

Turve on edelleen Suomen huoltovarmuuden kannalta keskeinen tärkeä polttoaine. Se on kotimainen ja työllistää etenkin maaseudulla. Turpeen käyttö tarjoaa työtä suoraan tai välillisesti tuhansille suomalaisille. Se tuo kansantalouteen noin satojen miljoonien eurojen nettorahavirran. Tasaisen laatunsa ansiosta turve helpottaa ja edistää seospolttoaineena myös puun ja muiden biopolttoaineiden käyttöä kaukolämmön ja sähkön tuotannossa.

Suomessa on viime vuosina tuotettu 10–15 miljoonaa kuutiometriä energiaturvetta. Tämä määrä vastaa noin neljää prosenttia energiankulutuksestamme. Lisäksi tuotetaan ympäristö- ja kasvuturpeita 1,5–3 miljoonaa kuutiometriä vuosittain. Turvetuotantoala oli vuonna 2017 noin 50 000 ha. Geologian tutkimuskeskuksen mukaan soita ja turvemaita on Suomessa 9,08 miljoonaa hehtaaria.

Turve nostetaan ja kuljetetaan varastoaumoihin tuotantokaudella, joka kestää yleensä toukokuulta elokuulle. Tuotantoalueen varastoauimoista energiaturve toimitetaan käytön edellyttämään tahtiin asiakkaille täysperävaunullisilla ajoneuvoyhdistelmillä, joihin sopii noin 120 m³ turvetta. Tällaisia kuormia kuljetetaan asiakkaille vuosittain noin 100 000. Jonkin verran turvetta toimitetaan asiakkaille jo tuotantokauden aikana myös suoratoimituksina, jolloin aumavarastointia ei tarvita.



Jyrsinturpeen kuormasta turvetuotantoalueen varastoaumalla. Kuva: Turveruukki Oy.

Varastoauomojen koko ja muoto riippuvat turvetuotannon laajuudesta ja aumaustekniikasta. Yksittäisiä turveaumoja tehdään vuosittain 1000–2000 kpl. Auman koko on yleensä 5000–50000 m³, auman peittämä alue 1000–10000 m² ja korkeus 3 – 15 m.



Päälleajoaumaus on yleinen aumaustapa Etelä- ja Keski-Suomessa. Kuva: Bioenergia ry.



Puskuaumaus on yleisintä Pohjois-Suomessa. Aumauksessa käytetyllä puskutraktorilla tai rinnekoneesta muunnetulla erikoiskoneella muodostuu pyramidin tai kartion muotoinen tai pitkänomainen turveauma. Kuva: Vapo Oy.

Turpeen määrästä ja laadusta muodostuu käsitys turvetuottajalle jo kesän tuotantokauden aikana, kun varastoamaan ajetuista kärrykuormista ja tuotantokosteudesta pidetään kirjaa. Tuotantokauden päätyttyä syksyllä turve mitataan aumoittain. Mittauksen suorittamisesta sovitaan osapuolten kesken. Aumojen tilavuuden mittaa yleensä osapuolten hyväksymä ulkopuolinen riippumaton mittaaja, joita ovat esimerkiksi monet maarakennukseen ja maamassojen mittaukseen erikoistuneet yritykset. Auman tilavuuden mittauksen yhteydessä selvitetään tarvittaessa turpeen kosteus kairaamalla aumasta eri syvyyksiltä kosteusnäytteitä edustavasti.

Käyttöpaikkamittaus tapahtuu yleensä voimalaitoksen polttoaineiden vastaanotossa ympäri vuoden erakohtaisesti. Käyttöpaikalla määritetään kuorman massa ja kosteus sekä lasketaan turvepolttoaineen energiasisältö.

1. Turpeen mittaus varastoaumassa

Aumamittauksella selvitetään turpeen määrä ja laatu varastoaumassa tuotantokauden jälkeen urakointisopimuksen mukaisesti. Aumamittauksen tulosta käytetään urakointimaksujen ja tuotantoyrittäjien työntekijöiden palkkojen ja tuotantoalueiden vuokran perustana. Maksuperusteiden takia mittaus on tärkeää suorittaa huolella.

Turpeen kosteus määritetään aumaan ajon yhteydessä tai valmiista aumasta otetuista näytteistä. Turpeen kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo voidaan selvittää turvenäytteestä lämpöarvomäärittämisnä laboratorioissa esimerkiksi kolmen vuoden välein tai yleisemmin ns. historiatietona edellisten vuosien laitokselle toimitetun turpeen energiasisällön perusteella.

Jyrsinturveaman painuminen

Energiakäyttöön menevän jyrsinturpeen varastoaman tulee olla tiivis. Aumaus etenee tuotannon mukaan kesän aikana, kunnes tuotannon päätyttyä auma muotoillaan, pinta tasoitetaan ja sivut yleensä tiivistetään ja muotoillaan kaivinkoneella. Työtekniikka on tärkeä auman tiivistymisen kannalta – hyvä tiivistäminen vähentää auman painumista myöhemmin. Puskuamat tiivistyvät yleensä päälleajoaumoja paremmin jo tuotannon edetessä. Mikäli auma on suunniteltu peitettäväksi, niin peittäminen tehdään välittömästi muotoilun jälkeen.

