



ERIKOISTURPEIDEN TUOTANTOMAHDOLLISUUKSISTA POHJOIS-POHJANMAALLA JA LÄNSI-KAINUUSSA

*Pohjois-Pohjanmaan ja Länsi-Kainuun
suo-ohjelma –hankkeen raportteja*

Kimmo Virtanen, Geologian tutkimuskeskus

Kannen kuva: Tupasvillaa Kuurajärvi-Kivennevalle Pyhännällä; Petri Haapala



Kainuun liitto

POHJOIS-POHJANMAA
 Council of Oulu Region

Alkusanat

Tämä selvitys on laadittu osana Pohjois-Pohjanmaan ja Länsi-Kainuun suo-ohjelma – hanketta. Se on laaja soiden käytön kehittämiseen ja yhteensovittamiseen tähtäävä hanke, joka koskee Pohjois-Pohjanmaata ja Kainuuta. Hankekokonaisuudessa tarkastellaan soiden kaikkia käyttöarvoja ja ekosysteemipalveluja. Hankkeen päärahoituksesta on vastannut Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto. Geologian tutkimuskeskuksen Kuopion yksikkö on toiminut hankkeen osatoteuttajana, vastuuhenkilöinä aluksi Jukka Leino ja myöhemmin Matti Laatikainen.

Tämän raportin tarkoituksena on esittää yleinen arvio Pohjois-Pohjanmaan ja Länsi-Kainuun (Kajaani, Vaala ja Paltamo) ympäristö- ja kasvuturvevaroista ja tuotantomahdollisuuksista, sekä hoitoturpeen ja mahdollisten muiden turvetuotteiden tuotantomahdollisuuksista. Turpeen muu kuin energia- ja kuiviketurvetuotanto on alueella toistaiseksi vähäistä.

Osaselvityksestä on vastannut Geologian tutkimuskeskuksessa erikoistutkija Kimmo Virtanen. Pohjois-Pohjanmaan liitto kiittää Geologian tutkimuskeskusta ja Kimmo Virtasta selvityksestä. Samalla liitto toivoo, että selvityksen tiedot antaisivat lähtökohtia alueen turvetalouden monipuolistumiselle.

Oulussa 4.10.2013

Pohjois-Pohjanmaan liitto

Jussi Rämet
Suunnittelujohtaja

Ismo Karhu
Projektipäällikkö

Tiivistelmä

Pohjois-Pohjanmaan laskennalliset, teknisesti käyttökelpoiset turvevarat ovat n. 4 900 milj. suo-m³ (in situ). Tästä on tummia turvelajeja alle 4 100 milj. suo-m³, vaaleita rahkaturvelajeja (Sphagnum H1-3) on n. 310 milj. suo-m³ ja ns. väliturpeita (Sphagnum H4) on n. 475 milj. suo-m³.

Turvetta käytetään Suomessa nykyään pääasiassa energialähteenä. Ympäristö- ja kasvuturpeen käyttö on noin 6-7%. Jonkin verran turvetta käytetään myös kasvihuoneissa kasvualustana, yhdyskuntajätteen kompostoinnissa, biosuodattimina, maataloudessa karjan-kuivikkeena ja imeytysaineena, viherrakentamisessa, öljyntorjunnassa, tekstiilien valmistuksessa, routa- ja vesieristeenä, yhdyskuntajätteen vesieristeenä sekä turvehoidoissa ja kosmetiikassa. Turvetta voitaisiin teknisesti käyttää myös laajasti kemianteollisuuden tuotteiden raaka-aineena, mutta pitkän ajan öljyn, maakaasun ja kivihiilen maailmanmarkkina-hinnoilla, turpeen käyttö kemianteollisuudessa ei ole toistaiseksi ollut taloudellisesti kannattavaa. Turvetta on käytetty myös metallurgisen koksen ja aktiivihiiilen raaka-aineena. Uutena mahdollisuutena turvetta on kokeiltu myös muovien täyteaineena komposiittimateriaalina ja lujittavana komponenttina. Valtaosa nykyisestä turpeen muusta kuin energiakäytöstä Suomessa on ympäristönhoito- ja kasvualustakäyttöä.

Tässä raportissa tarkastellaan turpeen muuta, kuin energiakäyttömahdollisuuksia Pohjois-Pohjanmaan ja Länsi-Kainuun alueella.

Asiasanat (kohde, menetelmät jne.): Ympäristöturve, kasvuturve, kuiviketurve, imeytysturve, suodatusturve

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Erikoisturpeiden ominaisuuksista	8
3 Erikoisturpeiden määristä ja tuotannon edellytyksistä.....	13
4 Turpeen käyttötavoista erikoistupeina ja tuotantomahdollisuuksista.....	19
5 Yhteenveto	40

1 Johdanto

Turvetta käytetään Suomessa nykyään pääasiassa energialähteenä. Yli 90 % turpeen käytöstä on energiakäyttöä. Ympäristö- ja kasvuturpeen käyttö on noin 6-7%. Jonkin verran turvetta käytetään myös kasvihuoneissa kasvualustana, yhdyskuntajätteen kompostoinnissa, biosuodattimina, maataloudessa karjankuivikkeena ja imeytysaineena, viherrakentamisessa, öljyntorjunnassa, tekstiilien valmistuksessa, routa- ja vesieristeenä, yhdyskuntajätteen vesieristeenä sekä turvehoidoissa ja kosmetiikassa (Virtanen 2011). Uutena mahdollisuutena turvetta on kokeiltu myös muovien täyteaineena komposiittimateriaalina ja lujittavana komponenttina (Taulukko 1). Valtaosa nykyisestä turpeen muusta kuin energiakäytöstä Suomessa on ympäristönhoito- ja kasvualustakäyttöä. Turpeen muu, kuin energiakäyttö on vuodessa noin 1,5–3 milj. m³. Turvetta voitaisiin teknisesti käyttää myös laajasti kemianteollisuuden tuotteiden raaka-aineena, mutta pitkän ajan öljyn, maakaasun ja kivihiilen maailmanmarkkinahinnoilla, turpeen käyttö kemianteollisuudessa ei ole toistaiseksi ollut taloudellisesti kannattavaa. Myöskään turpeeseen perustuvaa kemianteknologiaa ole kehitetty riittävästi, eikä tutkimukseen, eikä tuotantoon ole investoitu (Virtanen 2011).

Yllämainittujen käyttömuotojen lisäksi turpeella on suuri joukko erikoiskäyttömuotoja, joissa käytettyjen turpeiden määrät ovat pieniä ja tuotteet usein pitkälle jalostettuja ja kilohinnaltaan kalliita. Näillä turpeilla on kaikilla omat, usein pitkälle erikoistuneet, tuotekohtaiset ja epäviralliset laatuvaatimukset.

Tämän raportin tarkoituksena on luoda yleinen arvio Pohjois-Pohjanmaan ja Länsi-Kainuun (Kajaani, Vaala ja Paltamo) ympäristö- ja kasvuturpevaroista ja tuotantomahdollisuuksista, sekä hoitoturpeen ja mahdollisten muiden turvetuotteiden tuotantomahdollisuuksista.

Raportin on tilannut Pohjois-Pohjanmaan liitto. Raportti on osa Pohjois-Pohjanmaan ja Länsi-Kainuun suo-ohjelma hankeen tulosta. Hankkeen rahoituksesta ovat vastanneet Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma, Pohjois-Pohjanmaan liitto, Kainuun maakuntayhtymä, Oulun kaupunki (Oulun Energia / Turveruukki), Pudasjärven kunta, Siikalatvan kunta, Utajärven kunta. Vaalan kunta osallistuu hankkeeseen maakuntayhtymän osuuden kautta. Yritysrahoituksesta vastaavat Vapo, Laanilan Voima, Kanteleen Voima, Tornator ja Kuivaturve.

Taulukko 1. Erikoisturpeen käyttömuotoja (Iivonen 2008).

Kasvuturve	Kasvualusta, kasvualustan valmistus, mullan raaka-aineena, viherrakentaminen
Kuiviketurve	Virtsan ja lannan imeytys
Imeytysturve	Lietelannan saostus, kateaineena, liuottimien ja öljyn imeytykseen maalla ja öljynimeytys vesialueella
Kompostiturve	Märkälietteiden ja karjanlannan kompostoinnissa
Suodatinturve	Nesteiden ja kaasujen puhdistuksessa
Tiivisturve	Jätetäyttöalueiden pohjalla, suljettavien kaatopaikkojen pintarakenteissa
Komposiittiturve	Täyte- ja lujiteaine
Hoitoturve	Käyttö kylpy- ja hoitoturpeena

2 Erikoisturpeiden ominaisuuksista

2.1 Eri turvelajien ominaisuuksien vaikutus turpeen erikoiskäyttömahdollisuuksiin (=ei-energia käyttö)

Turpeen energiakäyttö perustuu tummien turvelajien käyttöön. Energiakäytössä turpeen ominaisuuksilla ei ole niin ratkaisevaa merkitystä, kuin turpeen erikoiskäytöissä. Turpeen erikoiskäyttömahdollisuuksissa (= ei-energiakäytössä) kemiallisilla, botaanisilla - ja fysikaalisilla ominaisuuksilla on ratkaiseva merkitys sille, miten turve eri käyttö-

muodoissa toimii. Erikoisturpeen tärkeitä hyödynnettäviä ominaisuuksia ovat ennen kaikkea turvelajiin ja maatuneisuusasteeseen liittyvät ominaisuudet, joista johtuvat pääosin turpeen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet. Erikoisturpeista tunnettavia ja hyödynnettäviä ominaisuuksia ovat erilaisissa käyttömuodoissa mm. eri turvetekijät (botaaninen koostumus), kuitujen määrä ja laatu, mekaaninen kestävyys, vedenpidätyskyky, ionin vaihtokapasiteetti, turpeen veden läpäisevyys, tiivistettävyyden määrä, epäorgaaniset alkuaineet, orgaaninen koostumus, humusaineet, herkkyys mikrobitoiminnalle, turpeen tiheys, pH jne. (kuva 1).



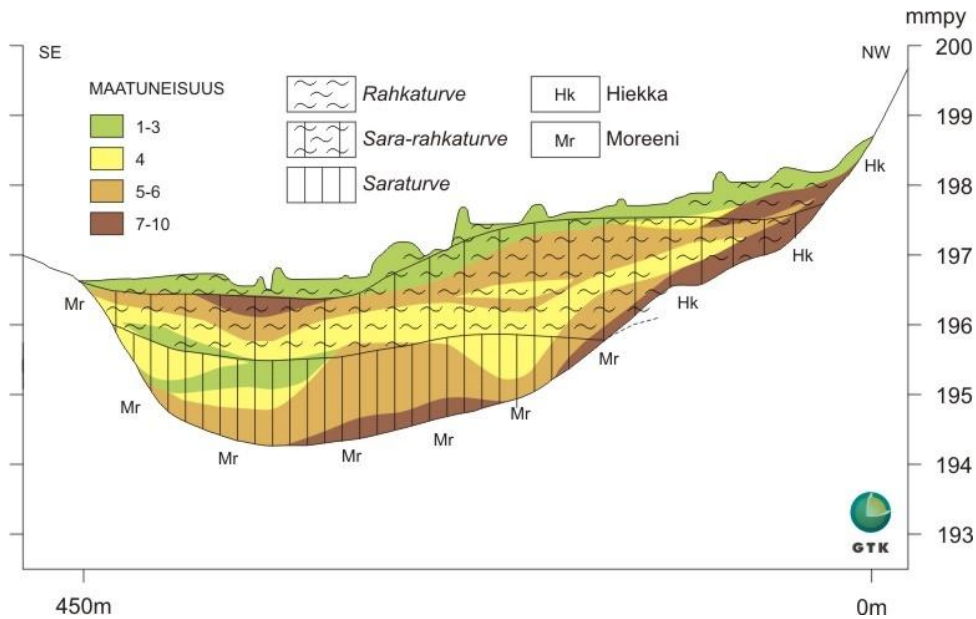
Kuva 1. Turpeen ominaisuudet ja käyttömahdollisuudet (Thun & Sopo 1992).

Turpeen ei-energiakäytössä käytetään tarkoitukselta riippuen, joko tummia turpeita tai vaaleita rahkaturvelajeja tai turpeesta mekaanisesti erotettuja tupasvillan tyvituppien kuituja (*Eriophorum*) (kuva 2). Vaalealla rahkaturpeella, josta usein käytetään myös nimitystä ”suon pintarahka”, tarkoitetaan yleensä turvekerrostuman pintaosassa olevaa heikosti maatunutta rahkavaltaista (*Sphagnum*) turvetta, jonka maatumisaste eli huminositeetti (H) on 1-4 von Postin asteikolla mitattuna. Von Post-asteikolla H1 tarkoittaa maatumatonta turvetta ja H10 täysin maatunutta turvetta (kuva 3). Lähinnä

kasvuturvekäyttöä varten heikosti maatuneet rahkaturpeet luokitellaan, vallitsevan rahkasammallajin mukaan *Acutifolia*- (A), *Palustria*- (P) ja *Cuspidata*-(Q) ryhmiin. (Moneen käyttötarkoitukseen paras vaaleiden turpeiden luokka on H1-3). Tummat turpeet ovat maatuneita (H 5 -10) rahkaturpeita (*Sphagnum*), sekä saraturpeita (*Carex*) ja lehtisammalturpeita (*Bryales*) maatumisasteesta riippumatta eli maatumisasteiltaan H 1-10.



Kuva 2. Erilaisia turpeita vasemmalta: Palaturve (maatunut sara - rahkaturve), vaalea jyrshinturve (*Acutifolia*-tyypin vaalea rahkaturve) ja tumma, maatunut jyrshinturve (sara-rahkaturve). Kuva: K. Virtanen



Kuva 3. Suoprofiili, jossa turvelajit kuvattuna graafisin merkein ja turpeen maatumisasteet kuvattuna väreillä. (Virtanen 2003).

Turpeen maatumisella tarkoitetaan turvekerrostumissa aikojen kuluessa tapahtuvia hapetus- ja pelkistysilmiöitä, joissa kasvin jäännökset lahoavat mikrobitoiminnan seurauksena tunnistamattomiksi humusaineiksi. Suokasvien jäännökset maatuvat vaihtelevalla nopeudella. Maatumisnopeus johtuu mm. kosteudesta, ravinteista ja pH -asteesta. Valtaosa turvekerrostuman maatumisesta tapahtuu suon pintakerroksessa ja turpeen maatuneisuusaste ilmaisee kosteus- ja lämpöolosuhteita, jotka ovat vallinneet turpeen kerrostumisajankohtana. (Virtanen & al. 2003). Turpeen maatuessa sen hienojakoisuus kasvaa ja huokostilavuus pienenee, jolloin turve menettää kykyään pidättää vettä ja myös turpeen vedenläpäisevyys vähenee eksponentiaalisesti (Iivonen 2008, Virtanen ym. 2001). Turpeen maatuessa sen hiilipitoisuus kasvaa ja happipitoisuus vähenee. Maatuessa turpeen selluloosa-, hemiselluloosa- ja ligniinipitoisuudet pienenevät ja humushappojen-, fulvohappojen- ja humiinien pitoisuudet kasvavat. Yleensä turpeen väri muuttuu

maatumisen edistyessä kellertävästä tummanruskeaksi.

