



YMPÄRISTÖN-  
SUOJELU

Jorma Pääkkönen, Satu Vuorikoski,  
Kari Pirkanniemi ja Hille Hyytiä

# Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) Suomen peruna- tärkkelysteollisuudessa





Jorma Pääkkönen, Satu Vuorikoski,  
Kari Pirkanniemi ja Hille Hyytiä

Paras käytettävissä  
oleva tekniikka (BAT)  
Suomen peruna-  
tärkkelysteollisuudessa

HELSINKI 2004



Painotuote

Julkaisu on saatavana myös Internetissä  
[www.ymparisto.fi/julkaisut](http://www.ymparisto.fi/julkaisut)

ISBN 952-11-1837-7  
ISBN 952-11-1838-5 (PDF)  
ISSN 1238-7312

Kannen valokuvat: Finnamyyl Oy:n tehdas Kokemäellä  
Luonnonkuva-arkisto/Jarmo Manninen ja Pauli Nieminen  
Taitto: Callide/Terttu Halme

Edita Prima Oy  
Helsinki 2004

# Esipuhe

Direktiivi ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi ja päästöjen vähentämiseksi (ns. IPPC-direktiivi) edellyttää tietojen vaihtoa jäsenmaiden ja teollisuuden välillä parhaasta käytettävissä olevasta tekniikasta direktiivin liitteen 1 toimialoilla. Tietojen vaihdon tuloksena valmistetaan 33 kpl BAT-tekniikkaa (Best Available Techniques) kuvaavia BAT-vertailuasiakirjoja, ns. BREFjä (BAT Reference Documents). EU-tason BREFit päivitetään noin kolmen vuoden välein, kun uutta tietoa on käytettävissä.

Perunatärkkelysteollisuutta sivutaan vuoden 2004 loppuun mennessä valmistuvassa elintarviketeollisuuden BREFissä (Food, Drink and Milk Processes), jossa mm. käsitellään lyhyesti tärkkelyksen elintarviketeollisuuslaatuja. Kansallinen perunatärkkelysteollisuuden BAT-raportti katsottiin tarpeelliseksi, koska teolliseen käyttöön tarkoitettuja tärkkelyksiä ei nykyisen tiedon mukaan tulla sisällyttämään valmisteilla oleviin BREFeihin. Tässä kansallisessa perunatärkkelyksen BAT-raportissa ei käsitellä tärkkelyksen jatkojalostusta.

Suomen ympäristönsuojelulaki edellyttää parhaan käyttökelpoisen tekniikan (käytetään myös termiä *paras käytettävissä oleva tekniikka*) soveltamista ympäristölupaprosessissa laitoksen koosta riippumatta. Kansallinen selvitys BAT-tekniikoista perunatärkkelysteollisuudessa on laadittu tukemaan lupakäytännön yhtenäistämistä sekä toimimaan toiminnanharjoittajien, lupaviranomaisten, laite-toimittajien ja suunnittelijoiden apuna. Se antaa myös yleisölle tietoa sovellettavista tekniikoista.

Selvityksessä on tarkasteltu perunatärkkelysteollisuudessa käytössä olevia prosesseja Suomessa, Ruotsissa. Selvityksessä esitetään BAT-tekniikoiksi tekniikoita, joiden katsotaan täyttävän IPPC-direktiivissä ja Suomen ympäristönsuojeluasetuksessa esitetyt BATin kriteerit. BAT-tekniikoita vastaavia päästöjen BAT-tasoa ei ole kaikissa tapauksissa ilmoitettu, koska mittaustietoja ei ollut riittävästi saatavilla. Pääpaino on suomalaisten tuotantolaitosten prosesseissa, päästöissä ja niiden vähentämisen keinoissa. Kuten EU-tason BREFit, myös kotimaiset BAT-raportit voidaan päivittää, kun uusia tietoja on käytettävissä.

**BAT-tekniikoita vastaavat päästötasot eivät ole raja-arvoja**, vaan viranomaisen voi hyödyntää näitä tietoja lupaharkinnassa. Lupaharkinnassa otetaan tapauskohtaisesti huomioon mm. paikalliset olosuhteet, laitoksen sijainti, ikä, koko ja taloudelliset vaikutukset.

Raportissa on käsitelty myös laitoksilta vaadittavaa käytöntarkkailua ja raportointia.

Selvityksen ovat laatineet Jorma Pääkkönen ja Satu Vuorikoski Suunnittelukeskus Oy:stä. Lainsäädäntöosuudesta on vastannut Kari Pirkanniemi Lounais-Suomen ympäristökeskuksesta. Arvokasta lisätietoa raporttia varten on saatu myös Caj Högströmiltä AquaSystems Ltd Oy:stä. Työtä ohjasi toimialaryhmä, jonka jäseninä olivat Kari Pirkanniemi ja Mikko Anttalainen Lounais-Suomen ympäristökeskuksesta, Seppo Lamminmäki Raisio Chemicals Oy:stä (Ciba Specialty Chemicals), Jorma Mäkelä Evijärven Peruna Oy:stä, Kari Niemi Järvisseudun Peruna Oy:stä ja Ossi Paakki Lapuan Peruna Oy:stä (Ciba Specialty Chemicals). Suomen ympäristökeskuksesta ryhmään ovat kuuluneet Seppo Ruonala, Pirkko Kempainen ja Hille Hyytiä. Hille Hyytiä on toiminut toimialaryhmän puheenjohtajana.

Raportin asiantuntijatarkastajina ovat olleet Aulis Rantala Länsi-Suomen ympäristökeskuksesta ja Riitta Hanhimäki SWTP-Construction Oy:stä.

Lämpimät kiitokset raportin kirjoittajille sekä muille aktiivisesti työssä mukana olleille kommentoijista, materiaalista ja muusta arvokkaasta avusta työn aikana.