Turvelaji vaikuttaa auman tiiviyyteen ja painumiseen. Tiivistyminen ja painuminen on voimakkaampaa rakkavaltaisilla kuin saravaltaisilla turpeilla. Vähän maatunut turve (H1 – H5) voi painua aumassa enemmän (jopa 20%) kuin pidemmälle maatunut turve, joka painuu tyypillisesti vain muutamia prosentteja.

Auma-alueeksi soveltuvat parhaiten tien läheiset ja sarkaojien yläpäässä olevat suon kohdat, joissa on kantava pohja. Auma-alue yleensä salaojitetaan ja reunoille kaivetaan ojat. Uusilla alueilla aumojen pohjia voidaan tarvittaessa vahvistaa esimerkiksi ajamalla niihin puuainesta,

joka peitetään turpeella. Auman pohjan painumisesta lähinnä uusilla auma-alueilla sovitaan tarvittaessa urakoitsijan ja urakanantajan välillä.

Auma-alueet määritetään ennakolta, ja niiden kunto todetaan yhteisesti vuosittain ennen tuotannon aloittamista. Tarvittaessa auma-alue tasataan lanaamalla tai ruuvaamalla ja pinnan taso määritetään. Tarkemmin aumausta ja auma-alueen valmistelua ohjeistetaan yleensä tuottajakohtaisissa ja työmaakohtaisilla ohjeilla, joista kannattaa varmistua.

1.1 Aumamittauksen edellytykset

Mittauksen onnistumisen edellytykset luodaan osittain jo ennen aumaamista. Aumaa rakennettaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota pohjan tasaisuuteen, koska se parantaa mittauksen tarkkuutta ja tehostaa mittauksen suorittamista. Uudella tuotantoalueella tulevien varstoautojen pohjan taso, muoto ja painumisherkyys selvitetään jo ennen tuotantokautta sopimusten mukaan, koska auman pohja painuu yleensä huomattavasti turpeen painosta ensimmäisen tuotantokauden aikana. Esimerkiksi jyrshinturveaumassa viiden metrin turvepatsas aiheuttaa 22 kPa paineen alustaan.

Aumamittaus tehdään viivyttämättä eli noin 2 viikon kuluessa tuotantokauden päätyttyä. On tärkeää, että mittaus tapahtuu lyhyellä viiveellä, koska etenkin uusien tuotantoalueiden turveamat tuotannon alkuvuosina painuvat jopa viikossa merkittävästi. Tuotettu turve ei kuitenkaan painuessa vähene.

Mittaus voidaan tehdä, kun on varmistuttu, että

- aumaan ei enää tuoda lisää turvetta.
- auman lopullinen muotoilu on tehty ja auman pohjan painuminen arvioitu.
- auman pohjan mahdollinen epätasaisuus on huomioitu urakointisopimuksen mukaisesti.
- mittaaja ja mittauspalvelua tarjoava yritys ovat sopijapuolten hyväksymiä ja ammattitaitoisia.
- mittaaja voi tarvittaessa ennakoon kuvata mittauksen toteutuksen ja tulosten tarkastelun sekä esittää voimassa olevan vakausrakenteen perustuvan todistuksen mittalaitteiden tarkistamisesta.
- kaikille sopijapuolille on tarjottu mahdollisuus seurata mittaustapahtumaa.

1.2 Auman tilavuuden mittaus

Mittauksessa selvitetään auman pohjataso ja auman pinnalta valittujen pisteitten x-, y- ja z-koordinaatit (liite 1). Aumasta mitataan riittävä määrä havaintoja helmasta ja vaipasta, jotta pystytään laskemaan auman tilavuutta kuvaava kolmioverkko. Tarvittavien kiintopisteitten määrä vähenee, jos auman geometrinen muoto on onnistuttu tekemään säännölliseksi.

Auman helman täsmällinen raja-alue parantaa mittauksen tarkkuutta. Mitä epämääräisempi on auman geometrinen muoto, sitä enemmän tarvitaan mittauspisteitä ja sitä tärkeämpää on määritellä oikein taitepisteiden mittauskohdat.

Turpeen aumamittaus on perustunut satelliittipaikannukseen (GPS, GNSS), joka on tarkkuutensa, nopeutensa ja kustannustehokkuutensa ansiosta edelleen valtamenetelmä. Työn voi tehdä yksi mittaaja. Tulokset tallennetaan maastotallentimeen, josta ne puretaan tietokoneelle laskentasovellukseen.

Aikaisemmin käytettiin takymetrimittaus, joka perustuu vaakamatkan ja suuntakulman mittaamiseen. Perinteinen takymetrimittaus vaatii kaksi mittaajaa, joista toinen käyttää maastotallenninta.

Takymetrin sijasta käytetään nykyään nk. robottitakymetriä, jonka toimintaperiaate on sama, mutta mittaaminen onnistuu luotettavasti yhdeltäkin mittaajalta. Robottitakymetriin perus-



Satelliittipaikannukseen perustuva mittaus. Kuva: ProAgria Etelä-Pohjanmaa.

tuvassa mittauksessakin auman ja maanpinnan yhtymäkohta on määritettävä tarkasti oikeaan mittaustulokseen pääsemiseksi.

Kaikilla edellä mainituilla mittauslaitteilla saadaan selville kunkin mittauspisteen X-, Y- ja Z-koordinaatit, joiden perusteella auman tilavuus lasketaan.



Robottitakymetriin perustuva mittaus. Mittaaja seisoo auman ja maanpinnan yhtymäkohdassa, joka on määritettävä tarkasti oikeaan mittaustulokseen pääsemiseksi. Kuva: ProAgria Etelä-Pohjanmaa.