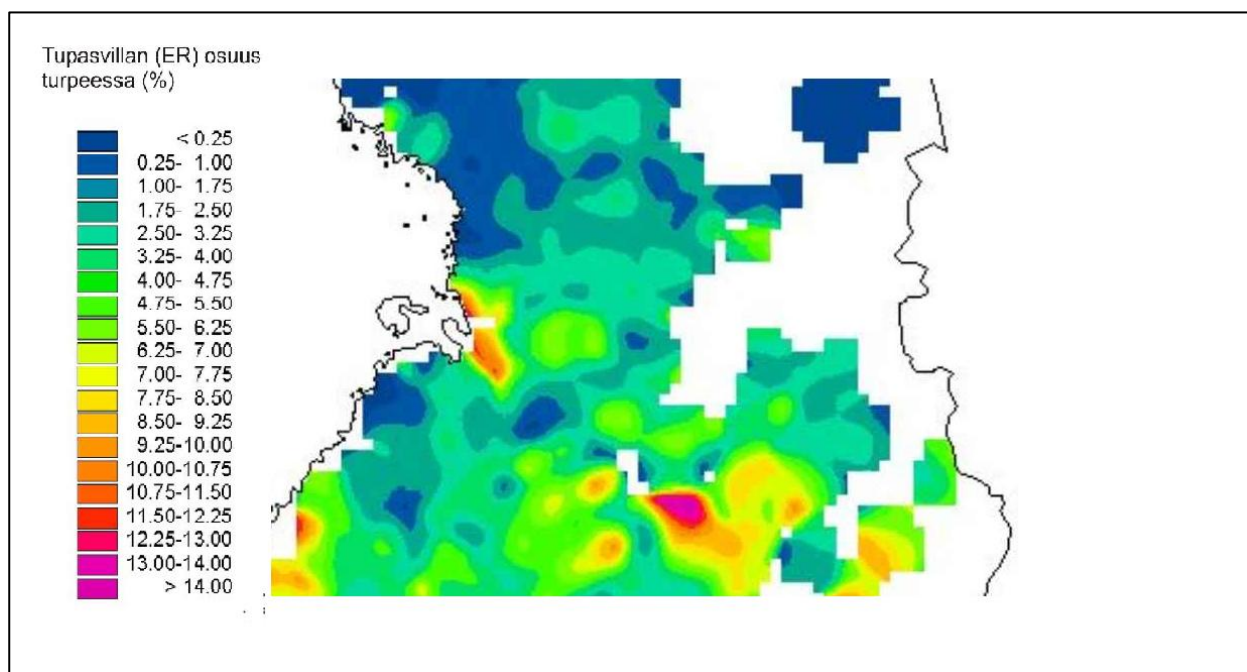
Tupasvillan (*Eriophorum vaginatum*) tyvituppien kuidut ovat hyvin kestäviä ja ne säilyvät turpeen maatuessa lähes maatumattomana kuituaineiksena. Kestävyytensä ja sitkeytensä ansiosta tupasvillakuitua käytetään nykyään mm. turvetekstiilien valmistukseen. Tekstiilien valmistukseen soveltuu vain vanha, vähintään yli 500 vuotta vanha tupasvillan kuitu (Virtanen & al. 2003) (kuva 4).

Tupasvilla on yleinen kasvi koko Suomen suomaila (Reinikainen et al. 2000). Tupasvilla voi kasvaa hyvin monenlaisten turvemaiden mätäs- ja välipinoilla, mutta yleisimmin sen esiintyminen turpeessa liittyy niukkaravinteisiin (karuihin) räme- ja nevasuotyyppisiin. Mätäspintalajina tupasvilla kestää hyvin metsäojitusta. Tupasvillan osuus Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun turvekerrostumissa (%) on esitetty kuvassa 5



Kuva 4. Vaalea kuitu ojaleikkauksessa on tupasvillan tyvituppikuitua. Kuva: K. Virtanen

Tupasvillaa on runsaimmin (8-14 %) Länsi-Suomen (Etelä-Pohjanmaa ja Satakunta) alueen turpeissa. Pohjois-Pohjanmaalla tupasvillankuitua on vähän, yleensä n. 1-2 % turveaineksen tilavuudesta. Lapin soiden turvekerrostumista tupasvillan jätteet lähes puuttuvat. (Virtanen & al. 2003).



Kuva 5. Tupasvillan runsaus Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun soiden turpeissa (%-osuus) (Virtanen 2003).

2.2 Erikoisturpeiden käyttömahdollisuuksista

Ympäristöturve on yhteisnimitys viherrakentamiseen, maatalouskäyttöön, nesteiden, kaasujen, ravinteiden ja raskasmetallien sitomiseen sekä erilaisten jätteiden kompostointiin ja biologiseen hajotukseen soveltuville turpeille.

Useisiin ympäristöturpeiden käyttökohteisiin sopii heikosti maatunut rahkaturve, jossa on rahkasammaleen rakenteesta johtuva ohutseinäinen ilmava rakenne (Rinttilä ym. 1998). Tällaisen turpeen teoreettinen huokostilavuus on noin 95 % ja tehollinen huokoisuus n. 40 -60 %. Turpeen kyky suodattaa, sitoa ja pidättää nesteitä on tärkeä maatusasteesta ja turvelajista johtuva ominaisuus ympäristöturpeiden käytössä.

Heikosti maatunut rahkaturve soveltuu hyvin karjan ja turkiseläinten kuivikkeeksi. Turpeen etuina ovat hyvä nesteen- ja hajun pidätyskyky sekä kompostoitavuus. Turpeen nesteen pidätyskyky voi olla jopa 80 % turpeen tilavuudesta (Peltola ym. 1986). Yhdyskuntien ja teollisuuden jätehuollossa turve soveltuu erilaisten orgaanisten jätteiden, kuten jätevesilietteiden ja elintarviketeollisuuden jätteiden, kompostointiin. Heikosti maatunutta rahkaturvetta käytetään myös jonkin verran öljyntorjunnassa ja suodatinaineena sekä ilman että jäteveden puhdistuksessa. Teollisuudessa ja jätevesien puhdistuksessa turve toimii paitsi ravinteiden pidättäjänä, myös tehokkaana raskasmetallien sitojana. Turvetta käytetään lisäksi maataloudessa maanparannusaineena lisäämässä maaperän kuohkeutta ja orgaanisen aineksen määrää. (Virtanen & al. 2007).

Ympäristöturpeita ei määritellä Turveteollisuusliiton ry:n laadunmääritysohjeessa. Ympäristöturpeen laatuvaatimukset määräytyvät käyttökohteen mukaan ja siltä vaadittavat ominaisuudet voivat vaihdella huomattavasti käyttötarkoituksesta riippuen. (Virtanen & al. 2007).

Turpeen käyttö kasvualusta-, maanparannus- ja kuiviketarkoituksiin, jätevesien ja -lietteiden puhdistukseen sekä eristemateriaalina edellyttää lähes päivittäisiä ominaisuuksia tuotteelta kuin turpeen energiakäyttö. Tärkeintä on kuitu- ja huokosrakenteen säilyttäminen tuottaessa ja käsiteltäessä turvetta, mutta myös muut ominaisuudet, jotka polttoainekäytön kannalta ovat epäolennaisia, saattavat olla ratkaisevan tärkeitä vaihtoehtoisten käyttömuotojen osalta. Pyrittäessä turpeen sisältämien aineosien, yhdisteiden ja alkuaineiden hyödyntämiseen joko suoraan (esim. kylpyturve) tai jatkojalostuksen kautta (esim. hydrolyysi ja uutto) olennaista on kyseisten aineosien pitoisuus lähtömaterialin toimivassa turpeessa (Leinonen 2010). Turpeesta teollisuusprosessissa saatavien hyödyllisten aineiden pitoisuudet riippuvat ensisijaisesti suon (turvelajien) valinnasta, mutta myös käytettävistä liuotinaineista ja siitä millainen teollinen prosessi tuotantoon kehitetään. Tuotantotekniikalla voidaan lisäksi vaikuttaa paitsi erikoisturpeen saantoon, niin sillä voidaan minimoida laatuun kohdistuvia haittoja.

3 Erikoisturpeiden määristä ja tuotannon edellytyksistä

3.1 Suomen turvevarat

GTK:n turvevarojen kartoituksen perusteella on laskettu valtakunnan yli 20 ha:n suuruisten soiden koko turvemäärän olevan 69,3 mrd. suo- m³ (in situ). Turpeiden kuiva-aine määrä on 6,3 mrd. tonnia. Suomen turvevaroista suunnilleen yksi kolmasosa on Lapissa, toinen kolmasosa on Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun maakunnissa ja kolmas kolmannes on koko eteläisen Suomen alueella. Suomen yli 20 ha:n suuruisten soiden sitoma hiilimäärä on arviolta 3,2 mrd. tonnia (keskimääräinen hiilipitoisuus 50,3 %) (Virtanen & al.2003).

Suomen teknisesti käyttökelpoinen suoala on 1,2 milj. ha ja turvemäärä noin 29,6 mrd. suo- m³ in situ. Suomen suoalasta (9,3 milj. ha) turvetuotantoon teknisesti soveltuu vain 13 % eli 87 % Suomen suoalasta ei teknisesti sovellu turvetuotantoon ainakaan nykyisillä tuotantomenetelmillä. Turvetuotantoon käytetty pinta-ala Suomessa on noin 62 000 ha. Turvevaroista lähinnä kasvualustana ja ympäristöturpeina käytettäviä vaaleita rahkaturpeita on noin 5,9 mrd. m³ in situ ja energiaturpeina käytettyjä turvelajeja noin 23,7 mrd. m³ in situ (Virtanen & al. 2003).

Matalimpia suot ovat Suomen länsirannikolla ja Pohjois-Pohjanmaalla. Varsinkin alueella joka rajoittuu paikkakuntien Oulu–Kajaani–Kiuruvesi–Raahe välille, suo ovat matalia. Tällä alueella soi-

den keskisyvyys on tyypillisesti alle metri (Virtanen & Valpola 2011).

Pohjois-Pohjanmaan laskennalliset, teknisesti käyttökelpoiset turvevarat ovat n. 4 900 milj. suo-m³ (in situ). Tästä on tummia turvelajeja alle 4 100 milj. suo-m³, vaaleita rahkaturvelajeja (H1-3) on n. 310 milj. suo-m³ ja ns. väliturpeita (Sphagnum H4) on n. 510 milj. suo-m³. (Virtanen & al. 2003). Laskelmassa ei ole huomioitu ”Kansallisen suo- ja turvemaastrategia ehdotuksen (2011)” vaikutusta, jolla soiden käyttöä turvetuotantoon vähennetään ojittamattomilla soilla.

Suomessa suurimmat hyödynnettävät heikosti maatuneen vaalean rahkaturpeen turvevarat ovat Länsi- ja Lounais-Suomen rannikkoalueella, erityisesti Varsinais-Suomessa, Satakunnassa, Kanta-Hämeessä ja Pohjanmaalla. Suuresta osasta Suomea hyödyntämiskelpoiset vaalean rahkaturpeen turvevarat puuttuvat lähes kokonaan. (Virtanen & al. 2003).

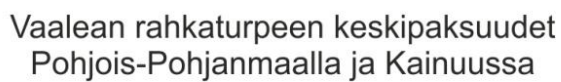
Suomessa kasvuturvetuotantoon soveltuvan turvekerroksen keskimääräinen paksuus on 0,78 m (pintaturve 0,31 m ja väliturve 0,47 m). Paksuimmat kasvuturvekerrostumat ovat Kanta-Hämeessä (k.a. 2,42 m) ja Varsinais-Suomessa (k.a. 2,35 m).

3.2 Teknisesti käyttökelpoiset vaaleat rahkaturvevarat Pohjois-Pohjanmaalla

Vaaleiden rahkaturpeiden (kasvu- ja ympäristöturpeet) potentiaalinen tekninen käyttökelpoinen pinta-ala on Pohjois-Pohjanmaalla yhteensä noin 290 000 ha. Arvioon on sisälletty yli 10 ha:n turvealueet, joilla vaaleita rahkaturpeita on vähintään 0,6 m paksuinen kerros ja tämän lisäksi vaalean turpeen alla energiaturvetuotantoon soveltuvaa turvetta vähintään 0,9 m paksu kerros. Arviossa ovat kaikki teknisesti tuotantoon mahdolliset alueet. Niistä ei ole vähennetty muiden maankäytön piirissä olevia alueita, eikä alueita, joille ei ole mahdollista saada tuotantolupaa, eikä myöskään syrjäisiä, tietttömiä taipaleiden takana olevia alueita. Kuvassa 6 on esitetty Pohjois-Pohjanmaalta kunnittain heikosti maatuneen rahkaturvekerroksen keskipaksuus soiden yli 1,5 metrin syvyysalueella.

Koko Pohjois-Pohjanmaan teknisesti käyttökelpoiset tunnetut vaalean rahkaturpeen varat ovat noin 475 milj. suo-m³. Tästä pintaturvetta (H1-3) on noin 200 milj. suo-m³ ja väliturvetta (H4) noin 270 milj. suo-m³. Eniten vaaleita rahkaturvevaroja on maakunnan länsiosissa, lähellä rannikkoa olevalla keidas- ja aapasoiden vaihettumisvyöhykkeellä mm. Ylivieskan (n. 70 milj. suo-m³) Nivala - Haapavesi (60 milj. suo-m³) ja Ii seutukunnilla (85 milj. suo-m³). Huomattavat vaalean turpeen varat ovat myös Pudasjärvellä, johtuen kunnan kaikkiaan valtavista turvevaroista. Pudasjärvellä on vaaleita teknisesti käyttökelpoisia rahkaturpeita n. 75 milj. suo-m³.

Hyödyntämiskelpoista tupasvillan kuituainesta on GTK:n tutkituissa soissa Pohjois-Pohjanmaalla yhteensä noin 22 milj. suo-m³. Suhteellisesti eniten tupasvillankuitua turpeessa on Oulujärven länsipuolisilla alueilla.



Kuva 6. Vaaleiden rahkaturpeiden keskimääräiset paksuudet kunnittain Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. Maatuneisuusasteet H1-3 ja H4 erotettu toisistaan.



Kuva 7. Vaaleiden rahkaturpeiden potentiaaliset kokonaismäärät kunnittain Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. Maatuneisuusasteet H1-3 ja H4 erotettu toisistaan.

3.3 Turvetuotannon teknisistä edellytyksistä

Turvekerrostuman laajuus, paksuus, maatuneisuus ja turvelaji, sekä turpeen fysikaaliset ominaisuudet (mm. tuhkapitoisuus, kuiva-aine määrä, lämpöarvo) ja rikkipitoisuus ovat määrääviä tekijöitä arvioitaessa suon soveltuvuutta energiaturvetuotantoon. Arvioitaessa suon soveltuvuutta kasvu- ja ympäristöturvetuotantoon kiinnitetään huomiota erityisesti turpeen maatuneisuuteen, rahkasammaltyyppiin ja kerrostuman paksuuteen (Virtanen ja Hirvasniemi 2007).

Tuotantoedellytykset ovat yleensä sitä paremmat, mitä paksumpi turvekerrostuma on. GTK:n arvioissa turpeen yleisenä paksuusedellytyksenä pidetään yli 1,5 metrin paksuutta. Kuitenkin jos peruskuivatus alueella on suoritettu, tuotantoa harjoitetaan nykyisin yleisesti metrin syvyisille alueille saakka. Varsinkin turvepellolla saattaa 1 metrin syvyys riittää tuotantoalueen syvyydeksi. Turvepelloilta voidaan tuottaa turvemultaa mm. viherra-

kentamiseen ja kasvihuonekäyttöön, jos turpeen tuhkapitoisuus on liian korkea energiaturvetuotantoon (Erkkilä ym. 2007).

Myös suon pohjamaalaji ja pohjan topografia vaikuttavat suon tuotantosoon paksuusedellytyksiin; tasainen hiekkapohja mahdollistaa tuotannon mineraalimaahan saakka, lohkaraisella moreenipohjalla tai koneita kantamattomalla on savikkopohjalla ei turvetta voi tuottaa kantavuusongelmien vuoksi mineraalimaan pintaan asti. Varsinkin palaturve-menettelmällä tuotettaessa suon pohjan tulee olla mahdollisimman tasainen (Virtanen 2008). Palaturpeena tuotetaan esimerkiksi routaeristeenä käytettävä turve. Pohjois-Pohjanmaalla vaaleat rahkaturpeet ovat useimmiten turvekerrostuman pintaosassa ja kerrostuman pohjaosa muodostuu tummista turvelajeista. Pohjois-Pohjanmaan länsiosissa tuotantoa haittaavat muinaiset rantavallit, jotka pirstovat suoaltaat pieniin osasiin (kuva 8).



