

Eija Alakangas | Pekka Hölttä | Mari Juntunen | Tero Vesisenaho

ENERGIATURPEEN TUOTANTOTEKNIikka



➔ KOULUTUSaineisto

Energiaturpeen tuotantotekniikka

JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUJA 120

EIJA ALAKANGAS
PEKKA HÖLTTÄ
MARI JUNTUNEN
TERO VESISENAHO

Energiaturpeen tuotantotekniikka

KOULUTUSAINEISTO



Vipuvoimaa
EU:lta
2007–2013



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUJA –SARJA
Toimittaja • Risto Heikkinen

© 2011

Tekijät & Jyväskylän ammattikorkeakoulu

ENERGIATURPEEN TUOTANTOTEKNIikka
Koulutusaineisto

Kannen kuvat • Tuomo Vilkkilä, Tero Vesisenaho, Mari Juntunen & Plugi Oy
Ulkoasu • Pekka Salminen
Taitto & paino • Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print • 2011

ISBN 978-951-830-194-6 (NID)
ISBN 978-951-830-195-3 (PDF)
ISSN 1456-2332

JAKELU

Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjasto
PL 207, 40101 Jyväskylä
Rajakatu 35
40200 Jyväskylä
Puh. 040 552 6541
Sähköposti: julkaisut@jamk.fi
www.jamk.fi/julkaisut

Sisällys

ALKUSANAT	7
KÄYTETYT YKSIKÖT	8
1 SUOMEN TURVEVARAT	9
2 TURVETUOTANNON VALMISTELU	12
2.1 Turvetuotannon edellytysten selvittäminen	12
2.2 Turvetuotantoa koskeva ympäristölainsäädäntö	14
2.3 Suon suunnittelu.....	17
2.4 Vesien käsittely turvetuotantoalueella.....	19
2.5 Tuotantoalueen valmistelutyöt	22
2.6 Kenttien kunnossapito	26
3 JYRSINTURPEEN TUOTANTOTEKNIikka.....	28
3.1 Tuotantomenetelmät yleisesti.....	28
3.2 Haku-menetelmä.....	29
3.3 Jyrsinturpeen kuivuminen.....	30
3.4 Jyrsinturpeen tuotannon vaiheet	33
3.4.1 Jyrsintä	33
3.4.2 Kääntäminen	35
3.4.3 Karheaminen	37
3.4.4 Jyrsinturpeen kuormaus	39
4 PALATURPEEN TUOTANTOTEKNIikka	43
4.1 Palaturvemenetelmän periaate.....	43
4.2 Palaturpeen nosto	44
4.2.1 Turpeen irrotus	44
4.2.2 Muokkaus ja muotoilu palaturpeeksi	45
4.3 Palaturpeen tuotannon tehokkuus	48
4.3.1 Metrituotos ja kentän kuormitus	48
4.3.2 Tuotantokaluston säädöt ja kunto.....	48
4.4 Palaturpeen kuivuminen ja rakenteen muodostuminen	49
4.4.1 Kuivumisen perusteet.....	49
4.4.2 Lainepalan kuivuminen	51
4.4.3 Sylinteripalan kääntäminen	52
4.4.4 Palaturpeen kuormaus.....	54

5 TURPEEN AUMAUS	55
5.1 Jyrsinturpeen aumaus	55
5.2 Palaturpeen aumaus	57
5.3 Turveaman säilymiseen vaikuttavia tekijöitä	59
6 TURVE POLTTOAINEENA	62
6.1 Yleistä	62
6.2 Turpeen laatuohjeet, näytteenotto ja ominaisuuksien määrittäminen	63
6.3 Turpeen tärkeimmät ominaisuudet	67
6.4 Turve seospolttoaineena	79
LÄHTEET	81
LIITTEET	85

Alkusanat

Tämä energiaturpeen tuotantotekniikan koulutusaineisto on uusimpien tutkimusten ja ohjeiden perusteella päivitetty versio Eija Alakankaan ja Pekka Höltän vuonna 1997 VTT:llä laatimasta aineistosta (Alakangas & Hölttä 1997). Alkuperäinen koulutusaineisto pohjautui julkisrahoitteisten Optimiturve- ja Bioenergia-tutkimusohjelmien tuoreimpiin tuloksiin energiaturpeen tuotannosta, koneista ja laitteista. Päivitettyyn versioon on pyritty säästämään kehitetyistä menetelmistä ja laitteista tuotantoon vakiintuneet ratkaisut. Kehitteillä olevia tuotantomenetelmiä tai laitteita materiaaliin ei ole sisällytetty.

Materiaali on laadittu Turveteollisuusliiton yrittäjyys- ja koulutusjoston aloitteesta ja on tarkoitettu energiaturpeen tuotannon peruskoulutusaineistoksi. Aineistossa esitellään energiaturpeen tuotannon menetelmät suonvalmistelusta lähtien, käytössä olevat turvetuotantokoneet sekä turpeen ominaisuudet polttoaineena.

Koulutusaineisto on päivitetty osana Länsi-Suomen lääninhallituksen, nykyisin Keski-Suomen ELY-keskuksen osarahoittamaa ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun hallinnoimaa ”Keskisuomalaisen bioenergiaklusterin osaavan työvoiman turvaaminen” -hanketta. Aineiston kirjoittamisesta ja muokkaamisesta on vastannut projektityöntekijä, maaseutuelinkeinojen koulutusohjelman opiskelija Mari Juntunen Jyväskylän ammattikorkeakoulusta projektin asiantuntijoina työskentelevien K-S Ekoturve Oy:n Pekka Höltän ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun Tero Vesisenahon ohjauksessa. Eija Alakangas VTT Teknologian tutkimuskeskuksesta on kirjoittanut luvun 6 uudelleen tähän koulutusaineistoon. Valokuvia tuotantoketjun eri vaiheista on saatu työhön kirjoittajien lisäksi Raussin Metallit Oy:ltä, Suokone Oy:ltä, Turveruukki Oy:ltä, Vapo Oy:ltä ja VTT:ltä.

Toukokuussa 2011

Eija Alakangas, VTT

Pekka Hölttä, K-S Ekoturve Oy

Mari Juntunen, Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Tero Vesisenaho, Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Käytetyt yksiköt

1 m³ jyrshinturvetta on keskimäärin 0,91 MWh

1 m³ palaturvetta on keskimäärin 1,27 MWh

1 MWh = megawattitunti = 1 000 kWh

1 GWh = gigawattitunti = 1 000 MWh

1 TWh = terawattitunti = 1 000 GWh = 1 milj. MWh

1 MJ = megajoule = 0,278 kWh

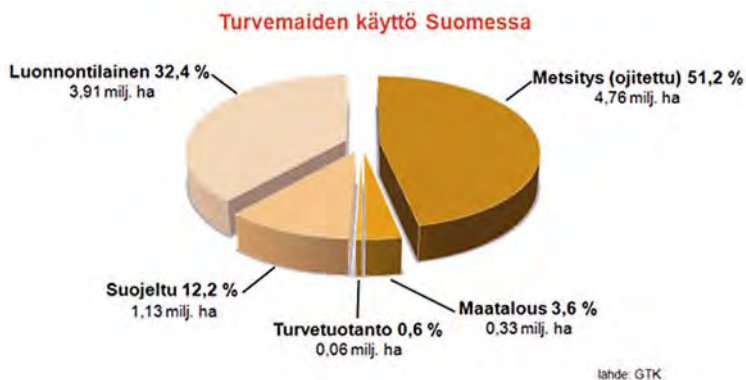
1 GJ = gigajoule = 0,278 MWh

ka = kuiva-aine

Teoksessa käytetyt termit on lueteltu liitteessä 6.

1 Suomen turvevarat

Suomen suovaroja kartoittavat Geologian tutkimuskeskus (GTK) sekä Metsäntutkimuslaitos (Metla). Eri lähteiden tiedot eroavat hiukan toisistaan riippuen käytetystä luokittelusta ja rajauksesta. Soiden ja turvemaiden kokonaispinta-ala on noin 9,3 miljoonaa hehtaaria, josta 300 000 ha on turvepeltoja tai turvetuotantoalueita (kuva 1). Yli puolet Suomen suopinta-alasta, eli noin 5,1 miljoonaa hehtaaria on ojitettu (Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi 2011, 18). Metsätilastoissa suoksi käsitetään alue, jossa pintakasvillisuudesta yli 75 prosenttia on suokasvillisuutta. Näin määritellyn suokäsitteen mukaisesti suoksi luokiteltujen maiden pinta-ala ei pysy vakiona, vaan soita siirtyy kankaiden luokkaan mm. suokasvillisuuden vähentyessä ojituksen vaikutuksesta.



Kuva 1. Turvemaiden käyttömuodot (TTL Turveinfo).

Biologisesti määriteltyä suota oli Suomessa 1920-luvulla 12 miljoonaa hehtaaria ja 1950-luvulla tehdyssä inventoinnissa 10,4 miljoonaa hehtaaria. Osa soista on muuttunut ja luokiteltu viimeisimpien selvitysten mukaan muuksi maa-alueeksi. Yli 20 hehtaarin kokoisia suoalueita on yhteensä 5,1 miljoonaa hehtaaria. Tästä teollisesti käyttökelpoista on 0,62 milj. ha ja suojeluohjelmissa 1,1 milj. ha. Pinta-alaltaan yli 20

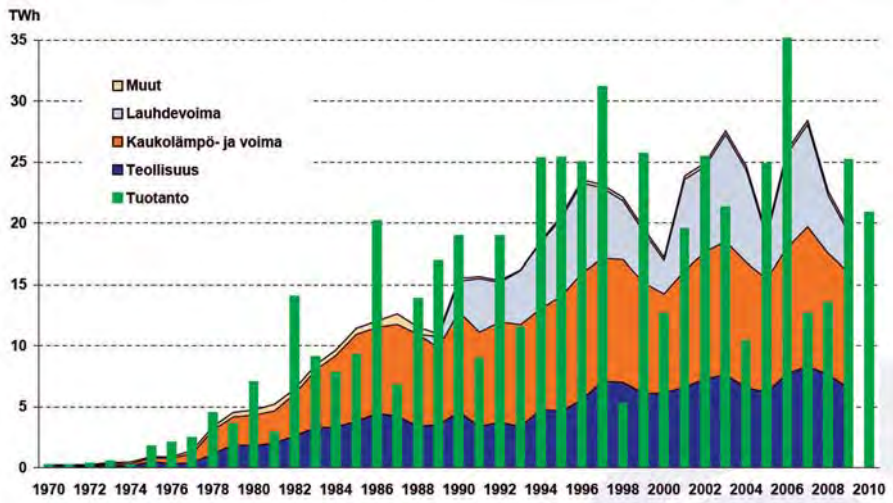
hehtaarin soita on hieman yli 33 000 kpl, näiden soiden keskipinta-ala on 153 hehtaaria ja keskisyvyys n. 1,5 metriä.

Suomen soiden turvemäärä on 69,3 mrd. m³, josta kuiva-ainemäärä on 6,3 mrd. tonnia. Tästä määrästä energiaturpeeksi soveltuvia turvelajeja on 23,7 mrd. m³. Kun suokuutiosta saadaan energiaa keskimäärin 0,54 MWh, on turveteollisuuteen soveltuviin soihin sitoutunut energiaa yhteensä 12 800 TWh. (Virtanen ym. 2003.) Turvetuotannossa on tällä hetkellä 63 000 hehtaaria suota, metsätalouden tarpeisiin ojitettuja suoalueita on 4,7 miljoonaa hehtaaria ja suopeltoja arvioidaan olevan 134 000–240 000 hehtaaria. (Turveteollisuusliitto ry.)

Turpeen käytöllä on Suomessa pitkät perinteet. Pitkälle maatuneita turpeita käytetään energiantuotannossa ja suon pintakerroksen vähäisemmin maatuneet turpeet soveltuvat hyvin ominaisuuksiensa vuoksi maa- ja puutarhatalouden tarpeisiin sekä ympäristöturpeiksi.

Suomessa ollaan riippuvaisia tuontipolttoaineista, niiden osuus energian hankinnasta on noin 70 prosenttia. Puu ja turve ovat tärkeimpiä kotimaisia polttoaineita ja niiden osuus energiankulutuksesta on noin 25 prosenttia. Turpeen osuus kaukolämmön tuotannosta sekä yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotannosta on 20 prosenttia (Energian hankinta, kulutus ja hinnat 2011.) Tällä hetkellä turpeella lämpiää lähes miljoonan suomalaisen koti.

Turpeen käyttö jatkuu ympäristötavoitteiden sallimissa rajoissa. Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategiassa linjataan turpeen energiakäytön tavoitteeksi 20 TWh vuonna 2020. 2000-luvulla turvetta on käytetty energian tuotantoon vuosittain 20–29 TWh ja tuotettu 11–35 TWh (kuva 2). Turpeen energiakäyttöön vaikuttavat mm. turvelauhdesähkön hinta, energiaverotuksen kehittyminen, päästökauppa ja puun käyttö energian tuotannossa. (Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi 2011, 59.)



Kuva 2. Energiaturpeen tuotanto ja käyttö (Pöyry).

2 Turvetuotannon valmistelu

2.1 Turvetuotannon edellytyksien selvittäminen

Geologian tutkimuskeskus (GTK) kartoittaa Suomen turvevaroja, niiden laatua ja määrää laatimalla yleisarvioita sekä kunta- ja aluekohtaisia selvityksiä. Näiden selvityksien tuloksia käytetään myös turvealan yrityksissä suon hankinnan suunnittelussa.

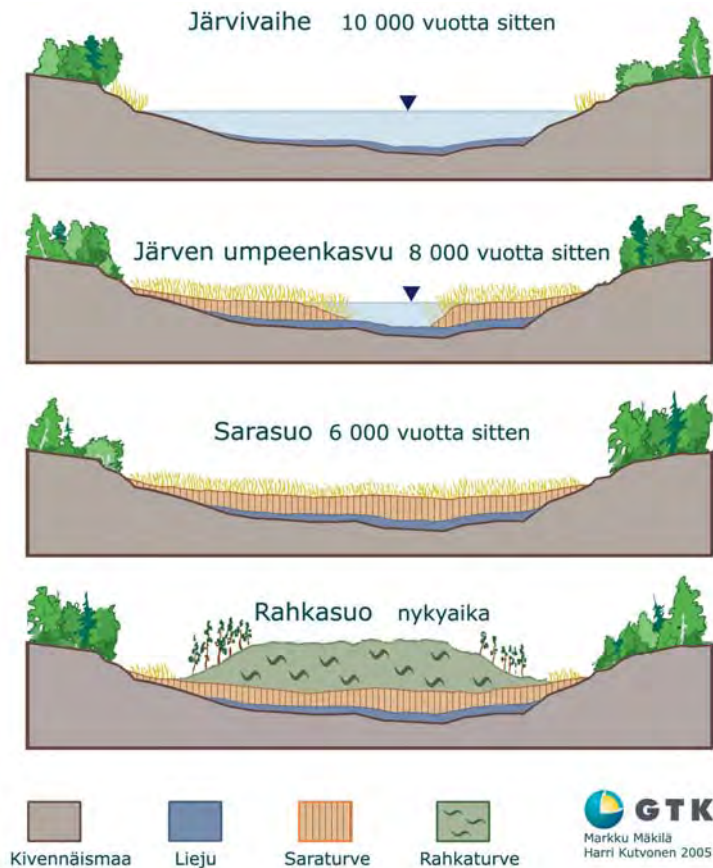
Turvetuotantoon tarvittavan suoalan hankinta on tuottajalle yleensä suuritöinen ja aikaa vievä tehtävä, sillä suon ostosta tai vuokraamisesta joudutaan neuvottelemaan useiden maanomistajien kanssa. Hankintapäätöstä varten täytyy suosta selvittää turvetuotannon edellytykset. Turvetuottajilla on hallussaan noin 140 000 hehtaaria suota. Energia-turvetuotannossa soita on tällä hetkellä 62 000 hehtaaria ja tuotantoon valmistuvia soita on 9 400 hehtaaria (Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävän ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi 2011, 67). Vuosittain poistuu 2 000–3 000 hehtaaria tuotannosta ja uusia soita otetaan käyttöön 1 500–2 000 hehtaaria (Turveteollisuusliitto ry.).

Suon turvetuotantokelpoisuuteen vaikuttavat monet sen sijaintiin, vesitalouteen ja turpeen ominaisuuksiin liittyvät tekijät, jotka arvioidaan mm. kartta- ja maastotutkimuksien avulla. Suunnitteluvaiheessa kartoitus tehdään 100 x 50 metrin pistevälein. Kartoituksessa käytetään mm. maatutkaa, jonka avulla saadaan määritettyä turveprofiili (kuva 3).

Soiden soveltuvuus turvetuotantoon määritetään seuraavilla seikoilla:

- Turpeen paksuus
- Turvelaji
- Pohjamaalaji
- Pinnan ja pohjan korkeus
- Turpeen ominaisuudet
 - tiheys
 - lämpöarvo
 - tuhkapitoisuus
 - rikki-pitoisuus
 - raskasmetallit

- Tekniset ja taloudelliset tekijät
 - suon sijainti kulutuskohteeseen nähden
 - tieyhteydet
 - puuston laatu ja turpeen liekoisuus
 - ympäristötekijät (vesistöt, asutus ja suojelalueet sekä luontoarvot).



Kuva 3. Suon synty ja kehitys (Geologian tutkimuskeskus).

Suon hankinnassa ovat kriteereinä turvekerroksen paksuus ja muut laatuominaisuudet, kuten turvelajikoostumus, maatumisaste ja tuhkapitoisuus (ks. luku 6). Turvelajilla tarkoitetaan rahka-, sara- tai sekaturvetta, joka on rahka- ja saraturpeen seos. Maatuneisuus määritetään von Postin

(1922) menetelmällä. Se perustuu turpeen kädessä puristamiseen ja siinä arvioidaan puristusveden väri, sormien välistä puristuvan turpeen määrä ja käteen jäävän turpeen laatu. Maatumisaste ilmoitetaan asteikolla H1–H10. Turve soveltuu polttoturpeeksi, kun sen maatumisaste on korkeampi kuin H4, mutta saraturvetta voidaan käyttää myös heikommin maatuneena. Tuhkapitoisuus kasvaa pidemmälle maatuneilla turpeilla ja myös tulvien suolle tuomat kivennäisaineet kasvattavat tuhkapitoisuutta. Tuhka alentaa energiaturpeen lämpöarvoa ja hankaloittaa polttoa.

Maakuntakaavoituksella ohjataan maankäyttöä, ja myös turpeen tuotantoon varattavia alueita. Kaavoitus ei kuitenkaan takaa tai velvoita alueen ottamista turvetuotantokäyttöön. Maankäytön suunnittelussa otetaan jatkossa huomioon soiden luonnontilaisuusluokitus, joka luokittelee suoalueet vesitalouden luonnonmukaisuuden perusteella. Luonnontilaisuusasteikossa on kuusi luokkaa, jotka jakavat suoalueet eritasoisesti luonnontilaisiin ja luonnontilansa menettäneisiin. (Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävän ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi 2011, 117.)

2.2 Turvetuotantoa koskeva ympäristölainsäädäntö

Turvetuotannon ympäristövaikutukset otetaan huomioon jo maanhankintavaiheessa. Näin pyritään ennaltaehkäisemään haitallisten ympäristövaikutusten syntyä. Turvetuottajan on oltava riittävän tietoinen toimintansa ympäristövaikutuksista ja toimintaansa liittyvästä lainsäädännöstä pystyäkseen toimimaan lain edellyttämällä tavalla.

Turvetuotantoa koskeva lainsäädäntö (Myllyntaus 2009, Väyrynen ym. 2008):

- Ympäristönsuojelulaki ja -asetus (86/2000 ja 169/2000)
- Laki ja asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (468/1994 ja 713/2006)
- Luonnonsuojelulaki ja -asetus (1096/1996 ja 160/1997)
- Vesilaki ja -asetus (264/1961 ja 282/1962)
- Laki ja asetus vesienhoidon järjestämisestä (1299/2004 ja 1040/2006)
- Jätelaki- ja asetus (1072/1993 ja 1390/1993)
- Laki eräistä naapurussuhteista (26/1920)
- Maankäyttö- ja rakennuslaki ja -asetus (132/1999 ja 895/1999)

- Ympäristövahinkovakuutuslaki (81/1998)
- Muinaismuistolaki (295/1963)
- Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/1992)
- Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta sekä valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (480/1996 ja 711/2001)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös palavista nesteistä (313/1985)
- Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005) ja asetus (59/1999)
- Ohje turvetuotantoalueiden paloturvallisuudesta 2006
- Kaivannaisjätedirektiivi (2006/21/EY).

Ympäristönsuojelulaki määrittää ympäristöluvan tarpeen. Lain tavoitteena on ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen. Ympäristölupa tarvitaan nykyisin tuotantoalueelle, jonka pinta-ala ylittää 10 hehtaaria. Ympäristönsuojelulain edellyttämien toimenpiteiden toteutuksessa on käytettävä parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT) sekä ympäristön kannalta parasta käytäntöä (BEP). Ympäristölupaviranomaisina toimivat aluehallintovirasto (AVI) ja elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus). ELY-keskukset valvovat aluehallintoviraston antamia ympäristö- ja vesilupapäätöksiä.

Laki- ja asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä eli YVA-menettely koskee tuotantoalueita, joiden pinta-ala ylittää 150 hehtaaria. Ympäristövaikutusten arviointimenettely tarkastelee turvetuotannon ympäristövaikutuksia ja vertailee niitä eri toteuttamisvaihtoehtojen kesken. Toteuttamisvaihtoehtoja verrataan siihen tilanteeseen, kun tuotantoa ei toteuteta, eli ympäristöhaittoja ei tuotannosta tule. Toteuttamisvaihtoehtoina turvetuotannossa ovat erilaiset tuotantopinta-alat, vesiensuojelujärjestelmät ja vaihtoehdot varastoinnin ja tiestön toteuttamisessa. Menettely antaa kansalaiselle osallistumismahdollisuuden ja sitä voidaan soveltaa myös alle 150 hehtaarin alueille, jos tuotannosta arvioidaan aiheutuva merkittävää haittaa ympäristölle. YVA-menettelystä saa tarkempia tietoja esim. Pohjois-Pohjanmaan Ympäristökeskuksen vuonna 2008 julkaisemasta Turvetuotannon ympäristönsuojeluoppaasta (Väyrynen ym. 2008).

Luonnonsuojelulain nojalla tuotantoalueen suunnittelun alkuvaiheessa otetaan huomioon luonnonsuojelualueet, suojeluohjelmat sekä erityiset suojellut luontotyytit. Lailla määritellään myös rauhoitettu eläinlajeja, lintujen pesäpuita sekä kasvilajeja.

Vesilaki edellyttää toiminnalle lupaa, jos siitä aiheutuu vesistön muuttuminen, kuten tulvan vaara, vesistön veden vähentyminen tai käytön vaikeutuminen. Pääsääntöisesti turvetuotantoon ei kuitenkaan tarvita vesilain mukaista lupaa. Vesilain 10 luvun 6 §:n mukaan ojastoihin, joiden kautta tuotantoalueen kuivatusvedet tullaan johtamaan, on oltava joko sopimus maanomistajan kanssa tai haettava vesienjohtamislupaa vesilain mukaan, jos sopimusta ei ole syntynyt.

Laki ja asetus vesienhoidon järjestämisestä asettaa tavoitteet vesien tilalle. Toiminnan seurauksena vesistöille ei saa aiheutua sellaista haittaa, joka uhkaa pohja- ja pintavesien tilaa. Lain tavoitteena on myös suojella, parantaa ja ennallistaa vesistöjä.

Jätelain mukaan jätteiden tuottaja on vastuussa siitä, että jätteet käsitellään oikein ja toimitetaan asianmukaisesti eteenpäin. Jätteiden tuottajan on tarvittaessa pystyttävä todistamaan jätteidensä asianmukainen käsittely. Jätteitä on pyrittävä tuottamaan mahdollisimman vähän, niiden määrästä sekä laadusta on oltava selvillä ja ympäristön roskaaminen on kielletty.

Arvioitaessa turvetuotannosta aiheutuvia rasituksia alueen läheisille kiinteistöille ja rakennuksille käytetään lakia eräistä naapuruussuhteista. Turvetuotannosta aiheutuvia vaikutuksia voivat olla esim. pöly ja melu.

Maankäyttö- ja rakennuslaki ja -asetus sisältävät säännökset valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista. Maakuntakaavoitus on yksi maakuntien liittojen tehtävistä. Turvetuotantoalueet toteutetaan maakuntakaavan mukaan niin, että niissä otetaan huomioon tuotannon ja suojelun tarpeet: sekä luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen että toiminnan taloudellisuus. Tuotantoalueiksi varataan vain ojitettuja soita. Suo- ja turvemaiden strategian mukaan soiden luokittelu olisi otettava osaksi soiden luonnontilaisuuden arviointia. Lisätietoja maakuntakaavasta saa maakuntien liittojen Internet-sivuilta www.reg.fi. Rakennuslain ja -asetuksen nojalla turvetuotantoalueelle rakennettavalle rakennukselle on haettava rakennuslupa.

Ympäristövahinkovakuutuslain mukainen vakuutus tulee olla voimassa turvetuotantoalueella aina, kun toiminta edellyttää vesilain tai ympäristösuojelulain mukaista lupaa.

Muinaismuistolaki suojelee muinaismuistoja, joita saattaa löytyä myös turvetuotantoalueilta. Jos epäillään, että löydöksessä on kyse muinaismuistosta, on työt keskeytettävä ja tehtävä ilmoitus museovirastolle.

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista määrittää melutason ohjearvot eri alueille päivällä ja yöllä. Näitä ohjearvoja ei saa ylittää. Ilmanlaadun ohjearvot on määritelty valtioneuvoston päätöksellä sekä

asetuksella. Tavoitteena on ehkäistä terveydellisiä sekä luontoon ja viihtyvyyteen kohdistuvia haittoja.

Turvetuotantoalueiden paloturvallisuuteen kiinnitetään huomiota palavien nesteiden sekä kemikaalien käsittelyssä. Paloturvallisuudesta on myös erikseen laadittu ohje turvetuotantoalueille. Polttoöljyn ja muiden kemikaalien, kuten jäteöljyn säilytyksessä on otettava huomioon myös ympäristölle aiheutuvat haitat. Turvetuotantoalueen perustamisesta on tehtävä ilmoitus pelastusviranomaiselle viimeistään silloin, kun haetaan ympäristölupaa. Ilmoituksessa on käytävä ilmi kohteen kaikki tiedot, jotka pelastustoiminnan kannalta ovat välttämättömiä, mm. ajo-ohjeet, yhteystiedot ja liitteenä alueen kartta. Suunnitelmaa täydennetään aina tarvittaessa. Tuotantoalueen työntekijät perehdytetään paloturvallisuuden vuosittaisessa koulutuksessa. Kun riskit ovat tiedossa, voidaan tulipaloja paremmin ehkäistä. Tulipaloja tuotantoalueilla aiheuttavat yleisimmin aumojen itsesytyminen, työkoneista lähtevät kipinät sekä huolimattomat työmenetelmät.