Turveauman tilavuuden laskenta

Kun maastomittaukset on suoritettu, auman mittaustiedot siirretään tietokoneelle tilavuuden laskentaa varten. Huomattakoon, että kentällä puhutaan usein auman "massanlaskennasta", vaikka tarkoitetaan todellisuudessa tilavuuden laskentaa.

Oleellista on, että maastomittauspisteistä muodostuvassa kolmiulotteisessa verkossa ovat taiteviivat oikein. Tämä on tarkistettava ennen tilavuuden laskentaa laitteen kuvaruudulla huolellisesti. Lopullisen laskennan perusteella syntyneen graafisen esityksen on vastattava kaikilta muodoiltaan mitattua aumaa ja sen tilavuutta.

Turveauman mittauksen periaatteet

- Varmista mittalaitteen kunto (kalibrointi)
- Varmista oikea turveauman pohjataso ennen mittausta
- Mittaa kaikki auman taitepisteet (mittapisteitä riittävästi)
- Kiinnitä erityistä huomiota auman helmaan, ts. mistä auman pinta alkaa
- Jos auma on muovitettu:
 - selvitä, kuuluvatko peittomassat mitattaviin kuutioihin
 - varmista, ettei peitemuovin alle jää ilmataskuja
- Laskentavaiheessa tarkista kolmioverkko huolellisesti (taiteviivat oikein)
- Varmista lopuksi, että mittaustulokset voidaan jälkeenpäin kohdistaa oikeaan aumaan

1.3 Aumanäytteen otto – osa laadunmittausta

Näytteenoton tavoitteena on saada luotettava tieto turpeen laadusta, etenkin kosteudesta ja sen vaihtelusta. Tietoa tarvitaan asiakaskohtaisen toimituslaadun varmistamiseksi ja laatuperusteisissa tuotantosopimuksissa urakointimaksuja varten.

Tuotantokauden aikana aumaa tehtäessä jyrshinturpeesta otetaan 3 – 5 kertaa vähintään 10 – 20 näytettä. Näytteenotto tehdään käsikairalla 1 - 2 m syvyydestä tai traktorikairauksena noin kahden metrin syvyydestä. Näin aumaa kohden kertyy tuotantokaudelta yhteensä 30 – 100 näytettä. Aumakohtaisesta kokoomanäytteestä selvitetään kosteus ja tarvittaessa myös muita ominaisuuksia. Palaturveaumasta näytteet kerätään vastaavasti tuotantokauden aikana lapiolla sellaiselta syvyydeltä, että saadaan edustava näyte.

Tuotannon päätyttyä valmiista aumasta voidaan ottaa näytteet kaivinkonekairalla (8 m) tai traktorikairalla (2 – 3 m) kahden kuukauden kuluessa auman tilavuuden mittauksesta. Näin saadaan yleensä tarkka ja luotettava kuva auman toimituskosteudesta. Kairauksia tehdään auman muodosta riippuen 6 - 8 kpl. Jokaisesta reiästä otetaan syvyyssuunnassa pinnasta 0,5 metrin ja sitten metrin välein näytteet, joiden avulla määritetään auman keskikosteus ja kosteusvaihtelu painotettuna auman eri osissa. Aumakohtaisesta kokoomanäytteestä voidaan

määrittää myös tuhka- ja rikkipitoisuus, kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo, tuhkan sulamis-käyttäytyminen, tyyppipitoisuus sekä muita ominaisuuksia.

1.4 Auman energiasisällön määrittäminen

Käytännön toiminnassa riittää yleensä tieto auman tilavuudesta. Joissakin tapauksissa halutaan selvittää myös aumatun turpeen energiasisältö.

Energiamäärän laskemiseksi on tunnettava joko auman tilavuus ja turpeen tiheys tai auman massa sekä kummassakin tapauksessa lisäksi turpeen kosteus ja ominaisenergisäily (MWh/t kuiva-ainetta). Turpeen massa ja toimituskosteus sekä kuiva-ainemäärä selvitetään vasta voimalaitoksella.

Turpeen irtotiheys (kg/i-m³) vaihtelee tuotantokentän eri kohdissa ja tuotantoprosessin eri vaiheissa. Kuiva turve tuotantokentän pinnassa on irtotiheydeltään huomattavasti vähäisempi kuin myöhemmin aumassa painuneena. Tiivistymiseen vaikuttavat aumaustapa ja turvelaji. Tiheys muuttuu myös turpeen kuormauksessa ja kuljetuksessa käyttöpaikalle. Lastaajan kauhassa, rekassa ja laitoksella todetut tiheydet vaihtelevat. Hyvin tiivistetyssä aumassa tiheyden vaihtelu on suhteellisen vähäistä.

Turpeen saapumistilan tehollisen lämpöarvon laskenta on esitetty liitteessä 2 ja sen riippuvuus kosteudesta ja kuiva-aineen tehollisesta lämpöarvosta liitteessä 3.

1.5 Aumamittauksen dokumentointi

Mittausajankohdasta, menetelmästä, kohteista sekä tuloksista tiedotetaan eri osapuolille. Aumamittaus tulostetaan ensisijaisesti pääurakoitsijalle, joka toimittaa sen aliurakoitsijalle pyydettäessä.