Helsingissä 7. lokakuuta 2004

Seppo Ruonala  
Projektipäällikkö

Hille Hyytiä  
BAT-koordinaattori

# Sisällys

<b>Esipuhe</b> .....	<b>3</b>
<b>I Yleinen informaatio</b> .....	<b>7</b>
1.1 Yleistä perunatärkkelysteollisuudesta .....	7
1.1.1 Tärkkelysperunan viljely .....	7
1.1.2 Jalostus .....	7
1.2 Alalla sovellettavasta lainsäädännöstä .....	8
1.2.1 Ympäristönsuojelulaki ja paras käyttökelpoinen tekniikka .....	8
1.2.2 Muuta toimintaan sovellettavaa lainsäädäntöä .....	10
<b>2 Sovelletut prosessit ja tekniikat</b> .....	<b>11</b>
2.1 Yleistä tärkkelysperunan hankinnasta .....	11
2.1.1 Siemenperunan hankinta .....	11
2.1.2 Viljelypalvelut .....	11
2.1.3 Perunatoimitukset tärkkelystuotantolaitoksille .....	11
2.1.4 Laatusopimusjärjestelmä .....	12
2.2 Tärkkelyksen valmistusprosessi ja ainevirrat .....	12
2.2.1 Perunan koostumus ja tuotannossa erottuvat jakeet .....	12
2.2.2 Tärkkelyksen valmistusprosessista .....	13
2.2.3 Perunapulppa ja perunarehu .....	20
2.2.4 Soluneste .....	20
2.2.5 Kuivamulta .....	23
2.2.6 Multaliete .....	23
2.3 Jätevesien käsittely .....	24
2.3.1 Yleistä perunatärkkelystuotannon jätevesien käsittelystä .....	24
2.3.2 Jätevesien käsittely eri perunatärkkelystuotantolaitoksilla .....	26
2.3.3 Solunesteen puhdistamokäsittely ja muut mahdolliset käsittelyvaihtoehdot .....	29
2.4 Perunatärkkelystuotantolaitokset Ruotsissa ja Tanskassa .....	31
2.4.1 Perunatärkkelystuotantolaitokset Ruotsissa .....	31
2.4.2 Perunatärkkelystuotantolaitokset Tanskassa .....	32
2.4.3 Jätevesien käsittely Ruotsissa ja Tanskassa .....	33
<b>3 Nykyiset kulutus- ja päästötasot</b> .....	<b>34</b>
3.1 Kulutustasot .....	34
3.1.1 Energiankulutus .....	34
3.1.2 Veden käyttö ja vesitase .....	35
3.1.3 Tuotannossa käytetyt kemikaalit .....	37
3.2 Päästötasot .....	37
3.2.1 Päästöt vesistöön .....	37
3.2.2 Solunesteen lannoitusikäytön ympäristövaikutuksista .....	39
3.2.3 Päästöt maaperään .....	40
3.2.4 Päästöt ilmaan .....	41
3.2.5 Hajupäästöt .....	41
3.2.6 Melu .....	41
3.2.7 Toiminnasta muodostuvia jätteitä ja muita jakeita .....	42
3.2.8 Ympäristöasioiden hallinta .....	42

<b>4 Päästöjen ja niiden vaikutusten tarkkailu .....</b>	<b>43</b>
4.1 Käyttötarkkailu .....	43
4.2 Päästötarkkailu .....	44
4.3 Ympäristövaikutusten tarkkailu .....	45
<b>5 Parhaan käyttökelpoisen tekniikan määrittämisessä huomioon otettavat tekniikat ja menetelmät .....</b>	<b>46</b>
5.1 Tärkkelysperunan hankinta ja käsittely .....	46
5.2 Perunatärkkelyksen valmistusprosessi .....	47
5.2.1 Perunan uitto- ja pesutekniikka .....	47
5.2.2 Prosessivalinta .....	47
5.2.3 Ilmapäästöjen vähentäminen .....	47
5.2.4 Kemikaalit .....	48
5.2.5 Energia .....	48
5.2.6 Jätteet .....	48
5.3 Jätevesien käsittely .....	48
5.3.1 Jätevedenpuhdistamon ylijäämälietteet .....	50
5.4 Solunesteen ja muiden tuotannossa muodostuvien jakeiden hyödyntäminen .....	50
5.4.1 Solunesteen levitys .....	50
5.4.2 Solunesteen puhdistamokäsittely .....	52
5.4.3 Perunapulpan ja perunarehun hyödyntäminen .....	52
5.4.4 Multajakeet .....	53
5.4.5 Kevyt jae .....	53
<b>6 Perunatärkkelystoimialan paras käyttökelpoinen tekniikka Suomessa .....</b>	<b>54</b>
6.1 Raaka-aineperunan hankinta ja käsittely .....	54
6.2 Perunatärkkelyksen valmistusprosessi .....	54
6.3 Jätevesien käsittely .....	55
6.4 Solunesteen ja muiden tuotannossa erottuvien jakeiden hyödyntäminen .....	56
<b>7 Uudet tekniikat .....</b>	<b>58</b>
7.1 Tuotantoprosessi .....	58
7.2 Jätevesien käsittely .....	58
7.3 Solunesteen käsittely .....	58
7.3.1 Solunesteen levitystekniikka .....	58
7.3.2 Solunesteen hajuhaittojen vähentäminen .....	58
7.3.3 Anaerobikäsittely .....	59
<b>8 Yhteenveto .....</b>	<b>60</b>
<b>Summary .....</b>	<b>62</b>
<b>Kirjallisuus .....</b>	<b>64</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>65</b>
Liite 1. Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta (931/2000). .....	65
Liite 2. Ohje solunestelannoitukseen ja puhdistamolietelevitykseen. ....	71
<b>Kuvailulehdet .....</b>	<b>75</b>



# Yleinen informaatio

---

## 1.1 Yleistä perunatärkkelysteollisuudesta

Perunatärkkelyksen teollinen valmistus on aloitettu Suomessa 1930-luvulla. 1970-luvulle asti pienet paikalliset tehtaat valmistivat perunajauhoa elintarvikekäyttöön. 1980-luvulla paperiteollisuus alkoi käyttää yhä enemmän perunatärkkelystä paperin sidos- ja liima-aineeksi modifioituna antamaan lopputuotteelle lujuutta ja paino-ominaisuuksia. Nykyisin EU:n myöntämästä perunatärkkelyksen valmistuskiintiöstä (53 178 tonnia tärkkelystä) yli 80 % käytetään paperiteollisuudessa. Elintarvikekäyttö jakautuu elintarviketeollisuuden (2/3) ja kuluttajamarkkinoiden kesken (1/3). Elintarviketeollisuus arvostaa perunatärkkelyksen vedensidon-takykyä. Kotitalouksissa perunajauhoa käytetään lähinnä suurustamiseen ja leivontaan.

Perunatärkkelystä valmistava teollisuus on vuosien saatossa keskittynyt tärkeimmille raaka-ainealueille ja yksikkökoot ovat samalla kasvaneet. Keskittymisestä huolimatta suomalaiset tuotantolaitokset ovat EU:n alueen pienimpiä ja käyntikaudet ovat lyhyimpiä. Edellisestä johtuen kiinteät kustannukset tuotettua tärkkelystonnia kohti ovat EU:n korkeimpia.

### 1.1.1 Tärkkelysperunan viljely

Tärkkelysperunaa viljellään Suomessa noin 8 600 hehtaarin alalla. Viljelijöitä on noin 1 000 ja keskimääräinen sopimusala on 9 hehtaaria. EU-jäsenyyden aikana viljelijöiden tulot ovat laskeneet, mikä on näkynyt viljelijöiden lukumäärän voimakkaana vähentymisenä ja yksikkökoon kasvuna.

Tärkkelysperunan satotaso on ollut noin 30 t/ha. Raaka-aineperunan keskimääräinen tärkkelyspitoisuus vaihtelee alueittain ollen Satakunnassa noin 18,5 % ja Etelä-Pohjanmaalla noin 17,5 %.

### 1.1.2 Jalostus

Tärkkelysperunaa jalostetaan Suomessa yhdellä tuotantolaitoksella Satakunnassa ja kolmella tuotantolaitoksella Etelä-Pohjanmaalla. Perunatärkkelystä valmistavat yritykset ovat Ciba Specialty Chemicalsiin (entinen Raisio Yhtymä) kuuluvat Finnanyl Oy (Kokemäki) ja Lapuan Peruna Oy, Järvisseudun Peruna Oy (Vimpeli) sekä Evijärven Peruna Oy.