Kaivannaisjätedirektiivin mukaan turvetuotantoalueelta syntyvän pintamaan, puuaineksen ja laskeutusallaslietteen osalta on tehtävä jätehuoltosuunnitelma, josta käy ilmi jätteen määrä, hyödyntäminen ja lopullinen sijoittaminen.

2.3 Suon suunnittelu

Suon tuotantokuntoon valmisteluun kuuluvat seuraavat työvaiheet:

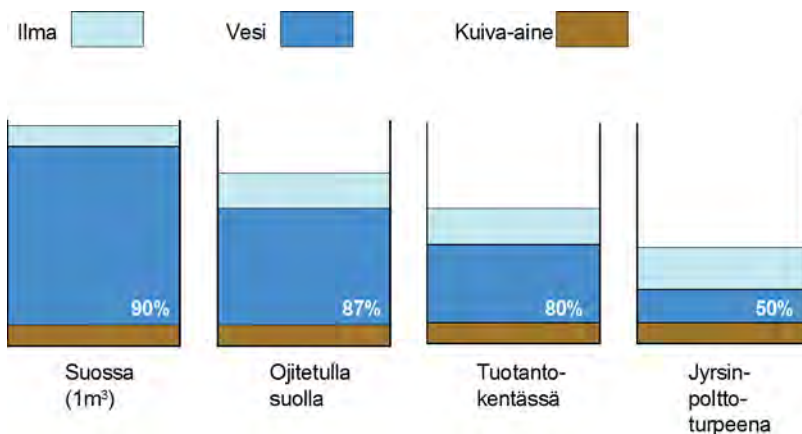
- TUOTANTOALUEEN SUUNNITTELU
 - Kentän jako lohkoihin ja sarkoihin
 - Kuivatus- ja vesienkäsittelysuunnitelma (ojitus)
 - Palosuojelusuunnitelma
 - Tiestö
 - Tukikohdat ja niihin tarvittavien rakennusten suunnittelu, esim. jäte piste
- KENTTÄTYÖT
 - Suunnitelman linjaus, paalutus ja vaaitus
- LOPULLINEN TUOTANTOSUUNNITELMA
- TUOTANTOSUUNNITELMASTA ILMOITUS ELY-KESKUKSELLE

- TUOTANTOALUEEN VALMISTELUTYÖT

- Puuston poisto
- Vesiensuojelujärjestelmien rakentaminen
- Ojitus
- Kantojen ja liekojen poisto
- Kenttien pinnanmuotoilu ja profilointi
- Tiestön, tukikohdan ja auma-alueiden yms. rakentaminen

Alueen valmistelu turvetuotantoon aloitetaan tekemällä alustava tuotantosuunnitelma. Alustavan suunnitelman perusteella suoritetaan tarvittavat valmistelutyöt. Mittausryhmä rajaa reuna-alueet oikeaan paikkaan. Linjausvaiheessa suunnitellaan myös palo- ja laskeutusaltaiden tarkemmat paikat. Soiden valmistelussa voidaan oikealla töiden toteuttamisjärjestyksellä pienentää alapuolisen vesistön kuormitusta, vesiensuojelujärjestelyt pyritään toteuttamaan ennen kuivatustöitä.

Tavallisesti suunnitelmasta paalutetaan ja vaaitaan lasku-, veto- ja reunaojat, jotta ojien laskusuhteet ja kaivumäärät pystyttäisiin luotettavasti laskemaan ja suunnittelemaan. Eristysojilla estetään ulkopuolisten vesien pääsy tuotantoalueelle. Linjaus- ja paalutustöiden jälkeen laaditaan lopullinen tuotantosuunnitelma. Siinä suo jaetaan ojituksella suurempiin lohkoihin ja edelleen 20 metrin levyisiin sarkoihin. Ojituksen avulla poistetaan osa suossa olevasta vedestä. Suossa on vettä 80–95 prosenttia (kuva 4). Ojituksessa kentän kosteus alenee noin viisi prosenttiyksikköä. Tällöin turpeesta poistetaan noin 30 prosenttia kuivatettavasta vesimäärästä (Leinonen 1991).



Kuva.4. Suon vesitase tuotannon eri vaiheissa. (Turveteollisuusliitto ry.)

2.4 Vesien käsittely turvetuotantoalueella

Turvetuotannosta aiheutuu vesistöihin ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Vaikka turvetuotannon osuus koko Suomen typpi- ja fosforikuormituksesta on pieni, on sillä merkitystä paikallisesti, kun turvetuotantoalueen osuus valuma-alueesta on suuri. Kiintoainekuormitus on ympärivuotista ja suurimmillaan kun tuotantoalueelta valuu paljon vettä, eli keväällä lumien sulamisen ja kesällä rankkasateiden aikaan.

Tuotantoalueen vesistökuormitukseen vaikuttavat sääolosuhteiden lisäksi turvelaji, maatuneisuus ja tuotannon vaihe. Tuotantoalueiden vesienkäsittelymenetelmillä on olennainen osa vesistökuormituksen ehkäisyssä. Menetelmiä on kehitetty viime vuosikymmenien ajan jatkuvasti. Ympäristölupamenettelyn piiriin kuuluvilla, yli 10 hehtaarin kokoisilla tuotantoalueilla on vesienkäsittelyvaatimus. Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävän ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi (2011) suosittaa pinta-alarajan poistamista ympäristösuojeluasetuksesta, jolloin myös alle 10 hehtaarin tuotantoalueet olisivat vesienkäsittelyvaatimuksen alaisia.

Vesienkäsittelymenetelmiä valittaessa tulee ottaa huomioon tapauskohtaisesti tuotantoalueen erityisolosuhteet ja käyttöaika. Kuormituksen vaikutukset on otettava huomioon niissä vesistöissä, joihin tuotanto vaikuttaa. Vesienkäsittelyssä noudatetaan aina parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT) ja ympäristön kannalta parasta käytäntöä (BET). Parasta käyttökelpoista tekniikkaa vesienkäsittelyssä ovat pintavalutus tai kemiallinen puhdistus. (Väyrynen ym. 2008, 34.)

Turvetuotannon vesienkäsittelymenetelmät voidaan jakaa toimintaperiaatteensa mukaan kolmeen luokkaan (Turvetuotannon vesienkäsittelymenetelmäkuvaukset 2009):

- virtaaman mekaaninen säätely
- suodatusperiaate
 - kasvillisuuden käyttö
 - maaperän suodattava vaikutus
- kemiallinen puhdistus.

Sarkaojarakenteet ovat olleet turvetuotantoalueilla vesiensuojelukäytössä jo 1970-luvulta asti. Sarkaojat sijaitsevat tuotantoalueen lohkojen välissä. Tuotantoalueelta valuvat kuivatusvedet johdetaan niiden kautta kokoojaojaan ja edelleen loppupuhdistukseen. Sarkaojien vedet puhdis-

tuvat kiintoaineksesta, kun vesi padotaan **lietteenpidättimen** avulla sarkaojan alapäähän, jolloin virtauksen hidastumisen ansiosta kiintoaine laskeutuu ojan pohjalle ja erityisesti sitä varten rakennettuun **lietesyvennykseen** (lietetasku). Pitkissä ojissa lietteenpidättimiä voidaan sijoittaa myös ojan ylempään osaan. Näitä pidättimiä kutsutaan sarkaojapidättimiksi. Lietteenpidätin rakennetaan yleensä sihtiputkesta.

Sarkaojasta vesi pääsee kokoojaojaan päisteputken kautta, joka osaltaan myös padottaa vettä. Päisteputket ovat n. 18 metriä pitkiä muoviputkia, jotka toimivat rumpuna sarkojen välissä ja mahdollistavat työkoneiden liikkumisen saralta toiselle. Sarkaojat ja lietesyvennykset puhdistetaan lietteestä vähintään kerran vuodessa, tuotantokauden päättyessä.

Salaojitus voidaan toteuttaa putkisalaojituksena tai myyräsalaojituksena. Putkisalaojitus sopii madaltuneiden turvekenttien kuivatukseen ja myyräsalaojitusta käytetään pääasiassa avo-ojien apuna. Salaojituksella voidaan laskea jyröksen alkukosteutta eli lyhentää kuivumisaikaa, lisätä kantavuutta ja vähentää vesistö päästöjä.

Virtaamansäätö on yleisesti käytössä tuotantoalueilla vesien käsittelyssä ja tasaamassa valumahuippuja. Toimintaperiaatteena on rajoittaa luontaista virtaamaa ja estää kiintoaineksen huuhtoutumista. Virtaamansäätöpatto voidaan asentaa mihin tahansa ojaan, mutta se toimii parhaiten kokoojaojissa ja erityisesti laskeutusaltaan yhteydessä. Virtaamansäätöön on saatavilla valmis patomoduuli.

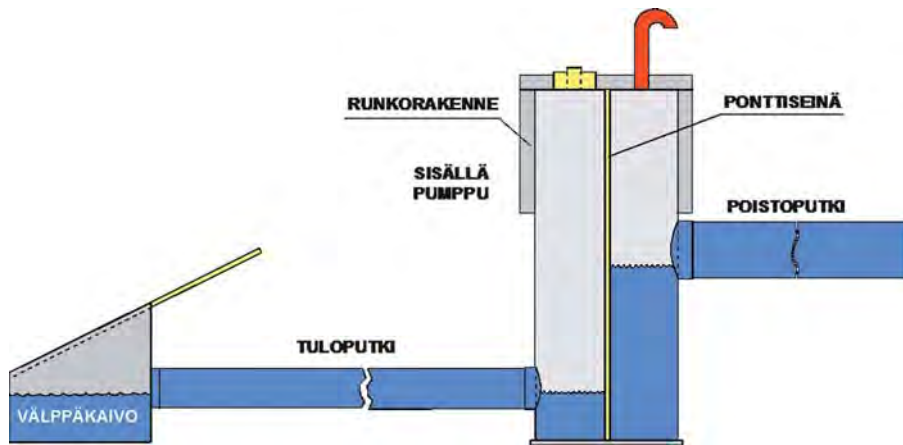
Pintavalutuskentän toiminta perustuu kuivatusvesien imeytykseen turvemaan pintakerrokseen. Kasvillisuus ja maaperä suodattavat vesistä kiintoaineen sekä lietteen ja pidättävät myös liukoisia ravinteita. Menetelmä on ollut käytössä vuodesta 1985 ja sillä tavoitellaan ympärivuotista vesienkäsittelyä. Vedet johdetaan pintavalutuskentälle laskeutusaltaan kautta ja huolehditaan, että vesi jakautuu kentälle tasaisesti. Pumppaamoja (kuva 5) rakennetaan pintavalutuskenttien yhteyteen silloin, kun luontaiset kaltevuuserot eivät ole riittävät eikä vesi pääse kentälle ojia pitkin. Tällöin vesi nostetaan pumppausaltaasta pintavalutuskentälle pumpulla.

Pumppukuivatus. Yleensä turvetuotantoalue kuivataan ojituksella luonnon kaltevuussuhteita hyväksi käyttäen. Tässä on yleensä onnistuttu hyvin, mutta joidenkin alavimpien osien kuivatus kevään ja suursateiden jälkeisinä tulva-aikoina on osoittautunut haasteelliseksi. Ongelmat kärjistyvät, kun suon pinta laskee edistyvän turpeen korjuun myötä. Eräillä alueilla luonnollisen laskusuhteen hyödyntäminen vaikeuttaa laskuojaan osuva vallikynnys, jonka alentaminen on hyvin kallista. Yleisin syy tul-

vimiseen on kuitenkin soiden syntyhistoria: soistumista on tapahtunut eniten alavilla alueilla, joilla vastaanottavan vesistön pinta on korkealla ja estää nopean pintavalunnan.

Melko suuri osa turvetuottajien varaamien soiden pohjaturpeista on lähes samalla korkeustasolla kuin kuivatusvesiä vastaanottavan joen tai järven tulvavesipinta. Näillä alueilla turpeen korjuun aloittaminen myöhästyy kevättulvien aikana ja keskeytyy suurempien sateiden jälkeen pitemmäksi aikaa kuin normaaleilla soilla.

Pumppaamon ollessa käytössä ympäri vuoden, tai syöttöpisteen ollessa lähellä pumppauspaikkaa, on sähkönkäyttö huollon ja valvonnan kannalta vaivattomin tapa järjestää pumppaamon toiminta. Tämä on pitkällä tähtäyksellä edullisempi ratkaisu kuin polttomoottorin käyttö. (Klemetti & Sänkiaho, 1992.)



Kuva 5. Pumppaamon periaatekuva (Vapo Oy).

Laskeutusallas vastaanottaa ympärivuotisesti suon kuivatusvesiä. Se rakennetaan tuotantoalueen reunaan tai laskuojan yhteyteen. Laskeutusallas pidättää vedestä kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Kiintoaine laskeutuu altaan pohjalle, josta se nostetaan vähintään kerran vuodessa viereiselle läjitysalueelle. Ylivuotojen varalta laskeutusallas on varustettu ylivuotokentällä, josta vesi imeytyy maaperään.

Kasvillisuuskentän toiminta perustuu luonnonmukaisen kasvillisuuden ravinteita pidättävään vaikutukseen. Vesi virtaa kentällä kasvillisuu-

den ja karikkeen seassa. Kasvit ottavat ravinteita vedestä ja kiintoaine pidättyy maaperään. Kasvillisuuskenttä toimii vain sulan maan aikana. Parhaiten tämä menetelmä soveltuu sulamisvesien ja sateista aiheutuvien vesimäärien loppukäsittelyyn.

Kemiallista puhdistusta käytetään kesäaikana. Se perustuu samoihin kemikaaleihin kuin juomaveden puhdistuskin. Kuivatusvedet johdetaan yhteen laskuojaan, josta ne pumpataan kemikaliotavaksi sekoitusuojaan. Selkeytysaltaassa saostuneet ravinteet ja kiintoaine laskeutuvat altaan pohjaan. Allas puhdistetaan liejusta määräjain. Menetelmä on uusi ja käytössä suurimmilla tuotantoalueilla.

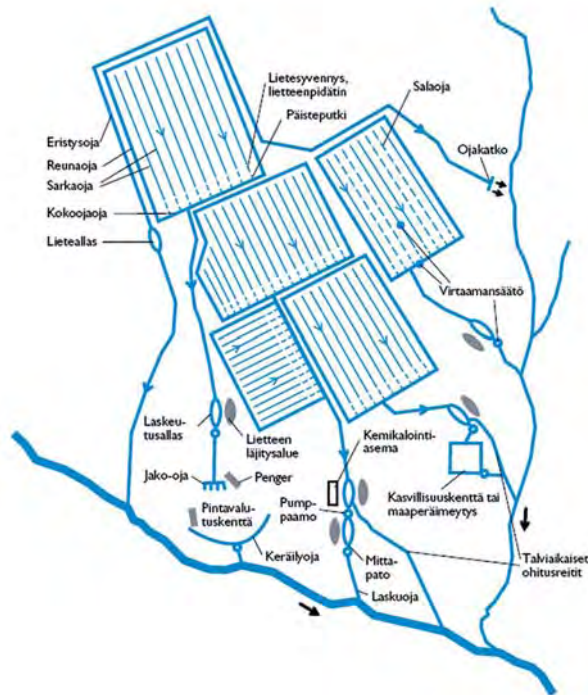
Vesienpuhdistusmenetelmät rakennetaan niille annettujen määräysten perusteella. Mitoitusperusteena käytetään mm. valuma-alueen kokoa, veden viipymää altaassa, pintakuormaa ja liettilan kokoa. Tuotantoalueen ulkopuoliset vedet ohjataan aina vesienkäsittelyjärjestelmien ohi eristysojia käyttäen.

Lisätietoa yleisistä sekä vähemmän käytetyistä menetelmistä löytyy Turveteollisuusliiton oppaasta Turvetuotannon vesienkäsittelymenetelmäkuvaukset (2009)

2.5 Tuotantoalueen valmistelutyöt

Suon tuotantokuntoon saattaminen aloitetaan tavallisesti **poistamalla puusto**. Puuston poisto tehdään talviaikaan, jolloin suot kantavat tarvittavaa kalustoa.

Suon pinnan kuivatus ja pohjaveden pinnan alentaminen ovat turvetuotannon perusedellytykset. Kuivatuksen tavoitteena on saada suovesipinta niin alas, että siitä tapahtuva kapillaarinen veden nousu kentän pintaan lakkaa tai ainakin vähenee ja kenttä saadaan kantavaksi. Suomessa kuivatusmenetelmäksi on vakiintunut 20 metrin välein oleva avosarkaojasto ja sitä täydentävä laskuojasto. Ojitustöitä suoritetaan monessa vaiheessa koko työmaan keston ajan. Tuotantoalue koostuu useista erityyppisistä ojista, joilla kullakin on oma tehtävänsä vedenpoistossa (kuva 6).



Kuva 6. Periaatepiirros turvetuotantoalueen kuivatus- ja vesiensuojelujärjestelmästä (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus).

Kaivutyöt tehdään yleensä suoteloilla varustetulla kaivinkoneella tai traktorikaivurilla, joka pystyy liikkumaan varsin pehmeillä pohjilla. Peruskuivatusvaiheessa kaivutyöt on tehtävä mahdollisimman kuivina ja vähävetisinä kausina. Roudan sulamisen aikana kaivamista on vältettävä. Ojituksessa edetään laskusuuntaa vasten, jolloin vesi pääsee valumaan alaspäin. Paljon ojaia tehdään myös ruuvityyppisellä ojajyrsimellä, jota käytetään myös ojien puhdistukseen tuotantokauden aikana (kuva 7). Märillä alueilla kaivutyöt tehdään talvisaikaan suon ollessa jäässä. Tällöin ojanreunat jäätyvät muotoonsa ja pysyvät helpommin koossa. Kaikkein märimmät suoalueet ja hetteiköt ojitetaan esikuivatusta varten traktorivetoisella esiojajyrsimellä.



Kuva 7. Ojajyrsin (Mari Juntunen).

Kantojen ja liekojen poisto. Suuret yksittäiset kannot irrotetaan tavallisesti kaivinkoneeseen liitetyllä kantokoukulla tai syväkynnöllä. Pintarisukon ja pienempien pintakantojen ja liekojen poistoon soveltuu parhaiten syvä- ja kunnostusjyrsintä. Syväjyrsin murskaa puuaineksen turpeen joukkoon melko tasalaatuiseksi seokseksi noin puolen metrin syvyydeltä. Pinnan raivaukseen voidaan käyttää myös kunnostusjyrsintä, joka murskaa kannot 10 cm:n syvyyteen saakka (kuva 8). Suuret kannot ja kannonkappaleet kerätään kentältä ja ajetaan pois suolta erilliseen varastoon, käytettäväksi energiantuotantoon.



Kuva 8. Kunnostusjyrsin (Suokone Oy).

Kenttien pinnan muotoilu ja tasaus. Tuotantokenttien sarat muotoillaan kuperiksi siten, että niiden keskusta on noin 20–30 cm reunoja ylempänä. Näin saadaan turvekerroksen pinta myös keskisaralla kauemmaksi pohjavesipinnasta, joka kapillaarivoimien vaikutuksesta on sarkojen keskellä korkeammalla kuin ojien lähetyvillä. Sarkojen pinta pyritään saamaan mahdollisimman sileäksi ja pituussuunnassa tasaiseksi. Kenttien pinnanmuotoilu tehdään tasausruuvilla (kuva 9). Ruuvauksen jälkeen kentät vielä lanataan (kuva 10). Sarkaojat joudutaan vielä kertaalleen syventämään ja puhdistamaan ennen kuin tuotanto voi alkaa.



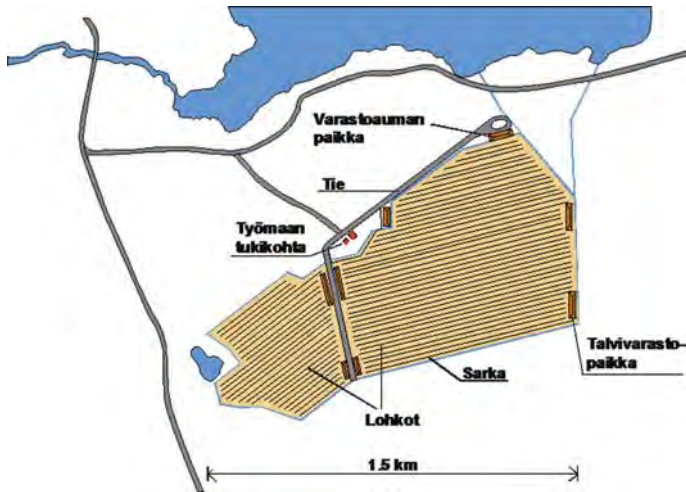
Kuva 9. Tasausruuvi (Vapo Oy).



Kuva 10. Suolanalla tasoitetaan kentät suon valmisteluvaiheessa sekä tuotannon aikana (Vapo Oy).

Teiden ja varastopaikkojen rakentaminen. Valmisteluvaiheen aikana suolle rakennetaan myös tarvittavat tiet, turpeen varastoalueet eli auma-alueet ja mahdollinen tukikohta. Teiden määrä suoalueella määräytyy lähinnä valitun tuotantomenetelmän perusteella (kuva 11). Varastoalueet sijaitsevat teiden varsilla ja niitä on oltava riittävä määrä, jotta turpeen kuljetusmatka tuotantokautena olisi korkeintaan noin 500 metriä. Varastoalueet tulisi kuivata tehokkaasti tai rakentaa kuivalle maalle, jotta kuivaa turvetta ei uppoaisi varastoalueelle ja polttoaineen toimitus asiakkaalle olisi mahdollista myös sulan maan aikaan. Suon lopullinen varustetaso riippuu tuotantoalueen koosta.

Teiden ja varastoalueiden lisäksi isommille tuotantoalueille rakennetaan tukikohta, josta löytyvät säähavainnointivälineiden lisäksi työntekijöiden sosiaalitilat sekä kiinteiden ja nestemäisten öljyjen säilytys- ja keräyspaikat. Säähavainnointivälineisiin kuuluvat vähintään tuulipussi sekä mittarit tuulen nopeuden ja suunnan sekä sademäärien arvioimiseen. Kaikki turvetuotantoalueella syntyvät jätteet on lajiteltava. Ongelmajätteen käsittely vaatii erityistä huolellisuutta.



Kuva 11. Turvetuotantoalueen peitepiirros (Turveteollisuusliitto ry.).

2.6 Kenttien kunnossapito

Tuotantokentän profiili ja tasaisuus sekä sarkaojien kunto ovat tärkeitä kentän ominaisuuksia turpeen kuivumisen sekä vesistöjen kiintoainepäästöjen kannalta. Mikäli kenttiä ei pidetä kunnossa, heikkenee turpeen

saanto ja laatu: jyrksinnässä raekoko on epätasaista, karheamisessa jättämä kasvaa ja käännessä lusikoiden asennot eivät pysy säätöjen edellyttämällä tavalla.

Kunnossapitotöitä suoritetaan tuotantoalueella vähintään viikoittain. Viikoittain tehtäviin kunnostustöihin kuuluvat tarkastustyöt ja toiminta havaintojen mukaan. Ojien ja sarkojen kunto vaikuttaa tuotantoon ja tarvittavat korjaukset on tehtävä myös tuotantokauden aikana. Tällaisia voivat olla lietteenpidättimen puhdistaminen tai ojan kunnostus sorkkureunan tai tukoksen takia. Suuremmista kunnostustöistä huolehditaan tuotantokauden ulkopuolella, näitä töitä ovat mm. laskeutusaltaiden ja lietesyvennyksien puhdistaminen.

Tuotantokenttien tasaisuus takaa kentän kuivumisen, koska tasaisella kentällä vesi ei jää seisomaan kentän pintaan syntyneeseen koloon. Sarkojen muotoilu takaa veden virtaamisen ojiin päin. Jyrsinturvekentillä saran laitapalteenkin ottavat jyrksimet (kuva 12) pitävät kentän siinä määrin kunnossa, että tuotantokauden jälkeen lanaus on yleensä riittävä kunnostustoimenpide. Voimakkaammin kuluneet jyrksimet ja palaturvekentät vaativat tuotantokauden päätyttyä lähes poikkeuksetta ruuvauksen. Sarkaojat puhdistetaan lietteestä tuotantokauden päätyttyä



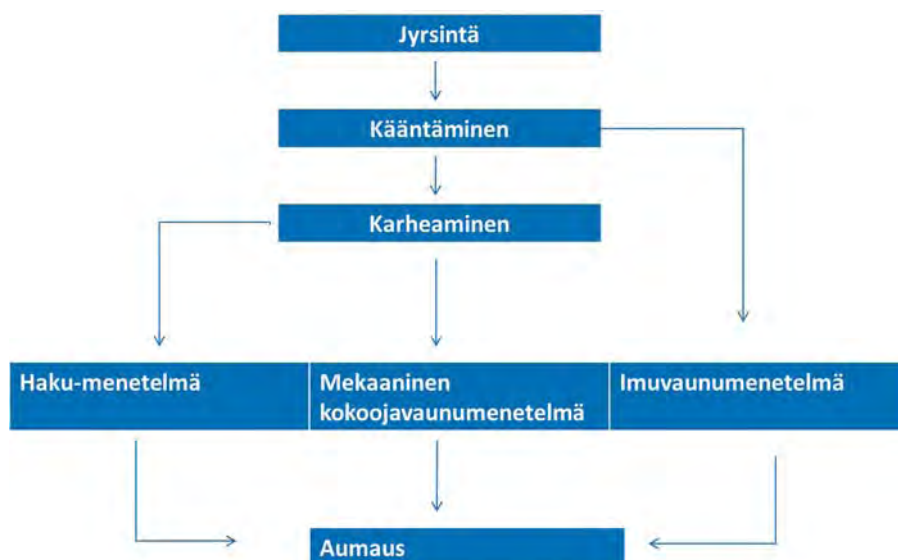
Kuva 12. Ojareunajyrksin (Suokone Oy).