Kuva 8. Pohjois-Pohjanmaalla Kuivaniemeltä Kalajoen seutuville saakka esiintyy soilla hiekkavalleja, jotka voivat pirstoa tuotantoalueen. (Kuva MLL)

Arvioitaessa suon soveltuvuutta kasvuturvetuotantoon kiinnitetään huomiota erityisesti turpeen maatuneisuuteen, rahkasammaltyyppiin ja kerrostuman paksuuteen. Arvioinnissa noudatetaan Turveteollisuusliiton (2000) ”kasvuturpeen laadunmäärittämissuhteita” ja Kauppapuutarhaliiton & al. (2009) ”Kasvuturpeen ja turvepohjaisten kasvualustojen laatuohjetta” soveltaen.

GTK:ssa on käytetty seuraavia yleisiä maatuneisuus-, turvelaji ja syvyysarvoja määritettäessä suon soveltuvuutta energia- ja kasvuturvetuotantoon:

Tummien turvelajien tuotantoon jysinturvemenetelmällä soveltuvalta suolta edellytetään:

- turve on saravaltaista (H 1–10) tai maatunutta rahkavaltaista (yli H4)
- luonnontilaisen suon syvyys on yli 1,5 m
- tasapohjaisten turvepeltojen ja ojitusalueiden syvyys on yli 1m maatumaton pintakerros (H1–4) on alle 0,6 m paksu
- tuotantoalueen on oltava yhtenäinen ja kooltaan yli 15 ha

Viljelyturpeen (parhaan kasvuturpeen) tuotantoon jysinturvemenetelmällä soveltuvalta suolta edellytetään:

- turve on heikosti maatunutta (H1–3) ja sisältää yli 90 % rahkasammaljäänteitä, joista yli 80 % *Acutifolia* -ryhmään kuuluvia
- varpujen ja muiden puumaisten kasvien jääniteitä on alle 3 % ja tupasvillan jääniteitä alle 6 % kuiva-aineen painosta
- luonnontilaisen suon tuotantoon soveltuvan alueen vähimmäissyvyytenä on 1,5 m, josta viljelyturpeeksi soveltuvaa vähintään 0,8 m
- tuotantoalueen on oltava yhtenäinen ja kooltaan yli 15 ha
- Palaturvementelmällä turvetta tuotettaessa suopohjan tulee olla suhteellisen tasainen ja lähes kivetön.

4 Turpeen käyttötavoista erikoistupeina ja tuotantomahdollisuuksista

4.1 Ympäristöturve

Turpeen tuotannon kannalta termillä ympäristöturve tarkoitetaan viherrakentamiseen, maatalouskäyttöön, nesteiden, kaasujen, ravinteiden ja raskasmetallien sitomiseen sekä erilaisten jätteiden kompostointiin ja biologiseen hajotukseen soveltuvia turvetyyppejä eli turpeen kuivikekäyttö on yksi ympäristöturpeen käyttömuoto. Turvetyypeistä vähän maatunut H1-4 rahkaturve soveltuu parhaiten karjan -, sikojen -, siipikarjan - ja turkiseläinten kuivikkeeksi. Tällaisessa turpeessa pitäisi olla mahdollisimman runsaasti nesteen pidätyskykyisen Sph. Acutifolia-ryhmän rahkasammalien jäännöksiä.

Ympäristöturpeita ei määritellä Turveteollisuusliiton ry:n laadunmääritysohjeessa (2000). Ympäristöturpeen laatuvaatimukset määräytyvät käyttökohteen mukaan ja siltä vaadittavat ominaisuudet voivat vaihdella huomattavasti käyttötarkoituksesta riippuen. Pääosa ympäristöturpeesta käytetään karjanlannan ja jätevesien imeyttämiseen ja sitomiseen, mutta ympäristöturvetta käytetään myös muihin ympäristösuojelutarkoituksiin ja kompostointiin.

Ympäristönhoito- ja kasvualustaturpeina käytetään vajaa 10 % Suomen vuotuisesta kokonaisturvetuotannosta. Ympäristönhoito- ja kasvualustaturpeiden tuotantokapasiteetti on noin 2,5 miljoonaa kuutiometriä (Iivonen 2008). Ennätysvuonna 2006 tuotettiin Suomessa ympäristönhoito- ja kasvualusta-

käyttöön turvetta yhteensä 3,5 miljoonaa kuutiometriä. Turpeen maatalouskäyttö on ollut vuosittain noin 1,2 milj. m³. (Iivonen 2008). Valtaosa siitä on turpeen kuivikekäyttöä.

4.2 Kasvualusta- ja viherrakentamisturve

Kasvuturpeen osalta noudatetaan soveltaen Turveteollisuusliiton (2000) ja Kauppapuutarhaliiton & al. (2009) kasvuturpeen laadunmääritysohjetta. Laatuohjeet luovat puitteet, joiden perusteella turvetuottaja ja turpeen käyttäjä voivat sopia hyvin yksityiskohtaisesti turpeen laadusta eli siitä millainen turve sopii jonkin tietyn kasvilajin (tomaattilajikkeet, kurkku, yrtilajikkeet, kukkakasvit jne.) kasvualustaan jollain tietyllä viljelymenetelmällä (jatkuvatoiminen ravinne-liuos, automatisoitu liukuhiljaviljely jne.).

Vaalealta kasvuturpeelta ei pääpiirteissään edellytetä muuta kuin, että turpeesta yli 80 % on heikosti maatuneita rahkasammaljäänteitä (H1-4). Mutta myös tummia turvelajeja voidaan käyttää kasvualustaturpeina ja esimerkiksi viherrakentamisessa nurmikoita perustettaessa (Turveteollisuusliitto 2000). Kasvualustoissa sovelletaan Suomessa lannoitelainsäätöä. Kasvuturpeiksi luokitellaan kasvualustat, joiden orgaanisen aineksen määrä on vähintään 50 % kuiva-ainetta. Turveseoksissa käytetään useita turvelajeja, joihin voidaan lisäksi

sekoittaa lannoitteita, kalkkia, kasvualustan rakennetta parantavia aineita ja kompostia. Sekoiteaineena voidaan käyttää myös muuta orgaanista ainesta ja jopa muovirouhetta.

Kasvuturpeita käytetään puutarhatuotannossa, kasvihuoneissa ja avoviljelyssä, metsäpuiden taimituotannossa, viherrakentamisessa sekä maisemahoidossa. Kasvuturpeen tasainen laatu on erityisen tärkeä automatisoidussa kasvihuonetuotannossa.

Heikosti maatuneiden vaaleiden rahkaturpeiden käyttö kasvu- ja ympäristöturpeina perustuu rahkasammalten hyvään veden ja ravinteiden pidätkykseen sekä suureen huokostilavuuteen. Sellaista heikosti maatunutta rahkaturveta, joka täyttää ns. viljelyturpeen laatuvaatimukset (Turveteollisuusliitto ry 2000) käytetään kasvualustana kasvihuoneissa. Muihin tarkoituksiin, kuten kukkien, kasvattamiseen käytetään yleisesti viljelyturvetta maatumempaa kasvuturveta, joka koostuu usein eri maatumisasteella olevien turvelaatuja sekä mineraalimaa-ainesten (hiekkä, savi ym.) sekoituksista.

Turveteollisuusliiton kasvuturpeen laadunmäärittämissä (Turveteollisuusliitto 2000) mukaan kasvualustoina käytetyt turpeet jaetaan kolmeen ryhmään: viljely-, kasvu- ja maanparannusturpeisiin. Laadunmäärittämissä perustuu vuoden 1994 lannoitelakiin. Nykyisin kasvuturvetuotteet kuuluvat 2006 valmistuneen lannoitevalmistelain piiriin (20.6.2006/539). Sen piiriin kuuluvat kaikki muut kasvualustana käytettävät turvetuotteet paitsi pakkaamaton irtoturpe.

TTL:n laadunmäärittämissä (2000) perusteella:

* **Viljelyturpe** on vaaleaa rahkaturvetta, jonka maatumisaste on H1-3 (von Postin asteikko) ja joka sisältää vähintään 90 % rahkasammalten jäänteitä, joista yli 80 % tulee olla *Acutifolia*-rahkasammalryhmään kuuluvia. Lisäksi varpujen ja muiden puumaisten kasvien jäänteiden määrä saa olla enintään 3 % ja tupasvillan jäänteiden määrä enintään 6 % kuiva-painosta. Viljelyturvetta käytetään yleensä kasvualustana kasvihuoneissa.

* **Kasvuturpeeksi** määritellään yleisesti turpe, joka soveltuu sellaisenaan kalkki- ja lannoitelisä-

uksen jälkeen kasvualustaksi, muualle kuin kasvihuoneisiin. Kasvuturpeen raaka-aineena voi olla sekä sara- että rahkavaltainen turpe. Kasvuturpeet jaetaan lisäksi kolmeen laatuluokkaan: a) vaaleisiin -, b) tummiin - ja c) mustiin turpeisiin, joilla on erilaisia laatuvaatimuksia irtotiheyden, maatumisasteen ja johtoluvun (sähkönjohtokyky) suhteen. Suomessa käytetään yleensä vaaleita turvelaatuja ympäristön hoidossa (mm. kuivikkeena, ravinteiden imeytykseen, kompostointiin, suodatimiin jne.) ja tummia turvelaatuja viherrakentamisessa (mm. nurmikot).

* **Maanparannusturpe** on tarkoitettu sekoitettavaksi perusmaahan. Turpeen orgaanisen aineksen tulee olla vähintään 50 % kuiva-aineesta. Maanparannusturpeeksi soveltuu siten periaatteessa kaikki turpe, joka ei sisällä mitään lisäainesta. Usein vaaleaa rahkaturvetta käytetään maataloudessa maanparannusaineena lisäämässä maaperän kuohkeutta ja orgaanisen aineksen määrää mineraalimaa-pelloilla.

Suuri kasvuturpeen käyttömuoto on myös viherrakentaminen, johon käytetään Suomessa 0,36 – 0,45 milj. m³ turvetta vuodessa. Viherrakentamisen seosmullissa käytettävä turpe on pidemmälle maatumutta, joka säilyttää rakenteensa pidempään kuin heikosti maatumut turpe (Iivonen 2008).

Viherrakentamisessa ollaan yhä enenevässä määrin siirtymässä erilaisten multaa korvaavien valmiiden kasvialustaseosten, kuten turpe-kivennäismaaseosten käyttöön. Turpe parantaa pohjamaahan sekoitettuna kasvialustan rakennetta, pidättää vettä sekä sitoo ja luovuttaa kasveille tärkeitä ravinteita ja lisää maan humuspitoisuutta soveltuen hyvin ruokamultaa korvaavaksi materiaaliksi. Kokemuksen mukaan pohjoisimman Suomen viherrakentaminen ei onnistu ilman turpeesta saatavaa humuslisäystä. (Leinonen 2010).

Kasvuturpeen tuotannosta menee nykyisin vientiin noin neljännes. Voitanee olettaa, että jalostettujen kasvuturvetuotteiden kehittämisellä ja kilpailukykyä parantamalla viennin osuutta voitaisiin lisätä. Kysyntää lisää myös kasvuturpevarojen ehtyminen

Euroopassa. Lisäksi automatisoitujen viljelyjärjestelmien kehittyminen parantaa turpeen asemaa. Vihannesten, kukkien ja metsätaimien eri lajikkeiden valikoima on suuri ja vaatii jokaiseen käyttötarkoitukseen soveltuvan erikoistuotteen kehittämistä (Leinonen 2010).

Kasvualustakäyttö on kansainvälisesti tunnetuin turpeen käyttömuoto. Maailmanlaajuisesti kasvu- turpeita käytetään 40 milj. m³ vuodessa. Suomi on yksi tärkeimpiä kasvuturpeen tuottaja – ja vientimaita maailmassa Ruotsin, Baltian maiden, Irlannin ja Kanadan ohella (Leinonen 2010). Suomessa kasvualustana kasvihuoneissa ja avomaaviljelyssä käytetään noin 1 milj. m³ vuodessa (TTL 2010)

Uusin kasvualustan käyttömuoto on käyttää rahkasammalalustaa turpeen sijasta. Alustavissa kokeissa on saatu merkittäviä satojen lisäyksiä sammalpetiviljelmistä. Rahkasammal on lisäksi uusiutuva luonnonvara ja se voidaan korjata samasta paikasta uudelleen muutamien vuosikymmenten aikavälein. (Tahvonen 2012, suullinen tieto TTL:n kevätseminaari, Jyväskylä, Reinikainen ym. 2012).

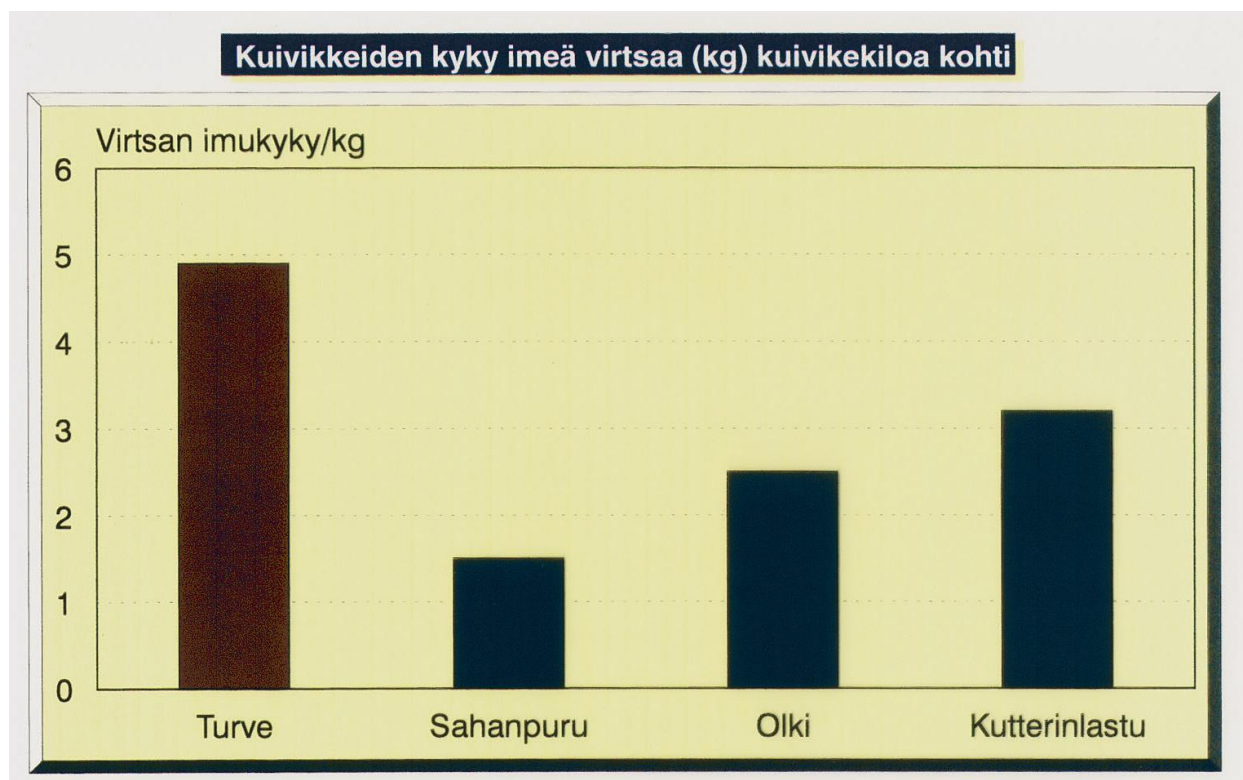
Pohjois-Pohjanmaan länsiosissa on paikoin hyvät edellytykset korkealuokkaisen kasvualustaturpeen tuottamisen. Alueella on tuotettu jo yli 30 vuotta kasvualustaturpeita soiden pintaturpeista, kun soita on valmistettu energiaturvetuotantoon. Mikäli jokin suo suunnitellaan pelkästään kasvualustaturvetuotantoon, suo on valittava huolella, sillä koko turvekerrostuman osalta laadultaan hyvälaatuisia kasvuturvesoita maakunnassa on hyvin vähän. Valtaosa maakunnan heikosti maatuneista pinta-rahkaturpeista on *Sphagnum cuspidata* -tyypin turpeita, joka on ominaisuuksiltaan huonolaatuista mm. kasvualustana ja kuiviketurpeena. Kuitenkin Pohjois-Pohjanmaalla on myös hyvälaatuisia *Sphagnum acutifolia* -tyypin turvekerrostumia. Esimerkiksi nyt jo loppuun tuotettu Siikalatvan (Ruukin) Hangasneva oli lähes koko kerrostuman

osalta hyvälaatuista kasvualustaturvetta, jota mm. vietiin laivalla Raahesta Hollantiin.