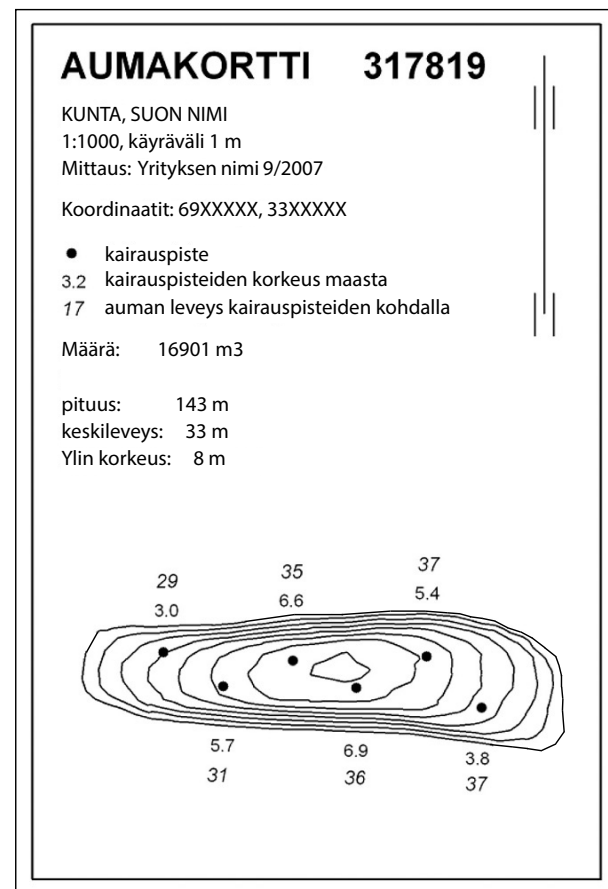
Turpeen mittauksen neuvottelukunta suosittelee seuraavia mittauksia koskevien ehtojen ottamista tuotanto- ja toimitussopimuksiin:

- nimetään ne osapuolet sekä näiden tiedonlähettämisoitteet, joiden palkan tai maksun määrä perustuu sopimuksen mukaiseen mittaukseen.
- mittaaja ilmoittaa nimetyille osapuolille välittömästi mittauksen päätyttyä mittaustuloksen sekä toimittaa aumakortin mittaustulokseksi.
- mittaaja ilmoittaa lisäksi käytettävissä olevat aumakohtaiset tiedot keskeisistä mittaustulokseen liittyvistä asiakirjoista, kuten maastopöytäkirja sekä piirros korkeuspisteiden sijainnista ja auman pohjan korkeudesta.
- mikäli kyseessä on fotogrammiseen menetelmään perustuvasta mittauksesta, mittaustuloksesta tulee ilmetä kaikki mittaustuloksen vaiheet (alkaen kaluston todentamisesta, kuvausajankohdasta, laskennasta aina tulosten toimittamiseen tilaajalle saakka). Tulosten

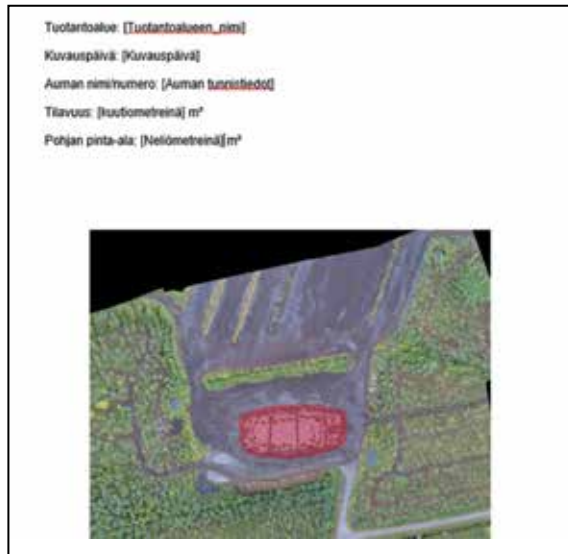
laskennan metodologia ja ohjelmisto on kuvattava osana tuloksia. Lisäksi tulosteeseen on liitettävä tieto, missä mittaukseen liittyvää digitaalista dataa säilytetään mittausajankohdasta vähintään kaksi vuotta eteenpäin ja miten se on tarvittaessa saatavilla kaikille mittaustulosta hyödyntäville osapuolille.

Mittaja vastaa mittaustuloksen ja laskennan oikeellisuudesta. Mittaustulos toimitetaan yleensä sähköisessä muodossa.

Aumamittausdokumenttiin liitetään esim. sen etusivulle tiedot käytetystä kuvauskalustosta ja laskentaohjelmistosta, mittauksen suorittajasta ja saadun datan pohjalta tilavuuslaskennasta vastaavien nimet (yritykset ja henkilöt), todentamistiedot sekä tieto mittaustuloksen saatavuudesta (mihin päivään saakka ja mistä sen saa).



Esimerkki aumamittauksen dokumentista, aumakortista.



Esimerkki fotogrammetriseen mittaukseen perustuvasta tulosteesta.

2. Energiaturpeen mittaus käyttöpaikalla

Käyttöpaikkamittaus tapahtuu yleensä voimalaitoksen polttoaineiden vastaanotossa. Käyttöpaikkamittauksessa määritetään toimitetun turpeen massa ja kosteus, joiden perusteella voidaan määrittää turvepolttoaineen energiasisältö käyttäen laboratoriossa määritettyä lämpöarvoa eräkohtaisesti.