Suomalaisten perunatärkkelystuotantolaitosten käyntikauden pituus, käytetty perunaraaka-aineen määrä ja perunatärkkelyksen valmistusmäärä on esitetty taulukossa 1. EU:n tärkkelystuotantokiintiöstä johtuen suomalaisten tuotantolaitosten käyttöastetta ei voida kasvattaa taloudellisesti optimaaliseen kokoon.

Taulukko 1. Suomalaisen perunatärkkelystuotantolaitosten keskimääräinen käyntikauden pituus, käytetyn perunaraaka-aineen nettomäärä ja perunatärkkelyksen valmistusmäärä. Tiedot koskevat varsinaista pääkäyntikautta eli syyskäyntiä (sulussa teknisen maksimikäyntikauden tiedot). Perunamäärä on tuotantoon käytetty netto-perunamäärä, joka ei sisällä perunan mukana tulleita epäpuhtauksia.

Tuotantolaitos	Syys- käynti- kauden pituus, vrk	Perunaraaka-aineen määrä, t/a	Perunatärkkelyksen valmistusmäärä, t/a
Finnamyl Oy	88 (110)	100 000 - 105 000 (135 000)	23 000 - 24 000 (30 000)
Lapuan Peruna Oy	70 (85)	80 000 - 95 000 (110 000)	17 000 - 19 000 (23 000)
Järvisseudun Peruna Oy	61 (91)	29 000 - 43 000 (55 000)	6 000 - 8 700 (9 400)
Evijärven Peruna Oy	55 (90)	25 000 - 35 000 (50 000)	5 000 - 7 000 (10 000)

Suomalaisen perunatärkkelystuotantolaitosten käyntikausi kestää noin 2-2,5 kuukautta. Käyntikausi alkaa yleensä elokuun lopulla ja päättyy marraskuun alkupuolella. Syyskäyntikauden lisäksi kyseeseen saattaa poikkeuksellisesti tulla myös kevätkäyntikausi, jonka pituuden arvioidaan olevan enimmillään 14 vuorokautta. Länsieurooppalaisiin tärkkelystuotantolaitoksiin verrattuna suomalaisten tuotantolaitosten käyntiaika on lyhyt ja kapasiteetti pieni. Tietoja ruotsalaisista ja tanskalaisista tuotantolaitoksista on esitetty kohdassa 2.4.

## 1.2 Alalla sovellettavasta lainsäädännöstä

### 1.2.1 Ympäristönsuojelulaki ja paras käyttökelpoinen tekniikka

Perunatärkkelysteollisuuden tärkkelystuotannon ympäristövaikutuksia säädelään pääasiassa ympäristönsuojelulain (86/2000) ja sen nojalla annetun ympäristönsuojeluasetuksen (169/2000) perusteella. Antamalla ympäristönsuojelulain valtioneuvosto toimeenpani (implementoi) Euroopan yhteisöjen neuvoston direktiivin 96/61/EY ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi (IPPC-direktiivi).

Ympäristönsuojelulain 28 §:n perusteella ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan on oltava lupa. Luvanvaraisista toiminnoista säädetään tarkemmin ympäristönsuojeluasetuksessa, jonka 1 §:n 1 momentin kohdassa 10f mainitaan mm. tärkkelystehdas.

Ympäristönsuojeluasetuksen 2. luvussa määritellään lupaviranomaisen toimivalta. Tärkkelystuotannon osalta toimivaltainen lupaviranomainen on ympäristönsuojeluasetuksen 6 §:n kohdan 9 c perusteella alueellinen ympäristökeskus. Tuotantolaitosta käsitellään YSA 2 §:n mukaisena toimintakokonaisuutena, jolloin samalle toiminta-alueelle sijoittuvat tuotannollisen kokonaisuuden muodostavat toiminnot sisällytetään samaan ympäristölupaan. Tällaisia pääasiallista toimintaa palvelevia toimintoja ovat mm. jätevesien käsittely ja energian tuotanto tehdasalueella.

Ympäristönsuojelulain 43 § mukaan lupaharkinnan tulee perustua parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan (BAT, Best Available Techniques). BAT on määritelty IPPC-direktiivissä ja kansallisessa lainsäädännössä ympäristönsuojelulaissa. Esimerkiksi ympäristönsuojelulain 4 §:ssä määritetään lain yleiset periaatteet, kuten 1 momentin parhaan käyttökelpoisen tekniikan periaate. Vaikka IPPC-direktiivi koskee vain sen liitteessä I todettua toimintaa, on ympäristönsuojelulaissa toiminnan luvanvaraisuus direktiivissä määritettyä laajempi, minkä vuoksi BATia on Suomessa sovellettava myös IPPC-direktiivin ulkopuolelle jäävään teollisuuteen.

Ympäristönsuojelulain 3 §:n 1 momentin 4 kohdassa määritetään parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla tarkoitettavan mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä ja toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito- sekä käyttötapoja, joilla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen tai tehokkaimmin vähentää sitä. Määrittelyä on täsmennetty ympäristönsuojeluasetuksen 37 §:ssä luettelemalla parhaan käyttökelpoisen tekniikan sisältöä arvioitaessa huomioonotettavat asiat, jotka ovat seuraavat:

- 1) jätteiden määrän ja haitallisuuden vähentäminen,
- 2) käytettävien aineiden vaarallisuus sekä mahdollisuudet käyttää entistä haitattomampia aineita,
- 3) tuotannossa käytettyjen aineiden ja siinä syntyvien jätteiden uudelleen käytön ja hyödyntämisen mahdollisuus,
- 4) muodostuvien päästöjen laatu, määrä ja vaikutus,
- 5) käytettyjen raaka-aineiden laatu ja kulutus,
- 6) energian käytön tehokkuus,
- 7) toimintaan liittyvien riskien ja onnettomuusvaarojen ennaltaehkäisy sekä onnettomuuksien seurausten ehkäiseminen,
- 8) parhaan käyttökelpoisen tekniikan käyttöön ottamiseen liittyvä aika ja toiminnan suunnitellun aloittamisajankohdan merkitys sekä päästöjen ehkäisemisen ja rajoittamisen kustannukset ja hyödyt,
- 9) kaikki vaikutukset ympäristöön,
- 10) teollisessa mittakaavassa käytössä olevat tuotantoa ja päästöjen hallintaa koskevat menetelmät,
- 11) tekniikan ja luonnontieteellisen tiedon kehitys,
- 12) Euroopan yhteisöjen komission tai kansainvälisten toimielinten julkaisemat tiedot parhaasta käyttökelpoisesta tekniikasta. Määrittelyt ja kriteerit ovat yhteneviä IPPC-direktiivin kanssa.