4.3 Karjan kuiviketurve /Maatalouden ravinnepidätysturve

Turve imee itseensä nesteet, ravinteet ja hajut. Turpeeseen sekoitettuna liete muuttuu kiinteäksi, helposti käsiteltäväksi ja vähemmän haisevaksi turvelannaksi. Lannan sekoittaminen turpeeseen estää bakteerien kasvua ja leviämistä lietelannan mukana. Turvelannan etuna ovat nurmiviljelystä saatavat puhtaat tuorerehut ja eläintuotteet. Turveimeytys sopii sian ja naudan lietelannan lisäksi häkkikanalan määrän lannan käsittelyyn.

Suomessa karjan kuivikkeina käytetään yleisimmin olkea, sahan- ja kutterinpurua sekä turvetta. Kuivikkeita käytetään kotieläinten makuualustoina lisäämään eläinten hygieniaa ja lietelannan imeytymiseen. Huokoisen ja ilmavan rakenteensa ansiosta yksi kuutiometri turvetta sitoo 500-800 litraa nestettä. Turve sitoo tehokkaasti myös ravinteita, kuten tyypeä sekä ammonium-, kalium-, kalsium- ja magnesiumioneja. Turpeella on huomattavan korkea virtsanimukyky muihin kuivikkeisiin nähden (kuva 10.). Kuiviketurpeella voidaan nesteen ja lannan sitomisen lisäksi myös poistaa eläinsuojien hajuhaittoja. Turve sitoo luontaisen happamuutensa ansiosta kaasuja ja poistaa ilmasta mm. ammoniakkin - ja rikkivedyn hajua. Turvetta käyttämällä voidaan varastoida lietelantaa kuivalannan tavoin. Kuiviketurve estää monien haitallisten bakteerien kasvua ja leviämistä karjasuojissa, mutta toisaalta turpeen pöly heikentää navettailman laatua (Peltola 1986, Rinttilä 1994, Iivonen 2008).



Kuva 10. Turpeen nesteenimukyky on huomattavasti suurempi, kuin muilla kuivikemateriaaleilla (Peltola ym. 1986).

Kuivikkeen valintaan vaikuttavat tilan tuotantosuunta, lannanpoistojärjestelmä, kuivikevaihtoehtojen saatavuus ja varastointimahdollisuudet (Iivonen 2008). Kuiviketurpeella kuivitetussa lannassa lannan ja virtsan ravinteet saadaan viljelykasvien käyttöön ja turve antaa pellolle humusta ja maan eliötoiminta pääsee vauhtiin. Turvelanta on turvallista käyttää, sillä turpeet ovat puhtaita kasvi- taudeista ja rikkakasvin siemenistä.

Turpeen osuus käytetyistä kuivikkeista on suurin hevos- ja lihanautailoilla, pienin lypsylehmä ja sikatiloilla. Yhteensä turvetta käytetään kuivikkeena 0,77 – 1,6 milj. m³ vuodessa (Iivonen 2008). Turvetta käytetään kuitenkin kuivikkeena enenevässä määrin myös turkistarhauksessa.

Määrällisesti eniten arvioitiin turpeen käyttöä voitavan kasvattaa korvaamalla kilpailevia tuotteita esim. purua, kutterinlastua ja olkea kotieläintaloudessa (Leinonen 2010).

Pohjois-Pohjanmaalla on edellytyksiä tuottaa kuiviketurpeita oman maakunnan tarpeisiin. Alueella on tuotettu jonkin verran kuiviketurvetta energiaturvetuotannon sivutuotteena energiaturvetuotannon alkuvaiheessa. Jos suunnitellaan pelkästään kuiviketurvetuotantoa, suo on valittava huolella, sillä koko turvekerrostuman osalta laadultaan riittävän hyvälaatuista *Sphagnum acutifolia* -tyypin turvetta, jonka imukyky ja mekaaninen kestävyys ovat parhaita, maakunnassa on hyvin vähän.

4.4 Kompostointiturve

Turvetta käytetään asutuskeskusten yhdyskuntajätteen kompostointiin ja teollisuuden, kuten elintarviketeollisuuden jäteliätteiden ja teurasjätteiden käsittelyyn. Kompostoimalla turpeen kanssa lieteistä saadaan viherrakentamiseen käyttökelpoista multaa. Turpeen kompostointi on yleinen käyttötapana myös mm. kasvihuoneiden kasvualustaturpeille, kun turpeen rakenne on käytön seurauksena menettänyt ilmapuutensa. Myös maataloudessa kompostoidaan kuivikekäytössä ollut turve, kun turpeen nesteenpidätyskyvyn maksimi on saavutettu ja lanta ja liete pitää varastoida. Pieneltä osin kompostiturvetta käytetään myös loma-asuntojen puu- ja puuseuran hygienian hoitoon.

Kompostoinnissa turpeen etuina ovat hyvät nesteen- ja hajun pidätyskyky (kuva 10) sekä turpeen rakenne, joka edesauttaa aineen kompostoitavuutta. Yleisesti kompostiturpeena käytetään H1-4-maattunutta rahkavaltaista turvetta. Kompostoinnissa olisi eduksi turve, jossa olisi mahdollisimman runsaasti *Acutifolia*-ryhmän rahkasammalien jäänhököksiä, sillä tällaisen turpeen nesteen pidätyskyky on kaikkein paras.

Maatalouden tekninen kehitys on parantanut kompostiturpeen käyttömahdollisuuksia merkittävästi. Lisäksi pyrkimys maatalouden aiheuttamien ympäristöhaittojen vähentämiseen näyttää tuovan uusia perusteita turpeen käytölle. Maanparannusturpeella voitaneen parantaa väkilannoitteiden hyötysuhdetta ja toisaalta kuivike- ja imeytysturpeella vähentää lannasta tapahtuvia valumia, sekä metaani- ja ammoniakkipäästöjä (Leinonen 2010).

Kompostiturpeen käytöstä viherrakentamisessa voidaan saada monenlaisia hyötyjä. Ravinteet saadaan tarkemmin kasvienkäyttöön vähentyneiden ravinnetappioiden ja parantuneen kationinvaihtokapasiteetin ansiosta. Tämä auttaa parempaan kasvien kehitykseen ja kasvuun, sekä maan tiivistymisen vähentyminen, parempaan maan vedenpidätyskykyyn, lisääntyneeseen mikrobiaktiivisuus ja kosteuden säilyminen maassa.

Maatalouden tuleva kehitys parantaa turpeen käyttömahdollisuuksia. Tilojen erikoistuessa eloperäisen maanparannusaineen tarve kasvaa. Viljan viljelyn väheneminen ja viljakasvien jalostus lyhytkor- tiseksi lajikkeiksi, merkitsee kuivikkeena käytettävän oljen vähenemistä. Kuivike- ja imeytysturpeen menekkiä lisännee myös se, että teollisuus käyttää energiaksi sahanpurun ja kutterinlastun, joka aiemmin päätyi osittain maatalouden kuivikekäyttöön (Leinonen 2010).

Jalostetumpien tuotteiden, kuten kompostikuivikeiden ja biojätteen keräilyyn liittyvien tuotteiden käytön arvioidaan lisääntyvän tulevaisuudessa (Leinonen 2010).

Pohjois-Pohjanmaan länsiosissa on paikoin hyvät edellytykset korkealuokkaisen kompostiturpeen tuottamisen. Alueella on pitkään tuotettu ympäristöhoitoturpeita suon pintakerrostumista ennen energiaturvetuotantoa. Kompostiturpeen käyttö on paljolti turpeen sekundäärikäyttöä eli jonkin muun turpeen ympäristökäytön jatkokäsittelyä.

4.5 Suodatinturpeet

Soiden ja kosteikkojen käyttö kaivosten ja yhdyskuntien jätevesien puhdistukseen on vanhastaan tunnettu menetelmä. Esimerkiksi lähes kaikkien Suomen vanhojen kaivosten (mm. Vihanti, Pyhäsalmi, Otamäki jne) metallipitoiset rikastehiekan jätealueet on perustettu suoalueille. Suot (turve) ovat suodattaneet ja neutraloinet metallipitoisia ja happamia kaivosvesiä kohtalaisen tehokkaasti. Myös yhdyskuntien jätevesiä on aikaisemmin johdettu soiden kautta vesistöihin. Esimerkiksi Köyliön kunta puhdisti aiemmin yhdyskuntajätevetensä johtamalla ne suolle. Nyt 2000-luvulla kosteikkopuhdistus on noussut uuteen kukoistukseensa (mm. Postila & al. 2009).

Turvetta absorbenttina käytävä biosuodatin on lupaava ja luonnonmukainen käsittelytekniikka pahanhajuisille ja bakteeripitoisille poistokaasuille sekä hiukkaspäästöille ja jätevesille. Markkinoille

on tuotu (on ehkä myös poistunut?) harmaiden jätevesien suodatusjärjestelmiä, jotka perustuvat turve- tai sammalsuodatustekniikkaan. Turpeen hyötykäyttömahdollisuuksia kaatopaikkojen bio-kaasukatalyysaattorina ja valumavesien imeytysaineena on myös tutkittu ja koerakennettu.

Vähän maatunutta rahkaturvetta käytetään myös jonkin verran öljyjen suodatuksessa ja ilman suodatinaineena. Ilmaa puhdistetaan myös pölysuodattimilla sinkkipölystä, jotka on tehty tupasvillan kuidusta. On myös tehty kokeita eri turvelajien metallien absorptiokyvystä (julkaisematon aineisto Lehto & Virtanen 1999).

Turve on materiaali, jonka käyttömahdollisuudet ilman suodattimina ovat monipuoliset. Leinosen (2010) keräämiä esimerkkejä turpeen hyödyntämiskohteista suodattimina: Biosuodattimet – styreenin hajotus (Arnold et al. 1997), haisevien rikkijhdisteiden absorptio (Hartikainen et al. 2002, Hartikainen et al. 2001), ammoniakkin absorptio (Hartikainen et al. 1996), typen poisto (Chan et al.

2006). Kiinassa Chan on kehittänyt useita erilaisia suodattimia turpeen ja polyvinyylialkoholien – pohjalta, jotka toimivat absorboivina biosuodattimina (Chan et al. 2003).

Suomessa on tutkittu turpeen sisältämien mikrobiin hyödyntämistä kasvitautien torjunnassa (Tahvonnen 1998). Turpeiden sisältämien hartsien ja uute-aineiden hyödyntämistä ja teollista soveltamista on tutkittu entisessä Neuvostoliitossa.

4.6 Lämpöeristeturpeet

Aiemmin turvetta käytettiin laajasti rakennuseristelevyjen raaka-aineena. Turpeiden käyttö talojen lämpöeristeinä oli suurimmillaan 1900-luvun alussa, jolloin mm. Helsingin keskustan kivirakennuksiin käytettiin runsaasti turvetta eristeeksi. (Helsingin kaupungissa olivat tuolloin Suomen suurimmat turvetuotantoalueet). Yleisesti lämpöeristeturpeena käytetään H1-4-maatunutta rahkaturvetta (kuva 11).



Kuva 11. Suo Oy:n turve-eristelevy 1950-luvulta. Kuva: K.Virtanen

Myös tupasvillankuitu sopii lämpöeristeeksi. Tupasvillakuitua voidaan käyttää hirsirakennuksiin hirsien välitiivisteksi (rive). Toisaalta seulottua tupasvillan irtokuitua voidaan käyttää lämmöneristeeksi sahanpurun sijasta, jolloin eristettä suunniteltaessa on huomioitava tupasvillan erityisominaisuus eli ilmavuus. Tupasvillankuitua voidaan käyttää myös äänieristeenä. Tupasvilla on luonnonmateriaalia ja se sopii erinomaisesti ääni- ja lämpöeristeeksi ekologisessa rakentamisessa. Siitä voidaan puristaa levyjä tai käyttää sellaisenaan. Vuonna 2001 tuli markkinoille puristetekniikalla valmistettu turvelevy, joka toimi sisustuslevynä ja se olisi ehkä pystynyt kilpailemaan ominaisuuksiltaan hyvin lastulevyn ja M DF-levyn kanssa, mutta valmistus loppui jo heti alkuunsa (Leinonen 2010).

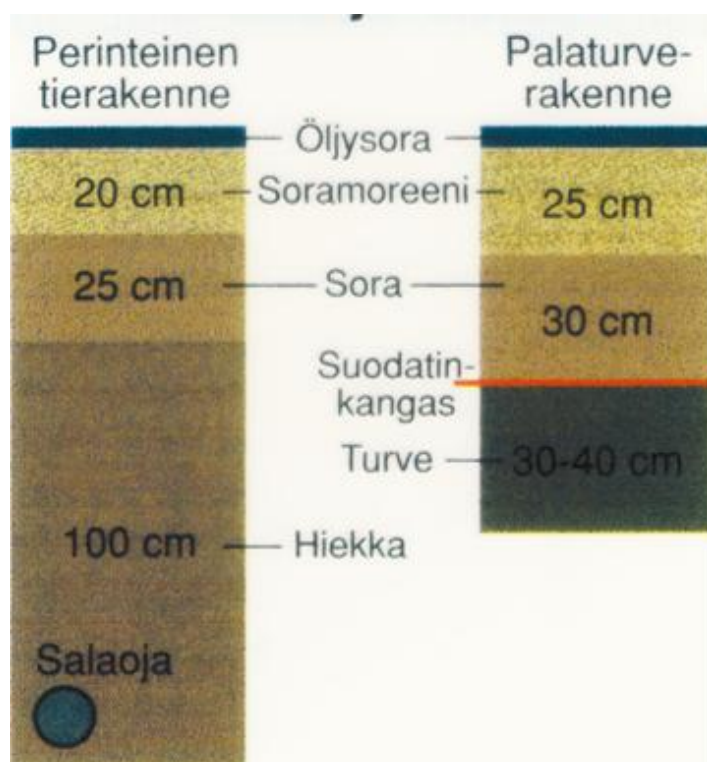
7. Routaeristeturpeet

Turvetta on kokeiltu ja sitä voidaan käyttää routaeristeenä esimerkiksi kevyen liikenteen väylillä

(kuva 12). Turve soveltuu myös sorateiden ja päällystettyjen teiden rungon routasuojaukseen, teiden rakennemateriaaliksi ja kevenne –rakenteiden, kuten meluvallien rakentamiseen (Leiviskä 1999). Tielaitos on ohjeistanut palaturpeen käyttöä teiden routaeristeenä (Tielaitos 1997). Varsinaisilla auto liikenteen väylillä palaturpeen kantavuusominaisuudet eivät ole riittävät.

Palaturve on edullinen, luonnonmukainen ja ympäristöystävällinen eristemateriaali verrattuna teollisiin lämpöeristeisiin. Palaturpeella voidaan korvata routaeristeissä myös rengasrouhetta ja masuunihiekkaa (Kallio 2000).

Routaeristeturpeena käytetään hyvin kuivattua ja kovettunutta palaturvetta. Routaeristeenä palaturve suojataan kosteudelta muoveilla ja maanrakennuskankailla tien rungossa. Palaturpeen kuormituskestävyys ei ole esimerkiksi rinnastettavissa murskeen kuormituskestävyyteen.



Kuva 12. Kuivalla, hyvin kovettuneella, lujalla, hienoaaineettomalla palaturpeella voidaan korvata soraa ja hiekka routaeristeenä. Kuva Jongun koerakenne Pudasjärvi (Tielaitos 1999).