Kullekin käyttöpaikalle on laadittu ja sovittu luotettava näytteenottoprosessi energiaturpeen laatuohjeen mukaisesti (Energiaturpeen laatuohje 2017, VTT-M-05993-17, www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2017/VTT-M-05993-17.pdf). Prosessin kuvaus on avoin kaikille osapuolille, joiden toimintaan mittaustulos vaikuttaa.

Turveauto punnitaan täytenä ja tyhjänä. Purkauksen yhteydessä kustakin kuormasta otetaan näytteet kosteuden ja muiden laatuominaisuuksien määrittämiseksi.

Kuormasta otetaan energiaturpeen laatuohjeen mukaisesti vähintään 6 yksittäisnäytettä, jotka yhdistetään yhdeksi kuormakohtaiseksi näytteeksi. Automaattisessa näytteenotossa edustavuus ei yleensä ole ongelma, mutta käsinäytteenotossa pitää välttää subjektiivisuutta. Yksittäisnäytteen tilavuus voi vaihdella tuotantolaitoksittain, mutta yleensä se on 1 dm³.

Saman toimittajan kuormista otetuista kuormakohtaisista näytteistä kootaan vuorokauden aikana kokoomanäyte, jonka tilavuus on kymmeniä litroja. Kokoomanäyte sekoitetaan ja siitä otetaan muutaman litran näyte laboratoriotutkimuksia varten ja mahdollinen kontrollinäyte toimittajalle.

Laboratoriossa määritetään standardoituja menetelmiä käyttäen turpeen kosteus ja lämpöarvo sekä mahdolliset muut ominaisuudet (esim. S-, N-, C-pitoisuus ja tuhka). Laboratorion tutkimusmenetelmän kuvaus on kaikkien osapuolten saatavissa. Käyttöpaikkamittauksen tulokset ovat osapuolten käytettävissä siltä osin kuin ne heitä koskevat.

Jos turpeen käyttöpaikalla ei ole vaakaa, joudutaan käyttöpaikkamittauksessa joskus turvautumaan nk. mittariajoon, jota on pidettävä toissijaisena vaihtoehtona. Se tarkoittaa, että turpeen energiasisältö voidaan johtaa laskennallisesti punnitun tai tilavuusperusteisesti arvioitun massan sekä laitoksen tuottaman energian määrän perusteella. Laskennallisesti arvioitua massaa pyritään yleensä aina tarkentamaan ajamalla tietty osuus, esimerkiksi 10 % toimitetusta määrästä, jonkin vaa'an kautta. Mittariajon edellytyksenä kuitenkin on, että laitoksen todellinen hyötysuhde tiedetään. Käytännössä laitoksen käyttämät polttoaineet ja niiden toimittajat usein vaihtelevat eikä laitoksen hyötysuhdetta kulloinkin voida tarkasti selvittää.

3. Energiaturpeen mittaus käyttöpaikalla suoratoimitusten yhteydessä

Turveita toimitetaan käyttöpaikoille tuotantokauden aikana myös niin sanottuina suoratoimituksina, jolloin aumavarastointia ei tarvita. Tällöin ei myöskään tehdä aumamittauksia. Käyttöpaikalla kuormat punnitaan ja turpeen kosteus sekä energiamäärä selvitetään käyttöpaikkamittauksen menetelmin.

Suoratoimitetun turpeen tuotannosta voidaan urakoitsijalle maksaa myös kuutiomäärän perusteella. Tilavuus selvitetään tällöin kuormapaikalla yrittäjän kanssa sovitulla tavalla, yleensä asiakkaalle ajatun tilavuuden mukaan (= kuormaluku × kuorman tilavuus kuormauspaikalla).

Mikäli suoratoimituserä sisältää turpeen lisäksi jotain seospolttoainetta, jompikumpi polttoaine-erä on mitattava erikseen sen osuuden selvittämiseksi.

4. Turveaman tilavuuden määrittäminen ilmapalokuvauksen perustuvalla 3D-menetelmällä

Nykyiset fotogrammetriset menetelmät (<https://en.wikipedia.org/wiki/Photogrammetry>) tarjoavat tarkkoja ja luotettavia mittausten menetelmiä erilaisten aumojen ja kasojen mittaukseen.

Fotogrammetrialla tarkoitetaan valokuvista tapahtuvaa mittausta, jossa valokuvista voidaan mitata kohteen muoto. Tässä nimenomaisessa tapauksessa sovellusalueena on tilavuuden mittaaminen. Mitattavasta kohteesta, tässä tapauksessa turveamasta otetaan miehittämättömällä lennokilla (UAV-lennokilla) useita kuvia (n. 60-150kpl riippuen auman koosta) vakio- korkeutta käyttäen. Kuvien mukana on myös GPS-paikkatieto (kuvan keskikohta). Kuvat otetaan suoraan ylhäältä alaspäin.

Mitattavasta kohteesta otetut valokuvat analysoidaan tietokoneohjelmalla, jonka avulla voi-

daan ohjelmallisesti määritellä kohteen 3-ulotteinen malli. Kun 3-ulotteinen malli on saatu ratkaistua, tämän jälkeen voidaan määritellä kohteen tilavuus.

Miehittämättömien lennokkien (UAV-lennokkien) käytöstä on säädetty Trafin määräyksessä OPS M1-32 (https://www.trafi.fi/ilmailu/miehittamaton_ilmailu). Trafin sivuilla on lisäksi kuvattu hyviä käytänteitä turvallisesta lennätyksestä. Tilavuuden mittausta tarjoava yritys vastaa siitä, että toiminta täyttää nämä Trafin määräykset.