3 Jyrsinturpeen tuotantotekniikka

3.1 Tuotantomenetelmät yleisesti

Energiaturpeen tuotannosta jyrsinpolttoturpeen osuus on yli 90 prosenttia. Jyrsinturvetuotannon päävaiheet ovat jyrsintä, kääntäminen, karheaminen ja kokoaminen. Eri tuotantomenetelmät eroavat toisistaan kokoamisvaiheessa (kuva 13). Kokoamismenetelmiä ovat kuormaus erillisellä kuormaajalla, karheensiirto-, mekaaninen kokoojavaunu- ja imuvaunun menetelmä. Suomessa kehitetyllä erilliseen kuormaajaan perustuvalla Haku-menetelmällä tuotetaan noin 80 prosenttia jyrsinturpeesta. Imuvaunu- ja kokoojavaunun menetelmää käytetään pienemmillä ja mataloituvilla soilla. Niillä tuotetaan noin 20 prosenttia jyrsinturpeesta.

Tuotantoa rajoitetaan paloturvallisuussyistä voimakkaan tai puuskitaisen tuulen aikaan ja tuotanto keskeytetään kokonaan tuulen nopeuden ylittäessä 10 m/s (SM-2006-03459/Tu-312). Tuotantokatkojen ajaksi on järjestettävä valvonta palojen varalle. Ympäristötekijät otetaan huomioon aluekohtaisesti.



Kuva 13. Jyrsinturvetuotannon vaiheet.

3.2 Haku-menetelmä

Haku-menetelmä on Suomessa päätuotantomenetelmä (kuva 14). Se soveltuu parhaiten käytettäväksi keskikokoisilla ja suurilla tuotantoalueilla (yli 100 ha). Haku-menetelmän päävaiheet ovat jyrsintä, kääntäminen, karheaminen ja kokoaminen. Karheelle saatu kuiva turve kootaan hihna-kuormaajalla turveperäkärriihin, joilla turve viedään aumattavaksi. Mikäli kokoaminen tapahtuu kunkin sadon jälkeen, on kyseessä perinteinen Haku-menetelmä. Kun haku-menetelmää käytetään isommilla alueilla, voidaan sitä kutsua monisatomenetelmäksi, sillä se perustuu useamman sadon yhtäaikaiseen kuormaukseen. Menetelmässä hyödynnetään poutajaksot kuivatukseen mahdollisimman tehokkaasti ja kuiva jyrsinturve kootaan usean sadon (3–5 satoa) karheelle.



Kuva 14. Haku-menetelmän koneketju. Jyrsinturpeen kuormaus, ajo ja aumaus (Turveruukki Oy).

Monisatomenetelmän perusajatuksena on tuottaa jyrsinturvetta siten, että

- jyrsös on tasainen, ei liian paksu ja sillä on suuri raekoko
- kääntö ja karheaminen on toteutettavissa usean sadon karheen tapauksessa
- jättämä karheamisessa on pieni
- usean sadon karheen kuormaus suoritetaan tehokkaasti
- aumaanajo suoritetaan tehokkaasti.

Monisatomenetelmä soveltuu hyvin suurehkoille tuotantopinta-aloille. Menetelmä on kehittynyt muunnos Haku-menetelmästä ja sitä varten on kehitetty uusia menetelmän edellyttämiä turvetuotantokoneita, kuten:

- lattajyrsein
- paloturvallinen monisatokääntäjä
- harjoilla, joustavalla kärjellä ja karheenmuotoilijalla sekä suomu-levypintaisella pintamateriaalilla varustettu 9-metrinen karheaja
- monisatokuormaaja
- turvevankkuri ja turvejuna turpeen kuljetukseen kentällä.

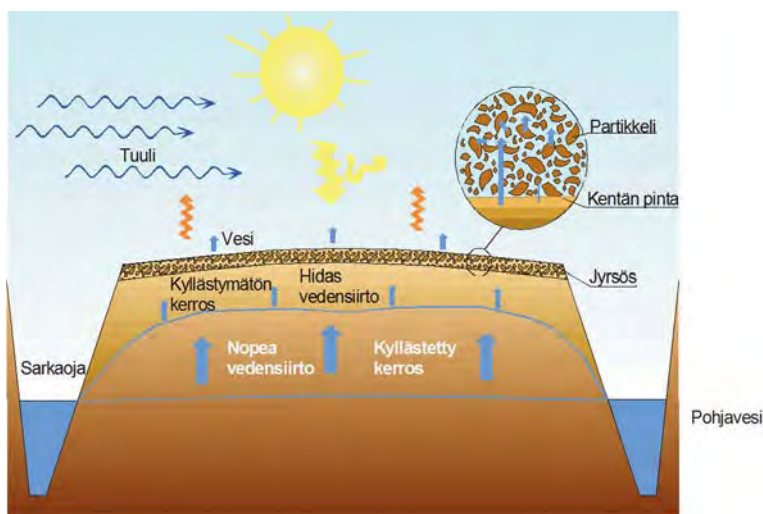
Tuotannon peruseriaatteena on siis jakaa tuotanto kuivaus- ja kuormaustoimintoihin. Kuivausyksikkö tuottaa karheelle jyröstä silloin, kun kuivaukselle on hyvät olosuhteet. Tällöin jyrsimien, kääntäjien ja karheajien on kyettävä työskentelemään tilanteessa, jossa saran keskellä on isokin karhe. Myös kuormaajien on kyettävä käsittelemään aiempaa suurempi usean sadon karhe. Myös turpeen kuljetukseen kentällä käytettyjä peräkärriä on kehitetty kuljettamaan suurempia määriä.

Kuormausyksikkö on helposti siirrettävä ja se liikkuu tarpeen mukaan eri soilla ja käyttää omia traktoreita tai tarvittaessa kuivausyksikön vetokoneita. Kalusto mitoitetaan siten, että satokierron pituus keskimääräisissä haihduntaolosuhteissa on kaksi vuorokautta. Kaluston tehokas käyttö keskittyy haihdunta-aikana kuivatuspähän ja yöaikana aumaanajoon ja aumaukseen. Yleensä parhaana haihdunta-aikana, kesäkuun alusta heinäkuun puoleen väliin, tuotantoalueella työskennellään vähintään 20 tuntia vuorokaudessa. Erottamalla kuivatus ja aumaanajo omiksi toimintajaksoikseen päästään tehokkaaseen ja taloudelliseen tuotantoon.

3.3 Jyrsinturpeen kuivuminen

Turpeen kuivattamiseen tarvittava energia saadaan auringon säteilystä. Kun auringonsäteily kohtaa kuivatettavan turvepinnan, osa siitä heijastuu takaisin ympäröivään ilmaan. Osa säteilystä muuttuu lämmöksi, ja turvepinnan lämpötila alkaa kohota. Lämpötilaero pinnan ja sisäosien välillä saa aikaan lämmönsiirron, joka aiheuttaa veden haihtumisen turpeesta ja alapuolisesta kentän pinnasta. Kuivauksen alussa haihdunta turpeesta tapahtuu kuten avovesipinnalta. Haihtuminen hidastuu kuivumisen edistyessä kentän pintaan muodostuvan kuivan eristävän kerroksen vuoksi. Kääntämisellä pyritään siirtämään kostea kerros pinnalle ja

nopeuttamaan näin kuivumista. Turpeen kuivumiseen vaikuttavat myös kenttä ja suon pohjavesitaso. Turpeen kuivuminen on tehokkainta, kun pohjavesi on mahdollisimman alhaalla, jolloin veden nousu kentässä on vähäistä (kuva 15).



Kuva 15. Jyrsinturpeen kuivuminen (Leinonen 1991).

Jyrsinnässä muodostuvat kuivatettavan jyrsöksen ominaisuudet, jotka myös vaikuttavat jyrsöksen kuivumiseen. Tärkeimmät vaikuttavat tekijät ovat:

Keskimääräinen raekoko. Raekoon kasvaessa kuivuminen nopeutuu. Raekoon vaikutus kuivumiseen riippuu käytännössä myös jyrsöksen paksuudesta eli kuormituksesta. Raekoon vaikutus jyrsöksen kuivumisaikaan on selvästi suurin sara-H5-turpeella. Myös hyvin maatuneella rahkaturpeella (S-t, H7) raekoon vaikutus jyrsöksen kuivumisaikaan on huomattava: raekoon kasvattaminen kaksinkertaiseksi lyhentää kuivumisaikaa 30 prosenttia. Pienin vaikutus on rahka-H5- ja sara-H7-turpeilla, joilla vastaava kuivumisaikojen lyheneminen on noin 10 prosenttia. Uuden jyrsöksen raekoon vaikuttaa huomattavasti edellisestä sato-kierron karheamisen jälkeen kentälle jäävä jäännösjyrsös, jota kutsutaan jättämäksi. Jäännösjyrsöstä syntyy karheiden ja epätasaisen kentän yhteisvaikutuksesta.

Kuormituksen eli jyröspaksuuden, jyröksen tasaisuuden kuivatuskentällä, jyröksen ja kentän välisen yhteyden sekä jyräntäsyvyyden vaikutusten merkitys kuivumisprosessille riippuu sekä turvelajista että maatumisasteesta.

Jyröksen kuivumiseen vaikuttavat myös seuraavat tekijät:

Auringon säteily. Hyvänä poutapäivänä auringon kokonaissäteily on noin 700 W/m^2 ja huonoissa sääolosuhteissa 300 W/m^2 . Suurin osa tulevasta auringonenergiasta kuluu turvekerroksessa olevan veden haihduttamiseen kerroksen ollessa kostea. Turvekerroksen kuivuessa yhä suurempi osa tulevasta auringon energiasta menetetään kerroksesta heijastuneena säteilynä, kerroksen lämpösäteilynä ja kerroksesta ilmakehään siirtyvänä lämpönä. Auringonsäteilyn vaikutus jyröksen kuivumisaikaan on suurin sara-H7- ja rahka-H5-turpeilla, joilla säteilyn kaksinkertaistuminen lyhentää kuivumisajan lähes puoleen. Pienin vaikutus auringonsäteilyllä on sararahka-H5-turpeella, jolla vastaava kuivumisaika lyhenee noin 40 prosenttia. Kuivatettavaan turvekerrokseen varastoituvan energian määrää, ja siten kerroksen kuivumista voidaan kasvattaa tiivistämällä kerrosta. Tällöin kerroksen lämmönjohtavuus kasvaa, mikä edesauttaa lämmön johtumista syvemmälle kerrokseen ja kerros kuivuu tasaisemmin.

Jyröksen alku- ja loppukosteus. Sateen vaikutus jyränturpeen tuotantoon riippuu sen voimakkuudesta ja kestosta. Jyröksen kastumiseen vaikuttavat myös itse turvelaji, maatumisaste ja jyröksen lähtökosteus. Optimiturve-tutkimusohjelman tutkimuksissa on todettu, että pienet 1–2 millimetrin sateet pidentävät jyröksen kuivumisaikaa vain vähän. Sen sijaan sademäärän ollessa 2,5–4 millimetriä jyröksen kuivumisaika pitenee voimakkaasti.

Pohjaveden korkeus. Turvekerroksen kuivumiseen vaikuttaa veden kapillaarinen nousu, joka riippuu suon pohjavesitason etäisyydestä. Veden nousu vaikuttaa kentän pintakosteuteen. Kun jyrös kuivuu kostean kentän päällä, haihduntaa tapahtuu sekä jyröksestä että kentästä. Tehokkaan kuivauksen kannalta pohjavesitason pitäisi olla ainakin 50 cm:n etäisyydellä kentän pinnasta saraturvekentillä.

Ilmastolliset olosuhteet, eli ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus sekä tuulen keskimääräinen nopeus vaikuttavat myös jyröksen kuivumiseen. Epävakaissa sääolosuhteissa on tehtävä ohuempaa jyröstä kuivumisen takaamiseksi.

Kääntöjen lukumäärä. Kääntäminen lisää ilman osuutta ja siten kuivumistehokkuutta jyröksestä. Kääntämissä tehdään yleensä 1–3 satoikierron aikana.

3.4 Jyrsinturpeen tuotannon vaiheet

3.4.1 Jyrsintä

Jyrsintä on ensimmäinen työvaihe jyrsinturpeen tuotannossa. Jyrsinnällä irrotetaan tuotantokentälle ohut, raemainen kerros kentän pinnalle kuivumaan. Tällä tavoin turpeen kuivuminen nopeutuu huokoisuuden ja toisaalta kerroksen ja tuotantokentän välisen suoran yhteyden katkeamisen vuoksi. Jyrsintä tapahtuu yleisimmin traktorin nostolaitteisiin sovitetuilla jyrsimillä.

Suomessa on käytössä aktiivisia ja passiivisia jyrsimiä. Aktiivisen lattajyrsimen (kuva 16) runkoon asennetut, terillä varustetut jyrsinrummut leikkaavat pyöriessään turvekentästä rakeita ja heittävät ne jyrsimen taakse kuivumaan. Lattajyrsin soveltuu parhaiten eri turvelaaduille. Lattajyrsimellä saa palamaista jyrstöä, sen tehontarve on pieni ja saavutettu raekoko suuri. Lisäksi se on helppo huoltaa ja on käytössä taloudellinen.

Passiivisella veitsijyrsimellä (kuva 17) veitsimäistä terää vedettäessä turvekentän pinnasta irtoaa rakeinen kerros. Veitsijyrsin hoitaa kentän profilia ja tekee hyvän jyröksen maatuneellakin turpeella. Se on edullinen huoltaa, mutta ei sovellu puiselle kentälle.



Kuva 16. Aktiivijyrsin tekee palamaista jyröstä (Mari Juntunen).



Kuva 17. Veitsijyrsin soveltuu matalille kentille ja maatuneelle turpeelle (Tero Vesisenaho).

Jyrsintä työvaiheena on tuotantotehokkuuden kannalta erittäin merkittävä. Jyrsöksen ominaisuudet muodostuvat jyrsintähetkellä ja ne vaikuttavat voimakkaasti turpeen kuivumiseen. Tutkimusten mukaan optimaalinen raekoko kuivumisen kannalta on 10–20 mm. Keskimääräiseen raekokoon vaikuttavat myös ajo- ja jyrsösparametrit. Keskimääräinen raekoko kasvaa, kun

- jyrsintäsyvyys kasvaa
- jyrsintäkosteus kasvaa
- jyrsimen ajonopeus kasvaa
- jäännösjyrsöksen määrä pienenee
- jyrsinrummun pyörimisnopeus pienenee.

Eniten keskimääräisen raekokoon vaikuttavat jyrsintäsyvyys ja jäännösjyrsös. Seuraavaksi suurin vaikutus on kierrosnopeudella. Pienin vaikutus on ajonopeudella ja jyrsintäkosteudella. Tuotanto-olosuhteista riippuen on tapauskohtaisesti valittava ajoparametrit. Jos jyrsin ei irrota lastua, täytyy ajonopeutta pienentää ja/tai kierroksia on kasvatettava. Jyrsintäsyvyys on olosuhteista riippuen 10–30 mm. Jyrsöspaksuus eli kuormitus vaikuttaa raekokoon, tuotokseen ja kustannuksiin. Käytännössä kuormitus on 2–3 kg_{ka}/m². Jyrsintäsyvyys valitaan sääolojen mu-

kaan, eikä sitä tule kasvattaa raekoon maksimoimiseksi. Käytännössä ei kuitenkaan käytetä alle 20 mm:n jyröspaksuutta. Tämä johtuu siitä, että tuotantokalusto on mitoitettu yleensä kahden vuorokauden satokierrolle. Hyvissä sääoloissa jyröspaksuutta voidaan kasvattaa 40 mm:iin, jolloin satokierron pituus säilyy edelleen kahtena vuorokautena.

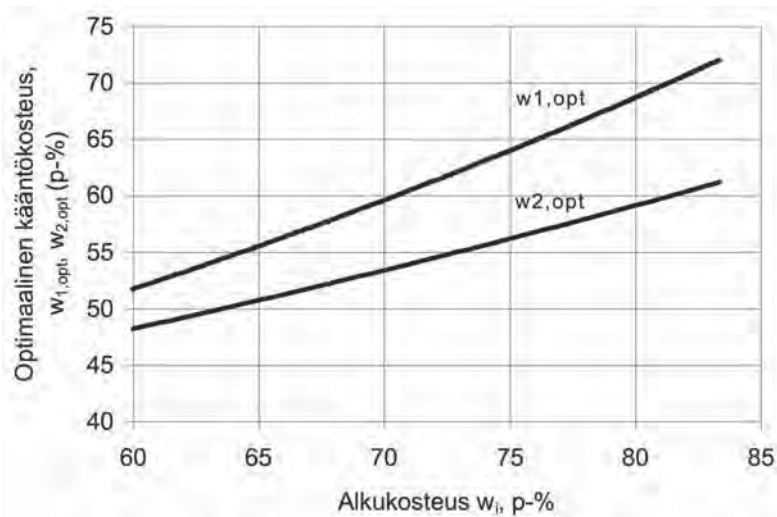
Esimerkiksi raekoon kasvaessa 5 mm:stä 15 mm:iin, muiden tekijöiden ollessa vakiona, kuivumisaika lyhenee noin 20–30 prosenttia. Jos hehtaarisäntö kasvaa saman verran, niin tuotantokustannukset pienevät 13–17 prosenttia. Jyrönsäntö osuus tuotantokustannuksista on noin 10 prosenttia. Tutkimuksien mukaan raekokojakauma eli erikokoisten rakeiden esiintyminen jyröksessä on verrattain suuri. Tärkeää olisi tuottaa raekooltaan tasaista jyröstä. Mitä pienempi on jäännösjyröksen määrä, sitä suurempi on keskimääräinen raekoko. Tällöin jyrönsäntö on suurempi samalla jyröspaksuudella.

3.4.2 Kääntäminen

Jyröksen kääntämisellä pyritään varmistamaan ja nopeuttamaan sen kuivumista. Kääntäminen rikkoo kuivumisen myötä syntyvän ohuen eristävän kerroksen ja lisää säteilyn kuivatustehoa. Toisaalta kääntäminen lisää ilman osuutta jyröksessä ja pienentää siten lämmönjohtumista. Lisäksi kääntäminen pienentää raekokoa ja irrottaa kosteaa turvetta kentästä. Kääntöjä tehdään normaalisti 1–5 satokierron aikana.

Jyröksen kääntökertojen vaikutus kuivumisaikaan on suurin sara-H5-turpeella, jolla kuivumisaika lyhenee noin 30 prosenttia, kun kääntöjen lukumäärä kasvaa yhdestä kahteen. Kolmannella kääntökerralla ei ole havaittu käytetyissä olosuhteissa olevan suurta vaikutusta kuivumisnopeuteen. Vähiten kääntökertojen lisääminen yhdestä kahteen vaikuttaa sararakaturpeella. Huonoissa sääolosuhteissa kääntö nopeuttaa kuivumista 20–30 prosenttia verrattuna kääntämättömään jyrökseen.

Ensimmäinen kääntö suoritetaan, kun noin puolet jyröksen sisältämästä vesimäärästä on haihtunut (kuva 18). Ensimmäinen kääntö onnistuminen pyritään varmistamaan suorittamalla se hitaasti. Kääntämisajonopeudet ovat 6–15 km/h. Hyvissä sääolosuhteissa ensimmäinen ja toinen kääntö yleensä riittävät. Kolmas ja sitä seuraavat kääntöt eivät ole kuivumisen kannalta enää niin merkittäviä, mutta ovat kuitenkin tarpeellisia epävakaisissa sääoloissa. Kääntäminen on onnistunut, kun koko kuivatettava jyrösokerros on käännetty ja kääntämisen yhteydessä ei ole irrotettu uutta, kosteaa jyröstä.



Kuva 18. Käännön ajoittaminen. Jyrsöksen optimaaliset kääntökosteudet $w_{1,opt}$ ja $w_{2,opt}$ alkukosteuden funktiona, kun jyrös käännetään kaksi kertaa satokierron aikana. Jos jyröksen alkukosteus on 75 p-% olisi ensimmäinen kääntö suoritettava 64 %:n kosteudessa ja seuraava 56 %:n kosteudessa (Hillebrand & Frilander 1997).

Kääntäjässä on ylösnostettavat työelimet siirtoja varten sekä kumi-pyörät (kuva 19). Kääntäjät on kehitetty saran levyisiksi, eli työleveys on 19 metriä. Kääntäjien ominaisuuksia on parannettu mm. korvaamalla metalliset lusikat muovisilla. Muovilusikat varustetaan painoilla ja ne säädetään siten, että lusikan pohjat ovat kentän pinnan mukaisia. Muovilusikan etuina ovat paloturvallisuus ja se, että muovilusikka ei kovin helposti jyrsi käännettäessä kosteaa turvetta kuivatettavan jyröksen sekaan. Erityisesti maatuneilla turpeilla muovilusikka on rautalusikkaa parempi. Vaaleilla, pitkäkuituisilla turpeilla lusikka vaatii suuremman lisäpainon.



Kuva 19. Muovilusikoilla varustettu kääntäjä (Tero Vesisenaho).

3.4.3 Karheaminen

Sopivaan kosteuteen kuivuneen turpeen kokoaminen kentältä suoritetaan karheamalla kuivunut jyrös saran keskelle pitkittäin karheeksi. Karheelta turve voidaan kuormata ja kuljettaa aumaan jokaisen kuivauskierron yhteydessä (Haku-menetelmä) tai voidaan suorittaa useampia kuivauskiertoja peräkkäin ja kuormata yhdellä kertaa useita päällekkäisiä karheita sisältävä suuri karhe (Monisatomenetelmä). Karheamista tarvitaan myös mekaanisessa kokoojavaunumenetelmässä, jossa saralle tehdään yleensä neljä erillistä karhetta yhdestä kuivauskierrosta. Imuvaunumenetelmässä jyröstä ei karheta, vaan turve kerätään kääntämisen jälkeen imukokoojavaunulla.

Karheamisen tavoitteena on siirtää mahdollisimman hyvin kuivunut jyrös karheelle. Karheaminen suoritetaan yleensä viivotinkarheejalla, joka sijoitetaan traktorin eteen ja taakse sijoitetaan jyrsin. Näin karheaminen ja uusi jyrshintä tehdään samanaikaisesti. Viimeinen sato ajetaan ilman jyrshintä. (kuva 20). Kentälle jäävä kuiva ja yleensä hienojakoinen jäännösjyrös hidastaa seuraavan jyröksen kuivumista. Käytännössä jäännösjyröksen määrä on yleensä perinteisillä peltiviivotinkarheejilla ollut 40–50 prosenttia. Muita mahdollisia ongelmia ovat joustamattomuus karheajan osuessa kanton sekä tulipaloriski karheajan osuessa kiviin. Karheaja ja traktori saattavat myös siirtyä voimakkaasti sivuun, kun karheaja osuu kiveen tai kanton. Oikein säädettynä, tasaisilla kentillä karheaja toimii yleensä hyvin.



Kuva 20. Jyrsinturve- eli viivotinkarheeja (Turveruukki Oy).

Kun viivotinkarheejaa tekee karhetta oikealle puolelle, jossa myös säätölaitteet sijaitsevat, voi kuljettaja kohdistaa katseensa pääasiaan eli karheeseen. Kun karheen pinta on suomulevyä, siirtyy kuivunut jyrös paremmin sitä pitkin karheelle. Samalla saadaan epätasaiselta kentän pinnalta jyrös paremmin myös karheelle. Karheenmuotoilijalla voidaan karhe muotoilla oikean malliseksi. Karheenmuotoilijan ohjausta varten asennetaan traktoriin vaakasylinteri. Säättämällä karheenmuotoilijaa voidaan traktoria hallita paremmin pysymään suorassa ajolinjassa.

Nostokärjen avulla voidaan väistää kannot ja mahdolliset kivet, jolloin myös paloriski pienenee. Lisäksi traktori pysyy paremmin suorassa linjassa ja ajoa ei tarvitse keskeyttää karheen osuessa kanton. Joustavuus säästää sekä traktoria että karheejaa. Kevyemmän työntövastuksen vuoksi traktorin teho mahdollistaa myös yhtäaikaisen jyrinnän ja karheamisen. Suomulevyllä varustetun karheen jäännösjyrös on noin 10 prosenttiyksikköä pienempi kuin perinteisellä viivotinkarheejalla ja karheiden keskimääräinen kosteusprosentti pienenee viisi prosenttiyksikköä.

Ajettaessa karheejaa on huomioitava, että säädöt on tehtävä työstettävän kentän mukaan, ei pelkästään kauden alussa. Ajonopeus on pidettävä kohtuullisena, 7–8 km/h jyrsimen kanssa. Rikkoutuneet osat on pyrittävä korjaamaan mahdollisimman pikaisesti, sillä vioittunut osa huonontaa karheamistulosta.

3.4.4 Jyrsinturpeen kuormaus

3.4.4.1 Mekaaninen kuormaus

Haku-menetelmässä turve kuormataan karheelta traktorivetoisella hihnakuormaimella (kuva 21), jossa poikittaisen ripatelan avulla nostetaan turve hihnakuljettimelle. Hihnakuljettimelta turve siirretään tavallisesti viereisellä saralla kulkevaan traktorivetoiseen peräkärriin. Uudet kuormaajat ovat helposti siirrettäviä työmaalta toiselle. Kuormaajat ovat varustetut kumipyörillä ja siksi ne ovat paloturvallisempia. Myös pölyongelmat ovat pienempiä, koska kuormauskerrat ovat vähäisempiä.



Kuva 21. Turpeen kuormaus Haku-menetelmässä (Tero Vesisenaho).

Turpeen aumaanajo on jyrsinturvetuotannon kallein yksittäinen työvaihe ja sen osuus aumakuutiohinnasta on noin 30 prosenttia. Kuljetustehon lisäämisen esteenä on usein perävaunun vetotraktoreiden puuttuminen. Haku-menetelmän peräkärrien koko on perinteisesti 25–30 m³ ja kuormausnopeus 1 000–1 500 m³/h (kuva 22).



Kuva 22. Turpeen ajo aumaan Haku-menetelmässä (Tero Vesisenaho).

3.4.4.2 Turpeen korjuu mekaanisella kokoojavaunumenetelmällä

Mekaanista kokoojavaunumenetelmää käytetään pienillä ja rikkonaisilla suoalueilla. Se soveltuu puuttomille, tasaisille tuotantokentille jyrshinturpeen korjuuseen. Kokoojavaunumenetelmää käytetään pääasiassa eteläisessä ja keskisessä Suomessa. Mekaaninen kokoojavaunumenetelmä soveltuu maatuneelle tummalle turpeelle paremmin kuin imuvaunumenetelmä, jossa riskinä on pölyhaitat.