Ympäristönsuojeluasetuksen 8 §:n 6 kohdan mukaan ympäristölupahakemukseen tulee liittää arvio parhaan käyttökelpoisen tekniikan soveltamisesta suunnitellussa toiminnassa. Ympäristönsuojelulain 43 §:n 3 momentin mukaan päästöraja-arvoa sekä päästöjen ehkäisemistä ja rajoittamista koskevien lupamääräysten tulee perustua parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan, mutta lupamääräyksissä ei voida velvoittaa käyttämään tiettyä määrättyä tekniikkaa. Lupaharkinnassa on tarpeen mukaan otettava huomioon myös energian käytön tehokkuus sekä varautuminen onnettomuuksien ehkäisemiseen ja niiden seurausten rajoittamiseen. Lupaharkinnassa otetaan myös huomioon toiminnan luonne, sen alueen ominaisuudet, jolla toiminnan vaikutus ilmenee, toiminnan vaikutus ympäristöön kokonaisuutena, pilaantumisen ehkäisemiseksi tarkoitettujen toimien merkitys ympäristön kokonaisuuden kannalta sekä tekniset ja taloudelliset mahdollisuudet toteuttaa nämä toimet.

Edellä kohdassa 12 mainituilla komission julkaisemilla tiedoilla tarkoitetaan IPPC-direktiivin artiklan 16.2 mukaisia tiedonvaihdon tuloksia, jotka julkaistaan ns. BAT-vertailuasiakirjoissa (BREF, BAT Reference Document). Ne sisältävät tietoa kunkin alan parhaista käyttökelpoisista tekniikoista. Komission julkaisemien BAT-vertailuasiakirjojen lisäksi Suomessa laaditaan kansallisia BAT-raportteja myös sellaisille toimialoille, joita direktiivi ei tarkoita. BATin luonteen ymmärtämiseksi on syytä lisätä, ettei BAT ole normi tai standardi.

Parhaiksi käyttökelpoisiksi tekniikoiksi määritetään iterointikierrosten jälkeen tekniikat, jotka täyttävät parhaan käyttökelpoisen tekniikan määrittelykriteerit. BAT-tekniikat määrittelevät päästötasot, kemikaalikulutukset ja raaka-aineet, jotka kuvaavat tarkasteltavana olevaa teollisuudenalaa tai muuta toimintoa. BAT-tekniikkaan liittyvät suuret kuvaavat käyttökelpoisen tekniikan suoritus-

kykyä, eivätkä siten ole raja-arvoja. Teknisesti voi olla mahdollista saavuttaa BATia parempia päästö- tai kulutustasoja, mutta korkeiden kustannusten tai muiden syiden vuoksi niiden ei katsota soveltuvan koko alan parhaaksi käyttökelpoiseksi tekniikaksi. Tällaisia tasoja voidaan kuitenkin pitää perusteltuina tapauksissa, joissa niiden soveltamiseen on olemassa erityisiä syitä.

### **1.2.2 Muuta toimintaan sovellettavaa lainsäädäntöä**

Muuta tärkeystehtaan toimintaan sovellettavaa lainsäädäntöä ovat mm. jätelaki (1072/1993) ja sen nojalla annettu jäteasetus (1390/1993), laki eräistä naapuruuksuhteista (26/1920), meluntorjuntalaki (382/1987), kemikaalilaki (744/1989), valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta (931/2000, liite 1) sekä maa- ja metsätalousministeriön asetus ympäristötuen perus- ja lisätoimenpiteistä annetun maa- ja metsätalousministeriön asetuksen muuttamisesta (646/2000).

Perunatärkkelystehtaalla muodostuvien orgaanisina lannoitteina käytettävien jakeiden peltolevitystä säädellään ympäristönsuojelulain nojalla annetulla valtioneuvoston asetuksella maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta, jonka antamisella on pantu täytäntöön Euroopan yhteisöjen neuvoston direktiivi (91/676/ETY). Asetuksessa mm. määrätään typpilannoitteiden levittämismääristä ja -ajankohdista. Myös maa- ja metsätalousministeriön asetus ympäristötuen perus- ja lisätoimenpiteistä annetun maa- ja metsätalousministeriön asetuksen muuttamisesta säätelee em. orgaanisten lannoitteiden levitysmääriä mm. edellyttämällä suojakaistojen perustamista ja rajoittamalla hehtaarikohtaisia lannoitteiden käyttömääriä.

## 2.1 Yleistä tärkkelysperunan hankinnasta

### 2.1.1 Siemenperunan hankinta

Tärkkelysperunan tuotanto alkaa sertifioidun siemenperunan hankinnalla, koska useimmat yhtiöt velvoittavat sopimusehdoissaan viljelijän ostamaan vuosittain tervettä ja tarkastettua A-luokan siemenperunaa sopimusmäärään sidotun määrän (1 %). Sopimusviljelijä lisää sertifioidun siemenperunan kerran omalla tilallaan tai erityisen käyttösiemenperunan tuottamiseen erikoistuneen tuottajarenkiaan kautta. Lisäyksen sato on sellaisenaan tai kunnostuksen jälkeen sen sadon siemenperuna, jolla tuotetaan tuotantolaitoksilla prosessoitava peruna.

Sertifioidun siemenperunan tuotantoketju alkaa terveen lisäysaineiston tuottamisella meristeemisolukosta Suomen Siemenperunakeskuksessa Tyrnävällä. Tuotantoketju jatkuu Siemenperunakeskuksen siemenperunan sopimusviljelijöiden (luokka E 1-3) kautta teollisuuden siemenperunan sopimusviljelijöille, jotka tuottavat A-luokan sertifioidun siemenperunan. Ruotsissa ja Tanskassa siemenhuolto-ketju on vastaavanlainen, mutta velvoitetta siemenkannan uusimisesta ei ole. Tehokkaalla siemenhuollolla turvataan terveempi siemen, jolloin perunasato on määrältään ja laadultaan parempi (korkeampi tärkkelyspitoisuus). Myös sadon säilyvyys on kasvitautien vähentymisen takia parempi.

### 2.1.2 Viljelypalvelut

Siemenperunan lisäksi perunatärkkelystuotantolaitokset tarjoavat sopimusviljelijöilleen neuvontaa ja tuotantotarvikkeita, kuten kasvinsuojeluaineita. Osana neuvontapalveluja teollisuus ja sopimusviljelijät pitävät yllä Perunantutkimuslaitosta, joka tuottaa tutkimus- ja neuvontatietoa sekä viljelijöille että perunatärkkelystuotantolaitoksille. Neuvonnan ansiosta viljelijät osaavat optimoida lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden käyttöä paremmin, jolloin käyttötarve satoon nähden vähenee. Esimerkiksi tärkkelysperunan kasvukauden typpilannoitustarve on Suomessa laskenut tasolle 90 kg N/ha. Vastaava taso Tanskassa on 200 kg N/ha, vaikka satotaso Tanskassa on vain noin 30 % korkeampi kuin Suomessa.

### 2.1.3 Perunatoimitukset tärkkelystuotantolaitoksille

Suomalaiset perunatärkkelystuotantolaitokset aloittavat käyntikauden laitoksesta ja kasvukaudesta riippuen elokuun puolivälin ja syyskuun alun välillä. Viljelijä saa tärkkelystuotantolaitokselta laitoskohtaisen tuontivuorojärjestelmän mukaisen perunan tuontivuoron, joka voi suurien sopimusmäärien viljelijöillä olla lähes päivittäin. Käyntikauden alkupuolella perunatoimitukset voidaan toimittaa tuotantolaitokselle suoraan perunan nostosta. Loppujakson toimituksia joudutaan välivarastoimaan tiloilla pisimmillään 6-8 viikkoa.