Seuraavat YouTube-videot havainnollistavat menetelmää, jossa menetelmä on kuvattu lennon suunnittelusta analysointiin asti <https://www.youtube.com/watch?v=SCXjbQHWpKw> sekä turveaman mittauksessa <https://youtu.be/6uYF4z-z3QE> .

Olosuhteet

Auman kuvauksen täytyy tapahtua hyvässä säässä. Näkyvyyden on oltava vähintään 5 km ja alimmat pilvet vähintään 200 metrin korkeudessa. Kuvaus on tehtävä auringon nousun ja lasun välisenä aikana, jolloin valo riittää kuvauksen suorittamiseen.

Todentaminen

Käytettävä kameratyyppi ja mittausohjelmisto pitää todentaa tunnettua tilavuutta vasten, koska tulosta käytetään urakointi- ja muiden vastaavien maksujen perusteena. Tiedot todentamisesta, kuvaushetkestä ja suorittajasta liitetään tilaajalle toimitettavaan mittaustulosteseen. Mittauksen tilaajan on säilytettävä nämä tiedot laskennan perustietojen ohella vähintään kaksi vuotta mittausajankohdan jälkeen.

Mittauksen tekijä valitsee lentokorkeuden kameratyyppiin mukaan ja suositeltava limitys väh. 65 %, jotta saadaan mitattavasta alueesta riittävä määrä pisteitä.

Paikkatieto, auman tunnistus ja ilmansuunta

Mittauksen tilaaja toimittaa mittauksen suorittavalle taholle tiedot aumojen sijainnista WGS-84 koordinaattijärjestelmässä. Aumojen sijainnista määritellään pisimmän sivun keskikohta auman vierestä. Normaali GPS-tarkkuus riittää ja pituussuunnan puoliväli arvioidaan silmämääräisesti. Paikan ei tarvitse olla "millintarkkatieto", koska kuvattava alue on joka tapauksessa niin iso, että suurta tarkkuutta ei tarvita. Paikkatieto on tärkeä elementti, koska sen perusteella lento voidaan suunnitella hyvissä ajoin ennen kuvausteh-tävää.

Paikkatiedon määrittämiseen voi käyttää esimerkiksi matkapuhelimen paikannusohjelmistojaa. Paikkatiedon yhteydessä on myös oltava tarvittavat auman tunnistetiedot sekä tieto siitä, mihin ilmansuuntaan auma asettuu pituussuunnassa. Tarkkuudeksi suunnalle riittää 45 asteen tarkkuus (esim. lounas-koillisuunnassa).

Kun turveama on valmis mitattavaksi, on suositeltavaa, että auman alkamiskohta merkitään ajamalla työkoneella siten, että renkaan jäljet osuvat turveaman helmaan. Tämä on syytä tehdä, koska helman tunnistaminen kuvasta ei välttämättä onnistu tarkasti, kun tietokoneen tuottamasta 3D-mallista lasketaan tilavuutta. Työkoneen renkaanjäljet erottuvat hyvin 3D-kuvista, jolloin helman kohdistus on tarkka.

5. Turpeen laadun määrittäminen

Turpeen laatua on tarpeen seurata jo tuotannon ohjauksessa ja valvonnassa, jotta esimerkiksi tavoite- ja rajakosteudet voitaisiin saavuttaa. Kosteuden hallinta on tärkeää, sillä jo yhden kosteusprosenttiyksikön ero merkitsee kosteustasosta ja lämpöarvosta riippuen parin prosentin eroa energiamäärässä (MWh/tn).

Laadun hallinnalla on keskeinen rooli myös asiakastoimitusten ohjauksessa ja valvonnassa. Toimitussopimusten tai laatuluokkien mukainen laatu todetaan energiaturpeen laatuohjeen mukaan kussakin toimituserässä määrävällein (esimerkiksi kerran vuorokaudessa tai suurissa toimituksissa kerran 2000 m³ kohden). Kosteus ja saapumistilan lämpöarvo todetaan toimituseräkohtaisesti keskiarvoina ja rajakosteudet (ala- ja ylärajat) yksittäisistä kuormista. Lämpöarvo ilmoitetaan yksiköissä MJ/kg kahden desimaalin tarkkuudella ja yksiköissä MWh/t kolmen desimaalin tarkkuudella.

Turpeen laatuluokituksissa kosteus- ja lämpöarvoluokat sovitaan turvetuotteen ja käyttökohteen mukaan ja kirjataan laadunvarmistustodistukseen. Energiaturpeen laatuohjeessa esitetään eri turvetuotteille yhteiset tuhka-, rikki-, typpi- ja klooripitoisuusluokat, raja-arvo tuhkan sulamiskäyttäytymiselle sekä enimmäisrajat ylisuurille kappaleille ja palaturpeen hienoainek-selle (Energiaturpeen laatuohje 2017, VTT-M-05993-17, www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2017/VTT-M-05993-17.pdf).

6. Mittaustuloksen oikaisu ja erimielisyyksien ratkaisu

Merkittävä osa mittauksista suoritetaan niin, että vain toinen osapuoli tai ulkopuolinen mittaaja on paikalla. Kuitenkin myös poissa ollut osapuoli haluaa varmuuden mittauksen oikeellisuudesta. Toisaalta on tärkeää, että lopullinen mittaustulos saadaan viipymättä.