Mekaaninen kokoojavaunu kerää turpeen karheelta, joka tehdään joko samanaikaisesti kokoamisen kanssa etukarheejalla (kuva 23) tai erikseen ennen kokoamista. Yleensä 20 metrin saralle tehdään 1–4 karhetta, jotka kukin kootaan erikseen. Karheen koosta ja ajomatkasta riippuen vaunun teho on yli 45 m³/h ja työskentelyajonopeus on 7–10 km/h.

Vaunun kokoojaelin siirtää karheen elevaattorille, joka vie turpeen edelleen siiloon. Kokoojavaunun tyhjennys tapahtuu pohjapurkaimella joko auman juurelle, tai varsinkin pienillä työmailla ajamalla auman päälle. Aumat sijoitetaan useimmiten sarkojen molempiin päihin.



Kuva 23. Mekaaninen kokoojavaunu etukarheejalla (Turveteollisuusliitto ry).

3.4.4.3 Turpeen korjuu imuvaunulla

Imuvaunulla turve kootaan kentältä ilmavirran avulla pneumaattisesti (kuva 24). Imuvaunulla tuotetaan korkealaatuista jyrshinturvetta. Kerätyssä turpeessa on vähän epäpuhtauksia, kuten karkeata puuainesta ja kiviä. Imuvaunumenetelmä soveltuu erityisesti pienille kentille. Imutuotannon satokierto on 1–2 vuorokautta.

Imuvaunu koostuu suuttimesta (leveys 1,5–1,8 m), siirtokanavistosta, erotussyklonista tai laskeutuskammioista, säiliöstä sekä puhaltimesta. Ilma-turveseos imetään suuttimen kautta syklonierottimeen, joka sijaitsee n. 40 m³ suuruisen säiliön yläpuolella. Imuvaunut kokoavat jyrshinturpeen säiliöönsä ja vievät sen auman vierelle tai päälle, kuten mekaaniset kokoojavaunut. Vetävän traktorin tehontarve on noin 85 kW. Yhden vaunun teho on n. 80–120 m³/h. Sopivin ajonopeus on 6–8 km/h ja ilman nopeuden suuttimessa tulisi olla luokkaa 30 m/s.

Jotta imuvaunutuotanto olisi mahdollisimman tehokasta, on keruujan osuus kokonaistyöajasta oltava mahdollisimman suuri. Tähän päästään, kun suo on oikein suunniteltu imuvaunutuotantoon. Sarkapituus on suunniteltava imuvaunun säiliön koon ja aumojen sijainnin suhteen. Tähän päästään, kun tuotantosuo sarkojen pituus on oikeassa suhteessa imuvaunun kuormatilavuuteen ja keruutehoon.

Menetelmän haittana ovat olleet ympäristön kannalta epäedulliset pölypäästöt. Uusimmissa laitteissa poistoilman puhdistaja vähentää pö-

lyhaittoja niin paljon, että menetelmän käyttö on mahdollista niilläkin alueilla, joilla turvepölyä ei saa levitä ympäristöön vähäsiäkään määriä. Imuvaunumenetelmän etuna on, että sillä voidaan hyödyntää lyhyet poutajaksot epävakaissa sääolosuhteissa. Varmuusvarastoista huolimatta täytyy myös tällaisissa oloissa pystyä kohtuullisiin tuotantomääriin, ja imuvaunulla saadaan kerättyä haluttaessa kuiva pintakerros jyrsköisestä.



Kuva 24. Imuvaunu (Vapo Oy).

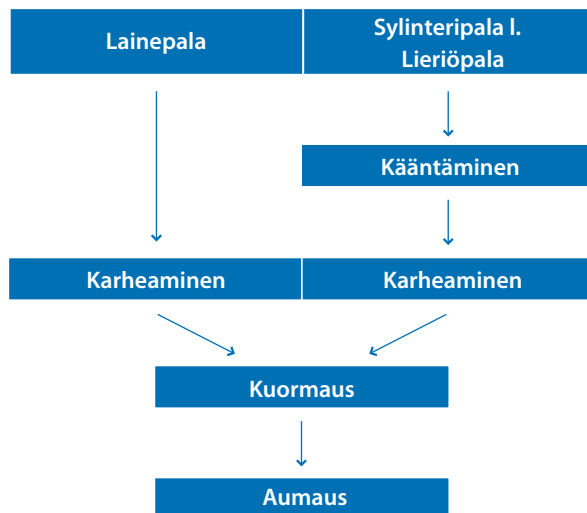
4 PALATURPEEN TUOTANTOTEKNIikka

4.1 Palaturvemenetelmän periaate

Palaturvemenetelmässä kenttään jyrsitään ura, josta irrotettu turvemassa muokataan, tiivistetään ja puristetaan suutinosan läpi palaturpeeksi kuivumaan kentän pinnalle. Jyrshintä tapahtuu joko nostokiekolla tai nostoruuvilla yleensä noin 0,5 m syvyydeltä. Yleisimmät palamuodot ovat sylinteripala eli lieriöpala ja lainepala.

Tuotantomenetelmästä riippuen palat joko käännetään kuivumisen nopeuttamiseksi ja kuivataan kentällä, tai karhetaan puolikuivana ja kuivataan karheella tavoitekosteuteen (kuva 25). Palaturve kuivataan yleensä vähintään 35 prosentin kosteuteen, mutta on myös käyttäjiä, jotka vaativat palaturpeen vielä tätäkin kuivempuna. Kuiva palaturve kerätään aumoihin ja aumat peitetään. Keskimääräinen satokierron pituus on noin 12 vuorokautta.

Palaturvetuotannon riippuvuus säästä on pienempi kuin jyrshinturvetuotannon. Karhekuivausmenetelmän käytöllä voidaan vielä parantaa palaturvetuotannon edellytyksiä epävakaisissa sääoloissa.



Kuva 25. Palaturvemenetelmän periaatekuva.

Palaturvemenetelmällä saadaan tyypillisesti 1–3 satoa kesässä säästä riippuen. Satojen lukumäärään vaikuttaa myös käytettävä palakoko. Isolla palakoolla saadaan suuri kentän kuormitus ja suuri saanto yhtä satoa kohti. Pienen palakoon etuna on isoa palaa nopeampi kuivuminen. Saantoon vaikuttaa myös hävikki, jota syntyy jokaisessa työvaiheessa paloja käsiteltäessä. Hävikki on tavallisesti palaturvetuotannossa 20–50 prosenttia. Palaturvesaanto satoa kohti on 150–300 m³/ha.

Kenttävaatimuksia palaturvetuotannolle

Palaturvetuotannolle sopivan turpeen tulisi olla maatumisasteeltaan välillä H5–H7 von Postin (1922) asteikolla. Tätä alhaisempi maatuneisuus aiheuttaa ongelmia palaturvekoneen toiminnassa. Koneen tehontarve kasvaa, sillä vähän maatunut turve on raskasta irrottaa kentästä ja sen muokkaaminen on vaikeaa. Vähän maatuneella turpeella palaturpeesta tulee yleensä myös laadultaan heikkoa. Se jää huokoiseksi, murenee käsittelyssä ja imee sadevettä itseensä, minkä vuoksi sen energiasisältö on pieni.

Kentän puisuus haittaa palaturvetuotantoa, mutta jos puuta on kohtuullisesti, se ei muodostu esteeksi. Kiekkonostokone ei ole niin herkkä kentän puisuudelle kuin ruuvinostokone. Kun puuta on runsaasti turvemassassa, aiheuttaa se ongelmia suutinpäässä tukkien sylinterisuuttimia ja häiriten laineen muodostumista lainepalaa tuottaessa.

Niin kiekko- kuin ruuvinostokoneetkin vaativat turvekentältä syvyyttä vähintään hieman yli oman nostosyvyytensä eli vähintään 0,8 metriä. Tämä aiheuttaa monilla matalilla tuotantoalueilla tuotantokenttien vajaakäyttöä. Matalilla kentillä kivet aiheuttavat yleensä konerikkoja ja katkoksia tuotannossa.

4.2 Palaturpeen nosto

4.2.1 Turpeen irrotus

Palaturvetuotannossa palan nosto ja levitys kentälle on koko tuotantoketjun tärkein vaihe. Siinä luodaan olosuhteet palojen kuivumiselle.

Kuivumiseen vaikuttavat:

- kentän kuormitus
- kuormituksen tasaisuus
- palojen yhteys kenttään
- kuivumisalustan eli kentän tasaisuus.

Lisäksi turpeen käsittely nostovaiheessa, siis irrotustapa ja muokkaus, vaikuttaa palan tiheyteen ja lujuuteen ja siten käsittelykestävyyteen. Kaikki nämä tekijät palaturpeen nostossa vaikuttavat ratkaisevasti saatavaan satoon. Palaturpeen noston osuus on noin puolet käyttökuluista ja noin neljännes kokonaistuotantokustannuksista. Palan nosto on verrattain hidasta ja siihen tarvitaan useimmin teholuokaltaan yli 100 kW traktori.

Yleisimmät Suomessa käytetyt palaturpeen nostokoneet ovat kiekkonostokoneita. Niissä turve irrotetaan kentästä nostokiekolla, jolla kenttään jyrsitään noin 0,5 m syvä ja 5–10 cm leveä railo. Kiekko heittää railosta irrottamansa turpeen muokkainruuville. Ruuvi muokkaa ja sekoittaa turvemassan sekä siirtää sen suutinosaan, jossa se tiivistyy ja muotoutuu palaturpeeksi. Suosituimmat konetyypit ovat Suokone Oy:n valmistamat PK-1 ja PK-1S-koneet (kuva 26).



Kuva 26. Suokone Oy:n valmistama palaturpeen nostokone Meri PK-1S (Turveruukki Oy).

4.2.2 Muokkaus ja muotoilu palaturpeeksi

Muokkaus vaikuttaa palaturpeen ominaisuuksiin. Turpeen muokkauksella tarkoitetaan irrotetun raakaturpeen kuitujen ja kuitukimppujen hienonnusta, hiukkaskoon pienentämistä ja sekoitusta homogeeniseksi turvemassaksi. Tällöin turpeessa oleva vesi, ilma, erikokoiset kuidut ja hiukkaset sekoittuvat. Laboratoriossa on tutkittu turpeen muokkausta

ja havaittu, että muokkausta lisäämällä ja sopivalla muotoilulla voidaan lisätä palaturpeen lujutusta ja tiheyttä.

Suurin muutos turpeen hiukkaskokojakaumaan tulee kiekon tai ruuvin irrottaessa turpeen kentästä. Nostoruuvi on osoittautunut paremmaksi muokkauksen kannalta kuin nostokiekko. Nostoruuvin vaikutuksesta pienten hiukkasten osuus on turvemassassa suurempi kuin nostokiekolla ja turpeen sekoittuminen on parempaa. Näin muodostuvat edellytykset hyvälaatuiselle palalle.

Sylinteripalaturvetta nostettaessa turve puristuu suutinputkessa lieriönmuotoisiksi paloiksi, jotka katkeavat ulos tullessaan painovoiman vaikutuksesta ja putoavat kentälle epäjärjestykseen ja ainakin osittain päällekkäin (kuva 27). Tämän vuoksi kentän kuormituksesta tulee epätasainen. Etenkin tasapäätysuuttimilla vectorin keskiosassa paloja on päällekkäin 2–3 kerroksessa. Käyttämällä erimittaisia suutinputkia voidaan levitystä hajottaa ja tasata näin kuormitusta koko vectorin leveydelle. Sylinteripaloja täytyy kääntää tasaisen ja nopeaan kuivumiseen varmistamiseksi. Käännössä syntyy hävikkiä, sillä palat ovat tällöin puolikuivia ja osin aivan märkiä, minkä vuoksi ne eivät kestä vielä käsittelyä. Ne voivat hajota niin pieniksi paloiksi, että niitä ei saada karhettua, vaan ne jäävät kentälle.



Kuva 27. Palaturpeen muotoilua sylinteripalasuuttimilla (Laura Vertainen).

Lainepalan tekeminen vaatii hieman enemmän opettelua kuin sylinteripalan tekeminen. Suuttimen etäisyys kentän pinnasta tulee olla 7–10 cm. Tällöin turvematto taipuu helposti laineelle ja laine muodostuu riittävän korkeaksi ja ilmavaksi (kuva 28). Jos suutin on liian korkealla, turvematto katkeaa ja palat putoavat pystyyn. Jos taas suutin on liian matalalla, tulee laineesta matalaa. Matalanakin lainepala kuivuu tasaisemmin kuin sylinteripala, mutta korkeamman laineen ilmavuus nopeuttaa kuivumista.

Turvemassan liikuttaminen yhtenäisenä vaatii vähemmän tehoa kuin sen jakaminen erillään oleville suuttimille. Laatikkosuutin ei tukkeudu puisillakaan alueilla kovin helposti. Suuri määrä puuta turvemassassa häiritsee kuitenkin lainepalankin tekoa. Puu saattaa tarttua suuttimen veitsiin, mutta on puhdistettavissa ajon aikana käyttämällä laatikon kantta hieman auki siinä olevalla hydraulisynterillä. Näin tuotanto on tauottomampaa kuin sylinteripalaa vedettäessä.



Kuva 28. Palaturpeen muotoilua lainepalasuuttimilla (Mari Juntunen).

4.3 Palaturpeen tuotannon tehokkuus

4.3.1 Metrituotos ja kentän kuormitus

Metrituotos kuvaa nostokoneen nostotehoa. Metrituotos on nostokoneella yhden metrin matkalle nostettu turvemäärä, ja se esitetään joko kiloina märkää turvetta metrillä (kg/m) tai kiloina turpeen kuiva-ainetta nostometriä kohti ($\text{kg}_{\text{ka}}/\text{m}$). Metrituotos on tietyissä rajoissa riippumaton ajonopeudesta ja suuttimesta, mikäli ohisyöttö on vakio. Kiekkokoneilla tuotos pienenee yleensä ajonopeuden ylittäessä 1,6 km/h. Metrituotosta käytetään nostokoneiden teknisiä tarkasteluja tehtäessä. Sen säännöllisellä seuraamisella saa hyvän kuvan nostokoneen kunnosta ja mahdollisesta huoltotarpeesta. Metrituotos on helppo määrittää punnitsemalla metrin matkalta yhden vectorivin palat esimerkiksi saavissa.

Palaturvekentän **kuormituksen** määrää se, kuinka paljon turvetta kentästä irrotetaan ja miten se paloina kentälle levitetään. Kuormitus ilmoitetaan kiloina turpeen kuiva-ainetta neliömetrille ($\text{kg}_{\text{ka}}/\text{m}^2$). Turve-laatu ja alkukosteus vaikuttavat kuormitukseen. Kuormitus neliömetrille saadaan punnitsemalla metrituotos ja määrittämällä sen kuiva-aine. Tätä varten täytyy määrittää palojen kosteus tarkasti märästä palasta heti noston jälkeen. Metrituotoksen kuiva-ainemäärä jaetaan vectorivin leveydellä, joka on yleensä 0,5–0,7 m. Kun kuormitus on laskettu, tiedetään tehokkuus, jolla palaturvekenttä on hyödynnetty kuivumista ajatellen. Kokonaiskuormitukseen ja saralta tulevaan saantoon vaikuttavat lisäksi vectorivien lukumäärä ja hävikki.

Sylinteripalalla kuormitus on pienempi kuin lainepalalla levityksen epätasaisuuden vuoksi. Sylinteripalalla kuormitukseen vaikuttaa palakoko ja suuttimen levitysleveys. Pienellä palakoolla kuormitus on yleensä pienempi kuin isolla. Lainepalalla kuormitukseen vaikuttaa suutinaukon korkeus eli palan halkaisija ja laineen muoto, eikä niinkään paljon suuttimen leveys, sillä vectorivit voidaan ajaa lähes toisiinsa kiinni. Pieni, parin senttimetrin riviväli on suositeltavaa ilman kierron kannalta.

4.3.2 Tuotantokaluston säädöt ja kunto

Nostokiekon tai -ruuvien mitat ratkaisevat turvemäärän. Jos turvetta otetaan kentästä liian vähän levitysleveyteen nähden, ei riittävää kuormitusta saada. Lainepalalla tämä näkyy selvemmin, sillä laineen muoto ei silloin ole hyvä. Tällöin on mahdollista pienentää suutinaukkoa ja saada

turve riittämään laineen muodostamiseen. Toisaalta tilanne voi olla myös merkki kuluneesta, huoltoa vaativasta irrotuselimestä. Sylinteripalakooneissa kulumisen huomaa paljon huonommin ja näin on olemassa vaara, että kentät jäävät liian kevyelle kuormitukselle.

Nostokiekon tai -ruuvin kunnan lisäksi **muokkainruuvin muokkainputken ja kartion kunto sekä tiiviys** ovat palakoneen tuottoon ratkaisevasti vaikuttavia tekijöitä. Etenkin keväällä routaisen turpeen ja keskikesällä kuivan turpeen muokkaus on vaativaa, ja häiriöt vaikuttavat myös kentän kuormitukseen.

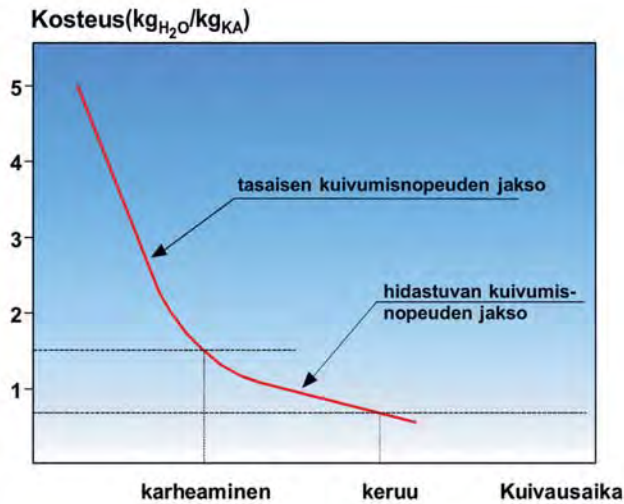
Työskentelyn sujuvuuden ja riittävän kuormituksen saamiseksi tulee koko palakoneen olla hyvässä kunnossa. Palakone täytyy huoltaa säännöllisesti ja se kannattaa tehdä perusteellisesti nostoelimen ja muokkaimen osalta, useasti myös kesken tuotantokauden. Kuppi- ja kourukiekko on hyvä tarkistaa päivittäin tankkauksen yhteydessä, sillä terät löystyvät tuotannossa. Huolellisuudella voidaan merkittävästi vähentää terien irtoamista. Isommat huollot kannattaa ajoittaa sadepäiviin, jolloin palaa ei voi nostaa. Tuotantokaluston peruskunnostus on tehtävä hyvissä ajoin ennen tuotantokauden alkua.

4.4 Palaturpeen kuivuminen ja rakenteen muodostuminen

4.4.1 Kuivumisen perusteet

Kuivattamisella pyritään saamaan palaturpeen kosteus mahdollisimman nopeasti riittävän alhaiseksi, yleensä alle 35 prosenttia. Tarkoitus on myös luoda palalle riittävä lujuus, jotta se säilyttää muotonsa ja kestää käsittelyn tuotantoketjun eri vaiheissa. Palaturpeen oikealla muodolla ja asettelulla kentälle on tärkeä merkitys optimaalisen kuivumisen kannalta.

Palaturpeen kuivuminen on alkuvaiheessa nopeaa. Noston jälkeen palaturpeessa on runsaasti vettä, joka haihtuu helposti. Kuivumisen edetessä kuivumisnopeus hidastuu. Tämä tapahtuu palan kosteuden ollessa noin 1,5 kg vettä/kg_{ka} (kuva 29). Tällöin palan pintakerros on jo kuiva ja pala kestää käsittelyä. Palan sisältä veden on siirryttävä lähemmäksi pintaa haihtumisvyöhykkeeseen.



Kuva 29. Palaturpeen kuivuminen (VTT).

Palaturpeen rakenne muodostuu kuivumisen yhteydessä. Pala kutistuu, kun siitä poistuu vettä, tai veden korvaa ilma. Mitä enemmän pala kutistuu, sitä tiiviimpi ja lujempi siitä tulee. Pala kutistuu sitä enemmän mitä enemmän turpeessa on pieniä hiukkasia. Siis kun turpeen maatumisaste on korkea ja palaturvekoneen muokkaus on hyvä, kutistuu pala kuivuaan paljon. Jos turve on hyvin pitkälle maatumutta (yli H7) eikä siinä ole enää kuituja, pala kutistuu voimakkaasti, mutta haurastuu ja katkeilee helposti. Vähän maatuneen turpeen kuituisen rakenteen vuoksi siitä tehty pala ei kutistu, vaan jää harvarakenteiseksi ja kevyeksi.

Palaturve on tiivistä, muokattua ja raekooltaan isoa ja alkukosteudeltaan usein jyrksinturvetta mämpää. Kentän kuormitus on yleensä yli viisinkertainen verrattuna jyrksinturpeeseen, minkä vuoksi palaturpeen kuivumisjakso on pitempi kuin jyrksinturpeella.

VTT:llä Jyväskylässä on tutkittu palaturpeen kuivumista. Tutkimusten mukaan kuivumisnopeuteen vaikuttaa eniten

- alkukosteus
- muokkaus
- palojen asettelu
- alusta.

Tutkimuksissa on havaittu kuivumisalustan suuri merkitys kuivumisprosessille. Kuivumisalustan tasaisuutta ei kenttäolosuhteissa aina tarpeeksi huomioida. Etenkin pehmeillä kentillä traktorin pyörän jälki on melko syvä. Jos varsinkin sylinteripalalle kenttää ei tasoiteta, ovat alimmat palat pyörän uran pohjalla. Tällaisen palakentän kuivuminen on hidasta ja epätasaista. Alimpien palojen kääntäminenkin on vaikeaa, sillä kääntäjä särkee helposti märkiä paloja aiheuttaen hävikkiä. Kentän tasoittamiseen käytetään palakoneissa tasoituslevyä tai -rumpua (kuva 30). Tuotantokauden jälkeen ja joskus satojen välissäkin kenttä täytyy tasoittaa lanalla. Kesken tuotantokauden tämä on ylimääräinen työvaihe, mutta usein on välttämätöntä tasoittaa kenttä ennen uutta palasatoa kuivumisen varmistamiseksi.



Kuva 30. Tasoituslevy tasoittaa kuivumisalustan (VTT).

4.4.2 Lainepalan kuivuminen

Kentän tasoittaminen on tärkeä myös lainepalan kuivumiselle. Laatikko-suutin asettaa palat kentälle ilmastavasti laineelle ja parhaaseen tulokseen päästään, jos kenttä alla on tasainen ja tiivis. Kentän ja palojen välinen kontakti jää pieneksi, koska palat ovat vain laineen pohjasta kosketuksessa kenttään. Näin ilma pääsee kiertämään myös laineen alle. Tämä nopeuttaa kuivumista.

Laatikon seinät liippaavat palojen pinnan tasaiseksi. Pinta kovettuu muutamassa tunnissa sateelta suojaavaksi. Tuoreena palat ovat sivulta ja päistään kiinni toisissaan. Kuivumisen edetessä palat kutistuvat ja palamatto lohkeaa ensin 2–4 palan osiin, jolloin ilman kierto entisestään paranee (kuva 31).



Kuva 31. Kuivumisen edetessä lainepalat kutistuvat ja irtoavat toisistaan (Pekka Hölttä).

Lainepalakenttä kuivuu tasaisesti eikä sitä tarvitse hyvissä sääolosuhteissa välttämättä kääntää. Lainepalat ovat keskenään samassa kuivumisvaiheessa. Vektorivit voidaan ajaa lähelle toisiaan ja näin saadaan säännöllinen kenttä sekä tasainen ja riittävä kuormitus. Tasainen kuormitus ja yksikerroslevitys nopeuttavat kuivumista ja luovat perustan lainepalan tasalaatuisuudelle.

4.4.3 Sylinteripalan kääntäminen

Koska kääntämisellä (kuva 32) on suuri vaikutus sylinteripalan kuivumisnopeuteen, on se syytä tehdä kunnolla. Tämä tarkoittaa sitä, että kääntämisessä tulee ottaa tarkasti huomioon käännettävien palojen kosteus ja siitä riippuva käsittelykestävyys. Liian kova käsittely aiheuttaa hävikkiä. Yleisimmät käytössä olevat kääntäjät ovat harava- tai piikkikäntäjiä, joiden työlevytenä on koko sarka. Käännön yhteydessä irrotetaan kovalla käsittelyllä kentästä hienoainetta. Tätä on syytä varoa, sillä palat

painuvat hienoainekseen ja kuivuminen huononee. Sateella hienoaine imee vettä ja voi liettää palat kenttään.

Ensimmäinen kääntö tehdään noin 65 prosentin kosteudessa varovasti, jottei vielä kosteita alimmaisista paloja rikottaisi. Kääntö voidaan tehdä hieman aikaisemminkin, kun noudatetaan riittävää huolellisuutta ja varovaisuutta. Tämän käännon päätarkoitus on hajottaa ja levittää kumpumainen vetorivi tasaisemmaksi levitykseksi. Samalla katkaistaan alimpien palojen kontakti alapuoliseen, märkään kenttään. Tämä kääntö on välttämätön, että alimmat palat kuivuisivat.



Kuva 32. Kääntö irrottaa alimmat palat kentästä ja nopeuttaa kuivumista (Suokone Oy).

Toinen kääntö tehdään noin 55 prosentin kosteudessa. Sen voi tehdä ensimmäistä kääntöä reippaammin, sillä palat ovat jo riittävän kuivia kestämään käsittelyä. Kääntö on kuitenkin kuivumisen nopeuttamiseksi syytä edelleen tehdä huolellisesti, jotta mahdollisimman suuri osa paloista tulisi liikutelluksi, varsinkin sateen jälkeen. Rankan sateen jälkeen kannattaa tehdä ylimääräinenkin kääntö ja irrottaa kentästä sateen liettämät palat.

4.4.4 Palaturpeen kuormaus

Palaturpeen kuormaus tapahtuu karheamisen jälkeen, kun turve on kuivunut tavoitekosteuteen. Kuormaus tehdään samalla tavalla kuin jyrshinturpeen kuormaus. Hihnakuormaaja varustetaan usein seulalla, jotta hienoainetta ei joutuisi aumaan (kuva 33).



Kuva 33. Palaturpeen kuormaus hihnakuormaajalla (Turveteollisuusliitto ry).