4.8 Kylpy- ja hoitoturpeet

Kylpy – ja hoitoturpeet ovat turpeen käytön muoto, jolla on jonkin verran kaupallista ja työllistävää merkitystä Suomessa. Turvekylvyn terveydelliset vaikutukset on tiedostettu Keski-Euroopassa jo vuosisatoja ja meilläkin on kylpylöitä ja yrittäjiä, jotka tarjoavat hoitoturvekylpyjä, turvesaunomista ja erilaisia hoitoturvetuotteita (kuva 13). Hoitoturpeen avulla voidaan hoitaa mm. iho-ongelmia, reumaa ja gynekologisia vaivoja. Hoitoturvetta tuottaa Suomessa kymmenkunta yritystä. Lisäksi hoitoturpeet työllistävät hoitoloissa, kylpylöissä ja kosmetiikkapuolella (Leinonen 2010, Korhonen 2012, Uosukainen ym. 2006). Hoitoturpeen vaikutuksista terveyteen ei kuitenkaan ole julkaistu yksiselitteisiä lääketieteellisiä todisteita. Tärkeä hoitoturpeen ominaisuus on turpeen lämmönsitomisky-



Kuva 13. Hoitoturpeena käytetään hyvin maatuneen turpeen vesiliuosta.

Esimerkiksi GTK:ssa on tutkittu suomalaisten turvelajien fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia vuosien ajan ja pyritty testaamaan niiden soveltuvuutta kylpyturpeeksi. Tutkimusten perusteella Suomesta löytyy runsaasti hyvälaatuista turvehoitoihin sopivaa turvetta. Pitkäaikaiseen kylpyturpeen tuotantoon riittävä suoala on jo noin yhden hehtaarin suoalue (jopa pienempikin). Alueella on oltava vähintään 0,5 m paksu hyvin maatunut kyl-

pyturpeeksi soveltuva turvekerrostuma. (ei ole yleensä aivan suon pinnalla, mutta ei myöskään aivan pohjalla). Hyvä kylpyturve on joko rahkai tai saravaltaista turvetta, joka on pitkälle maatunutta, H7 - H8 von Postin 10-asteikon mukaan (Korhonen 2012, Korhonen 1997).

Hyvä kylpyturve sisältää humushappoja vähintään 20 % kuivapainosta, sen rikkipitoisuus on alle 0,30 % kuivapainosta, tuhkapitoisuus alle 15% ja siinä ei saa olla haitallisia määriä raskasmetalleja, eikä muitakaan haitallisia aineita (Korhonen 2012). Hoitoturpeet tuotetaan yleensä luonnonkosteina kaivamalla kaivurilla sopivasta turvekerroksesta.

Yleisesti maatunut suomalainen turve on hyvälaatuista kylpyturpeeksi. Ulkomaiset markkinat ovat tärkeät hoitoturpeiden osalta, sillä kotimaan kuluks on rajallista. Esimerkiksi Saksassa käytetyt hoitoturpeet joudutaan palauttamaan luontoon ja ne otetaan uudelleen kylpykäyttöön muutaman vuoden kuluttua. Tämä siitä syystä, että Keski-Euroopassa turvetta on niin vähän käytettävissä, että sitä joudutaan kierrättämään. Turveteollisuusliittoon on perustettu hoitoturpeelle oma jaostonsa 'Kylpy- ja hoitoturvejaos' mm. turvetuotteiden laatuksiteerien yhtenäistämiseksi (Korhonen 2012).

Eri hoitoturvetuotetoimijoilla on erilaisia hoitoturvetuotteita, jotka ovat pitkälle jalostettuja. Myynnissä on mm. hoitoturve ja saunaturve pakkauksia sekä turveshampoota, - ihonhoitoainetta, - kasvonaamioita, ym. (kuva 14). Hoitoturveturvetuotteisiin käytetyt turvelajit voivat olla hyvin vaihtelevia ja ne ovat usein valmistajien liikesalaisuuksia. Hoitoturvetuotteiden kauppa perustuu turpeen ohella niihin käytettyihin muihin ainesosiin ja pakkauksiin ja mielikuvien markkinointiin.

Kylpy ja hoitoturvetuotteisiin tarvittavat turvetuotantoalat ovat niin pieniä, että tarvittava turve voidaan usein tuottaa sivutuotteena energiaturvetuotannon yhteydessä. GTK on tutkinut Pohjois-Pohjanmaalla kaikkiaan noin 3000 suota. Hyvin monelta näistä soista voidaan löytää tarkalla tutkimuksella sopivia alueita hyvälaatuisten hoitoturvetuotteiden tuottamiseen.



Kuva 14. Erilaisia hoitoturvetuotteita. Kuva: Lehtopeat Oy

4.9 Soiden rauta- ja fosforisaostumat eli suomalaismit

Soiden rauta- ja fosforisaostumat (suomalmit) ovat turpeeseen syntyneitä sekundäärimineraaleja, jotka esiintyvät turvekerrostumissa turpeen paikallisina välikerroksina (kuva 15). Saostumat muodostuvat raudasta ja fosforista mineraalikoostumukseltaan ne ovat pääasiassa sideriittiä, vivianiittia ja näiden hapettumistuloksia. Saostumissa on korkea tuhkapitoisuus (usein 60 - 80 %), joten turpeen saostuma-aines estää tällaisen turpeen energiakäytön. Tuhkapitoisuudesta johtuen saostumia sisältävän turpeen lämpöarvo on energiaturpeeksi liian pieni (kuva 16) ja lisäksi rauta sintraantuu tulipesiin ja rikkoo arinat. Eniten suosaostumia Pohjois-Pohjanmaalla tavataan Muhoksen - Utajärven ja Vihannin - Ruukin alueilla (Virtanen 1994). Muualta Suomesta turvekerrostumissa olevat saostumat lähes puuttuvat tai niitä tavataan vain yksittäistapauksina (poikkeuksena Kittilän ja Tervolan alueet – Kivinen 1948).

Suomalmeja on käytetty aiemmin raudan lähteenä. Suomessa tunnetaan muutamia rautaruukkeja, jotka ovat käyttäneet suomalaisia järvimalmia ohella raudan valmistukseen (esimerkiksi Törnävän rautaruukki Seinäjoella ja Onkamon ruukki Pohjois-Karjalassa). Soiden saostumista polttamalla saatavaa pigmenttiä on käytetty myös maaliaineena, sekä keltamultana että punamultana. Otto Brander (1825) mainitsee suosaostumista Onkamon punamullan, jota talonpojat polttivat ja myivät Sortavalan kauppiaille. Nämä kuljettivat punamullan edelleen Pietariin ja Niznijnovgorodin markkinoille, josta Onkamon punamulta saattoi kulkeutua vaikka minne Venäjällä (Virtanen 1996). 1930-luvun alussa rakennettiin Vihannin Haisunperälle punamultatehdas, jonka omisti Suomen Punamulta Oy. Yrityksen yhtenä osakkaana oli presidentti Urho Kekkonen. Tehdas jalosti Vihannin Kukonharjun suon rautasaostumia punaisena maalipigmenttinä käytettäväksi (Laitala 1978). Suoalue, jolta saostumia tuotettiin tehtaassa raaka-aineeksi, oli pinta-

alaltaan noin 200 hehtaaria (Aartovaara 1936). Saostumista vivianiittia on Suomessa käytetty sini-senä maaliaineena (Okko 1944). Suomalmeja käytettiin myös jonkin verran 1930-luvulla valokaasun ja eräiden raakaöljyjen puhdistusmassana, mutta vähitellen muut kaasunpuhdistusmassat korvasivat

suomalmin (Laitakari 1937). Vivianiittipitoisia turpeita on myös käytetty paikallisesti fosforilannoiteaineena (Laitakari 1937). Suurimmillaan lannoitekäyttö oli toisen maailmansodan aikaan (Okko 1944).



Kuva 15. Rauta- ja fosforisaostumia turpeen välikerroksina Vihannissa. Sideriitti (vaalean ruskea), musta amorfinen rautasaostuma ja vivianiitti (siniharmaa). Kuva: K. Virtanen

Nykyisin turvetuotannossa olevilta saostumasoilta on vivianiittipitoisia turpeita käytetty jossain määrin nurmikoiden perustamisturpeina.

Vihannin kunnassa on 2000-luvulla ollut hankkeita, joissa on suunniteltu rautasaostumien käyttöä museorakennusten maalipigmentiksi (punamulta), sekä vedenpuhdistuskemikaaliksi. Tällä hetkellä saostumilla ei ole varsinaista hyötykäyttöä. Joillakin alueen soista suosaostuma-ainesta on niin paljon, että mikäli näille rautayhdisteille olisi jokin taloudellinen käyttömuoto, saostumaa todennäköisesti voitaisiin paikoin tuottaa näiltä soilta. Esimerkiksi Siikalatvan (Ruukin) Hukkanevalla on 165 hehtaarin alue, jolta olisi tuotettavissa rau-

tasaostumia noin 0,5 milj. suo-m³, jossa on saostumaa n. 35 % ja turvetta n. 65 % (Virtanen ja Herranen 1984)

1980-luvun alussa Geologian tutkimuskeskus (GTK) aloitti tehostetut turvevarojen tutkimukset Oulun eteläpuolisilla alueilla. Tutkimusten aikana alueelta löydettiin rautasaostumia 36 suolta lähinnä Vihannista, Siikalatvasta (Ruukki, Pulkkilasta) ja Haapavedeltä (Virtanen 1994). Lisäksi suosaostumia on löytynyt runsaasti GTK:n 2000-luvulla tekemissä turvevarojen kartoituksissa Rokuanvaaran ympäristössä mm. Utajärven- ja Vaalan eteläosista.

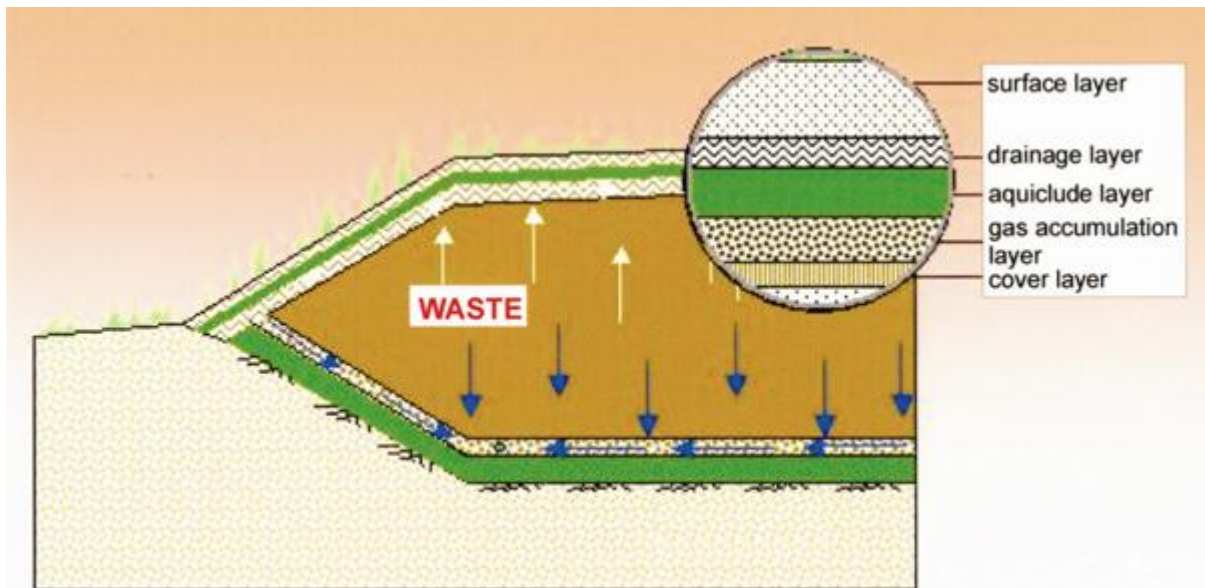


Kuva 16. Rautasaostumaa (punaruskea) turvetuotantoalueella. Saostuma estää tuhkapitoisuuden takia turpeen energiakäytön. Kurenluijanneva Piippola. Kuva: K. Virtanen

4.10 Nesteiden eristeturpeet

Kaatopaikan vesieristeturve. Pohjavesien pilaantumisriski ja maisemalliset näkökohdat ovat tärkeimpiä asioita käytöstä poistettavien kaatopaikkojen pintarakenteiden suunnittelussa. Turpeen ominaisuuksia voidaan hyödyntää kaatopaikkojen pohjarakenteissa ja suljettavien kaatopaikkojen peiterakenteissa. Yhdyskuntajätkekaatopaikan peiterakenteissa tiivistysturvekerroksen tehtävänä on rajoittaa sadeveden pääsyä jätteeseen mahdollisimman tehokkaasti ja täten estää jätteestä liukenevien haitallisten yhdisteiden leviäminen pohjavesiin. Tiivisteturvekerroksen merkittävimmät mitoitusparametrit ovat vedenläpäisevyys ja kokoonpuristuminen. (Virtanen ym. 2001, Iivonen 2008).

Rokuan kaatopaikalle rakennettiin syksyllä 2000 koerakenne. Kaatopaikka sijaitsee suojelualueella Rokuan kansallispuiston tuntumassa. (Tutkimusprojekti oli osa EU:n Northern periphery programme -ohjelman, Ecological utilisation of peat). Kaatopaikan koerakenteen vesieristekerroksena oli turve (kuva 17). Turpeena käytettiin paikalla tiivistettyä, jysinturpeena tuotettua, kosteta, keskinkertaisesti maatunutta tupasvillasararakhaturvetta, jonka laboratoriossa mitattu vedenläpäisevyys oli kuormitettuna $K = 1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-9}$ turpeen rakenteesta riippuen. Muuten koerakenne noudatteli käytöstä poistettujen kaatopaikkojen peittämisestä annettuja ohjeita. Koerakenteen muutoksia ja toimivuutta mm. jäätymistä, kuivumista ym. sääolosuhteita vastaan seurattiin rakenteesta otetuilla näytteillä. (Virtanen & al. 2001).



Kuva 17. Suljetun yhdyskuntajätekaatopaikan kaaviokuva. Esimerkiksi Rokuan kaatopaikalla vesieristekerros on tehty maatuneesta, luonnonkosteasta, tiivistetystä eristeturpeesta (aquiclude layer), joka on maapainon alla.

Tiivisturpeen tuotantoon valitaan sopiva turvetuotantoalueen osa esitutkimusten perusteella. Esitutkimuksissa kiinnitetään huomio turvelajeihin, maatuneisuuteen ja turpeen homogenisuuteen. Lisäksi tehdään vedenläpäisevyysskojeita kuormitetuille näytteille. – Vain harva turve täyttää kaatopaikka-asetuksen mukaiset, vaativat vedenläpäisevyysskerroin-arvot. Turvelajiltaan tiivisturpe on tyypillisesti keskimaatunutta tai maatunutta (H5...H8) rahkasara- tai rahkaturvetta. Tuotetuista tiivisturpeista tutkitaan turpeen vedenjohtavuus, kokoonpuristuvuus ja sorptio-ominaisuudet. Vapo Oy on tutkimus- ja kehitystyön tuloksena tuotteistanut kaatopaikkarakentamiseen tiivisturpeen, jolle on ominaista pieni vedenläpäisevyys ja kyky pidättää haitta-aineita. Tiivisturpeen käytölle on laadittu geotekniset suunnittelu- ja mitoitusohjeet (Ilmavirta 2006). Systemaattista eri turvelajien testausta kaatopaikan eristeturpeeksi ei ole tehty.

Tiivisturpe tuotetaan kosteana jyrsturpeena. Toimituskosteus on yleensä 60...75 %. Tilavuuspaino tiivistettynä rakenteessa on tällöin yleensä 10...12 kN/m³. Yhdyskuntajätteen kaatopaikan

katemateriaalin (koskee myös turvetta) vedenläpäisevyysskerroin K on oltava vähintään 10⁻⁷ (VNa 202/2006).

Öljy- ja kemikaalieristeturpe pohjavesialueilla.