Turpeen mittauksen neuvottelukunta on tehnyt mittaustuloksen oikaisua ja erimielisyyksien ratkaisua koskevan suosituksen jäsenilleen. Sen mukaan osapuoli, jolle maksettavan palkan tai maksun määrään mittaustulos vaikuttaa, voi pyytää turpeen mittauksen neuvottelukunnan oikaisua viimeistään seitsemäntenä päivänä tiedon mittaustuloksesta saatuaan.

LIITE 1

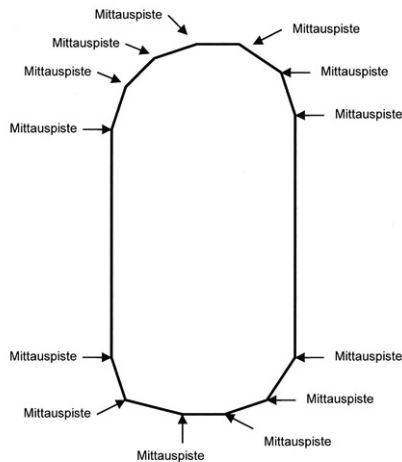
Aumamittaustoimituksen kuvaus

Ennen mittauksen aloittamista säädetään laitteet mittauskuntoon:

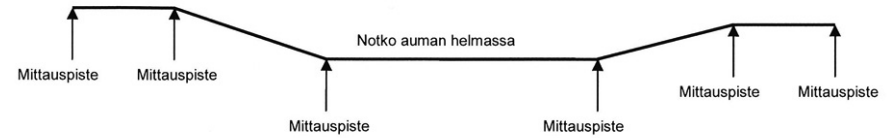
- Satelliittipaikantimella mitattaessa tallentimelle avataan uusi työ, jonka jälkeen vastaanotimella otetaan yhteys satelliitteihin (GPS, GNSS). Tämän jälkeen mittaaminen voi alkaa.
- Takymetrillä mitattaessa valitaan kojeasema, josta voi nähdä mahdollisimman moneen mittauspisteeseen. Paikka voi olla mitattavan tai vieressä olevan auman päällä tai maan tasalla mitattavan auman vierellä korkeintaan noin 100 metrin päässä. Auman päältä mitattaessa on varmistettava, että kojeaseman kolmijalka saadaan tukevasti pystyyn. Tämän jälkeen tallentimelle avataan uusi työ. Mittauslaitteen alkuasetusten jälkeen mittaus voi alkaa.

Mittaus aloitetaan kiertämällä ensin auma ympäri ja mittaamalla auman helmat. Helman mittauksessa on huomioitava seuraavat asiat:

- Auman pohjan taso ja mahdollinen painuminen arvioidaan.
- Mittauksen lähtöpiste merkitään (esim. piirtämällä viiva maahan).
- Helman taitepisteet mitataan huolellisesti (mutkat ja notkot). Sopiva pisteiden etäisyys on 1-10 m.



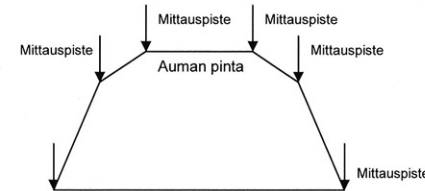
Auman helman mittauspisteet auman päältä katsottuna.



Auman helman mittauspisteet sivulta katsottuna.

Auman pinnan mittauksessa on huomioitava seuraavat asiat:

- Auman pinnan kaikki taitepisteet on mitattava.
- Jos aumasta otetaan kairamalla myöhemmin näytteitä tietyistä pisteistä, näihin tuleviin kairauspisteisiin voidaan sijoittaa myös mittauspisteet ja määrittää niiden korkeus auman pinnan mittauksen yhteydessä.



Auman vaipan mittauspisteet sivulta katsottuna.

Muuta huomioitavaa:

- Takymetrimittauksessa mittasauva tai prisma-vari on mittaushetkellä pystysuorassa (rasiatasain sauvan varressa). Sopiva varren pituus on 1.8 – 2.0 m. Tarvittaessa mittaus sidotaan 1-2 tukevaan kiintopisteeseen (kivi, rajapyykki, rummunharja)
- Jos aumasta mitataan myöhemmin ns. kakkosmitta:
 - Mittaus sidotaan aina kiintopisteisiin
 - Helmaa ei mitata toiseen kertaan, vaan käytetään ensimmäisen mittauskerran tietoja. Näin saadaan selville painuma, koska helman mittauspisteet ja korkeustaso ovat samat.
- Mitattujen pisteiden ilmoitustarkkuus on 1 mm.

Saapumistilan tehollisen lämpöarvon laskenta

NT ENVIR 009 ja CEN

Turveteollisuusliiton www-sivuilta kohdasta "Ohjeita" löydät laskurin saapumistilan tehollisen lämpöarvon laskentaan.