Perinteisessä palaturpeen kenttäkuivauksessa kuivataan yksi sato kerrallaan keruukosteuteen (35 %). Palaturpeen karhekuivausmenetelmässä palat karhetaan 55–60 prosentin kosteudessa saran laitaan ja vapautuvalle kentälle nostetaan uusi palaturvesato kuivumaan. Karhekuivausta varten kääntäjän rakennetta on muutettava siten, että toista satoa käännettäessä ei vahingoiteta karheita saran laidoissa. Tuotantoa voidaan tehostaa nostamalla jyrshinturvetta palaturpeen noston välissä. Jyrshinturvetuotanto palaturvekentiltä ennen palannostoa tai palasatojen välissä on hyödyllistä kentän huoltoon, sillä silloin palaturvetuotannossa syntynyt hienoaine saadaan kerättyä pois.

Koska lainepaloja ei tarvitse kääntää, liikutellaan niitä ensimmäisen kerran vasta karhettaessa, jolloin palat ehtivät kuivuessaan lujittua. Vaikka palat ovat irtoilleet toisistaan jo kutistuessaan kenttäkuivauksen aikana, varsinainen paloiksi tai pienemmiksi palaryhmiksi irtoaminen tapahtuu vasta karhettaessa. Lainepala sopii hyvin muotonsa vuoksi karhekuivaukseen ja asettuu ilmastavasti karheelle.

5 Turpeen aumaus

5.1 Jyrsinturpeen aumaus

Energiaturpeen laadun on oltava tuotannossa sellainen, että aumakairauskosteus on syksyllä 38–40 prosenttia. Jyrsinturpeen säilyminen aumassa riippuu pääasiassa kahdesta tekijästä: turpeen laadusta aumattaessa ja auman tekotavasta. Auman koko, muoto ja tiiveys ovat tärkeitä auman säilyvyyteen vaikuttavia tekijöitä, joihin aumaa tehtäessä on kiinnitettävä huomiota.

Aumaustekniikalla on oma vaikutuksensa turpeen säilymiseen. Jyrsinturpe aumataan pääasiassa kahdella tavalla: puskutraktorilla tai rinnekoneella auman sivusta turvetta puskién (kuva 34) tai ajamalla kuorman kanssa auman päälle ja purkamalla kuorma ajon aikana (ns. päälleajoaumaus, kuva 35). Päälleajoaumuksessa ei tarvita erillistä aumauskoneetta. Auman valmistuttua se voidaan muotoilla ja viimeistellä kaivinkoneella. Tavoitteena on tiivis auma ilman läpäisevyyden vähentämiseksi. Puskuaumuksessa tämä yleensä tarkoittaa sitä, että valmiin auman pinta kokonaisuudessaan tiivistetään. Auman muodon on siksi oltava sellainen, että tiivistävällä koneella voidaan kulkea joka kohdasta. Tämä jättää auman sivut yleensä alle 20 asteen kulmaan.

Huolellisella aumuksella varmistetaan hyvälaatuisen turpeen toimitaminen asiakkaalle pitkänkin aikajakson kuluttua. Huonosti suoritettua aumauksen seurauksia ovat turpeen kastuminen ja itsesytyminen aumassa. Aumatun turpeen lämpenemistä tulisi seurata varastoinnin aikana sen toimittamiseen asti.

Aumauksen periaatteita (Paappanen & Erkkilä 2007):

- Aumauskoneen on oltava huollettu, niin ettei siinä esiinny öljy-, polttoaine-, pakosarja- eikä pakoputkistovuotoja. Aumauskone on puhdistettava turvepölystä riittävän usein.
- Aumaus aloitetaan turvetuotannon ajovaiheen myötä ja kaikki kentältä tullut turve aumataan välittömästi.
- Auman teko aloitetaan auma-alueella siten, että valmiin auman ympärille jää 10 metriä vapaata tilaa. Päälleajoauma aloitetaan täydessä leveydessään, pituutta jatketaan tarvittaessa.

- Aumauskoneella auman juurelle kipatut turvekuormat työnnetään 10 cm paksuisina kerroksina auman huipulle saakka, kuitenkin työntämättä niitä huipun yli. Näin aumasta saadaan tiivis, jolloin vastus veden tunkeutumiselle auman sisään on suurempi.
- Päälleajoauma tiivistyy traktorilla ja pinta tasoitetaan veitsijyrsimellä, kääntäjällä tai lanalla. Auma on pidettävä tasaisena koko tuotantokauden ajan.
- Kun auma on poljettu tiiviiksi kauttaaltaan ja pinta on tasoitettu sileäksi, kulkemista aumalla vältetään sekä koneilla, että jalkaisin.
- Auma-alue tasoitetaan hyvin ja viettäväksi aumasta pois päin, jolloin sadevesi ei jää seisomaan auma-alueelle aiheuttamaan varastohävikkiä tai vaikeuttamaan tulevaan toimitukseen liittyvää toimintaa.
- Jyrsinturveauma voidaan peittää muovilla. Peittäminen vähentää hapen pääsyä aumaan. Auman peittäminen on hyvä vaihtoehto silloin, kun auman on tarkoitus säilyä yli vuoden tai jos auman itsesyttymisriski on kohonnut.



Kuva 34. Puskuajomoja tehdään myös rinnekoneella (Vapo Oy).



Kuva 35. Päälleajoauma tehdään ajamalla kuorman kanssa auman päälle ja purkamalla kuorma ajon aikana (Turveteollisuusliitto ry).

5.2 Palaturpeen aumaus

Palaturve aumataan Suomessa yleensä kaivinkoneella (kuva 36). Tämän vuoksi aumat ovat muodoltaan pitkiä, tasakorkeita ja poikkileikkaukseltaan kolmionmuotoisia. Niiden korkeus tulisi olla yleensä olla vähintään viisi metriä, jolloin yhden aumametrin tilavuus on 35–45 m³ palaturvetta auman muodosta riippuen.

Auman muodon ja metriä kohti pienen tilavuuden vuoksi palaturveaumat peitetään. Tällä pyritään pienentämään talvella auman jäätymisestä aiheutuvaa hävikkiä. Syksyn sateet, räntä ja sulava lumi kastelevat auman pintakerroksen, joka jäätyy kamiksi eikä sitä voi toimittaa asiakkaalle. Tämän muotoisessa aumassa jäänyt pintakerros muodostaa suuren osan kokonaistilavuudesta. Mitä matalampi auma on, sitä suurempi on hävikin osuus. Hävikki voi olla yli 10 prosenttia. Aumassa jäänyt turve on varsin arvokasta suon laitaan jätettäväksi, sillä siihen on koko tuotantoketju tehnyt työnsä. Siksi jäätyminen on pyrittävä saamaan niin vähäiseksi kuin mahdollista.



Kuva 36. Seulomattoman palaturpeen aumaus kaivinkoneella (Mari Juntunen).

Palaturveauman peittäminen

Palaturveaumat peitetään säänkestävällä muovilla (PE-LD). Peittämättä jättämiseen voi olla syynä nopea toimitus, erilaiset aumanmuodot ja sääolosuhteet. Aumojen peittämiseen on kokeiltu myös mm. purua ja haketta, mutta tällä hetkellä paras vaihtoehto turpeen laadun, säilyvyyden ja ympäristön kannalta on muovi. Muovi estää hapen pääsyn aumaan ja näin itsesyttymisen riski pienenee. (Viitanen 2003, 7.) Muovin käsittelyyn tuotantoalueella on kiinnitettävä huomiota. Muovi varastoidaan sille varattuun paikkaan ja jätelain velvoittamana käsitellään oikein käytön jälkeen.

Peittämisen lisäksi palaturveauman säilyvyyteen vaikuttaa hyvin ratkaisevasti hienoaineen määrä aumassa. Lähtökohdat auman puhtaudelle luodaan jo saralla paloja kuormattaessa. Jos kuormaja ottaa karheen pohjasta hienoainetta eikä seulo sitä tai karheessa olevaa hienoainetta pois, kulkeutuu se aumaan saakka. Hienoainetta voi irrota ja joutua aumaan myös kaivinkoneen aumatessa paloja auma-alueen pinnalta.

Hienoaine on kosteampaa kuin palaturve ja siten nostaa auman kosteutta. Huolestuttavampaa on kuitenkin kostean hienoaineen itsekuumeneminen. Tämä aiheutuu mikrobitoiminnasta, jonka tarvitsemaa happea huokoisessa palaturveaumassa on saatavilla. Lämpötila tällaisessa pesäkkeessä voi nousta niin korkeaksi, että sopivan ilmavirran kohdatessaan

pesäke syttyy palamaan. Jos auma palaa kytemällä, voi palaturvetta tuhoutua paljon ennen kuin tapahtuma huomataan. On siis tärkeää huolehtia, ettei hienoainetta joudu aumaan.

Palaturpeen säilymiseen aumassa voidaan vaikuttaa myös seulomalla palaturvetta aumattaessa sitä varten kehitetyllä aumaseulontalaitteella. Seulonnassa syntyvää hienoainetta eli alitetta voidaan käyttää jyrshinturpeen tavoin energiaksi. Seulomalla saadaan auman korkeutta nostettua ja näin pinnan suhde auman tilavuuteen pienenee ja jäätyminen ongelmat koskevat pienempää osuutta aumasta. Laitetta voidaan käyttää seulontaan myös toimitettaessa palaturvetta asiakkaille, jotka tarvitsevat puhtaan ja seulotun laadun.

5.3 Turveauman säilymiseen vaikuttavia tekijöitä

Turveaumojen itsekuumenemisriski on turpeen varastoinnissa huomiotava seikka. Turpeen kuumenemiseen vaikuttavia, tiedossa olevia laatu-tekijöitä ovat ainakin kosteus, lämpötila aumattaessa, mikrobikantojen voimakkuus, partikkelikokojakauma, helposti reagoivien aineiden pitoisuudet sekä ilman läpäisevyyteen ja turpeen kokoonpuristuvuuteen vaikuttavat tekijät. Kaikkiin näihin vaikutetaan tuotannon vaatimilla toimenpiteillä.

Kosteus

Turpeen kosteudella on monitahoinen vaikutus aumassa tapahtuvaan kuumenemiseen. Se toisaalta edistää kuumenemistä, toisaalta hidastaa sitä. Kokonaisuutena lienee kuitenkin eduksi, ettei turve ole liian kuivaa. Kuiva turve lämpenee jyröksellä ollessaan enemmän, tiivisty aumassa huonosti ja sillä ei ole sellaista jäähtymispotentiaalia kuin kosteammalla turpeella. Toisin sanoen se kuumenee aumassa nopeammin kuin kostea.

Lämpötila aumattaessa

Turpeen lämpötila aumattaessa riippuu siitä, kuinka korkealle sen lämpötila nousee jyröksellä ollessaan ja kuinka se säilyy korjuuvaiheissa aumaan asti. Eri tuotantomenetelmillä ja eri säteilyolosuhteissa korjatun turpeen lämpötila on erilainen. Karheamisella voidaan nopeimmin katkaista turpeen liiallinen kuivuminen ja samalla sen lämpeneminen. Karheella auringonsäteily kohdistuu vain pieneen osaan turpeesta ja toisaalta karheella vielä kosteus haihtuu, mikä jäähdyttää turvetta. Au-

ringonsäteilyn ollessa pieni lämpeneminen on vähäistä. Turpeen korjuun siirtäminen tällaiseen ajankohtaan vuorokaudessa voi olla edullista, mutta jos se aiheuttaa liiallista kuivumista, voidaan menettää lämpötilan alhaisuudella saavutettu hyöty.

Mikrobikantojen voimakkuus

Mikrobikannan voimakkuus turpeessa riippuu olosuhteista, mikrobi- ja bakteerialtistuksen ajasta sekä turpeen käsittelystä tänä aikana. Turvepinna, jotka ovat olleet vapaita pitkiä aikoja, voivat viileissäkin olosuhteissa kehittää voimakkaan mikrobikannan. Näin tapahtuu esimerkiksi vanhan auman pinnassa. Sama tapahtuu kuitenkin myös kentän pinnassa, josta ei ole korjattu turvetta vähään aikaan. Siten ensimmäinen jyrshinturvesato keväällä sisältää enemmän mikrobeja kuin seuraavat sadot. Jättämä voi vaikuttaa kuumenemiseen. Jättämän viipymäaika kentällä on pitkä, joten se ehtii kuivua liian kuivaksi. Jäännöksessä on myös todennäköisesti voimakas mikrobikanta, joka toimii uuden jyrshöksen saastuttajana.

Partikkelikokojakauma

Turpeen keskimääräinen partikkelikoko vaikuttaa sen ominaispinta-alan suuruuteen. Aumassa tapahtuva turpeen kuumeneminen on monimutkainen biologinen prosessi, jossa reaktiot tapahtuvat kiinteään aineeseen pinnalla kaasumaisen hapen ollessa reagenssi. Mitä suurempi ominaispinta-ala on, sitä nopeampia ovat reaktiot ja lämmön tuotto. Kuumenemisherkkyys lisääntyy partikkelikoon pienetessä, jos muut olosuhteet pysyvät samana. Turpeen hienojakoisuus vaikuttaa kuitenkin myös ilman läpäisevyyteen vähentäen sitä. Tämä estää tai rajoittaa hapen saantia ja siten myös auman lämpenemistä.

Reagoivien aineiden pitoisuudet

Partikkeleiden pinnoilla olevien helposti reagoivien aineiden (ravinteiden) pitoisuudet vaihtelevat turpeen laadun mukaan. Helposti käytettävillä ravinteilla on suuri merkitys mikrobitoiminnan nopeudelle. Tällaisia ravinteita ovat mm. yksinkertaiset sokerit ja aminohapot, joita on vähän raakaturpeessa, mutta joita muodostuu lämpö- ja entsyymihydrolyysillä turpeessa olevista hiilihydraateista ja valkuaisaineista. Nopeimmin sokeireita syntyy hemiselluloosasta.

Turpeen kokoonpuristuvuus

Jyrsinturpeessa ilmatilan osuus on suuri, 60–90 prosenttia tilavuudesta. Tilavuus vähenee merkittävästi tiivistämällä. Aumauksen yhteydessä turvetta tiivistetään puskukoneilla tai päälle ajamalla. Tiivistäminen vähentää erittäin nopeasti turpeen ilman läpäisevyyttä. Eniten tiivistyvät kevyet, vähän maatuneet turpeet. Lopullinen tiivistysaste eli ilmatilan osuus ei kuitenkaan laske niin alas kuin maatuneemmilla turpeilla.

Turpeen tiivistyessä muuttuvat myös muut kuumenemistekijät, jos ne lasketaan tilavuusyksikköä kohti. Ominaispinta-ala, pitoisuudet ja mikrobivoimakkuudet kuutiometrissä lisääntyvät. Toisin sanoen, tiivistettäessä turpeen kuumenemisedellytykset toisaalta kasvavat, kun ne hapensaannin kohdalla pienenevät. Kun vähän maatuneella turpeella ei saavuteta hyvää tiivistymisastetta, on olemassa vaara, että lämpeneminen nopeutuu. Näyttääkin siltä, että eri tiivistysasteilla on tietty asettumislämpötila, jossa lämmöntuotto on tasapainossa lämpöhäviöiden kanssa, mikä johtuu hapensaannin rajoittamasta lämmöntuotosta. Jyrsinpolttoturpeilla tämä lämpötila on 40–60°C, mutta kevyemmällä turpeella se on korkeampi. Korkea sisälämpötila kertoo biologisesta aktiivisuudesta aumasta, mikä aiheuttaa materiaalihävikkiä noin 0,5 prosenttia varastointikuukautta kohti. Aumojen lämpötiloja tarkkaillaan mittaamalla niitä tarvittaessa aumaan työnnettävällä lämpömittarilla.

6 Turve polttoaineena

6.1 Yleistä

Turve on materiaalia, joka on muodostunut kuolleista kasvin osista maatumalla hyvin kosteissa olosuhteissa. Hapen puutteen ja runsaan veden takia kasvien jäänteet eivät hajoa kunnolla, ja näin syntyy jatkuvasti kasvava turvekerrostuma. Turve sisältää vaihtelevan määrän maatumattomia tai huonosti maatuneita, karkeita kasvinosia (liekopuuta, varpuja yms.).

Käytettäessä turvetta energialähteenä on tärkeää tietää turpeen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet. Keskeisimpiä ominaisuuksia ovat lämpöarvo ja kosteus sekä polttoaineen käsittelyyn vaikuttavat ominaisuudet kuten tiheys ja palakoko. Silloin kun polttoainekauppaa käydään suuressa mitassa, määritetään tärkeimmät ominaisuudet laboratoriokeuin. Pienkauppaa varten voidaan ominaisuuksien arvioimiseksi käyttää valmiita taulukoita ja graafisia kuvaajia polttoaineen keskimääräisistä ominaisuuksista ja ominaisuuksien välisistä riippuvuussuhteista.

Sopivilla kuljetus-, käsittely- ja varastointimenetelmillä on erittäin suuri merkitys energiaturpeen toimituslaadulle. Niillä varmistetaan myös se, että polttoainetta varastoidaan oikeissa olosuhteissa. Kaikkien polttoaineen toimitusketjun toimijoiden (loppuvarastoinnin osalta myös loppukäyttäjän) on pyrittävä välttämään polttoaineen laatua heikentäviä toimia, kuten epäpuhtauksia, ylisuuria kappaleita, hienoaineksen lisääntymistä. Esimerkkejä epäpuhtauksista ovat kivet, multa, metallikappaleet, muovit, jää ja lumi. Laatua voi heikentää myös kosteuden imeytyminen palaturpeeseen, briketteihin ja pelletteihin.

Myytävän energiaturpeen koko ja muoto vaihtelevat. Koko ja muoto vaikuttavat polttoaineen käsittelyyn sekä sen palamisominaisuuksiin. Polttoainetta voidaan toimittaa esimerkiksi taulukossa 1 esitettyinä kauppanimikkeinä.

TAULUKKO 1. Energiaturpeen tärkeimmät kauppanimikkeet (NT ENVIR 009:fi).		
Polttoaineen nimitys	Tyypillinen koko ja muoto	Valmistusmenetelmä
Briketti	Halkaisija tai pienin mitta > 25 mm	Mekaaninen puristus
Pelletti	Ø < 25 mm	Mekaaninen puristus
Palaturve	Ø < 80 mm sylinteri-, kuutio- tai lainepala	Nostaminen, muokkaus, puristaminen paloiksi, kääntäminen, karheaminen, kerääminen ja aumaaminen
Jyrsinturve	Ø < 25 mm	Jyrsiminen, kääntäminen, karheaminen, kerääminen ja aumaaminen

6.2 Turpeen laatuohjeet, näytteenotto ja ominaisuuksien määrittäminen

Turveteollisuusliitto ry laati ensimmäiset jyrsin- ja palaturpeen laatuohjeet 1989 ja 1991. Laatuohje päivitettiin VTT:n vetämässä pohjoismaisessa Biostandards-projektissa vuonna 2005 ja ohjeet julkaistiin englannin-, ruotsin- ja suomenkielisenä Nordtest-menetelmänä NT ENVIR 009. Laatuluokitus laadittiin jyrsin- ja palaturpeelle sekä turvebriketeille ja -pelleteille. Luokitus noudattaa samaa rakennetta kuin eurooppalainen kiinteiden biopolttoaineiden laatuluokitusstandardi EN 14961-1:2010. Laatuohje sisältää turvepolttoaineiden laatuluokat, näytteenoton sekä laadunvalvonnan. Laatuluokat on esitetty liitteessä 1–4. Kaikille liitteen 1–4 ominaisuuksille on määritetty eri laatuluokkia. Energiaturve määritetään ilmoittamalla asianmukainen laatuluokka jokaiselle ominaisuudelle erikseen.

Polttoainekokonaisuus (esim. toimituserä tai kuljetuskuorma) kuuluu tarkasteltavan ominaisuuden osalta tiettyyn laatuluokkaan, kun kyseisen ominaisuuden keskimääräinen numeerinen arvo sijoittuu annettujen ääriarvojen välille. Esimerkiksi liitteessä 3 kosteuslaatuluokka M30.0 ($\leq 30\%$) tarkoittaa, että keskimääräisen kosteuspuhtausasteen on oltava alle 30 prosenttia, jotta polttoaine kuuluisi tähän laatuluokkaan.

Toimituserä on turve-erä, johon energiaturpeen olennaiset, säännöllisesti valvottavat laatuvaatimukset kohdistuvat. Toimituserä voi olla sovittu yksittäinen erä energiaturvetta (esim. pakkaus tai rekkakuorma) tai jatkuva toimitus, jossa useita kuormia toimitetaan loppukäyttäjälle.

sovitun ajan kuluessa (yleensä päivittäin tai viikoittain). Jatkuissa toimituksissa toimituserä on 24 tunnissa toimitettava energiaturpeen määrä, elleivät toimittaja ja loppukäyttäjä toisin sovi. Jos toimituserä jatkuissa toimituksissa on yli 2 000 m³ vuorokaudessa, on suositeltavaa jakaa se kahteen tai useampaan yksittäiseen erään.

Jatkuissa toimituksissa on suositeltavaa, että kosteuspitoisuusarvoja valvotaan sovitun päivittäisen/viikoittaisen toimituserän osalta. Tehollisen lämpöarvon sekä rikki-, tuhka- ja typpipitoisuuden arvojen seuranta voidaan sopia tehtäväksi vähintään kerran kuussa ja enintään kerran viikossa. Liitteessä 5 on jyrksinturpeen laadunvalvontakaavio, jossa on kerrottu kosteuden, lämpöarvon, irtotiheyden ja energiatiheyden riippuvuus toisistaan.

Jos energiaturvetta toimitetaan samalta turvesuolta, teholliseksi lämpöarvoksi sekä rikki-, tuhka- ja typpipitoisuuden arvoina voidaan käyttää kyseiseltä turvesuolta mitattuja arvoja.

Näytteenottomenettely on äärimmäisen tärkeä, jotta näytteestä saadaan edustava ja ominaisuudet voidaan määrittää luotettavasti. Näytteen kuljetuksen, käsittelyn ja varastoinnin tulee tapahtua niin, että näyte säilyy mahdollisimman muuttumattomana.

Kaikista eristä on otettava näyte tai näytteenottoa varten on valittava satunnaisesti riittävän monta erää, jotta laatuvaatimusten täyttyminen voidaan varmistaa. Osapuolet voivat sopia tarvittavasta näytteenottoaajuudesta toimitussopimukseen liitettävässä liitteessä. Esimerkkejä näytteenotosta ja näytteiden käsittelystä jyrksin- ja palaturpeelle esitetään turpeen laatuohjeessa NT ENVIR 009.

Irtotavaran ensisijainen näytteenottopaikka on energiaturpeen luovutuspaikka. Jos edustavan näytteen saaminen on teknisesti vaikeaa luovutusvaiheessa, on valittava näytteenottopaikka, jossa asianmukaisten ja edustavien näytteiden otto on mahdollista.

Jatkuvien toimitusten osalta sovittua toimitusjaksoa edustavat näytteet kerätään ja analyysit polttoaineen laadun varmistamiseksi suoritetaan sovitun ajanjakson kuluessa. Yksittäisten toimitusten osalta analyysien tulosten tulee olla käytettävissä ennen kuin polttoaine toimitetaan tai käytetään, ellei toisin ole sovittu.

Kun otetaan näytteitä kuljetinjärjestelmästä, yksittäisnäytteitä tarvitaan vähintään yksi kutakin 6–8 tonnia tai 20–25 m³ turvetta kohti.

Jos näytteitä otetaan turvekuormista, yksittäisnäytteitä otetaan jatkuvuissa turvetoimituksissa seuraavasti:

Kuorman koko (m ³)	yksittäisnäytteiden määrä/kuorma
< 50	2 (vastaa kokoojavaunua)
50–100	4 (vastaa vetoautoa eli rekan nuppia)
> 100	6 (vastaa täyttä rekkakuormaa)

Jos keskimääräinen toimitettu määrä on < 250 tonnia (noin 700 m³ tai kuusi rekkakuormaa) kuukaudessa, yksittäisnäytteiden vähimmäismäärä on kaksinkertainen.

Polttoaineen paino määritetään pääosin voimalaitoksella autovaa'alla ja kosteus polttoainenäyttein. Turvetuotannossa polttoaineen määrä määritetään kuutiometreinä turveaumassa. Taulukossa 2 on lueteltu polttoaineen määrittämenetelmiä, joita käytetään turpeen fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien määrittämiseen.

TAULUKKO 2. Luettelo polttoaineiden ominaisuuksien määrittämistä koskevista standardeista.	
Ominaisuus	Standardi
Kokonaiskosteus saapumistilassa (M_{gr})	SFS-EN 14774-1 Kiinteät biopolttoaineet. Kosteus- pitoisuuden määrittäminen. Uunikuivausmenetelmä. Osa 1: Kokonaiskosteus. Vertailumenetelmä SFS-EN 14774-2 Kiinteät biopolttoaineet. Kosteus- pitoisuuden määrittäminen. Uunikuivausmenetelmä. Osa 2: Kokonaiskosteus. Yksinkertaistettu menetelmä SFS-EN 14774-3 Kiinteät biopolttoaineet. Kosteus- pitoisuuden määrittäminen. Uunikuivausmenetelmä. Osa 3: Yleisen laboratorionäytteen kosteus
Tuhkapitoisuus (A)	Kiinteät biopolttoaineet. Tuhkapitoisuuden määrittäminen (EN 14775) (määrittäminen 550 °C)
Tehollinen lämpöarvo ($q_{p,net,d}$)	SFS EN 14918 Solid Biofuels - Method for the determination of calorific value – ei julkaistu suomeksi
Palakokojakauma (P) ja hienoaineksen määrä (F)	SFS EN 15149-1 Kiinteät biopolttoaineet Kiinteät biopolttoaineet – Palakokojakauman määrittäminen – Osa 1:Täryseulamenetelmä (oskilloiva) käyttäen 1 mm ja sen yli meneviä seulan aukkoja ja SFS EN 15149-2 Kiinteät biopolttoaineet – Palakokojakauman määrittäminen – Osa 2: Täryseulamenetelmä (värähtelevä) käyttäen 3,15 mm ja sen alle meneviä seulan
Kiintotiheys (DE)	EN 15150 - Solid Biofuels - Methods for the determi- nation of the particle density, (koskee vain brikettejä)
Irtotiheys (BD)	SFS EN 15103 Solid Biofuels - Methods for the determination of bulk density– ei vielä julkaistu (koskee vain pellettejä ja jyrshinturvetta), laboratorio- mittakaava Määrittäminen ajoneuvossa: ISO 1013 tai SS 187178 (kaupankäyntiä varten)
Pellettien ja brikettien mekaaninen kestävyys (DU)	SFS-EN 15210-1 Kiinteät biopolttoaineet. Pellettien ja brikettien mekaanisen kestävyuden määrittäminen. Osa 1: Pelletit SFS-EN 15210-2 Kiinteät biopolttoaineet. Pellettien ja brikettien mekaanisen kestävyuden määrittäminen. Osa 2: Briketit
Hiilen (C), vedyn (H) ja typen (N) pitoisuus	Solid Biofuels - Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen - Instrumental meth- ods (EN 15104) – ei julkaistu suomeksi Solid mineral fuels - Determination of total carbon, hydrogen and nitrogen content - Instrumental methods (ISO/TS 12902:2001) – ei julkaistu suomeksi

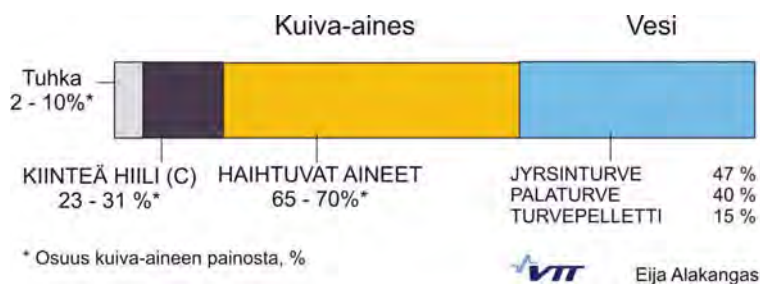
Taulukko 2. jatkuu seuraavalla sivulla...