## **2.1.4 Laatusopimusjärjestelmä**

Noin 75 % sopimusviljelijöistä on käynyt viiden päivän laatuopetusohjelman ja sitoutunut laatusopimukseen teollisuuden kanssa. Laatusopimuksen ehtona on viljelytoimenpiteiden dokumentointi ja tietojen luovuttaminen koko toimialan yhteiseen lohkokohtaiseen tietopankkiin. Järjestelmä on kehitysvaiheessa ja tuloksia odotetaan muutaman vuoden kuluttua. Järjestelmällä ja ympäristötukiehdolla ei ole suoranaista kytkentää, mutta laatusopimusjärjestelmä edellyttää ympäristötukiehtoja vastaavaa dokumentointia viljelytoimenpiteistä. Laatusopimusjärjestelmän avulla voitaneen kehittää viljelykäytäntöjä siten, että satotaso ja tärkkelyspitoisuus nousevat, jolloin mm. muiden tuotannossa muodostuvien jakeiden ja jätteen suhteellinen osuus vähenee. Tärkkelystuotantolaitokset pyrkivät jo nykyisellä hinnoittelulla vaikuttamaan viljelyyn siten, että laitokselle saadaan mahdollisimman puhdasta ja korkean tärkkelyspitoisuuden omaavaa perunaa.

## **2.2 Tärkkelyksen valmistusprosessi ja ainevirrat**

### **2.2.1 Perunan koostumus ja tuotannossa erottuvat jakeet**

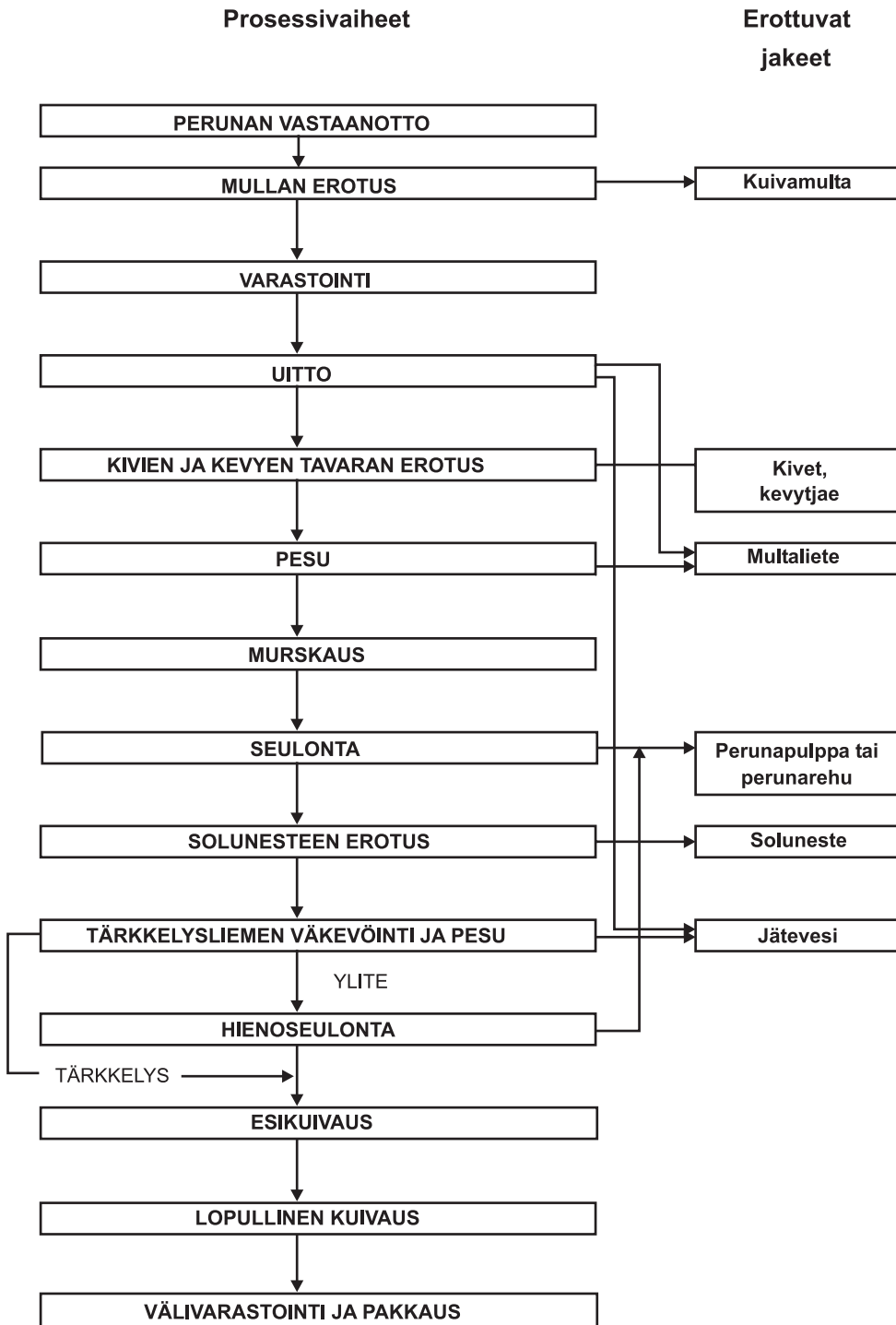
Peruna sisältää karkeasti ottaen kolmea jakeeta: tärkkelystä (10-25 %), kuitua (2-3 %) ja solunestettä (72-87 %). Tärkkelyksen valmistusprosessissa myös kuitujat (perunapulppu tai perunarehu) ja soluneste eli perunasolujen sisäinen ns. hedelmävesi saadaan erotetuksi.

Tärkkelys on useissa luonnonkasveissa erityisesti siemenissä, juurissa ja mukuloissa esiintyvä, kasvien vararavintona toimiva hiilihydraatti. Tärkkelys on uusiutuva luonnonvara, jota muodostuu kasveissa yhteyttämisen tuloksena hiilidioksidista ja vedestä auringon valon avulla. Yhtä tärkkelystonnia kohti tarvitaan hiilidioksidia 1,5 tonnia ja vettä 0,6 tonnia. Samalla vapautuu 1,1 tonnia happea. Tärkeimmät tuotantokasvit, joista tärkkelystä eristetään kaupallisesti, ovat peruna, maissi ja vehnä. Suomessa tärkkelystä jalostetaan perunan lisäksi ohrasta.