Yksiköissä MJ/kg

$$q_{p,net,ar} = q_{p,net,d} \times \frac{100 - M_{ar}}{100} - 0,02443 \times M_{ar}$$

$q_{p,net,d}$ MJ/kg k-a. 21,00 <-- syötä kuiva-ain. teholl. lämpöarvo MJ/kg

M_{ar} m-% 45,0 <-- syötä kosteus m-%

Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa $q_{p,net,ar} = 10,45 \text{ MJ/kg} = 2,903 \text{ MWh/t}$

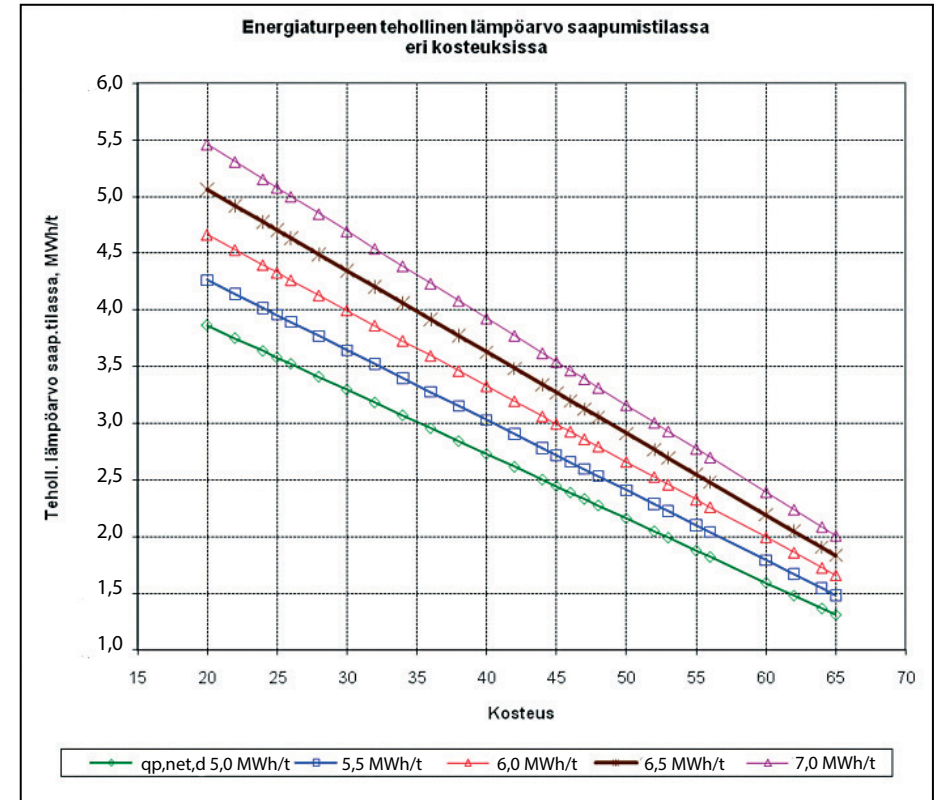
Yksiköissä MWh/t

$$q_{p,net,ar} = q_{p,net,d} \times \frac{100 - M_{ar}}{100} - 0,006786 \times M_{ar}$$

$q_{p,net,d}$ MWh/t k-a. 5,833 <-- syötä kuiva-ain. teholl. lämpöarvo MWh/t

M_{ar} m-% 45,00 <--- syötä kosteus m-%

Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa $q_{p,net,ar} = 2,903 \text{ MWh/t} = 10,45 \text{ MJ/kg}$



Energiaturpeen laatuohje 2006 NT ENVIR 009 ja CEN

Absoluuttisen kuivan turpeen tehollinen lämpöarvo , MWh/t

Turpeen kosteus-% saapumistilassa	5	5,5	6	6,5	7
	Turpeen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa MWh/t				
20	3,864	4,264	4,664	5,064	5,464
21	3,807	4,202	4,597	4,992	5,387
22	3,751	4,141	4,531	4,921	5,311
23	3,694	4,079	4,464	4,849	5,234
24	3,637	4,017	4,397	4,777	5,157
25	3,580	3,955	4,330	4,705	5,080

26	3,524	3,894	4,264	4,634	5,004
27	3,467	3,832	4,197	4,562	4,927
28	3,410	3,770	4,130	4,490	4,850
29	3,353	3,708	4,063	4,418	4,773
30	3,296	3,646	3,996	4,346	4,696
31	3,240	3,585	3,930	4,275	4,620
32	3,183	3,523	3,863	4,203	4,543
33	3,126	3,461	3,796	4,131	4,466
34	3,069	3,399	3,729	4,059	4,389
35	3,012	3,337	3,662	3,987	4,312
36	2,956	3,276	3,596	3,916	4,236
37	2,899	3,214	3,529	3,844	4,159
38	2,842	3,152	3,462	3,772	4,082
39	2,785	3,090	3,395	3,700	4,005
40	2,729	3,029	3,329	3,629	3,929
41	2,672	2,967	3,262	3,557	3,852
42	2,615	2,905	3,195	3,485	3,775
43	2,558	2,843	3,128	3,413	3,698
44	2,501	2,781	3,061	3,341	3,621
45	2,445	2,720	2,995	3,270	3,545
46	2,388	2,658	2,928	3,198	3,468
47	2,331	2,596	2,861	3,126	3,391
48	2,274	2,534	2,794	3,054	3,314
49	2,217	2,472	2,727	2,982	3,237
50	2,161	2,411	2,661	2,911	3,161
51	2,104	2,349	2,594	2,839	3,084
52	2,047	2,287	2,527	2,767	3,007
53	1,990	2,225	2,460	2,695	2,930
54	1,934	2,164	2,394	2,624	2,854
55	1,877	2,102	2,327	2,552	2,777
56	1,820	2,040	2,260	2,480	2,700
57	1,763	1,978	2,193	2,408	2,623
58	1,706	1,916	2,126	2,336	2,546
59	1,650	1,855	2,060	2,265	2,470