Ominaisuus	Standardi
Rikin (S) ja kloorin (Cl) pitoisuus	Solid Biofuels - Determination of total content of sulphur and chlorine (CEN/TS 15289) – ei vielä julkaistu tai ASTM D 4239 Standard test methods for sulphur in the analysis sample of coal and coke using high temperature tube furnace combustion methods – ei julkaistu suomeksi
Tuhkan sulamiskäyttäytyminen	EN 15370 Solid Biofuels - Method for the determination of ash melting behaviour (SST, DT, HT, FT) – ei vielä julkaistu ISO 540 Solid Mineral fuels - Determination of fusibility of ash – High temperature tube method – ei julkaistu suomeksi DIN 51730 Determination of fusibility of fuel ash (DIN 51730) – ei julkaistu suomeksi
Pääalkuaineet (Al, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, P ja Ti)	EN 15290 Solid Biofuels - Determination of major elements, (CEN/TS 15290) – ei julkaistu suomeksi
Hivenaineet (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Se, Te, V ja Zn)	EN 15297 Solid Biofuels - Determination of minor elements, (CEN/TS 15297) – ei julkaistu suomeksi
Analyysitulosten laskeminen eri tilaan	EN 15296 Kiinteät biopolttoaineet – Analyysitulosten laskenta eri tilaan – ei vielä julkaistu suomeksi

6.3 Turpeen tärkeimmät ominaisuudet

Kuvassa 37 on polttoturpeen keskimääräinen koostumus teknisen analyysin mukaan tehtynä. Polttoaineiden teknillinen analyysi on kosteuden, haihtuvien aineiden, kiinteän hiilen (erotus) ja tuhkan määrittäminen tarkoin määrättyillä menetelmillä. Teknistä analyysiä käytetään polttoaineen laatua arvioitaessa ja se antaa lämpöarvomääritysten ohella perustan polttoaineiden kaupalle. Lisäksi polttoaineesta määritetään alkuaineet, jotka ovat tärkeitä palamisen sekä päästöjen muodostumisen kannalta.

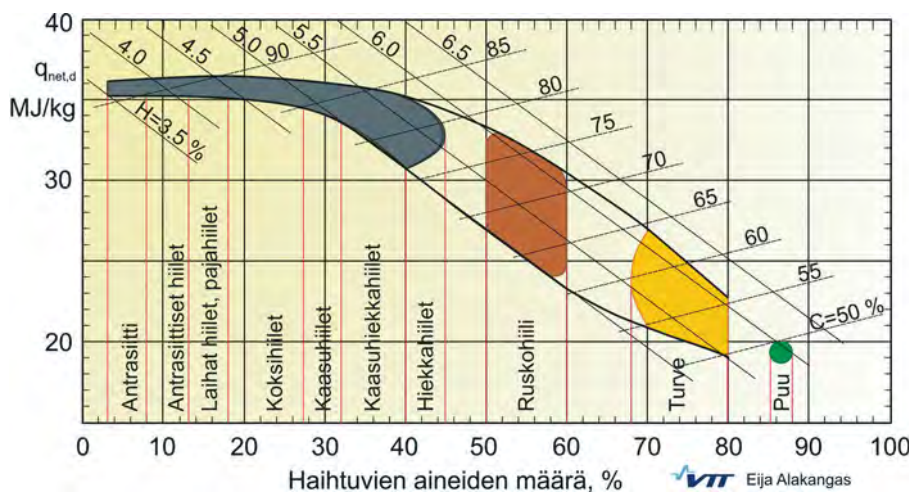
Turpeen koostumus ja rakenne vaihtelevat suuresti mm. turpeen kasvilajikoostumuksen ja maatumisasteen mukaan. Turve luokitellaan Suomessa kasvitieteellisen koostumuksen mukaan seuraaviin pääturvelajeihin: rahkaturpeisiin (S), saraturpeisiin (C) ja ruskosammalturpeisiin (B). Nämä kasvit voivat yksinään muodostaa turvelajin. Usein turvelaji kuitenkin koostuu kahdesta pääturvelajista. Turpeen eräs tärkeä ominaisuus on maatumisaste. Maatumisaste ilmoitetaan von Postin menetelmän mukaan ns. H-arvona, joka voi vaihdella 1:stä 10:een. H1 tarkoittaa täysin maatumatonta kasviainetta ja H10 täysin maatunutta turvetta.



Kuva 37. Turpeen koostumus teknisen analyysin perusteella (* osuus kuiva-aineesta) (Alakangas 2000).

Pääosa turpeesta on hiiltä. Kokonaishiilen määrä sisältäen myös haihtuvan hiilen on 53–56 prosenttia. Hiilipitoisuus vaihtelee turvelajin ja maatumisasteen mukaan (taulukko 3). Turpeen maatuessa hiilipitoisuus tavallisesti kasvaa. Keskimaatuneessa turpeessa hiiltä on keskimäärin 53,7 prosenttia. Rahkaturpeessa on runsaasti selluloosaa ja hemiselluloosaa (taulukko 4). Saraturpeessa on taas enemmän ligniiniä kuin rahkaturpeessa. Maatumisasteen kasvaessa lisääntyy ligniinin määrä, mutta selluloosan ja hemiselluloosan pitoisuudet alenevat. Turpeessa on vetyä 5–6 prosenttia, happea 30–40 prosenttia, rikkiä alle 0,3 prosenttia ja typpeä 0,6–3 prosenttia. Turpeen rikkipitoisuus on yleensä 0,1–0,2 prosenttia (taulukko 5). Joillakin alueilla, lähinnä Itä-Suomessa, rikkipitoisuus voi olla yli 0,3 prosenttia. Suuren hiilipitoisuuden takia turve palaa ”hitaammin” kuin puu.

Kuvassa 38 on esitetty turpeen ominaisuudet puuhun ja erilaisiin hiiliin verrattuna. Turve sijoittuu tärkeimpien ominaisuuksien perusteella puun ja erilaisten kivihiililajikkeiden väliin. Jyrsinturpeen päästökerroin on Tilastokeskuksen polttoaineiden luokituksessa (2011) jyrsinturpeelle 105,9 gCO₂/MJ, palaturpeelle 102 gCO₂/MJ ja puupelletille 97 gCO₂/MJ. Tilastokeskuksen luokitusta käytetään päästökaupassa. Päästökertoimeen vaikuttaa hiilen määrä, polttoaineen tehollinen lämpöarvo sekä kosteus. Vapo Oy ilmoittaa turvepelleteille päästökertoimeksi 97–99 gCO₂/MJ (taulukko 10).



Kuva 38. Kiinteiden polttoaineiden kuiva-aineen lämpöarvon, hiili- ja vetypitoisuuden sekä haihtuvien aineiden riippuvuus toisistaan (Alakangas 2000).

TAULUKKO 3. Turpeen maatumisasteen vaikutus hiilen, vedyn, typen ja hapen pitoisuuteen kuiva-aineessa (Seppälä ym. 1982, Taipale 1996).

Maatumisaste	Hiili (C)	Vety (H)	Typpi (N)	Happi (O ₂)
Vähän maatonut H1-2	48-50	5,5-6,5	0,5-1	38-42
Keskimaatonut H5-6	53-54	5,0-6,0	1-2	35-40
Maatonut H9-10	58-60	5,0-5,5	1-3	30-35

TAULUKKO 4. Maatumisasteen vaikutus turpeen koostumukseen (Arpiainen ym. 1986).

Aineosa	Vähän maatonut H1-2, % kuiva-aineesta	Keskimaatonut H5-6, % kuiva-aineesta	Maatonut H9-10, % kuiva-aineesta
Selluloosa	15-20	5-15	-
Hemiselluloosa	15-30	10-25	0-2
Ligniini ja sen kaltaiset aineet	5-40	5-30	5-20
Humusaineet	0-5	20-30	50-60
Bitumi (vahat ja hartsit)	1-10	5-15	5-20
Typpipitoiset aineet (proteiiniksi lask.)	3-14	5-20	5-25

TAULUKKO 5. Jyrsin- ja palaturpeen alkuainepitoisuudet kuiva-aineessa (Taipale 1996).					
Polttoaine	Hiili (C)	Vety (H ₂)	Typpi (N)	Happi (O ₂)	Rikki (S)
Jyrsinturve	54,5	5,58	2,01	32,6	0,19
Palaturve	55,7	5,69	1,97	32,7	0,17

Haihtuvia aineita turpeessa on vähemmän kuin puussa eli 65–70 prosenttia (kuva 37 ja 38). Edellä mainituista syistä turpeen kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo on suurempi kuin puun. Kuiva-aineen teholliseen lämpöarvoon vaikuttavat myös maatumisaste, turvelaji sekä hiili- ja tuhkapitoisuus. Maatuneisuuden kasvaessa lämpöarvo paranee. Samalla kuitenkin yleensä lisääntyy tuhkapitoisuus, mikä ainakin teoriassa alentaa lämpöarvoa. Turpeen kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo on noin 20–23 MJ/kg.

Jyrsinturpeen kosteus on ollut keskimäärin 47 prosenttia ja palaturpeen alle 40 prosenttia. Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa eli laitoksella on jyrsinturpeella keskimäärin 9,9 MJ/kg (0,91 MWh/i-m³) ja palaturpeella 12,5 MJ/kg (1,27 MWh/ i-m³). Jyrsinturpeen tiheys eli tilavuuspaino saapumistilassa on keskimäärin 321 kg/i-m³ ja palaturpeen 350 kg/i-m³. Turpeen tuhkapitoisuus on keskimäärin jyrsinturpeella noin 5 p-% ja palaturpeella pienempi, alle 5 p-%. (taulukot 6, 11–12).

TAULUKKO 6. Jyrsin- ja palaturpeen keskimääräisiä ominaisuuksia (Taipale 1996, Electrowatt-Ekono 2005).									
Lähde	Kosteuspitoisuus p-%	Tuhkapitoisuus kuiva-aineessa p-%	Haihtuvat aineet kuiva-aineessa p-%	Kalorimetrisen lämpöarvo kuiva-aineessa MJ/kg	Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa MJ/kg	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa. MJ/kg	Tilavuuspaino saapumistilassa, kg/m ³	Tilavuuspaino kuiva-aineessa kg/m ³	Energia-tiheys MWh/m ³
JYRSINTURVE									
VTT	48,5	5,1	68,6	22,1	20,9	9,6			
Ekono*	41,1	5,8			20,8	9,9	330	175	0,91
Vapo		5,1	68,9		21				
PALATURVE									
VTT	38,9	4,5	68,9	22,5	21,3	11,9			
Ekono*	39,5	4,8			21,2	11,9	385	233	1,27
Vapo		3,9			21,7				

*Energia-Ekono keräsi tietoja turpeen käyttäjiltä (painotetut keskiarvot vuosilta 1985–2005).

Turpeen tuhkapitoisuus vaihtelee kahdesta prosentista kymmeneen prosenttiin. Turpeessa oleva hiekka on tavallisesti kulkeutunut suolle veden ja/tai tuulen mukana tai sekoittunut polttoaineeseen käsittelyn ja kuljetuksen aikana. Määrään ja laatuun vaikuttavat mm. ympäristön happamuus, alueen soistumistapa, suotyyppi, suon kasvi- ja sammal-tyypit sekä ilman epäpuhtauslaskeumat. Hiekka on koostumukseltaan 70–90 prosenttisesti erittäin kovaa ja sulamispisteeltään korkeaa kvartsia (SiO₂) loppuosan ollessa tavallisimmissa kivilajeissa esiintyviä mineraaleja mm. albiittia. Turpeen rautapitoisuus on seurausta suovesien sisältämien humus- ja hiilihappojen aiheuttamasta mineraalimaan rapautumisesta. Rahkaturpeen tuhkapitoisuus on keskimäärin pienin ja saravaltaisten turpeiden suurin. Tuhka koostuu pääosin silikaateista sekä raudasta ja alumiinista, joistakin kunkin osuus on yli 10 prosenttia. Lisäksi kalsium-pitoisten yhdisteiden määrä saattaa ylittää satunnaisesti 10 prosenttia. Taulukossa 7 on polttoturpeen raskasmetallipitoisuuksia.

TAULUKKO 7. Polttoturpeen raskasmetallipitoisuudet kuiva-aineessa (mg/kg) (Taipale 1996).								
	Arseeni, As	Kadmium, Cd	Koboltti, Co	Kromi, Cr	Kupari, Cu	Nikkeli, Ni	Lyijy, Pb	Sinkki, Zn
Keskimääräinen pitoisuus	2,2	0,12	1,4	5,9	6	3,9	4,6	9
Keskihajonta	1,2	0,025	0,61	2,78	2,61	1,66	1,48	3,54
Minimi	0,2	0,03	0,1	0,9	1,4	0,8	0,6	2,8
Maksimi	9,3	0,2	3,7	24,9	16,5	16,7	9,9	36,5

Monipolttoainekattiloiden käytön yleistyessä syntyneet tuhkat ovat seostuhkia – yleisemmin turpeen ja puun seostuhkia. Tuhkia käytetään kaatopaikkarakenteissa, tierakentamisessa, muussa maarakentamisessa ja lannoitevalmisteena. Lannoitevalmisteena voidaan käyttää puhtaan puun, turpeen ja peltobiomassojen tuhkaa, joka täyttää maa- ja metsätalousministeriön lannoiteasetuksen MMMa 12/07 vaatimukset (taulukko 8). Lannoiteasetusta ollaan päivittämässä, joten uusin tieto löytyy maa- ja metsätalousministeriön nettisivuilta tai lakitietokannasta (www.finlex.fi).

Tuhkien laatu voi vaihdella paljon eri voimalaitosten välillä. Tuhkan fyysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin vaikuttavat etenkin polttoaineen koostumus ja laatu, mutta myös kattilatyyppi, polttotekniikka ja -parametrit sekä tuhkan talteenottojärjestelmä. Taulukossa 8 on esitelty

tyypillisiä metallipitoisuuksia turpeen ja puun polton tuhkille. Turvetuhkan käyttöä lannoitteena rajoittavat yleensä alhainen ravinnepitoisuus sekä lannoiteasetuksessa määriteltyä enimmäispitoisuutta korkeampi arseenipitoisuus. Metsälannoitteeksi soveltuvat parhaiten turve-puuseostuhtat, jotka muodostuvat poltettaessa puuta yli 50 prosentin osuudella. Turvetuhkassa on vähemmän kaliumia puutuhkaan verrattuna.

TAULUKKO 8. Turpeen ja puun lentotuhkan metallipitoisuuksia (Leinonen 2010).			
Ominaisuus	Turpeen ja puun seostuhka, mg/kg	Puun tuhka, mg/kg	MMMa 12/07 enimmäispitoisuudet metsätuhkalle, mg/kg
Arseeni, As	30–120	1–60	30
Barium, B	150–2 200	200–300	-
Kadmium, Cd	0,5–5,0	6–40	17,5
Koboltti, Co	10–50	3–200	-
Kromi, Cr	43–130	40–250	300
Kupari, Cu	60–200	50–300	700
Elohopea, Hg	0,3–2,0	0,02–1,00	1,0
Molybdeeni, Mo	10–50	15	-
Nikkeli, Ni	30–700	20–100	150
Lyijy, Pb	85–1 000	3–1 100	150
Seleeni, Se	< 10–26		-
Vanadiini, V	20–500	20–30	-
Sinkki, Zn	50–2 200	200–2 000	4 500

TAULUKKO 9. Turvetuhkan sulamiskäyttäytyminen hapettavassa ilmakehässä (Taipale 1996).							
Polttoainetyyppi	Tuhkan sulamiskäyttäytyminen (VTT), °C			Tuhkan sulamiskäyttäytyminen (Vapo), °C			
	Pehmenispiste A	Puolipallospiste B	Sulapiste C	Piste IT muodonmuutospiste	Piste ST, pehmenispiste	Piste HT, puolipallo	Piste FT, juoksevuuspiste
Jyrsinturve, keskiarvo	1 130	1 253	1 290				
minimi	1 100	1 200	1 205				
maksimi	1 190	1 375	1 430				
Palaturve, keskiarvo	1 136	1 273	1 308	1 158	1 218	1 252	1 292
minimi	1 040	1 145	1 175	1 100	1 130	1 160	1 180
maksimi	1 335	1 415	1 490	1 250	1 340	1 380	1 470

Kemiallisesti turve on hyvin reaktiokykyistä. Tätä turpeen ominaisuutta voidaan hyödyntää esimerkiksi turpeen kaasutuksessa ja turveammoniakin valmistuksessa. Myös koksauksessa saatava turvehiili on erittäin reaktiivista ja sitä voidaan käyttää metallien ja malmien pelkistykseen. Toisaalta turve reaktiivisuutensa takia syttyy helposti palamaan ja on kuivana ja hienojakoisena herkkää räjähtämään, ja siksi turpeen käyttöön liittyy tulipalo- ja pölyräjähdysvaara. Turve on myös hapanta (suomalaisen turpeen pH on 5–6) ja aiheuttaa siten korroosiota.

TAULUKKO 10. Turvepellettien ominaisuuksia ja analyysimenetelmä (Vapo Oy).			
Ominaisuus	NT ENVIR koodi	Tyypillinen arvo	Vaihteluväli
Mitat	D12 Halkaisija (D), mm Pituus, mm	$\leq 12 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ $5 \times D$	
	D15 Halkaisija (D), mm Pituus, mm	$\leq 15 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ $5 \times D$	
Kosteus, M, p-%	M20	15 p-%	13–20 p-%
Käsittelykestävyys, DU	DU95	$\geq 95 \%$	$\geq 95 \%$
Irtotiheys, BD	BD700	700 kg/i-m^3	$\pm 50 \text{ kg/i-m}^3$
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, Q	Q16.2	$4,7 \text{ kWh/kg}$ $\geq 16,9 \text{ MJ/kg}$	$4,4\text{--}5,0 \text{ kWh/kg}$ $15,1\text{--}18,0 \text{ MJ/kg}$
Energiatiheys, E		$> 3,3 \text{ MWh/m}^3$	$2,05\text{--}3,60 \text{ MWh/i-m}^3$
Haihtuvat aineet, V_d		69 %	67–73 %
Tuhka (550 °C), kuiva-aineesta	A6.0	3 %	1,1–6,0 %
Tuhkan sulamis-käyttäytyminen	Puolipallopiste HT	1 160 °C	1130–1390 °C
Rikki, S, kuiva-aineesta	S0.15	0,12 %	0,04–0,30 %
Typpi, N, kuiva-aineesta	N1.5	1,20 %	0,7–1,7 %
Kloori, Cl kuiva-aineesta	Cl 0.03	$< 0,03 \%$	0,0235–0,027 %
Kadmium, Cd	Cd 0.01	$\leq 0,01 \%$	
Hiili, C	54 %	49–56 %	
Päästökerroin, saapumistilassa		$97\text{--}99 \text{ g CO}_2/\text{MJ}$	$97\text{--}99 \text{ g CO}_2/\text{MJ}$
Cesium, Cs-137 Bq/kg kuiva-aineessa		< 80	10–340

Electrowatt-Ekono (nykyinen Pöyry) seurasi vuosittain myös toimitetun turpeen laatua kyselyllä käyttö- ja laatu-tietoja turpeen käyttäjiltä vuosina 1985–2005. Vuoden 1993 tietoja ei ole tilastoitu. Tilastointi lopetettiin energiamarkkinoiden vapautuessa vuonna 2005. Taulukoihin 11 ja 12 on koottu turpeen käyttäjien keskimääräisiä tietoja jyrsin- ja palaturpeen ominaisuuksista näiltä vuosilta. Taulukoissa 13–14 on turpeen ominaisuuksia verrattu muihin polttoaineisiin.

TAULUKKO 11. Jyrsinturpeen keskimääräisiä ominaisuuksia vuosilta 1985–1992 ja 1994–2005 (vuoden 1993 tietoja ei ole tilastoitu). (Electrowatt-Ekono Oy 2005).

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Keskiarvo
Määrä, GWh	7 650	8 820	8 593	8 364	8 061	10 165	11 702	11 312	13 986	15 645	19 538	19 276	15 831	13 887	10 619	16 492	18 914	22 210	15 186	11 986	254 400
Kuiva- aineen tehollinen lämpöarvo MJ/kg	21,0	20,9	20,9	20,9	20,9	20,8	21,0	20,9	20,9	20,8	20,8	20,7	21,0	20,7	20,6	20,7	20,7	20,7	20,9	21,0	20,8
Keskikos- teus p-%	49,8	49,5	50,2	51,2	48,4	47,1	48,1	49,3	47,1	46,3	46,0	46,3	46,5	46,9	46,1	46,5	44,9	45,0	47,0	48,5	47,1
Tehollinen lämpöarvo saapumis- tilassa MJ/kg	9,4	9,3	9,2	8,9	9,6	9,8	9,7	9,4	9,9	10,1	10,1	10,0	10,1	10,0	10,0	9,9	10,3	10,3	9,9	9,6	9,90
Kuiva- aineen tilavuus- paino kg/m ³	173	170	171	169	176	173	176	171	176	178	178	179	178	175	175	173	177	177	170	165	175
Tilavuus- paino saapumis- tilassa kg/m ³	345	337	344	346	342	328	340	337	332	331	330	333	333	330	325	323	321	321	321	320	330
Energia- tiheys MWh/m ³	0,9	0,87	0,88	0,86	0,91	0,89	0,92	0,88	0,91	0,92	0,93	0,93	0,93	0,90	0,90	0,89	0,92	0,92	0,89	0,86	0,91
Kuiva- aineen tuhka- pitoisuus (815°C)	4,7	5,1	5,1	5,3	5,5	5,6	5,5	5,5	5,6	5,5	5,7	5,5	5,8	6,4	5,9	6,8	6,3	5,8	5,9	5,7	5,8
Kuiva- aineen rikkipitoi- suus p-%	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	0,20	0,22	0,21	0,21	0,22	0,31	0,22	0,21	0,22	0,21	0,21	0,22

*Vuoden 1993 turveaineistoa ei ole tilastoitu ja vuoden 2005 kuukausien touko-joulukuun käyttömäärä perustuu arvioihin ja muut ominaisuuksiedot perustuvat tammi-huhtikuun aineistoihin.

Taulukko 12. Palaturpeen keskimääräisiä ominaisuuksia vuosilta 1985–1992 ja 1994–2005 (vuoden 1993 tietoja ei ole tilastoitu). (Electrowatt-Ekono Oy 2005).

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Keskiarvo
Määrä, GWh	994	1 011	961	611	645	863	718	838	2 175	2 217	1 505	1 570	360	489	192	191	139	389	95	27	15 730
Kuiva- aineen tehollinen lämpöarvo MJ/kg	21,7	21,2	20,7	21,0	20,3	21,2	21,2	21,8	21,3	20,7	21,2	21,1	21,4	21,9	21,9	21,5	21,3	22,1	20,7	20,7	21,2
Keskikos- teus p-%	39,9	40,9	42,4	41,1	37,5	37,8	39,4	40,6	40,5	38,1	38,4	37,7	39,4	41,8	39,0	37,0	35,3	34,5	35,4	35,2	39,5
Tehollinen lämpöarvo saapumis- tilassa MJ/kg	12,0	11,5	10,9	11,4	11,7	12,3	11,9	11,9	11,7	11,9	12,1	12,3	12,0	11,7	12,4	12,6	12,9	13,6	12,5	13,6	11,9
Kuiva- aineen tilavuus- paino kg/m ³	238	230	227	230	242	237	231	233	231	239	239	242	234	218	223	226	225	228	226	233	233
Tilavuus- paino saapumis- tilassa kg/m ³	397	390	394	391	387	382	381	392	389	386	387	389	387	374	366	358	348	348	350	360	385
Energia- tiheys MWh/m ³	1,33	1,25	1,19	1,23	1,26	1,30	1,26	1,30	1,26	1,27	1,30	1,32	1,29	1,21	1,26	1,26	1,25	1,31	1,22	1,36	1,27
Kuiva- aineen tuhka- pitoisuus p-%	5,6	5,3	5,1	5,2	5,0	4,9	4,5	4,6	4,9	4,9	4,5	5,1	3,7	4,2	3,6	3,4	2,9	2,8	2,9	2,7	4,8
Kuiva- aineen rikkipitoi- suus p-%	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,20	0,21	0,21	0,20	0,20	0,23	0,23	0,20

*Vuoden 1993 turveaineistoa ei ole tilastoitu ja vuoden 2005 kuukausien touko-joulukuun käyttömäärä perustuu arvioihin ja muut ominaisuustiedot perustuvat tammi-huhtikuun aineistoihin.

Taulukko 13. Eri polttoaineiden tärkeimpien ominaisuuksien vertailu (VTT & Vapo Oy).