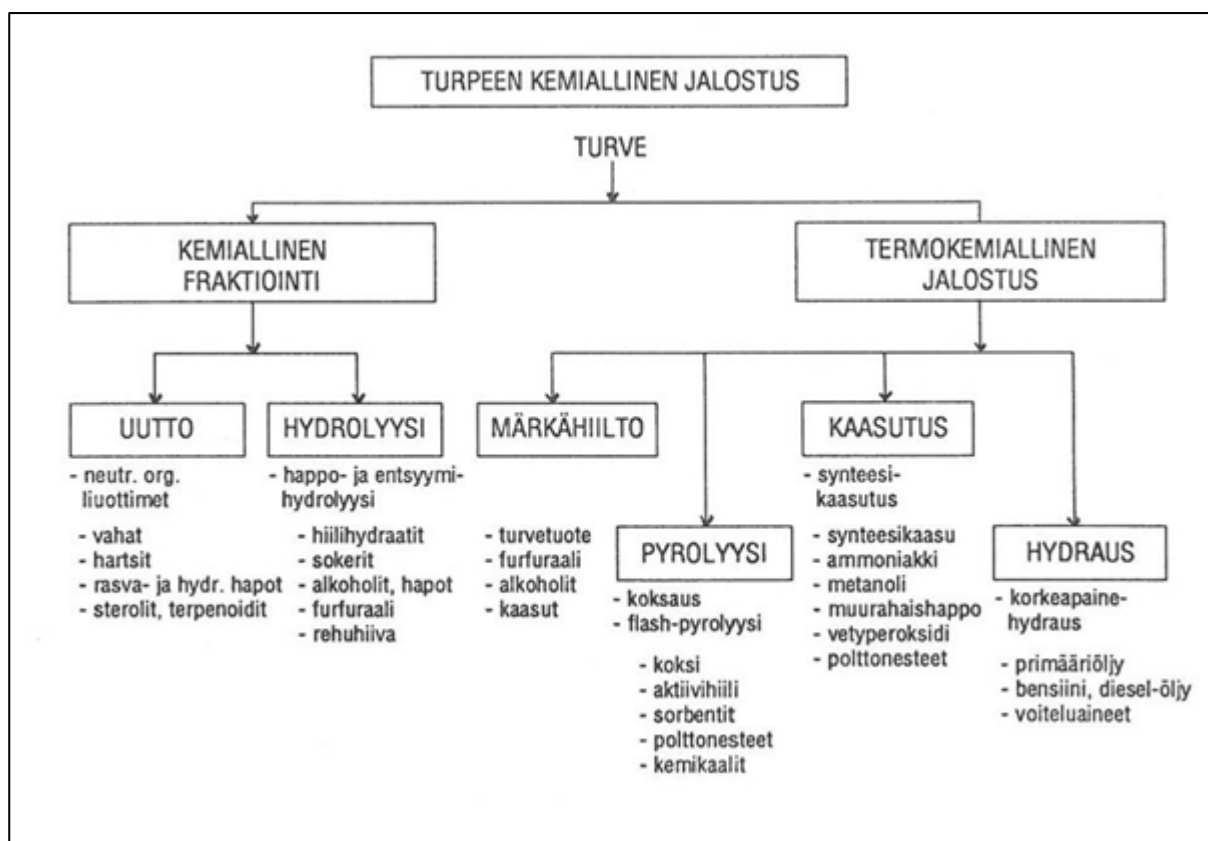
Tiivisturvetta on käytetty tärkeillä pohjavesialueilla valtateiden ojaluiskien pohjalla estämässä öljyn tai kemikaalien pääsyä pohjaveteen mahdollisen öljy- tai kemikaalionnettomuuden sattuessa. Tiivisturvetta on käytetty ainakin Lahti – Lappeenranta tien (6-tie) tieluiskissa. 6-tie kulkee pitkin Salpausselän sora – ja hiekka muodostumaa. Öljy- ja kemikaalieristeturpeen laatuvaatimukset ovat samantaiset kuin kaatopaikan eristeturpeella.

4.11 Turve kemianteollisuuden raaka-aineena

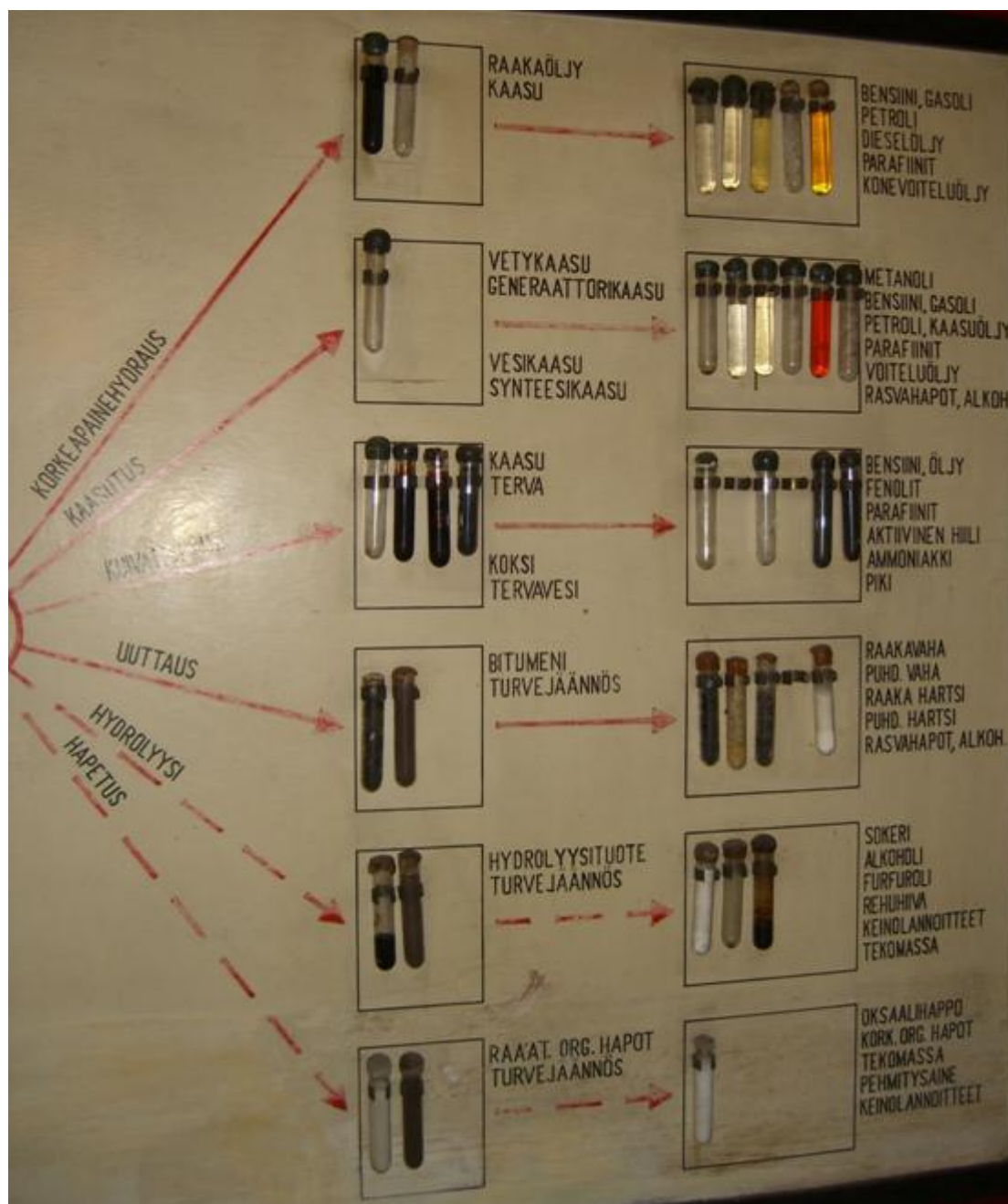
Kemian teollisuuden sovellutuksista on toistaiseksi päästy pisimmälle biomassojen hiilihydraattien hyödyntämisessä fermentoinnin kautta. Turpeen kemiallisista fraktioista suurin mahdollisuus sisältyy kuitenkin turpeen fenolisiin aineosiin. Maatuneissa turvelajeissa fenolien määrä on parhaimmillaan lähes 80 % turpeen kuiva-painosta. Tämä on enemmän kuin missään muussa biomassassa. Mikäli ligniinin ja humuksen kemialliset rakenteet saadaan selvitettyä (nykyisin useita rinnakkaisia rakennemallitulkintoja) ja mikäli hydrokrakkaus-tekniikka tulevaisuudessa kehittyy, pystytään eris-

tetyillä fenoleilla ja bentseeneillä, suoraan korvaamaan nykyisin käytettyjä petrokemikaaleja. Pyrolyysiöljyn tuotantoprosessi (flash) on lupaavin vaihtoehto tehdä turpeesta polttonestettä (Lappalainen ym. 1992).

Teollinen turpeen jatkojalostus pystyy parhaiten hyödyntämään hiilihydraatteja, vahoja ja hartseja. Näitä voidaan käyttää kymmenissä teknokemian tuotteissa. Maataloutta tai karjan rehun tuotantoa palvelevia kemiallisia ainesosia ovat sekä humiini-yhdisteet että humus- ja fulvohapot. Alla pari vaihtoehtoista mallia turpeen jalostamisesta kemiallisesti (kuvat 18 ja 19).



Kuva 18. Kaavio turpeen kemiallisen jalostuksen mahdollisuuksista. (Lappalainen & muut 1992).



Kuva 19. Kaavio turpeen kemiallisia jatkojalostusmahdollisuuksista 1950-luvulta. Kihniön turvemuseo. Kuva: K. Virtanen

Ammoniakki- ja vetyperoksidituotanto. Turpeen käyttöä kemianteollisuudessa mm. ammoniakin raaka-aineena on tutkittu Suomessa paljon 1980-luvulla. Oulussa Kemira oy valmisti turpeesta ammoniakkia joidenkin vuosien ajan 1990-luvun alussa. Ammoniakkiprosessissa tarvitaan korkea lämpötila ja kova paine. Prosessissa lämpötila saatiin korkeaksi turpeen poltolla. Prosessiin vetykaa-

su erotettiin ja puhdistettiin turpeesta ja prosessin tyyppi on ilmakehän tyyppiä.

Ammoniakin tärkein käyttökohde ovat lannoitteet. Ammoniakki on useimmiten urean tai ammoniumnitraatin muodossa tai vedettömänä ammoniakkina. Ammoniakista valmistetaan typpihappoa. Muita ammoniakin käyttökohteita ovat mm. räjähdys-

aineet, jäähditysaineet teollisuuskäyttöön sekä pesuaineet.

Ammoniakin valmistuksen käytyä Suomessa kannattamattomaksi Oulussa tuotettiin turpeesta ammoniakkilaitteistolla jonkin aikaa vetyperoksidia, jota tarvitaan monissa kemianteollisuuden prosesseissa.

Ammoniakin raaka-aineeksi käyvältä turpeelta vaaditaan samanlaisia ominaisuuksia kuin energia-turpeelta, mutta ammoniakki turpeiden on sisällettävä mahdollisimman vähän tuhkaa, rikkiä ja alkaalimetalleja.

Liikennepolttonestetuotanto. Viime vuosina on selvitetty turpeen käyttömahdollisuuksia liikennepolttonesteen raaka-aineena. Menetelmä perustuu turpeen Fischer- Tropsch kaasutusprosessiin. Menetelmä on jo 1940-luvulla käyttöönotettua tekniikka. Toisen maailmansodan aikaan Saksassa valmistettiin liikennepolttonesteitä Fischer – Tropsch -menetelmällä kivihiiilestä (Leiviskä 2008).

Kun turvetta kaasutetaan, kaasutukseen menevän turpeen kosteus on n. 15 prosenttia, joten ensimmäinen vaihe kaasutuksessa on turpeen kuivaaminen. Tämän jälkeen turve syötetään kaasutinreaktoriin, jossa turpeen hiili hajotetaan lämmön vaikutuksesta kaasuiksi hapen ja vesihöyryn avulla. Kaasuttimesta saadaan ulos kaasuseos, jonka pääkomponentteina ovat häkä (CO₂) ja vety (H₂). Kaasu sisältää lisäksi hiilidioksidia (CO₂) ja vesihöyryä (H₂O) ja epäpuhtauksia (metaania, rikin, typen ja kloorin yhdisteitä sekä tervaa).

Kaasu puhdistetaan ennen syöttämistään Fischer-Tropsch -reaktoriin. Reaktorissa häkä-vety -kaasuseos muutetaan katalyyttien avulla nestemäiseksi hiilivedyiksi ja vahoiksi.

Hiilivetyjen ja vahojen jatkojalostus voi tapahtua joko suoraan prosessin jatkona tai synteettinen raakaöljy kuljetetaan jatkojalostettavaksi öljynjalostamolle. Jalostustuotteita ovat mm. dieselöljy, bensiini, nestekaasu ja lentopetroli (Leiviskä 2008).

Vapo ja Metsäliitto ovat alustavasti päättäneet perustaa liikennepolttonestettä puusta valmistavan tehtaan Kemiin. Tosin lopullista päätöstä tehtaan perustamisesta ei ole tehty ja on epävarmaa, käytetäänkö prosessissa lainkaan turvetta, sillä turpeesta tehtyä liikennepolttonestettä ei katsota uusiutuvaksi energiatuotteeksi ja näin ollen turve ei saa uusiutuvien energiatuotteiden EU tukia.

Suomessa kehitetään myös ns. nopeaan pyrolyysiin (Flash) perustuvaa bioöljyn tuotantoteknologiaa puuperäisistä biomassoista. Turpeen käyttöä nopean pyrolyysin raaka-aineena sekä tuotetun öljyn jalostamista on tutkittu erityisesti 1980- ja 1990-luvulla (Arpiainen ym. 1989). Tutkimusten perusteella turve soveltuu pyrolyysiprosessin raaka-aineeksi. Turpeesta saatu nestetuote (”pyrolyysiöljy”) eroaa ominaisuuksiltaan puun pyrolyysiöljystä, sillä siinä on mm. korkeampi hiilivetypitoisuus ja rikki- ja typpipitoisuus. Nestetuotetta saadaan vähemmän kuin esimerkiksi puusta. Nestetuote voidaan edelleen jalostaa hyvälaatuiseksi liikennepolttonesteeksi (Arpiainen 1989).

Etanolin tuottamista turpeen sisältämistä polysakkarideista polttoturvetuotannon yhteydessä tutkittiin VTT:llä 1970-luvulla (Pohjola et al. 1977). Suomen olosuhteissa talvipakkasilla etanoli osoitautui kuitenkin oikukkaaksi polttoaineeksi erilaisissa polttomoottoreissa.

Polttonesteiden tuotantoon sopivien turpeiden ominaisuuksia on testattu laajasti, mutta ne ovat toistaiseksi yritysten liikesalaisuuksia. Pohjois-Pohjanmaalla on kuitenkin riittävästi turvevaroja liikennepolttonestetuotantoon. Tämä käy ilmi selvityksestä jonka Leiviskä (2008) teki pohjautuen GTK:n turvevara tietoihin.

Metallurginen turvekoksi. Palaturpeesta on valmistettu aikoinaan Peräseinäjoen koksitehtaalla turvekoksia metallurgisiin tarpeisiin (kuva 20). Turpeesta valmistettua koksia käytettiin Norjassa ferropiini pelkistyksessä. Aikomuksena oli käyttää turvekoksia myös mm. Tornion jaloterästehtaalla pelkistimenä, mutta turvekoksi sisälsi liikaa mm. fosforia ja alkaalimetalleja Tornion prosessiin. Peräseinäjoen koksitehtaan prosessissa syntyneestä

alitteesta valmistettiin pelletöimällä grillihiiltä 1980 –luvulla (Leinonen 2010).