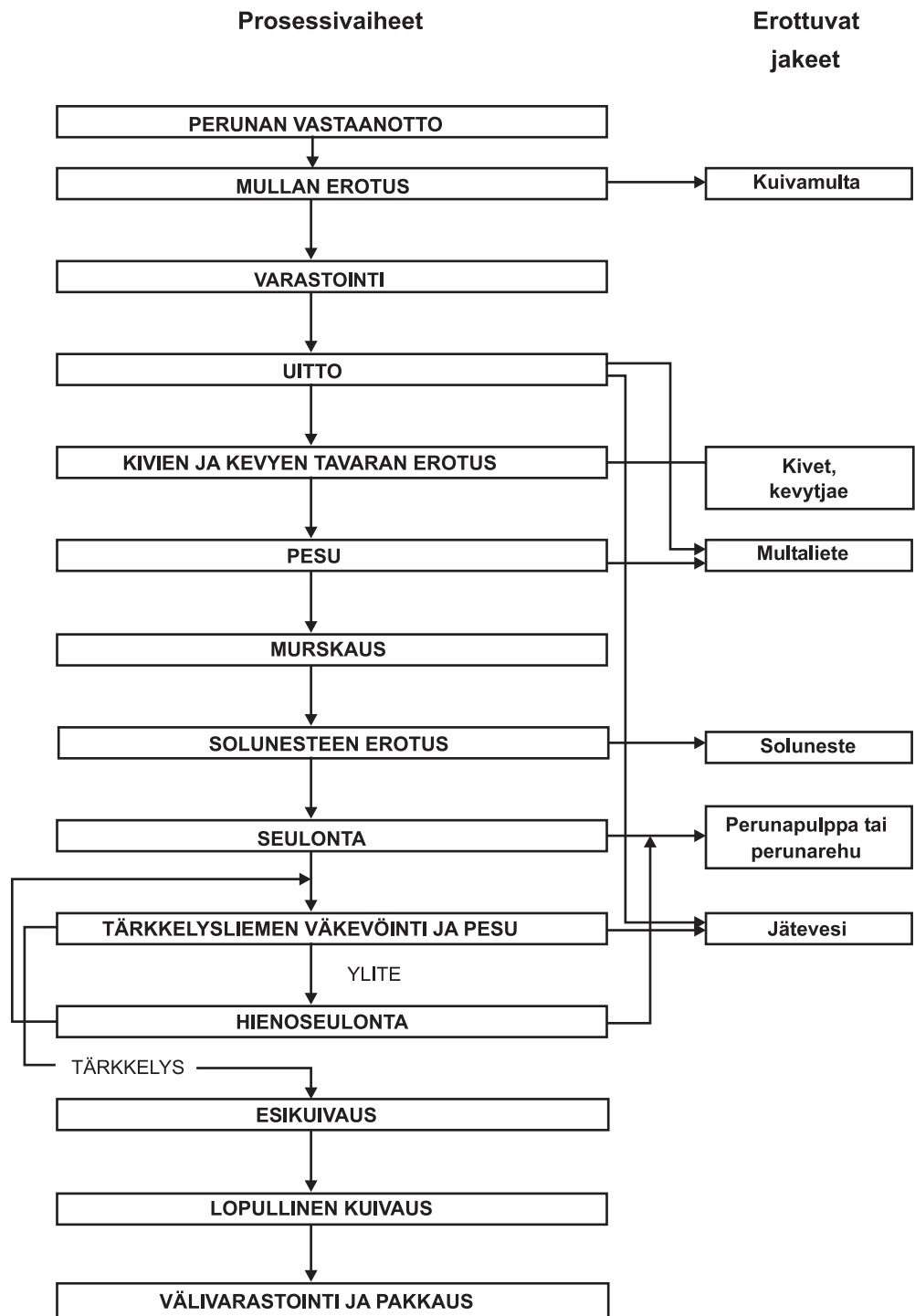
Tärkkelys on glukoosipolymeeri, jossa anhydroglukoosiyksiköt ovat liittyneinä toisiinsa  $\alpha$ -D-glukosidisella sidoksella. Perunatärkkelyksen kuiva-ainepitoisuus on noin 80 %. Perunatärkkelys sisältää muita tärkkelyksiä enemmän fosforia, joka on tärkkelyksessä fosfaattieriryhminä. Fosfaattiryhmät tekevät natiivin (luontaisen) perunatärkkelyksen anioniseksi, minkä seurauksena se liukenee keitetessä veteen muita tärkkelyksiä helpommin, sitoo vettä paremmin ja muodostaa kirkkaan juoksevan geelin. Vesiliuoksessa tärkkelys sitoo vettä vetysidosten avulla, millä on tärkeä merkitys elintarvikekäytössä paksuntajana ja teknisissä käyttötarkoituksissa. Tärkkelyksen toimiessa sideaineena paperinvalmistuksessa vesimolekyylit poistuvat kuivauksessa, ja vetysidokset muodostuvat tärkkelyksen, kuitujen ja muiden paperinvalmistuksessa käytettävien komponenttien välille. Tiettyjä elintarvike- ja paperiteollisuuden käyttökohteita varten natiivi tärkkelys ensin modifioidaan joko kemiallisesti (tärkkelykseen liitetään funktionaalisia ryhmiä) tai reologisesti (tärkkelysketjuja pilkkotaan lyhyemmiksi korkeamman liuoskuiva-aineen saavuttamiseksi).

## 2.2.2 Tärkkelyksen valmistusprosessista

Perunatärkkelyksen valmistusprosessi koostuu seuraavista osavaiheista (kuvat 1 ja 2):



Kuva 1. Perunatärkkelyksen valmistus, tyypillinen tasosuodinprosessi.



Kuva 2. Perunatärkkelyksen valmistus, tyypillinen dekanteriprosessi.





Finnamyl Oy

Kuva 3. Perunan vastaanotto.

#### **Perunan vastaanotto**

Perunakuorma punnitaan. Kuorma puretaan vastaanottokuljettimelle, missä yhteydessä otetaan näyte-erä raaka-aineen puhtauden, tärkkelyspitoisuuden ja pienten perunoiden (halkaisija alle 25 mm) osuuden määrittämistä varten (kuva 3).



Finnamyl Oy

Kuva 4. Mullan erotus.

#### **Mullan erotus**

Näytteenoton jälkeen perunakuorma jatkaa siirtokuljettimelle. Siirron yhteydessä perunat käsitellään mullanerotimella (rumpuerotin, kiekkoerotin tai täryseulamattotyypinen), joka erottelee perunasta kuivan mullan (kuva 4).

### Varastointi

Peruna varastoidaan betonialtaassa, jonka pohjassa on uittokanavisto perunan kuljettamista varten (kuva 5). Vastaanotetun perunan kiertoa perunavarastossa seurataan ja kierto pyritään järjestämään siten, ettei perunan pilaantumista tapahdu.



Finnamyli Oy

Kuva 5. Perunan varastointi.

### Uitto

Peruna kuljetetaan varastoaltaasta prosessiin prosessikiertovedellä uittamalla. Uittoveteen lisätään vaahtoamisen estämiseksi vaahtonestoainetta.

### Kivien ja kevyen jakeen erotus

Perunoiden prosessiin uiton yhteydessä perunoista erotetaan ensin kivet ja sora kivenerottimella. Kivenerottimia voi olla yksi tai kaksi peräkkäin, ja ne ovat joko pyöriviä rumputyyppisiä tai syklonityyppisiä. Kelluva aines, joka sisältää esimerkiksi perunan varsia, perunan kuorta ja pilaantuneita perunoita, erotetaan kevyen jakeen erottimella omana jakeenaan. Kevyen jakeen erotus voidaan tehdä myös perunapesurin yhteydessä.