Polttoaine	Kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo kWh/kg (kosteus 0 %) $q_{p,net,d}$	Kosteus saapumistilassa (M_{ai})	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (käyttökosteudessa) kWh/kg $q_{p,net,ar}$	Irttoiheys (BD) kg/irto- m^3	Energiatiheys saapumistilassa E_{ar} (MWh/irto- m^3)	Tuhkapitoisuus, (A) kuiva-aineesta, %
Kivihiiili	7,75	10	6,89	-	-	14,0
Raskas polttoöljy	11,39-11,47	0,3-0,5	11,36-11,44	920-1 020	-	0,4
Kevyt polttoöljy	10,2 kWh/litra	0,01-0,02	11,78	870	-	0,01
Jyrsinturve	5,78	46,5	2,78	330	0,91	5,9
Palaturve	5,90	39,0	3,33	380	1,30	4,5
Turvellletti	5,48-5,83	14-18	4,20-5,20	680-750	3,00-3,70	2,0-6,0
Sahanpuru	5,28-5,33	45-60	0,60-2,77	250-350	0,45-0,70	0,4-0,5
Koivunkuori	5,83-6,39	45-55	2,22-3,06	300-400	0,60-0,90	1,0-3,0
Havupuun kuori	5,14-5,56	50-65	1,38-2,50	250-350	0,50-0,70	1,0-3,0
Vanerimurske	5,28-5,33	5-15	4,44-5,00	200-300	0,90-1,10	0,4-0,8
Puupelletit	5,24-5,42	6-9	4,70-5,05	600-650	2,80-3,30	0,1-0,5
Rankahake	5,14-5,56	40-55	1,94-3,06	250-350	0,70-0,90	0,5-2,0
Polttopuu (uunivalmis)	5,14-5,28	20-25	3,72-4,03	240-320	1,35-1,70	0,5-1,2
Hakkuutähdehake	5,14-5,56	50-60	1,67-2,50	250-400	MWh/pino- m^3 0,70-0,90	1,0-3,0
Kokopuuhake	5,14-5,56	45-55	1,94-2,78	250-350	0,70-0,90	1,0-2,0
Ruokohelpi (kevätkorjattu)	4,8-5,2	10-25	3,50-4,60	60-80	0,30	1,0-8,0
Energiajyvä	4,8	11	4,30	600	2,60	2,0
Oliki, silputtu	4,83	17-25	3,44-3,89	80	0,30-0,40	5,0
Kierrätyspolttoaine (SRF)	4,72-10,28	15-35	3,61-9,72	150-250	0,70-1,00	3,0-7,0
Kotitalouden kuiva jäte	5,14-6,50	25-36	3,25-4,69	150-200	0,70-1,00	5,3-16,1

1 kWh/kg = 1 MWh/t = 3,6 MJ/kg

Taulukko 14. Eri polttoaineiden kemiallisia ominaisuuksia (VTT & Vapo Oy).

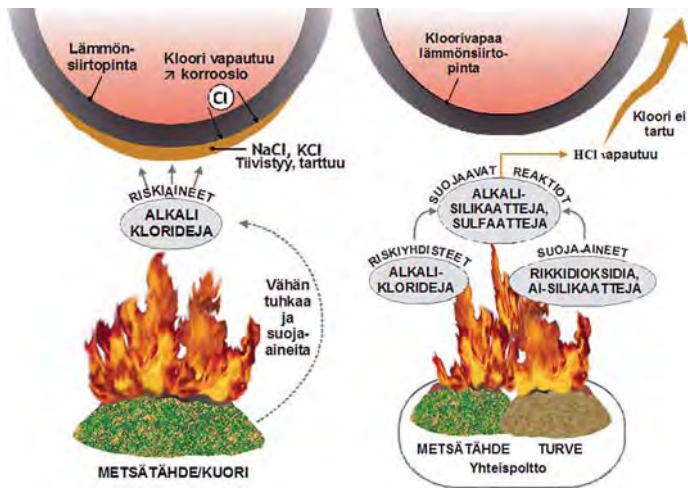
Polttoaine	Hilii, C, (p-%, kuiva- aineesta)	Vety, H ₂ (p-%, kuiva- aineesta)	Rikki, S (p-%, kuiva- aineesta)	Typpi, N (p-%, kuiva- aineesta)	Kloori, Cl (p-%, kuiva- aineesta)	Natrium, Na (p-%, kuiva- aineesta)	Kalium, K (p-%, kuiva- aineesta)
Kivihiihi	68-78 (keskimäärin 71,5)	3,5-5,0 (keskimäärin 4,5)	< 0,5	0,8-1,5 (keskimäärin 1,3)	0,10	0,012	0,003
Raskas polttoöljy	88,4	10,1	0,8-0,95	0,3-0,4	-	<0,0004	-
Kevyt polttoöljy	86,2	13,7	0,1	0,01-0,03	-	-	-
Polttoturve	52-56	5,0-6,5	0,05-0,3	1,0-3,0	0,02-0,06	0,007	0,02
Sahanpuru	48-52	6,2-6,4	<0,05	0,3-0,4	0,01-0,03	0,001-0,005	0,02-0,15
Kuori	48-52	6,2-6,8	<0,05	0,3-0,5	0,01-0,05	0,007-0,020	0,10-0,50
Vanerimurske	48-52	6,2-6,4	<0,05	0,1-0,5	< 0,05	0,250-0,500	0,70
Puupelletit	49-50	6,0-6,1	<0,007	< 0,16	0,01-0,03	0,001-0,002	0,02-0,15
Polttopuu	48-52	6,0-6,5	< 0,05	0,3-0,5	0,01-0,03	0,001-0,002	0,02-0,15
Rankahake	48-52	5,4-6,0	<0,06	0,3-0,5	0,01-0,03	0,001-0,002	0,02-0,15
Hakkuutähdehake	48-52	6,0-6,2	<0,05	0,3-0,5	0,01-0,04	0,075-0,030	0,10-0,40
Kokopuuhake	48-52	5,4-6,0	<0,05	0,3-0,5	0,01-0,03	0,001-0,002	0,02-0,15
Ruokohelpi (kevätkorjattu)	45-50	5,4-6,2	0,04-0,17	0,3-2,0	0,01-0,09	<0,002-0,04	<0,08-0,60
Energiajyvä	45	6,5	0,14	2,0	0,04	0,002-0,005	0,40-1,00
Olki, silputtu	45-47	5,8-6,0	0,01-0,13	0,4-0,6	0,14-0,97	0,010-0,600	0,69-0,30
Kierrätyspolttoaine (SRF)	45-56	5-9	0,05-0,20	0,2-0,9	0,10-0,90	0,001-0,005	0,001-0,002
Kotitalouden kuivajäte	47,1-53,5	6,1-7,2	0,08-0,22	0,67-1,07	0,20-1,50	0,001-0,005	0,001-0,004

6.4 Turve seospolttoaineena

Suomessa turvetta ja puuta poltetaan yleisimmin seospolttoaineena leijukerroskattiloissa. Polttoaineanalyysit antavat tietoa polttoaineen aiheuttamasta riskistä muodostaa kerrostumia, joiden vaikutuksesta lämmönsiirtopinnat saattavat vaurioitua ja likaantua. Lisäksi leijupetihiekka voi tarttua yhteen ja aiheuttaa jopa kattilan alasajon. Alkuaineanalyysi paljastaa mm. riskiaineiden kuten kloorin (Cl), natriumin (Na) ja kaliumin (K) ja suoja-aineiden kuten alumiinin (Al), piin (Si) ja rikin (S) määrät sekä kokonaistuhkapitoisuuden. Hälytyttävä raja on kun klooria on yli 0,02 p-% polttoaineissa, joiden suoja-ainesisältö on alhainen. Suoja-aineita on runsaasti tyypillisessä turpeessa ja kivihielessä. Puussa, ruokohelvessä, oljessa ja kuoressa niitä on vähän. Jos polttoaineessa on runsaasti kalsiumia (Ca), se voi estää rikin suojaavan vaikutuksen. Polttoaineiden kemiallisella tarkastelulla voidaan selvittää tuhkaa muodostavien alkuaineiden sitoutumista ja siten mm. niiden höyrystymisherkkyyttä ja reaktiivisuutta (Aho ym. 2001).

Kalium-, natrium- ja klooripitoisuuden määrittäminen on tärkeää. Biopolttoainekattiloiden valmistajat ilmoittavat yleensä korkeimman sallitun reaktiivisen eli liukenevan kaliumin ja natriumin yhteenlasketun (K+Na-summapitoisuus) osuuden polttoaineen kuiva-aineesta. Kun biopolttoaineen K+Na-pitoisuuden yhteenlaskettu summa ylittää 0,3 p-% (> 3 000 mg/kg), ja lisäksi polttoaineessa on klooria yli 0,02 p-%, aiheutuu tästä yleensä ongelmia ellei tätä ole huomioitu kattilan suunnittelussa (ks. taulukko 14).

Turpeen suojaavat alkuaineet estävät kloorin kerrostumista. Kuvassa 39 on kuvattu, miten kloori pääsee kerrostumaan lämmönsiirtopinnoille, jos suojaavia alkuaineita ei ole riittävästi (kuten kuoren ja metsätähdehakkeen seoksia poltettaessa saattaa tapahtua), ja miten turpeen sisältämät suoja-aineet vapauttavat kloorin alkaliklorideista suolahapoksi, missä muodossa se poistuu tulipesästä.



Kuva 39. Yksinkertaistettu kuvaus tapahtumista tulipesässä, jos polttoaineseos ei sisällä tarpeeksi suoja-aineita estämään kloorin kerrostumista (vasen) ja jos toinen polttoaine yhteispoltossa luovuttaa näitä kloorin kerrostumista estäviä suoja-aineita (oikea). (Aho ym. 2001.)

LÄHTEET

Lähteet

Aho, M., Taipale, R., Lybeck, E., Veijonen, K., Paakkinen, K., Lauren, T., Skrifvars, B.-J., Zevenhoven, M., Hupa, M., Janka, K., Eteläaho, R., Silvennoinen, J., Häyrinen, V., Hernberg, R., Kouki, J. & Saari, K. 2001. Uuden ennustusmenetelmän kehittäminen kerrostumanmuodostukselle. VTT raportteja 28/2001.

Alakangas, E. & Hölttä, P. 1997. Energiaturpeen tuotantotekniikka. Koulutusaineisto. VTT Energia. Tutkimusselostus ENE39/T0081/97. Jyväskylä.

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettyjen polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Tiedotteita 2045.

Arpiainen, V., Kyllönen, H. & Nissilä, M. 1986. Turpeen, puun, kuoren ja ligniinin flash-pyrolyysi. Osa 1. Tutkimusten nykytila ja arvio teollisista sovellusmahdollisuuksista. VTT. Tutkimuksia 455. Espoo.

Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävän ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi. 2011. Maa- ja metsätalousministeriö. Työryhmämuistio MMM 2011:1. Helsinki.

Electrowatt-Ekono. 2005. Biopolttoaineiden käyttövaliokunta. Turpeen ja puun käyttö vuonna 2004 ja käyttöarvot vuodelle 2005. Raportti 60K04782.01-Q060-018.

Energian hankinta, kulutus ja hinnat. 2011. Tilastokeskus. Viitattu 10.5.2011. [Http://tilastokeskus.fi/til/ehkh/index.html](http://tilastokeskus.fi/til/ehkh/index.html).

Hillebrand, K. & Frilander, P. 1997. Suon ja turpeen kuivaus. VTT Energia. Tutkimusselostus ENE32/T0002/97. Jyväskylä.

Klemetti, V. & Sänkiäho, K. 1992. Myyräsalaojituksen ja pumppukuivatuksen soveltuvuus turvetuotantosoon kuivatukseen. Optimiturve-tutkimusohjelma Raportteja 47.

Leinonen, A. 1991. OPTIMITURVE - Auringon energiaan perustuva turvetuotanto, Väliraportti 1988–1990. KTM Katsauksia B:26. Helsinki.

Leinonen, A. (toim.) 2010. Turpeen tuotanto ja käyttö. Yhteenveto selvityksistä. VTT Tiedotteita 2550.

Myllyntaus, M. 2009. Vapo Oy:n turvetuotantoalueiden ympäristönsuojelun tila ja sen parantaminen Saarijärven reitillä. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

NT ENVIR 009:fi Energiaturpeen laatuohje. Polttoaineluokitus ja laadunvarmistus, näytteenotto ja ominaisuuksien analysointi.

Paappanen, T. & Erkkilä, A. 2007. Jyrsinturpeen aumaus- ja varastointiohje. VTT. Tutkimusraportti VTT-R-10801-07.

Polttoaineiden luokitus. 2011. Tilastokeskus Viitattu 31.3.2011. [Http://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html](http://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html)

Seppälä, R., Äijälä, M. & Asplund, D. 1982. Jyrsinturpeen käsittely ja polttotekniikka Suomessa, Irlannissa ja Neuvostoliitossa. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedotteita 63. Espoo.

SFS EN 14961-1:2010. Kiinteät biopolttoaineet, Laatuvaatimukset ja luokat. Osa 1: Yleiset vaatimukset.

SM-2006-03459/Tu-312. Ohje turvetuotantoalueiden paloturvallisuudesta. Taipale, R. 1996. Kiinteiden polttoaineiden ominaisuudet. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto.

Turveteollisuusliitto ry. Turveteollisuusliiton Internet-sivut. Viitattu 20.05.2011. [Http://www.turveteollisuusliitto.fi](http://www.turveteollisuusliitto.fi), yleistietoa soista ja turpeesta, soiden käyttö Suomessa.

Turvetuotannon vesienkäsittelymenetelmäkuvaukset. 2009. Turveteollisuusliiton Internet-sivut. Viitattu 13.3.2011. [Http://www.turveteollisuusliitto.fi](http://www.turveteollisuusliitto.fi), ohjeita.

Viitanen, R. 2003. Käytetyn aumanpeittomuovin käsittely turvetuotantoalueella. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Virtanen, K., Hänninen, P. Kallinen, R-L. Vartiainen, S. Herranen, T. & Jokisaari, R. 2003. Suomen turvevarat 2000. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 156.

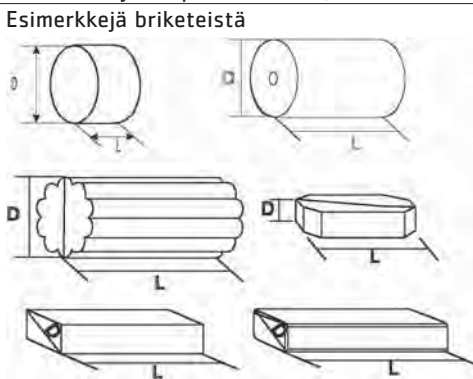
Von Post, L. 1922. Sveriges Geologiska Undersöknings torvinventering och några av dess hittills vunna resultat. Svenska Mosskulturforeningens Tidskrift 1, 1–27.

Väyrynen, T. Aaltonen, R. Haavikko, H. Juntunen, M. Kalliokoski, K. Niskala, A. & Tukiainen, O. 2008. Turvetuotannon ympäristönsuojeluopas. Pohjois-Pohjanmaan Ympäristökeskus.

LIITTEET


LIITE 1. Ominaisuuksien laatuluokat briketeille (NTENVIR 009)

Velvoittavat	Päätaulukko	
	Alkuperä	Puhdas energiaturve tai seos seuraavista: EN 14961-1:2010 standardin taulukon 1 mukaan määritetty puu- tai kasvibiomassa. Jokaisen jakeen osuus on ilmoitettava.
	Kauppanimike (katso taulukko 2)	
	Briketti	
	Mitat (mm)	Halkaisija (D) tai vastaava (vinohalkaisija tai poikkileikkaus)
	D40	$25 \leq D \leq 40$
	D50	$40 < D \leq 50$
	D60	$50 < D \leq 60$
	D80	$60 < D \leq 80$
	D100	$80 < D \leq 100$
	D125	$100 \leq D \leq 125$
	D125+	≤ 125 , todellinen arvo ilmoitettava
		Pituus (L)
	L50	≤ 50
	L100	≤ 100
	L200	≤ 200
	L300	≤ 300
	Kosteus (p-% saapumistilassa)	
	M10	≤ 10 %
	M15	≤ 15 %
M20	≤ 20 %	
Tuhka (p-% kuiva-aineesta)		
A2.0	$\leq 2,0$ %	
A4.0	$\leq 4,0$ %	
A6.0	$\leq 6,0$ %	
A8.0	$\leq 8,0$ %	
A10.0	≤ 10 %	
A10.0+	$> 10,0$ %, todellinen arvo ilmoitettava	
Rikki (p-% kuiva-aineesta)		
S0.15	$\leq 0,15$ %	
S0.20	$\leq 0,20$ %	
S0.25	$\leq 0,25$ %	
S0.30	$\leq 0,30$ %	
S0.35	$\leq 0,35$ %	
S0.40	$\leq 0,40$ %	
S0.45	$\leq 0,45$ %	
S0.50	$\leq 0,50$ %	
S0.50+	$> 0,50$ %, todellinen arvo ilmoitettava	
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg (=MWh/t)) ^a		
Q18.0	$\geq 18,0$ ($\geq 5,0$ MWh/t)	täyttää M10-kosteusvaatimukset
Q16.2	$\geq 16,2$ ($\geq 4,5$ MWh/t)	täyttää M15-kosteusvaatimukset
Q14.4	$\geq 14,4$ ($\geq 4,0$ MWh/t)	täyttää M20-kosteusvaatimukset
Lisäaineet (p-% puristusmassasta)		
Puristuksen apuaineiden, kuonaantumisenestoaineiden ja muiden mahdollisten lisäaineiden, kuten pölynestoaineiden, tyyppi ja määrä on ilmoitettava.		



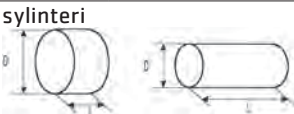
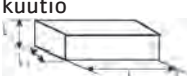

Opastavat	Typpi, (p-% kuiva-aineesta)	
	N1.0	≤ 1,0 %
	N1.5	≤ 1,5 %
	N2.0	≤ 2,0 %
	N2.5	≤ 2,5 %
	N3.0	≤ 3,0 %
	N3.0+	> 3,0 %, todellinen arvo ilmoitettava
	Kiintotiheys (kg/dm ³)	
	DE0.8	0,80–0,99 kg/dm ³
	DE1.0	1,00–1,09 kg/dm ³
	DE1.1	1,10–1,19 kg/dm ³
	DE1.2	≤ 1,20 kg/dm ³
	Irtotiheys saapumistilassa (kg/irto-m ³)	Suosittelaa ilmoitettavaksi, jos kauppaa käydään tilavuuden perusteella.
	Tuhkan sulamiskäyttäytyminen (hapettava ilmakehä), muodonmuutos- lämpötila (DT) °C	DT on suositeltavaa ilmoittaa, jos lämpötila on <1100 °C. HUOM: Kaikki tyyppilliset lämpötilat ja käytetyt testausmenetelmät (ISO tai CEN) on suositeltavaa ilmoittaa.
	Kloori, Cl (p-% kuiva-aineesta)	Klooripitoisuus on suositeltavaa ilmoittaa jonain seuraavista laatu-luokista: Cl 0.03, Cl 0.05, Cl 0.07, Cl 0.10 tai Cl 0.10+ (jos Cl > 0,10 %, todellinen arvo ilmoitettava).
^a Tehollisen lämpöarvon (kuiva-aineesta) vähimmäisvaatimus ≥ 18 MJ/kg. Jos turve jyrsitään ennen puristusta, se on ilmoitettava.		

LIITE 2. Ominaisuuksien laatuluokat pelleteille (NT ENVIR 009)

Velvoittavat	Päätaulukko	
	Alkuperä	Puhdas energiaturve tai seos seuraavista: EN 14961-1:2010 standardin :n taulukon 1 mukaan määritetty puu- tai kasvibiomassa. Jokaisen jakeen osuus on ilmoitettava.
	Kauppanimike (katso taulukko 2)	Pelletti
	Mitat (mm)	
	Halkaisija (D) ja pituus (L) ^a	
	D06	6 mm ± 0,5 mm ja L ≤ 5 x halkaisija
	D08	8 mm ± 0,5 mm ja L ≤ 5 x halkaisija
	D10	10 mm ± 0,5 mm ja L ≤ 5 x halkaisija
	D12	12 mm ± 1,0 mm ja L ≤ 5 x halkaisija
	D14	14 mm ± 1,0 mm ja L ≤ 5 x halkaisija
	D25	25 mm ± 1,0 mm ja L ≤ 4 x halkaisija
	Kosteus (p-% saapumistilassa)	
	M10	≤ 10 %
	M15	≤ 15 %
	M20	≤ 20 %
	Tuhka (p-% kuiva-aineesta)	
	A2.0	≤ 2,0 %
	A4.0	≤ 4,0 %
	A6.0	≤ 6,0 %
	A8.0	≤ 8,0 %
	A10.0	≤ 10 %
	A10.0+	> 10,0 %, todellinen arvo ilmoitettava
	Rikki (p-% kuiva-aineesta)	
	S0.15	≤ 0,15 %
	S0.20	≤ 0,20 %
	S0.25	≤ 0,25 %
	S0.30	≤ 0,30 %
	S0.35	≤ 0,35 %
	S0.40	≤ 0,40 %
	S0.45	≤ 0,45 %
	S0.50	≤ 0,50 %
	S0.50+	> 0,50 %, todellinen arvo ilmoitettava
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg (= MWh/t)) ^b		
Q18.0	≥ 18,0 (≥ 5,0 MWh/t)	täyttää M10-kosteusvaatimukset
Q16.2	≥ 16,2 (≥ 4,5 MWh/t)	täyttää M15-kosteusvaatimukset
Q14.4	≥ 14,4 (≥ 4,0 MWh/t)	täyttää M20-kosteusvaatimukset
Mekaaninen kestävyys (p-% pelleteistä testauksen jälkeen)		
DU95.0	≤ 95,0 %	
DU90.0	≤ 90,0 %	
DU90.0-	≤ 90,0 %, todellinen arvo ilmoitettava	
Hienoaineksen määrä (p-%, < 3,15 mm) tehtaan portilla ^b		
F2.0	≤ 2,0 %	^b viimeisessä paikassa, jossa näytteitä voidaan käytännössä ottaa
F4.0	≤ 4,0 %	
F4.0+	> 4,0 %, todellinen arvo ilmoitettava	
Lisäaineet (p-% puristusmassasta)		
Puristuksen apuaineiden, kuonaantumisenestoaineiden ja muiden mahdollisten lisäaineiden, kuten pölynestoaineiden, tyyppi ja määrä on ilmoitettava.		

Opastavat	Typpi, (p-% kuiva-aineesta)	
	N1.0	≤ 1,0 %
	N1.5	≤ 1,5 %
	N2.0	≤ 2,0 %
	N2.5	≤ 2,5 %
	N3.0	≤ 3,0 %
	N3.0+	> 3,0 %, todellinen arvo ilmoitettava
	Tuhkan sulamiskäyttäytyminen (hapettava ilmakehä), muodonmuutos-lämpötila (DT) °C	DT on suositeltavaa ilmoittaa, jos lämpötila on <1100 °C. HUOM: Kaikki tyypilliset lämpötilat ja käytetyt testausmenetelmät (ISO tai CEN) on suositeltavaa ilmoittaa.
	Kloori, Cl (p-% kuiva-aineesta)	Klooripitoisuus on suositeltavaa ilmoittaa jonain seuraavista laatuoluokista: Cl 0.03, Cl 0.05 tai Cl 0.07, Cl 0.10 tai Cl 0.10+ (jos Cl > 0,10 %, todellinen arvo ilmoitettava).
	Irtotiheys saapumistilassa (kg/irto-m ³)	Suosittelavaa ilmoittaa, mikäli pellettejä myydään tilavuuden mukaan. BD 500, BD 600, BD 700
^a Enintään 20 p-% pelleteistä saa olla pituudeltaan 7,5 x halkaisija. ^b Tehollisen lämpöarvon (kuiva-aineesta) vähimmäisvaatimus ≥ 18 MJ/kg. Jos turve jyrsitään ennen puristusta, se on ilmoitettava.		