Metallurgisen koksen laatuvaatimukset ovat usein prosessikohtaisia, mutta yleensä laatuvaatimukset ovat hyvin tiukkoja. Koksilta edellytetään metallurgisessa käytössä hyvää mekaanista kestävyyttä. Koksen raaka-aineeksi kelpaavan palaturpeen on oltava täysin murenematonta. Turpeesta tehdyn palan on oltava täysin kuivaa (keinokuivaus) ja hyvin kovettunutta, irtoavaa hienoainesta (alle 2cm) ei saa olla lainkaan. Jotta turvepalat olisivat mekaanisesti kelpollisia, ne on tehtävä hyvin maatuneesta (yli H5) rahkavaltaisesta turpeesta, jossa on jonkin verran kuituisuutta. Kemiaalisesti koksen pitäisi sisältää mahdollisimman vähän mm. tuhkaa, rikkiä, alkalimetalleja, fosforia, klorideja ym. Fysikaalisesti koksen pitäisi olla rakenteeltaan kovaa, hitaasti palavaa, olla abraasio -kestävää, sen pitää olla vain vähän tilavuus-muutostaipumusta omaavaa, sekä tasalaatuista.

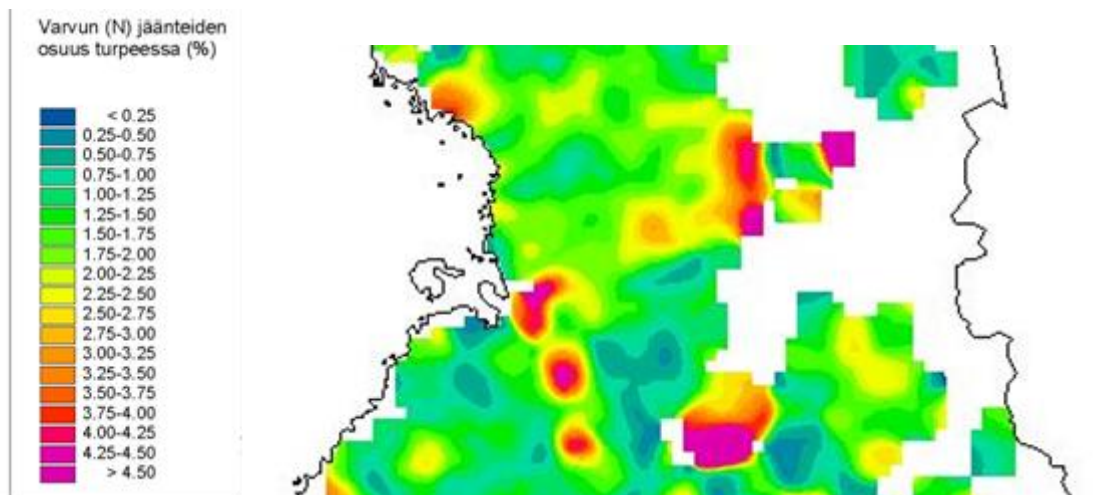


Kuva 20. Metallurgista turvekoksia, jota valmistettiin 1970-luvun lopulla Peräseinäjoella. Kuva: A. Luukkanen.

Vahat ja hartsit. Turvetta hyödyntävän kemian tehtaan suunnitelmista Vaalassa. Sodan aikana vuonna 1943 tehtiin esitys synteettisiä voiteluaineita turpeesta valmistavasta tehtaasta Vaalaan. Tehdas oli tarkoitus perustaa Pelson alueelle. Selvitysten mukaan Pelson soiden turpeissa on vahamaisia ja hartsimaisia aineita eli kansankielellä ”bitumiaineita” yhteensä n. 10 % turpeen kuivapainosta. Vahat ja hartsit ovat kemiallisesti lipidejä. Niiden lisäksi Pelson turpeissa on muita teollisuudelle käyttökelpoisia ainesosia: fulvohappoa n. 5 %, humushappoja yhteensä n. 30 % ja humiiniaineita n. 30 %.

Turvevahalla on monia hyviä ominaisuuksia, kuten kovuus, kiilto, elastisuus plastisuus, korkea sulamispista, pieni kutistuvuus, sekä joukko sähköisiä erityisominaisuuksia. Turvevahojä on käytetty mm. metalliteollisuuden valuissa, muoviteollisuudessa, pistorasioiden raaka-aineena, kosmetiikkateollisuudessa ja auton kojelaudoissa (Luukkanen 1990). Vahat ovat myös liikennepolttonesteiden raaka-ainetta.

Yleensä libidejä on turpeessa sitä enemmän, mitä maatuneempaa turve on. Toisaalta turpeen perusmuodostajat: saran- ja rahkanjäänteet sisältävät libidejä huomattavasti vähemmän, kuin turpeessa olevat varpukasvien jäänteet. Vahamaisten aineiden saanto on teollisuusprosessissa riippuvainen käytetyistä liuotinaineista (Luukkanen 1990). Pohjois-Pohjanmaan turpeet ovat keskimäärin heikommin maatuneita, kuin esimerkiksi Keski-Suomen turpeet (Virtanen ym. 2003), mutta toisaalta Pohjois-Pohjanmaan turvevarat antavat hyviä mahdollisuuksia vahojen ja hartsien tuotantoon turpeista keskimääräisen varvunjäänepitoisuutensa vuoksi (kuva 21). Libidituotantoon ajottu suo on tutkittava ja valittava tarkoin.



Kuva 21. Pohjois-Pohjanmaan ja Länsi-Kainuun suoturpeiden keskimääräiset varpujen jäänteiden osuudet (Virtanen ym. 2003).

Biostimulaattorit ja turvelannoitteet. Vuonna 1989 Vaalaan suunniteltiin taas uudelleen turvetta käyttävää kemian tehdasta, joka olisi tuottanut teollisuudelle vaha- ja -hartsimaisia aineita, sekä humushappo- ja fulvohappotuotteita ja näiden lisäksi orgaanisia lannoitteita, sekä biostimulaattoreita kasvi- ja kotieläintuotantoon. Biostimulaattorit voivat olla esimerkiksi nestemäisiä tyyppä ja humusaineita sisältäviä kemikaaleja (kuva 22). Tälläkään kertaa Vaalan turvetehdashanke ei toteutunut turpeelle epäedullisen öljyn hinnan kehityksen vuoksi.

Suomessa tuotetaan pienessä mittakaavassa turvepohjaisia orgaanisia lannoitteita. Yleensä lannoitteet ovat mittatilauksena tehtyjä tuotteita jollekin tietylle käyttäjälle. Yleensä niissä on sekoitettu turvetta, epäorgaanisia maalajeja, kalkkia ja mineraalilannoitteita (kuva 23.).



Kuva 22. Nestemäistä kasvustimulaattoria. Turvemuseo Kihniö. Kuva: K. Virtanen



Kuva 23. Räättälöityä turpeen, maa-aineksen ja väkilannoitteen sekoitusta. Kuva: K. Virtanen

4.12 Turve muovikomposiittien raaka-aineena

Turpeen käyttö muovien komposiittimateriaaleissa lujittavana kuituna ja täyteaineena on vasta kokeiluasteella, mutta kokeissa on saatu VTT:n tutkimuksissa lupaavia tuloksia. (Leinonen 2010). On kehitetty uusia luonnonmateriaaleihin pohjautuvia komposiittimateriaaleja ja tuotteita käytettäväksi puutarha-, maatalous- ja pakkausteollisuudessa sekä rakentamisessa (taimienkasvatusastiat, putket, säiliöt, viirat ja pakkauslaatikot). Kuitulujitemateriaaleina tuotteissa käytetään turvetta. Sideainematriisina käytetään biorefinery konseptilla tuotettuja polymeerejä, kuten tärkkelys- ja selluloosapohjaisia polymeerejä, sekä biohajoavia polymeerejä (PLA ja PHB) (Immonen 2008). Tutkimuksessa on selvittämättä millaisia ominaisuuksia eri turvelajien (botaaninen alkuperä ja maatunisuus) ja eri polymeerien yhdistämisellä muoveille voitaisiin kehittää.

Hieman vastaavaa on tehty Venäjällä, Kiinassa ja Kanadassa 1990-luvulla valmistamalla turvetta sisältäviä PE- ja PP-komposiittimateriaaleja mm. rakennusteollisuuden tarpeisiin. Kiinassa puolestaan on valmistettu biohajoavia pakkausmateriaaleja, jotka sisältävät turvetta. Komposiittipuolella turpeen käytölle yhtenä potentiaalisena mahdollisuutena ovat maanrakennus- ja geotekstiilit (Leinonen 2010).

Venäjällä turvepakeliittia (muovia) on aiemmin käytetty teollisessa mittakaavassa autoteollisuudessa. 1970-luvulla Ladojen koelaudat ja osin muutkin muoviosat oli tehty ”turvemuvista”. (suullinen tieto Listvan 1984 Valko-Venäjä, Minsk).

4.13 Nesteiden- ja öljynimeytysturve

Teollisuudessa ja jätevesien puhdistuksessa turve toimii paitsi ravinteiden pidättäjänä, myös tehokkaana raskasmetallien sitojana. Yleisesti ympäristöturpeena käytetään H1-4-maatunutta rahkaturvetta, jossa on mahdollisimman runsaasti nesteen pidätyskykyisen *Acutifolia*-ryhmän rahkasammalien jäännöksiä. Vähän maatunutta rahkaturvetta käytetään myös jonkin verran öljyntorjunnassa ja suodatinaineena sekä ilman että jäteveden puhdistuksessa. Turve estää tehokkaasti ravinteiden huuhtoutumiseen ja mm. ammoniakkin ja muiden kaasujen

haihtumisen. Nesteiden imeytysturpeet voidaan käyttää edelleen maanparannusaineena, sekä niistä voidaan valmistaa hitaasti liukenevien turvelannoitteita lähinnä puiden ja energiakasvien lannoitukseen. Lannoitukseen ruuan tuotantokasveille turpeet, joihin on imeytetty yhdyskuntien jätevesiä, eivät sovellu, sillä yhdyskunta jätevedet sisältävät runsaasti mikrobeja ja raskasmetalleja.

Merellä öljynimeytysturpeena käytetään vaaleaa heikosti maatunutta kuumakäsiteltyä rahkaturvetta. Öljyntorjuntaturpeelta edellytetään, että turve imee öljyä ja hylkii vettä. Erikoisesti tupasvillankuidulla on kyky imeä öljyä, mutta hylkiä vettä (kuva 24).



Kuva 24. Heikosti maatunutta, lämpökäsiteltyä turvetta käytetään öljyntorjuntaturpeena vesialueilla. Kuva Jyväskylästä. Kuva: K.Virtanen

4.14 Turvetekstiilit ja tupasvillan kuitu

Tupasvillakuitu on eristeenä erinomaista. Myös kuidun muut ominaisuudet ovat hyviä tekstiilien tekoon. Kuitu on erittäin ilmavaa, se ei homehdu tai edistä homehtumista, ei ime vettä, mutta sitoo öljyä, lisäksi se palaa kytymällä, mikä voi olla etu esimerkiksi tupasvillakankaiden paloa hidastavana ominaisuutena. Ainoastaan kuitujen vääntölujuus on heikko kuidun haurauden vuoksi. Tämä aiheuttaa kuidun pölyämistä. Tupasvilla on myös hygieenistä ja ihon eritteitä neutralisoivaa, eikä se kasvikuivutena hiosta eikä sähköisty. Tupasvilla on yksi helpoimmin työstettäviä kuituja, vaikkakin sen käsittely muutoin on vaativaa. Kuitua käytetään lampaanvillaan sekoitettuna, sillä yksinään käsiteltynä se on liian haurasta. (Leinonen 2010).

Tupasvillaa työstää nykyisin vain muutama käsityötaiteilija. 1990-luvulla tupasvillaa käytettiin enemmän. Suurin alalla toiminut yritys oli Kultaturve Oy Sammatissa. Kultaturve myytiin myöhemmin Basic Fashion yhtymälle, joka tuottaa nyt turvepohjallisia ja neulekangasta. Tupasvillatuotteita ovat mm. huovat, langat, karstalevyt sekä asusteet, pohjalliset, neuleet ja kankaat. (Leinonen 2010). Tupasvillan hyödyntämistä tekstiilikäyttöön on tutkittu useissa tutkimusprojekteissa ympäri Suomen (mm. Ilmajoella, Juvalla, Joutsan Leivonmäellä, Kolarissa ja Rantsilassa).

Tupasvilla on materiaalina kallista, sillä kuidun erottelu turpeesta on prosessina hankala, eikä siihen ole olemassa koneita. Kuitenkin nykyisin ekologisilla erikoistuotteilla, kuten tupasvillatuotteilla, on kysyntää. Tupasvilla sopisi vaatetustekstiilien lisäksi varsin hyvin myös imeytysmattoihin esim. pellavaan yhdistettynä kankaaksi kudottuna. Kuitua sisältävää turvetta tuotetaan polttoturpeen noston yhteydessä ja seulotaan ja puhdistetaan kuituiksi. Nykyisin kuitua toimitetaan pääasiassa ulkomaille. Vientiä on erityisesti Itävaltaan, Saksaan ja Hollantiin. Suomessa puhtaan kuidun menekki on vähäinen, vain noin 200 kg vuodessa.

Tupasvillakuitu on tupasvillan tyvitupista muodostunutta kuitua, joka on pehmennyt suon turpeessa 200 - 4000 vuotta. Tupasvilla kuituja esiintyy yleis-

simmin rahkaturpeen seassa vähäisiä määriä. Tupasvillaa on suurimmillaan turpeen tilavuudesta alle 20 %. Tyypillisesti hyvissäkin tupasvillaesiintymissä sitä on vain 4 - 8 % ja yleensä vain alle 1 %. Tupasvillaa on runsaimmin (8-14 %) Länsi-Suomen (Etelä-Pohjanmaa ja Satakunta) alueen turpeissa. Pohjois-Pohjanmaalla tupasvillankuitua on vähän yleensä n. 1-2 % ja Lapin soiden turvekerrostumista tupasvillan jäänteet lähes puuttuvat. (Virtanen & al. 2003).

Koska tupasvillan kuitua on Pohjois-Pohjanmaan soilla keskimäärin vähemmän kuin esimerkiksi Etelä-Pohjanmaan soilla, ei Pohjois-Pohjanmaalle kannattane avata suota tupasvillan kuidun tuottamiseksi. Sen sijaan tupasvillaa voidaan kyllä seuloa energiaturpeesta tarkkaan valituilta soilta ja turvekerrostumista, joista arvioidaan saatavan riittävä kuitusaanto taloudellisesti.



Kuva 25. Turvetekstiilejä valmistettiin tupasvillakuidun, villan, pellavan ym. materiaalien seoksista 1990-luvulla Suomessa, mm. Sammatissa Kultaturve Oy.

4.15 Aktiivihiihi

Aktiivihiihiltä käytetään moniin erikoistarkoituksiin mm. lääketeollisuudessa, kemianteollisuudessa, suodattimina jne. Aktiivihiihien käyttö perustuu aktiivihiihien suureen ominaispinta-alaan, johon voidaan sitoa suuria määriä monia kemiallisia yhdisteitä. Aktiivihiihien käyttö maailmalla on jatkuvasti lisääntymässä. Aktiivihiihiltä tehdään mm. kivihiilestä ja monenlaisista orgaanisista lähtöaineista mm. kookospähkinän kuorista, maissin tähtistä jne. Eri lähtöaineista tehtävälle aktiivihiihille voidaan saada aikaan erilaisia ominaisuuksia. Neuvostoliitossa turpeesta on tehty aktiivihiihiltä ja myös lännessä on suunniteltu aktiivihiihiltä tehtävän turpeesta. Aktiivihiihien laatuvaatimukset ovat moniin tarkoituksiin erittäin tiukat ja laatuvaatimukset edellyttävät turveraaka-aineen ja lopputuotteen fysikaalis-kemiallista puhdistusta ja mahdollisesti valmistusprosessin räätälöintiä, niin että lopputuotteen ominaisuudet vastaavat laatukriteerejä. Holantilainen Norit-yhtymä kattaa tällä hetkellä valtaosan maailman aktiivihiihilituotannosta (Leinonen 2010).

Aktiivihiihien tuotantoon pitäisi perustaa tehdas tai toinen mahdollisuus on viedä aktiivihiihien raaka-aineturvetta olemassa olevien tehtaiden käyttöön.

Myös Suomesta on etsitty sopivia soita, joiden raaka-aine voitaisiin myydä aktiivihiihilituotantoon. Joka tapauksessa tuotettu turvepohjainen aktiivihiihi jouduttaisiin valtaosin viemään maasta, sillä kotimaan markkinat ovat liian pienet aktiivihiihilituotannolle.