### Pesu

Pesukoneessa (rumpupesuri tai lapapesuri) ja jälkipesulaitteessa (pesusuuttimin varustettu rumpu, tärypöytäkuljetin, pystyruuvikuljetin tai mattokuljetin) pestään perunan pinnassa oleva maa-aines pois mahdollisimman tarkasti. Jäljellä olevat kevyet ainesosat, kuten puupalat, erottuvat viimeistään pesukoneessa.

Perunoiden pesu ja epäpuhtauksien poisto pyritään tekemään mahdollisimman pienellä puhtaan veden määrällä käyttäen hyväksi vastavirtapesua ja veden kierrätystä perunan kulkusuunnassa myöhäisemmästä prosessivaiheesta aiempaan prosessivaiheeseen. Puhdas pesuvesi ja/tai märkäprosessin prosessivesi lisätään pesuprosessin loppupäähän, josta se kulkee pesulinjassa vastavirtaan perunan kulkusuuntaan nähden.

Uitto- ja pesuveden kiintoaine laskeutetaan altaassa (kuva 6). Kiertovesi käytetään uudelleen uittovedeksi, pyrkimyksenä mahdollisimman korkea kierrätysaste. Kiintoaineen laskeutumista voidaan tehostaa saostuskemikaaliannostuksella.

Vastaanotetun perunan puhtautta seurataan ja perunan pesuvesimäärää säädetään tarvittaessa. Perunoiden hyvä pesutulos on erittäin tärkeää, koska esimerkiksi tuotteen laadun kannalta haitallista savimaista ainesta ei voida enää tämän jälkeen erottaa tärkkelyksestä.



Finnamyyl Oy

Kuva 6. Uitto- ja pesuvesien selkeytys.

### **Murskaus**

Perunan solurakenne rikotaan murskauksella, jolloin tärkkelysjyvät vapautuvat. Murskauksen jälkeen perunamassa on juoksevassa olomuodossa. Murskauksen oikeilla säädöillä tärkkelystä ei joudu tarpeettomasti kuituaineeseen joukkoon.

### **Solunesteen erotus**

Ravinnepitoisen perunan solujen sisäisen ns. hedelmäveden eli solunesteen erotusaste vaikuttaa merkittävimmin perunatärkkelyksen valmistuksesta aiheutuvaan jätevesikuormaan. Solunesteen erotusaste riippuu käytetystä perunatärkkelyksen valmistusprosessista.

Dekantteriprosessissa mahdollisimman suuri osa solunesteestä erotetaan heti perunan murskauksen jälkeen ja tilalle lisätään vettä.

Tasosuodinprosessissa ensin kaikki kuitu ja osa solunesteestä erotetaan rehuksi. Tärkkelysliete väkevöidään erottamalla solunestettä hydrosyklonilla (ominaispainoerotus). Loput solunesteestä poistetaan tärkkelyksen seasta tasosuotimilla suodattamalla.

Panoksittain toimivassa tasosuotimessa telojen varaan on ripustettu viiranauha, jolle tärkkelysliete johdetaan viiran ollessa paikallaan. Vesi imetään alipaineella viiran läpi tärkkelyksen jäädessä viiralle. Tämän jälkeen suodatetun tärkkelyksen pinnalle levitetään ohut vesikerros, joka imetään tärkkelyskerroksen läpi. Levitetty vesi syrjäyttää pääosan tärkkelyskerroksen sisältämästä jäännösolunesteestä. Tärkkelys irrotetaan viiranauhasta vaihtamalla imu puhallukseksi. Viiranauhan pyöriminen siirtää tärkkelyksen sekoituslaatikkoon, jossa tärkkelys sekoitetaan prosessiveteen ja pumpataan raffinoinnin eli tärkkelyksen pesun syötösäiliöön.

Erotettu soluneste välivarastoidaan tuotantolaitoksen yhteydessä olevaan altaaseen, josta se normaalisti levitetään lannoitteena pellolle. Mikäli solunestettä ei voida hyödyntää, se joudutaan johtamaan jätevesienkäsittelyyn.

### **Seulonta**

Tärkkelys huuhdellaan erilleen kuidusta keskipakokartioseuloilla, joita on tyypillisesti 3-4 sarjassa. Kuitumassa kuivataan jauheeksi ja toimitetaan rehutehtaille rehun raaka-aineeksi, tai se toimitetaan kosteana kohdassa 2.2.3 kuvatulla tavalla kuivattuna nautakarjan ruokintaan tai lannoitteeksi pelloille.

### **Kuitumassan kuivaus jauheeksi**

Seulonnassa erotettu kuitumassa kuivataan jauheeksi yhdellä perunatärkkelystuotantolaitoksella. Keskipakokartioseulonnan jälkeen kuitumassan kuiva-ainepitoisuus on noin 10 %. Massaan lisätään kalkkia ja sitä seisotetaan säiliössä noin puoli tuntia. Tämän jälkeen massa puristetaan suotopuristimella noin 25 % kuiva-ainepitoisuuteen. Puristettu kuitumassa kuivataan noin 85 % kuiva-ainepitoisuuteen kuumailmarumpukuivurilla. Kuivattu perunapulppa varastoidaan siiloissa.

### **Tärkkelysliemen väkevöinti ja pesu**

Ennen pesua tärkkelysliete väkevöidään separaattorilla, pesuhydro syklonin ensimmäisessä vaiheessa tai erillisessä hydro sykloniyksikössä. Tärkkelysliemi pestään ja väkevöidään moniportaisessa, tyypillisesti 7-10 vaihetta käsittävässä hydro syklonilaitteessa. Tärkkelysliemen vaahtoaminen estetään vaahdonestoaineella.

### **Hienoseulonta**

Jäljellä oleva kuitu poistetaan keskipakokartioseuloista ja mahdollisesti hydro syklonivaiheista koostuvalla hienokuituseulonta-asemalla tai esimerkiksi 8-vaiheisen hydro syklonin ja keskipakokartioseulojen muodostamassa linjassa. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa hienojakoinen tärkkelys myös pestään. Tällöin saavutetaan tarkempi hienokuidun ja hienojakoisen tärkkelyksen erottelu.

### **Esikuivaus**

Esikuivauksessa tärkkelysliemestä poistetaan vettä mekaanisesti alipainesuodattimella. Kuiva-ainepitoisuus nousee tasolta 38-42 % tasolle 61-63 % ja tärkkelys kiinteytyy jauhemaiseen muotoon. Erotettu vesi palautetaan märkäprosessiin kiertovedeksi.