LIITE 3. Ominaisuuksien laatuluokat palaturpeelle (NTENVIR 009)

Velvoittavat	Päätaulukko		
	Alkuperä	Turve	
	Kauppanimike	Palaturve	
	Mitat (mm) ^a		
	Muoto	Halkaisija (D) / pituus (L)	
		P40	≤ 40 mm ja $L \leq 5$ x halkaisija
		P60	≤ 60 mm ja $L \leq 5$ x halkaisija
		P80	≤ 80 mm ja $L \leq 5$ x halkaisija
	kuutio	P30	$L1 \leq 30$ mm, $L2 \leq 40$ mm $L3 \leq 200$ mm
			
	kaari (lainepalaturve)	P70	$L1 \leq 250$ mm, $L2 \leq 70$ mm $L3 \leq 250$ mm
			
	Ylisuuret kappaleet (% painosta), ylisuurien rakeiden enimmäispaino yksittäisessä kuormassa		
	OP0.5	$\leq 0,5$ %	
	OP1.0	$\leq 1,0$ %	
Ylisuuret kappaleet, yksittäisen rakeen suurin mitta ja suurimpien mittojen summa (mm)			
MD300	300 mm ja suurimpien mittojen summa 450 mm		
MD500	500 mm ja suurimpien mittojen summa 700 mm		
MD700	700 mm ja suurimpien mittojen summa 900 mm		
Kosteus (p-% saapumistilassa)			
M30	$20 \leq M \leq 30$ %		
M38	$25 \leq M \leq 38$ %		
M47	$30 \leq M \leq 47$ %		
M55	$40 \leq M \leq 55$ %		
Tuhka (p-% kuiva-aineesta)			
A2.0	$\leq 2,0$ %		
A4.0	$\leq 4,0$ %		
A6.0	$\leq 6,0$ %		
A8.0	$\leq 8,0$ %		
A10.0	≤ 10 %		
A10.0+	$> 10,0$ %, todellinen arvo ilmoitettava		
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg (= MWh/t)) ^{b, c}			
Q14.0	$\geq 14,0$ ($\geq 3,9$ MWh/t)	täyttää M30-kosteusvaatimukset	
Q12.0	$\geq 12,0$ ($\geq 3,3$ MWh/t)	täyttää M38-kosteusvaatimukset	
Q10.0	$\geq 10,0$ ($\geq 2,8$ MWh/t)	täyttää M47-kosteusvaatimukset	
Q8.0	$\geq 8,0$ ($\geq 2,2$ MWh/t)	täyttää M55-kosteusvaatimukset	
tai energiatiheys saapumistilassa (E) (MWh/irto-m ³)			
E1.30	$\geq 1,30$ MWh/irto-m ³	täyttää M30-kosteusvaatimukset	
E1.15	$\geq 1,15$ MWh/irto-m ³	täyttää M38-kosteusvaatimukset	
E1.00	$\geq 1,00$ MWh/irto-m ³	täyttää M47-kosteusvaatimukset	
E0.80	$\geq 0,80$ MWh/irto-m ³	täyttää M55-kosteusvaatimukset	
Hienoaineksen määrä (p-%, < 20 mm P40–P80-luokissa ja < 5 mm P30-luokassa) tuotannon jälkeen tehtaan portilla			
F5.0	$\leq 5,0$ %		
F10.0	$\leq 10,0$ %		
F15.0	$\leq 15,0$ %		
F15.0+	$> 15,0$ %, todellinen arvo ilmoitettava		

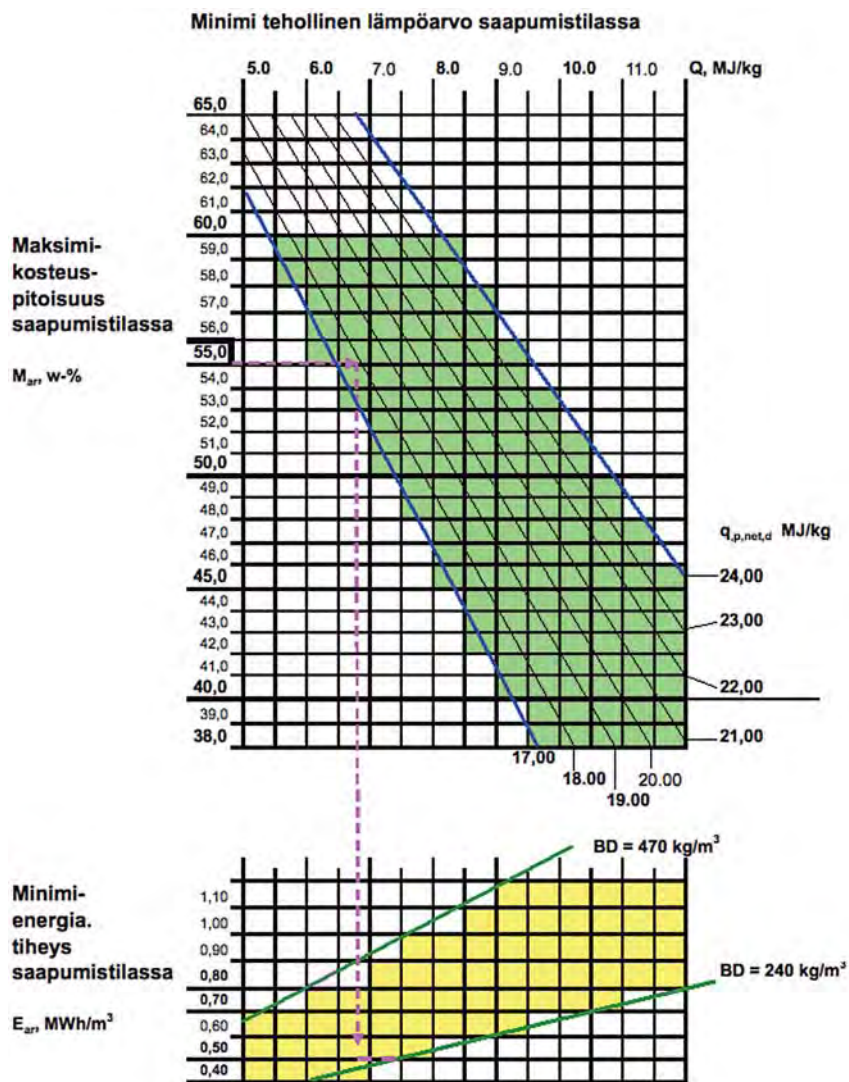
Velvoittavat	Rikki (p-% kuiva-aineesta)	
	S0.15	≤ 0,15 %
	S0.20	≤ 0,20 %
	S0.25	≤ 0,25 %
	S0.30	≤ 0,30 %
	S0.35	≤ 0,35 %
	S0.40	≤ 0,40 %
	S0.45	≤ 0,45 %
	S0.50	≤ 0,50 %
S0.50+	> 0,50 %, todellinen arvo ilmoitettava	
Opastavat	Typpi (p-% kuiva-aineesta)	
	N1.0	≤ 1,0 %
	N1.5	≤ 1,5 %
	N2.0	≤ 2,0 %
	N2.5	≤ 2,5 %
	N3.0	≤ 3,0 %
	N3.0+	> 3,0 %, todellinen arvo ilmoitettava
	Irtotiheys saapumistilassa (kg/irto-m ³)	Suosittelavaa ilmoittaa, jos palaturvetta myydään tilavuuden mukaan jossain seuraavista laatuluokista: (BD280, BD300), enintään BD550.
	Kloori, Cl (p-% kuiva-aineesta)	Klooripitoisuus on suositeltavaa ilmoittaa jonain seuraavista laatuluokista: Cl 0.03, Cl 0.05 tai Cl 0.07, Cl 0.10 tai Cl 0.10+ (jos Cl > 0,10 %, todellinen arvo ilmoitettava).
	Tuhkan sulamiskäyttäytyminen (hapettava ilmakehä), muodonmuutoslämpötila (DT) °C	DT on suositeltavaa ilmoittaa, mikäli lämpötila on <1100 oC. HUOM: Kaikki tyypilliset lämpötilat ja käytetyt testausmenetelmät (ISO tai CEN) on suositeltavaa ilmoittaa.
^a Lainepalaturpeen piirros esittää turpeen tuotantovaihetta. Toimitettava turvepala hajotetaan 2–4 osaan. ^b Valitaan joko tehollinen lämpöarvo saapumistilassa tai energiatiheys. ^c Tehollisen lämpöarvon (kuiva-aineesta) vähimmäisvaatimus ≥ 18 MJ/kg.		

LIITE 4. Ominaisuuksien laatuluokat jyrshinturpeelle

Velvoittavat	Päätaulukko		
	Alkuperä	Turve	
	Kaupanimike	Jyrshinturve	
	Ylisuuret rakeet ^a		
	Ylisuuret kappaleet (OP), paino (p-%), ylisuurien kappaleiden enimmäispaino yksittäisessä kuormassa		
	OP0.5	≤ 0,5 %	
	OP1.0	≤ 1,0 %	
	Ylisuuret kappaleet, yksittäisen kappaleen suurin mitta ja suurimpien mittojen summa (mm)		
	MD400	400 mm ja suurimpien mittojen summa 600 mm	
	MD750	750 mm ja suurimpien mittojen summa 1000 mm	
	MD1000	1000 mm ja suurimpien mittojen summa 1500 mm	
	Kosteus (p-% saapumistilassa) (liite E)		
	M45	40 ≤ M ≤ 45 %	yksittäisessä kuormassa enintään 50 %, vähintään 38 %
	M50	40 ≤ M ≤ 50 %	yksittäisessä kuormassa enintään 55 %, vähintään 38 %
	M55	45 ≤ M ≤ 55 %	yksittäisessä kuormassa enintään 60 %, vähintään 38 %
	M60	50 ≤ M ≤ 60 %	yksittäisessä kuormassa enintään 65 %, vähintään 38 %
	Tuhka (p-% kuiva-aineesta)		
	A2.0	≤ 2,0 %	
	A4.0	≤ 4,0 %	
	A6.0	≤ 6,0 %	
	A8.0	≤ 8,0 %	
	A10.0	≤ 10,0%	
	A10.0+	> 10,0 %, todellinen arvo ilmoitettava	
	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg ^b = MWh/t)		
	Q10.0	≥ 10 MJ/kg (≥ 2,8 MWh/t)	täyttää M45-kosteusvaatimukset
	Q8.0	≥ 8 MJ/kg (≥ 2,2 MWh/t)	täyttää M50-kosteusvaatimukset
	Q6.0	≥ 6 MJ/kg (≥ 1,7 MWh/t)	täyttää M55-kosteusvaatimukset
	Q5.0	≥ 5 MJ/kg (≥ 1,4 MWh/t)	täyttää M60-kosteusvaatimukset
	Q5.0-	< 5,0 MJ/kg (< 1,4 MWh/t)	kosteuspitoisuus ≥ 60 p-%
	tai energiatiheys (E) (MWh/irto-m ³) ^c		
	E0.8	≥ 0,8 MWh/irto-m ³	täyttää M45-kosteusvaatimukset
	E0.7	≥ 0,7 MWh/irto-m ³	täyttää M50-kosteusvaatimukset
E0.5	≥ 0,5 MWh/irto-m ³	täyttää M55-kosteusvaatimukset	
E0.4	≥ 0,4 MWh/irto-m ³	täyttää M60-kosteusvaatimukset	
Rikki (p-% kuiva-aineesta)			
S0.15	≤ 0,15 %		
S0.20	≤ 0,20 %		
S0.25	≤ 0,25 %		
S0.30	≤ 0,30 %		
S0.35	≤ 0,35 %		
S0.40	≤ 0,40 %		
S0.45	≤ 0,45 %		
S0.50	≤ 0,50 %		
S0.50+	> 0,50 %, todellinen arvo ilmoitettava		
Tuhkan sulamiskäyttäytyminen (happettava ilmakehä), muodonmuutoslämpötila (DT) °C			
DT on suositeltavaa ilmoittaa, jos lämpötila on <1100 °C.			
HUOM: Kaikki tyypilliset lämpötilat ja käytetyt testausmenetelmät (ISO tai CEN) on suositeltavaa ilmoittaa.			

Opastavat	Typpi (p-% kuiva-aineesta)	
	N1.0	≤ 1,0 %
	N1.5	≤ 1,5 %
	N2.0	≤ 2,0 %
	N2.5	≤ 2,5 %
	N3.0	≤ 3,0 %
	N3.0+	> 3,0 %, todellinen arvo ilmoitettava
	Kloori, Cl (p-% kuiva-aineesta)	Klooripitoisuus on suositeltavaa ilmoittaa jonain seuraavista laatuluokista: Cl 0.03, Cl 0.05 tai Cl 0.07, Cl 0.10 tai Cl 0.10+ (jos Cl > 0,10 %, todellinen arvo ilmoitettava).
Irtotiheys saapumistilassa (kg/irto-m ³)	Suosittelavaa ilmoittaa, mikäli pellettejä myydään tilavuuden mukaan seuraavissa laatuluokissa: vähintään BD200, BD220, BD240, BD 350, enintään BD470.	
<p>^a Mittojen numeeriset arvot viittaavat rakeisiin, jotka läpäisevät mainitun kokoisen pyöreäreikäisen seulan (ISO 3310 standardin mukaiset mitat). Todellisten rakeiden mitat voivat poiketa näistä arvoista, erityisesti pituuden osalta.</p> <p>^b Katso myös liite 5, jyrityn energiaturpeen laadunvalintakaavio.</p> <p>^c Tehollista lämpöarvoa suositellaan käytettäväksi mieluummin kuin energiatihyettä.</p> <p>^d Tehollisen lämpöarvon (kuiva-aineesta) vähimmäisvaatimus ≥ 18 MJ/kg.</p>		

LIITE 5. Jyrsinturpeen laadunvalintakaavio



LIITE 6. Käytetyt termit

ALKUAINEANALYYSI, ELEMENTAARIANALYYSI (%)

Alkuaineanalyysi on polttoaineen hiilen (C), vedyn (H), hapen (O), typen (N) ja rikin (S) määrittäminen täydellisen polton avulla (happi voidaan määrittää myös erotuksena).

ALITE

Palaturpeen seulonnassa syntyvä hienoaines.

d₅₀-LUKU

d₅₀-luku tarkoittaa sitä, että 50 % näytteen rakeista on pienempiä ja 50 % suurempia kuin tämä luku. d₂₅ ja d₇₅-luvut ovat vastaavia kuin d₅₀-luku.

ESIOJAJYRSIN, NAVEROJYRSIN

Traktorivetoinen jyrsin, joka tekee pystyluiskaista uraa. Esiojajyrsintä käytetään esikuivatusojien eli naveroiden tekoon. Esikuivatusta käytetään märimmillä suoalueilla.

ERISTYSOJA

Oja, jolla johdetaan turvetuotantoalueen ulkopuolelta tulevat vedet tuotantoalueen ohi. Eristysoja suunnitellaan siten, että ne laskevat suon ympäri tai joskus läpi suoraan laskuojaan.

HAIHTUVAT AINEET

Haihtuvat aineet ovat polttoaineen sisältämien orgaanisten aineiden kaasumuodossa poistuvia komponentteja ja hajoamistuotteita kuumennettaessa polttoainetta 900 °C:ssa hapettomassa tilassa. Haihtuvien aineiden pitoisuus lasketaan kuumentamisen aikana syntyvästä ainehäviöstä. Pieni haihtuvien aineiden määrä on eduksi, sillä haihtuvat aineet lisäävät polton aikana savukaasujen määrää ja näin heikentävät palamistulosta. Haihtuvat aineet määritetään painoprosentteina kuiva-aineesta.

HAKU-MENETELMÄ

Turpeen tuotantomenetelmä, jossa käytetään kääntäjiä, viivotinkarheejiä, hihna-kuormaajaa ja traktorien vetämiä peräkärriä. Turve kuljetetaan aumaan peräkärriillä.

HEHTAARISAANTO

Tuotantokaudella tuotettu turvemäärä hehtaaria kohti.

HÄVIKKI

Palaturvetuotannossa hävikillä tarkoitetaan kentälle nostetun ja aumaan ajetun palamäärän erotusta. Hävikkiä syntyy palojen murentuessa eri käsittelyvaiheissa. Lisäksi palaa jää kentälle myös karheamisen ja kuormauksen yhteydessä. Hävikki määritettiin mittaamalla kussakin vaiheessa oleva palan kuiva-ainemäärä. Nämä vaiheet olivat nosto, karhe ja auma. Näistä on mahdollista laskea hävikki eri työvaiheissa. Kuitenkin karheella olevan palan määrän mittaus ei osoittautunut kovin luotettavasti mitatuksi, minkä vuoksi on tarkasteltu pelkästään kokonaishävikkiä nostosta aumaan.

JYRSÖS

Suon pinnasta irrotettu kuohkea, ohut turvekerros.

JYRSÖSPAKSUUS

Jyrsöksen paksuus.

JÄÄNNÖSJYRSÖS, JÄTTÄMÄ

Kuiva jyrsös, joka jää tuotantokentälle jyrsöksen karheamisen jälkeen.

KARHEAMINEN

Kuivan jyrsöksen tai palojen keruu karheelle.

KARHEKUIVAUS

Palaturpeen karhekuivausmenetelmässä palat karhetaan 55–60 %:n kosteudessa saran laitaan, jossa ne karheella kuivuvat keruu kosteuteen. Vapautuvalle kentälle nostetaan uusi palaturvesato kuivumaan. Tällä menetelmällä kuivataan siis kaksi satoa yhtä aikaa samalla saralla.

KERUUSUHDE

Jäännösjyrsöksen ja jyrsöspaksuuden välinen suhdeluku.

KOKOOJAOJA

Kokoojaojat kokoavat sarkaojien vedet laskuojaan.

KOSTEUS

Turpeen kosteudella tarkoitetaan turvenäytteen vesimäärää, joka poistuu turpeesta, kun se kuivataan 105 °C lämpötilassa. Kosteus esitetään prosentteina kuivapainosta (u , kg/kg), märkäpainosta M_{ar} (p-%) tai tilavuudesta. Turpeen käyttäjä määrittää yleensä märkäpainosta.

$M_{ar} = (m_1 - m_2) / m_1 \times 100 \%$ (märkämpainoa kohti laskettu kosteus saapumistilassa)
 m_1 = märän näytteen massa (g) ja m_2 on kuivatun näytteen massa (g)

KUORMITUS

Kentällä olevan turvetuotteen piano pinta-alayksikköä kohti. Kuormitus mitataan kuiva-aineen määrällä (kg ka/m²). Kuormitus osoittaa kuinka paljon kentällä on kuivumassa turvetta, mistä riippuu pitkälle alueen hehtaarisaaunto. Kuormitus lasketaan yhden nostorivin metrituotoksesta jakamalla se nostorivin leveydellä.

KUIVAUSJAKSO

Jyrsinnästä kuivuneen jyrsinturpeen karheamistyövaiheeseen kulunut aika.

KÄÄNTÄMINEN

Kääntämisen tavoitteena on siirtää kuivatettavan jyrsinkerroksen kostea pohjakerros kuivan pintakerroksen päälle.

OJAJYRSIN

Ruuvityyppinen jyrsin, jolla tehdään ojia.

LASKEUTUSALLAS

Laskeutusaltaisiin pyritään pysäyttämään veden mukana kulkeva turveaines, jolloin valumavesissä olevat hiukkaset laskeutuvat pohjalle. Laskeutusallan sijaitsee yleensä tuotantokentän reunassa ja laskuojan yhteydessä.

LASKUOJA

Laskuoja johtaa tuotantoalueelta ja erityisojista tulevat vedet alapuoliseen vesistöön, suolle tai vesijättömaalle. Suotyypistä riippuen laskuojia joudutaan suolle suunnittelemaan yksi tai useampia.

LASTU

Lastulla tarkoitetaan pyörivän jyrsinterän liikeradan, kentän pinnan ja edellisen terän leikkuupinnan muodostamaa poikkipinta-alaa turpeessa. Lastun keskipaksuudella tarkoitetaan lastun poikkipinta-alan ja terän turpeessa muodostaman liikeradan pituuden suhteen.

LIETEALLAS, LIETETASKU

Eristysojien kautta kulkevat ympärysvedet käsitellään niihin rakennettavilla lietealtailla (lietetaskuilla) ainakin ojien kaivuvaiheen aikana. Lieteallas tehdään eristysojan syvennyksenä. Myös laskuojien vesiä, jotka sisältävät paljon kivennäismaata, voidaan käsitellä lietealtailla.

LÄMPÖARVO (EN 1496 1-1)

Teholliseksi lämpöarvoksi kutsutaan lämpömäärää, joka syntyy poltettaessa yksi massayksikkö polttoainetta, kun palamisen yhteydessä kehittyvä vesi höyrystyy ja jäähtyy takaisin alkulämpötilaan. Tehollinen lämpöarvo ilmoitetaan kuiva-ainetta kohti. Vakiopaineessa kostean turpeen lämpöarvo saadaan laskemalla kuiva-aineen tehollisesta lämpöarvosta.

Kuiva-aineen kalorimetrinen eli ylempi lämpöarvo $Q_{ar,d}$ (MJ/kg)

$$Q_{gr,d} = Q_{ar,ad} \times (100/(100-M_{ad}))$$

$Q_{ar,ad}$ = analyysikostean (ilmakuivan) näytteen kalorimetrinen eli ylempi lämpöarvo (MJ/kg)

M_{ad} = näytteen analyysikosteus (ilmakuivan näytteen kosteus), %

Tehollinen eli alempi lämpöarvo ($Q_{net,d}$)

$$Q_{net,d} = Q_{gr,d} - 0,02443 \times M$$

M = turpeen kuiva-aineen sisältämän vedyn palaessa syntynyt vesimäärä %:na. Mikäli vetymääritystä ei tehdä, käytetään turpeen vetytitoisuutena arvoa 5,6 %, jolloin M :n arvoksi tulee 50,0.

Tällöin tehollinen lämpöarvo eli alempi lämpöarvo lasketaan seuraavasti

$$Q_{net,d} = Q_{gr,d} - 1,22$$

Saapumistilassa olevan turpeen lämpöarvo ($Q_{net,ar}$)

$$Q_{net,ar} = Q_{net,d} \times (100 - M_{ar})/100 - 0,02443 \times M_{ar}$$

M_{ar} = turpeen kokonaiskosteus saapumistilassa (%)

0,02443 (MJ/kg) = veden höyrystymislämmöstä aiheutuva korjaustekijä (+25 °C)

MAATUMISASTE

Maatumisaste kuvaa turpeen hajoamisen vaihetta. Maatumisaste ilmoitetaan yleensä von Postin asteikolla. H1 tarkoittaa täysin maatumatonta kasviainesta ja H10 täysin maatumutta turvetta.

MYRÄSALAOJAT

Myräsalaajat tehdään jyrshivällä myräsalaajakoneella, jonka päässä on pyörivä jyrserterä. Jyrserterä tekee turpeeseen 16 x 19 cm suuruisen aukon siirtäen pois-tetun turpeen ketjulle, joka kotelona sisällä nostaa sen suon pinnalle. Ketjukotelon tekemä viilto painuu koneen jäljessä umpeen niin, että turvekerrokseen jää vain jyrsimen tekemä ”myräkäytävä”.

PALATURVEMENETELMÄ

Palaturvemenetelmässä kenttään jyrsitään ura, josta irrotettu turvemassa muokataan, tiivistetään ja puristetaan suutinosan läpi palaturpeeksi kuivumaan kentän pinnalle. Jyrshintä tapahtuu joko nostokiekolla tai nostoruuvilla yleensä noin 0,5 m syvyydeltä. Yleisimmät palamuodot ovat sylinteripala eli ns. pyöreä pala ja lainepala.

PALATURPEEN KENTTÄKUIVAUS

Palaturpeen kenttäkuivauksessa kuivataan yksi sato kerrallaan keruukosteuteen (35 %). Kuivumisen nopeuttamiseksi palat käännetään yleensä kaksi kertaa.

PALATURPEEN METRITUOTOS JA TUNTITUOTOS

Metrituotos kuvaa on nostokoneen yhdelle nostometrille nostamaa turvemäärää. Tuntituotos kuvaa nostokoneen yhdelle nostometrille nostamaa turvemäärää aikayksikössä. Mitä suurempi tuntituotos, niin sitä nopeammin kenttä saadaan täyteen ja sitä pienempi on nosto- ja vetokoneen kustannus tuotettua aumakuutiota kohti. Tuntituotos lasketaan yhden nostorivin metrituotoksesta kertomalla se nostokoneen ajonopeudella. Tuntituotos esitetään märkää tai kuivaa turvetta aikayksikköä kohti. Tuotoksen laatu on tällöin kg/h:ssa ja $\text{kg}_{\text{ka}}/\text{h}$:ssa. Nostokoneiden tuntituotosta voidaan verrata keskenään eri soilla kun tarkastellaan tuotosta märän turpeen osalta, sillä turpeen tiheys on sama ($1 \text{ kg}/\text{dm}^3$) vaikka nostokosteus jonkin verran vaihtelee. Ajonopeudessa ja tuntituotoksessa erotetaan hetkellinen ja tehollinen tuntituotos. Hetkellisellä tuntituotoksella ja ajonopeudella tarkoitetaan 50 metrin matkalta mitattua tuntituotosta. Tehollinen tuntituotos ja ajonopeus on laskettu usean hehtaarin alueelta, missä on mukana myös eri syistä johtuvat pysähdykset.

PINTAVALUTUS

Pintavalutuksella tarkoitetaan tuotantoalueelta tulevan veden levittämistä suoalueelle ja veden valuttamista tämän alueen yli. Pintavalutus voi olla vaihtoehto allastukselle. Pintavalutus edellyttää usein valumavesien pumppausta valutus-kentälle. Pintavalutus poistaa kiintoaineiden lisäksi myös liuenneita orgaanisia aineita ja ravinteita.

POLTTOAINEEN KULUTUS

Polttoaineen kulutus riippuu nostokoneen ohella myös itse vetokoneen tehosta ja sen kunnosta. Tämän vuoksi tulokset polttoaineen kulutuksesta eri nostokoneilla eivät ole täysin vertailukelpoisia. Polttoaineen kulutus on esitetty litraa tonnia kuiva-ainetta ($\text{l}/\text{tn}_{\text{ka}}$) ja litraa tuotettua kuutiometriä (l/m^3) kohti. Luotettavin arvo on $\text{l}/\text{tn}_{\text{ka}}$ mutta havainnollisempi arvo on l/m^3 .

RAEKOKOJAKAUMA

Jyrsöksen eri raekokoluokkien prosentuaalinen jakauma. Raekokojakauma on kuvattu d25- ja d75-luvuilla.

REUNAOJA

Reunaojaksi kutsutaan turvetuotantokentän reunimmaista ojaa, joka on usein myös tienreunaoja. Kentälle pääsyä varten suunnitellaan reunaojan ylityspaikkoihin putkirummut.

SARKAOJA

Sarkaojan etäisyys on 20 metriä ojan keskeltä ojan keskelle. Sarkaojien alapäihin asennetaan putkiojat eli ns. päisteputket, jotta turvekoneet voivat siirtyä saralta toiselle. Sarkaojat kaivetaan kairajyrsimellä. Ojia joudutaan vuosien varrella syventämään ja puhdistamaan.

SATOKIERTO

Ks. Kuivausjakso.

TIHEYS

Turpeen irtotiheydellä tarkoitetaan tilavuuspainoa, jolloin tilavuudessa on mukana turvekappaleiden välinen ja turvehuokosten ilmatila. Turpeen kuivairtotiheyden määrittämisessä lasketaan turvenäytteen sisältämä kuiva-ainemassa turvenäytteen tilavuutta kohti. Näennäisellä tiheydellä tarkoitetaan turpeen huokosellisen tilavuusyksikön massaa.

VETO-OJA

Suon syvemmistä paikoista veden poistoon suunnitellut ojat. Veto-oja kulkee yleensä sekä sarkaojien alapäiden poikki että niiden suuntaisesti ja tarvittaessa laskee laskeutusaltaan kautta laskuojaan.

JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULUN Julkaisuja



MYyntI JA JAKELU

Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjasto

PL 207, 40101 Jyväskylä

Rajakatu 35, 40200 Jyväskylä

Puh. 040 552 6541

Sähköposti: julkaisut@jamk.fi

www.jamk.fi/julkaisut

VERKKOKAUPPA

www.tahtijulkaisut.net



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU

PL 207, 40101 Jyväskylä
Rajakatu 35, 40200 Jyväskylä
Puh. 020 743 8100
Faksi (014) 449 9700
www.jamk.fi

AMMATILLINEN OPETTAJAKORKEAKOULU

HYVINVOINTIYKSIKKÖ

LIIKETOIMINTA JA PALVELUT -YKSIKKÖ

TEKNOLOGIAYKSIKKÖ



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU

Energiaturpeen tuotantotekniikka -koulutusaineisto on turvealan asiantuntijoiden laatima käytännönläheinen lähdeteos alan kouluttajille. Aineisto on päivitetty hankkeessa Keskiuomalaisen bioenergiaklusterin osaavan työvoiman turvaaminen. Teos sopii myös käsikirjaksi bioenergia-alan asiantuntijoille, turvetuottajille ja itseopiskelumateriaaliksi alan opiskelijoille.

Oppaassa käsitellään jyrsinpolttoturpeen ja palaturpeen nykyaikaisia tuotantotekniikoita työvaiheittain suon valmistelusta aumavarastointiin saakka. Keskeisimmät työkoneet ja menetelmät on esitelty ympäristönäkökulma huomioiden. Kirjaan sisältyy myös luku energiaturpeen ominaisuuksista ja laatuvaatimuksista sekä turpeen merkityksestä seospolttoaineena.

ISBN 978-951-830-195-3