Aktiivihiihien raaka-aineena olevan turpeen maatumisasteen on oltava mahdollisimman korkea (von Postin asteikolla H8-H10) ja turpeen kokonaishiihilitoisuuden on oltava korkea, sekä tuhkapitoisuuden on oltava matala, mielellään alle 2 % kuiva-aineesta. Turpeen rikkipitoisuuden on oltava matala eli alle 0.2 % kuiva-aineesta. Aktiivihiihiltä tehdään tehdasmittakaavassa ja tuotantoalueenkin pitää olla kymmeniä hehtaareja. Laatuvaatimukset täyttävää suota tai edes suon osaa on vaikea, mutta ei ehkä aivan mahdotonta löytää Pohjois-Pohjanmaalta. Yleensäkin suomalaiset turpeet ovat liian heikosti maatuneita ja epähomogeenisia aktiivihiihilituotantoon. Parhaiten vaatimukset täyttävä suo voidaan löytää GTK:n suotiedostoja hyödyntämällä.

5 Yhteenveto

Pohjois-Pohjanmaan laskennalliset, teknisesti käyttökelpoiset turvevarat ovat n. 4 900 milj. suo-m3 (in situ). Tästä on tummia turvelajeja alle 4 100 milj. suo-m3, vaaleita rahkaturvelajeja (Sphagnum H1-3) on n. 310 milj. suo-m3 ja ns. väliturpeita (Sphagnum H4) on n. 475 milj. suo-m3. Laskelmassa ei ole huomioitu Valtioneuvoston periaatepäätöksen taustaraportin: ”Ehdotus soiden ja turvemaiden strategiaksi (2011)” vaikutusta, jolla soiden käyttöä turvetuotantoon vähennetään ojittamattomilla soilla. Eniten vaaleita rahkaturvevaroja on maakunnan länsiosissa, lähellä rannikkoa olevalla keidas- ja aapasoiden vaihettumisvyöhykkeellä mm. Ylivieskan, Nivalan – Haapaveden, ja Ii:n seutukunnilla. Huomattavat vaalean turpeen varat ovat myös Pudasjärvellä, johtuen kunnan kaikkiaan valtavista turvevaroista. Valtaosa maakunnan heikosti maatuneista pinta-rahkaturpeista on Sphagnum cuspidata -tyypin turpeita, joka on ominaisuuksiltaan huonolaatuista mm. kasvualustana ja kuiviketurpeena. Kuitenkin Pohjois-Pohjanmaalla on myös paikoin hyvälaatuisia Sphagnum acutifolia -tyypin turvekerrostumia.

Erikoisturpeen suurimmat käyttömahdollisuudet löytyvät tulevaisuudessa ympäristönhoidosta ja maatalouskäytöstä. Varsinkin heikosti maatuneesta Sphagnum acutifolia -tyypin turpeesta on puutetta sekä Suomessa että Euroopan markkinoilla. Turpeen käyttö karjan kuivikkeena, turpeen käyttö jäteveden ja muiden nesteiden imeytykseen sekä kompostikäyttö

ovat lisääntymässä. Lisääntynyt kasvihuoneviljely lisää myös osaltaan heikosti maatuneen turpeen tarvetta. Maatuneen turpeen ja turvemullan käyttö lisääntyy yksityisten pihojen viherrakentamisen ja julkisten nurmikkoalueiden laajenemisen myötä.

Vaaleiden rahkaturpeiden potentiaalinen tekninen käyttökelpoinen pinta-ala on Pohjois-Pohjanmaalla yhteensä noin 290 000 ha. Arvioon on sisälletty yli 10 ha:n turvealueet, joilla vaaleita rahkaturpeita on vähintään 0,6 m paksuinen kerros (jonka alla tummia turvelajeja vähintään 0,9m). Arviossa ovat kaikki teknisesti tuotantoon mahdolliset alueet. Niistä ei ole vähennetty muiden maankäytön piirissä olevia alueita, eikä alueita, joille ei ole mahdollista saada tuotantolupaa.

Hyödyntämiskelpoista tupasvillan kuituainesta on GTK:n tutkimissa soissa Pohjois-Pohjanmaalla yhteensä noin 22 milj. suo-m3. Suhteellisesti eniten tupasvillankuitua turpeessa on Oulujärven länsipuolisilla alueilla. Koska tupasvillan kuitua on kuitenkin Pohjois-Pohjanmaan soilla keskimäärin pienempinä pitoisuuksina, kuin esimerkiksi Etelä-Pohjanmaan soilla, ei Pohjois-Pohjanmaalle kannattane avata suota pelkästään tupasvillan kuidun tuottamiseksi. Sen sijaan tupasvillaa kannattaa kyllä seuloa energiaturpeesta Pohjois-Pohjanmaan valituilta soilta, mikäli kysyntää tupasvillan kuidulle on olemassa.

Hoito- ja kylpyturvetuotteet ovat pitkälle jalostettuja korkeahintaisia turvetuotteita, joiden tuottamiseen tarvitaan pieniä tuotantoaloja. Monelta Pohjois-Pohjanmaan suolta voidaan tutkimuksella löytää sopivia alueita hyvälaatuisten hoitoturvetuotteiden tuottamiseen.

Pitkälle jalostettuja turvetuotteita ovat myös kaasujen biosuodattimet, biostimulantit sekä turvesorbentit ja aktiivihiili. Näiden laatuvaatimukset turpeelle ovat vaativat, mutta tutkimuksella Pohjois-Pohjanmaalla voisi löytyä sopivia tuotantoalueita. Kuitenkin aktiivihiilen raaka-aineena olevan turpeen laatuvaatimukset ovat niin vaativat, että laatuvaatimukset täyttävää suota tai suon osaa on vaikea löytää Pohjois-Pohjanmaalta.

Turpeen käyttö kemiallisen teollisuuden ja liikennepolttonesteiden raaka-aineena ovat pitkäl-

lä aikavälillä riippuvaisia öljy- ja kivihiilen hintakehityksestä, sekä turvetta käyttävän teollisuus-prosessin kehityspanoksista ja investoinneista. Pohjois-Pohjanmaalla on kuitenkin mahdollisuuksia kemianteollisuuden tuotantoon.

Pohjois-Pohjanmaalla on hyvät mahdollisuudet soiden rauta- ja fosforipitoisten saostumien jatkojalostukseen, sillä Pohjois-Pohjanmaa ainoa alue, jossa näitä tunnetaan teolliseen tuotantoon riittäviä määriä. Niitä tavataan Vihannin – Ruukin alueella ja Rokuanvaaran ympäristössä. Saostumia on vuosikymmenten saatossa hyödynnetty moneen tarkoitukseen, mutta uudet innovaatiot niiden hyödyntämiseksi puuttuvat vielä.

Lähteet

- Aartovaara 1936. Mietteitä sideriitin eli ferrokarbonaatin muodostumisesta Pohjanmaan soissa . Suomen Kemistilehti 7 (9). 8s.
- Arnold, M., Reittu A., Wright, A. von; Martikainen, P. J. & Suihko, M.-L. 1997. Bacterial degradation of styrene in waste gases using a peat filter. Appl Microbiol Biotechnol 1997(48), 738–744.
- Arpiainen, V., Lappi, M. & Nissilä, M. 1989. Turpeen, puun, kuoren ja ligniinin flash-pyrolyysi. Osa 3. Turpeen ja männynkuoren flash-pyrolyysikokeiden tulokset. Espoo 1989. VTT Tutkimuksia 641. 68 s. + liitt. 21 s.
- Chan, W.-C. & Lu, M.-C. 2003. A new type synthetic filter material for biofilter: Poly(vinyl alcohol)/ peat composite bead, Journal of Applied Polymer Science 2003, 88(14), 3248–3255.
- Chan, W.-C. & Lin, Z.-Y. 2006. A synthetic filter material containing nutrients for biofilter, Journal of Polymers and the Environment 2006, 14(2), 157–164.
- Erkkilä, A., Kallio, E., Paappanen, T., Virtanen, K. & Salo, H. 2007. Pk-yrittäjien turvetuotannon kehittäminen - Loppuraportti. VTT, Tutkimusraportti VTT-R-10667-07. 17 s + liitt. 3 s.
- Hartikainen, T., Ruuskanen, J., Vanhatalo, M. & Martikainen, P. J. 1996. Removal of ammonia from air by a peat biofilter 1996. Environmental Technology, 17(1), 45–53.
- Hartikainen, T., Ruuskanen, J. & Martikainen, P. J. 2001. Carbon disulfide and hydrogen sulfide removal with a peat biofilter (2001) Journal of the Air and Waste Management Association, 51(3), 387–392.
- Iivonen, S. 2008. Ympäristöturpeet ja niiden käyttö. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 32. 60 s.
- Ilmavirta, I. 2006. Tiivisturve kaatopaikan pinta- ja pohjarakenteiden tiivistyskerroksissa. Suunnittelu- ja mitoitusohje. Vapo Oy. 30 s.
- Immonen, K. 2008. Turvepohjaiset yhdistelmäateriaalit, VTT projektiraportti VTT-R-00121-08. 27 s.
- Kansallinen suo- ja turvemastrategian ehdotus. 2011.
- Kauppapuutarhaliitto ry, Turveteollisuusliitto ry & Viherympäristöliitto ry 2009. Kasvuturpeen ja turvepohjaisten kasvualustojen laatuohje. 12 s.
- Kivinen 1948. Suotiede.
- Korhonen, R. 1997. Kylpyturpeeksi soveltuvien turvelajien fysikaalis – kemiallisista ominaisuuksista eräillä Länsi-Suomen soilla. Turun yliopisto. Geologian laitos. 85 s. (lisenssiaattityö).
- Korhonen, R. 2012. Kylpyturpeen käyttö, tutkimukset ja laatusuosituksukset Suomessa. Summary: Research, quality guidelines and use of balneological peat in Finland. Suo –lehti vol. 63 (painossa)
- Laitakari 1937. Suomen malmit, hyödylliset mineraalit, kivet ja maalajit. Geol. toimik. Geotekn. Julk. 42, 167 s.
- Laitala 1978. Tupa punaiseksi Vihannin punamullalla. Vihannin kirja I. Vihannin kunta 165 -170.
- Lappalainen, E., Järvinen, T., Kemppainen, E., Leiviskä, V., Reinikainen, O., Fagernäs, L., Pihlaja, K., Saharinen, M., Hänninen, K. & Kaunisto, S. 1992. Turpeen moninaiskäyttö: nykytilanne, markkinanäkymät sekä tutkimus- ja kehitystarpeet. Osa 2. Osaraportit 1-9. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Energiaosasto. Katsauksia B:116. Helsinki. 167 s.
- Leinonen, A. 2010. Turpeen tuotanto ja käyttö – yhteenvedo selvityksistä. VTT. Tutkimusraportti VTT – R – 02591 – 10. 77s.
- Leiviskä, V. 1999. Turpeen raaka-ainekäyttö. Thule-instituutti B:20. 43s.

- Leiviskä, V. 2008. BTL-laitoksen edellytykset Pohjois-Pohjanmaalla. Esiselvitys. B 50. 42s.
- Luukkanen, A. 1990. Vaha- ja hartsimaiset aineet suon stratigrafiassa. Turveteollisuus (3), 12–15.
- Okko 1944. Vivianiitti eli rautafosfaatti. Maatalous 1944, 2s.
- Peltola, I, Nurmisto, U., kemppainen, E., Helminen, K., ja Helminen, J. 1986. Pintaturpeen käyttö lypsylehmien kuivikkeena. Työtehoseuran julkaisuja 274. 151s.
- Pohjola, V.J., Salminen, A. & Perttilä, P. 1977. Dilute-acid hydrolysis of cellulosic materials. Espoo 1977. VTT, Division of materials and processing technology, Publication 18. 12 p.
- Postila, Heini; Heikkinen, Kaisa; Karjalainen, Satu Maaria; Ihme, Raimo; Klöve, Björn 2009. Uudet vesiensuojeluratkaisut - ojitetut kosteikot ja ympärivuotinen vesienkäsittely?. Abstract (p. 50): New water protection solutions - drained wetlands and year-round water treatment?. Vesitalous 50 (1), 11-13.
- Reinikainen, A., Mäkipää R., Vanha-Majamaa, I. ja Hotanen J-P.. 2000. Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. 384s.
- Reinikainen, O., Korpi, J., Tahvonen, R., Näkkilä, J., Silvan, N. & Silvan, K. 2012. Harvesting of Sphagnum biomass and its use as a growing medium constituent. 14th International Peat Congress. Stockholm.
- Rinttilä, R., Selin, P. & Reinikainen, O. 1998: Turve ympäristönhoidossa. Yhteenveto tutkimuksista, käyttökokemuksista ja viranomaisohjeista. Vapo Oy. 94 s.
- Sipilä, K. et al. 1989. Turpeen kaasutustekniikan kehittäminen – Oulun turveammoniakkitehdas. Helsinki. VTT ja Kemira Oy. KTM:n sarja D:176.
- Suopajärvi, H. 2011. Pelkistimet metallurgisissa prosesseissa -Hapettuminen ja pelkistyminen 2011. Pro gradu. Prosessimetallurgian laboratorio, Oulun yliopisto. 53 s.
- Tahvonen, R. 1998. Kasvuturpeen mikrobit ja mikrobien käyttö kasvitautien torjunnassa. In: Vasander, H. (toim.) Suomen suot. Helsinki. Suoseura ry., 93–95.
- Tielaitos. 1997. Palaturpeen käyttö tierakenteessa. Tielaitoksen selvityksiä 35/1997. TIEL 3200481
- Turveteollisuusliito 2000. Kasvuturpeen laadunmäärittäysohje.
- Uosukainen, H. & Pihlaja, K. 2006. Peat in balneology and therapy. Terraviva. 96 s.
- Valtioneuvoston periaatepäätöksen taustaraportti: Kansallinen suo- ja turvemaastrategia työryhmä 2011. Ehdotus soiden ja turvemaiden strategiaksi. Maa- ja metsätalousministeriö 2011. Työryhmämuistio, MMM 2011:1. 163s. + liitteet 94 s.
- Virtanen, K. 1994. Geological control of iron and phosphorus precipitates in mires of the Ruukki-Vihanti area, Central Finland. Geological Survey of Finland. Bulletin 375. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 69 s.
- Virtanen, K. 1996. Soiden rauta- ja fosforisaostumien tutkimus ja käyttö. Suo ja turve 1/1996, 20–21.
- Virtanen Kimmo 2008. Suomen turvevarat. Suomi – Suomea. (Toim.) Korhonen, R. – Kor-pela, L. – Sarkkola, S. Suoseura ry. 29 – 31.
- Virtanen, K. & Herranen, T. 1987. Ruukissa tutkitut suot ja niiden turvevarat. Osa I. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäosasto. Turveraportti 203. Kuopio. 163 s.
- Virtanen, K., Kujala, K., Ilmavirta, I., Nenonen, K., Huttunen, E. & Rinne, J. 2001. Turpeen käyttö kaatopaikan tiivistekerroksena. Kestävä kehitys – tutkimuksen haasteet ja mahdollisuudet, GTK-SYKE tutkimusseminaari 12.9.2001. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 153, 75–76.
- Virtanen, K., Hänninen, P., Kallinen, R.-L., Vartiainen, S., Herranen, T. & Jokisaari, R. 2003. Suomen turvevarat 2000. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 156. 102 s + liitt. 101 s.

- Virtanen, K. & Hirvasniemi, T. 2007. Turvetuotantoalueiden hankintaopas PK-turvetuottajille. Geologian tutkimuskeskus. Turvetutkimusraportti 379. 43 s. + 4 liitettä.
- Virtanen, K. & Valpola, S. 2011. Energy potential of Finnish Peatlands. GTK:n 125-vuotisjuhlajulkaisu. 153–161. In: Nenonen, K. & Nurmi, P. A. (eds.) 2011. Geoscience for Society. 125th Anniversary Volume. Geological Survey of Finland, Special Paper 49. 358 s.