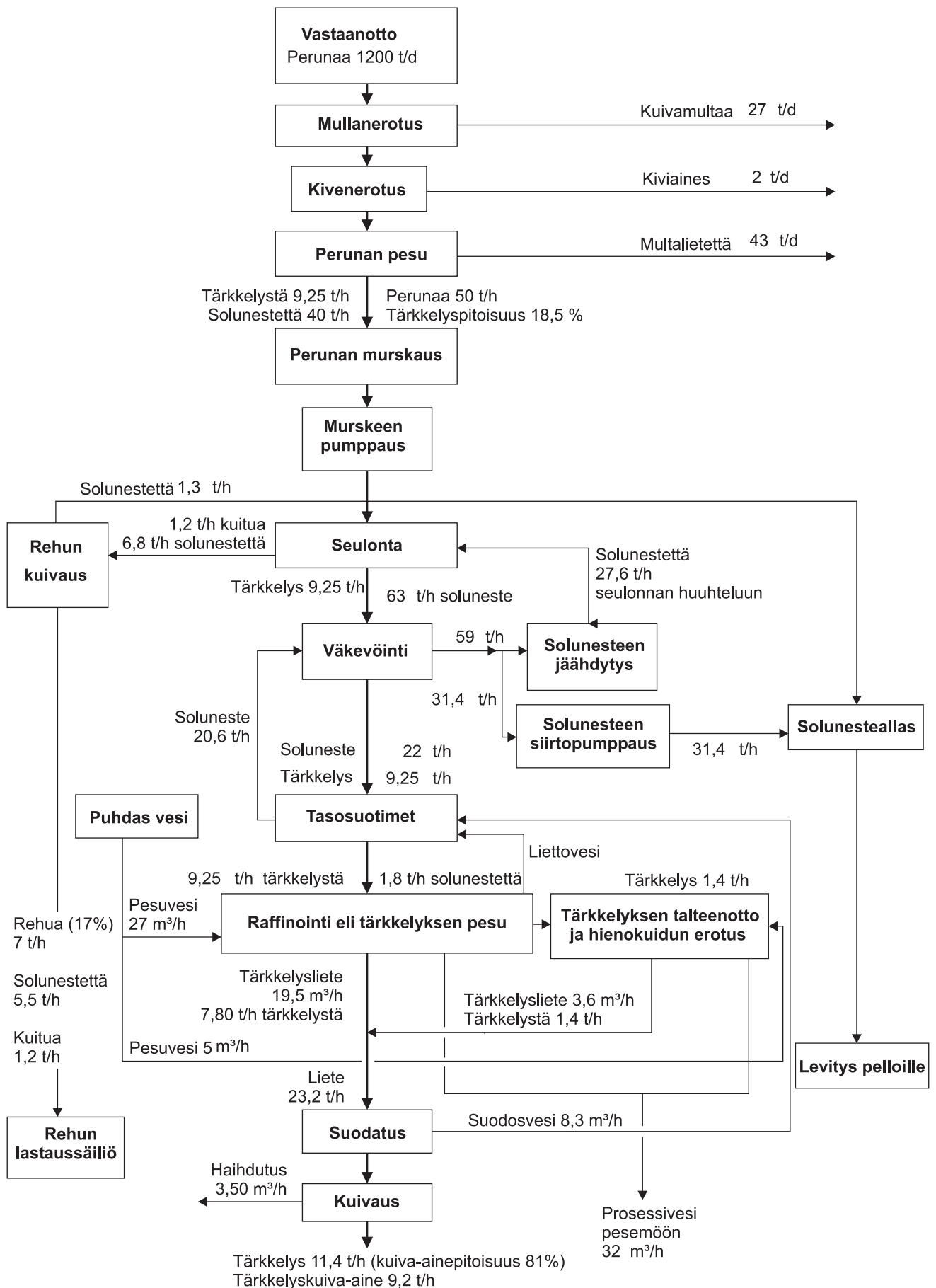
### **Lopullinen kuivaus**

Tärkkelyksen lopullinen kuivaus tehdään haihdutusputkistosta ja erotussykloniryhmästä koostuvalla pneumaattisella kuivaimella, jolloin tärkkelyksen kuiva-ainepitoisuus nousee tasolle 80-83 %. Lopuksi kuivattu tärkkelys jäädytetään pneumaattisesti jäädytysputkistosta ja erotussyklonista tai -sykloneista koostuvalla jäädyttimellä. Yhdellä perunatärkkelystuotantolaitoksella perunatärkkelystä ei kuivata, vaan se modifioidaan vieressä sijaitsevassa yrityksessä.

### **Välivarastointi ja pakkaus**

Tärkkelys välivarastoidaan ja pakataan kierrätettäviin suursäkkeihin. Kierrätettävien suursäkkien keskimääräinen käyttöikä on noin 7-10 vuotta, jonka jälkeen jäljelle jääneet säkit myydään muihin käyttötarkoituksiin. Perunatärkkelys on valmista käytettäväksi sellaisenaan elintarviketeollisuuden raaka-aineena tai kuluttajapakkauksiin pakattuna kotitalouksissa. Paperiteollisuuden käyttöön menevä tärkkelys toimitetaan modifioitavaksi soveltuvaan muotoon. Teollisuuteen tärkkelys toimitetaan pääasiassa massatavarana.

Erään tasosuodinprosessia käyttävän perunatärkkelystuotantolaitoksen prosessivaiheita ja ainevirtoja yksityiskohtaisemmin selvittävä kaavio on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Erään tasosuodinprosessia käyttävän perunatärkkelystuotantolaitoksen prosessivaiheet ja ainevirrat.

### 2.2.3 Perunapulppa ja perunarehu

Perunapulpaksi kutsutaan jaetta, joka syntyy kun perunakuitua seulonnan ja kalkkilisäyksen jälkeen kuivataan suotopuristimella noin 24-27 %:n kuiva-ainepitoisuuteen. Perunarehu on dekantterilingolla tai kartioseulalla noin 13-18 %:n kuiva-ainepitoisuuteen kuivattua perunakuitua.

Perunapulppa soveltuu hyvin seosrehu- eli aperuokintaan sekä käytettäväksi rehusekoittamoilla turkiseläinten rehun raaka-aineeksi ja nautakarjan rehuksi yli 4 kuukauden ikäisille naudoille. Perunapulppaa voidaan varastoida korkeintaan viikon. Perunapulppaa toimitetaan myös ureoituna (perunapulppaan lisätään ureaa 2 % tuorepainoyksikköä kohden), jolloin varastointiaikaa voidaan pidentää. Ureoitu perunapulppa varastoidaan rehusiloon tai aumaan (peitetään muovilla) ja se on käyttökelpoista 3-4 viikon kuluttua. Myös ureoitu pulppa soveltuu nautakarjan rehuksi ja aperuokintaan.

Perunarehu pysyy hyvin kasassa. Rehu säilöoä itsensä maitohappokäymisen avulla, jonka vuoksi rehu ei saa olla liian kuivaa. Liian kuivan rehun säilyvyys on huono. Perunarehu varastoidaan aumoissa pääasiassa rehua käyttävillä tiloilla. Se soveltuu hyvin nautakarjan rehuksi erityisesti aperuokintaan. Perunarehun rehuarvoon (tässä proteiinipitoisuuteen) vaikuttaa mm. valmistusprosessi: dekantteriprosessissa kuitu pestään vedellä ja tasosuodinprosessissa solunesteellä.

Perunapulppa ja perunarehusta hyödyntämättä jäävä osa on Suomessa, kuten myös Ruotsissa ja Tanskassa, käytetty sellaisenaan peltolannoitukseen. Peltolevitykseen ohjattavan perunapulpan määrä on ollut suomalaisilla tärkkelystuo-  
tantolaitoksilla suuruusluokkaa 10-20 % perunapulpan kokonaismäärästä. Tasosuodinprosessista saatuna tämän kuituaineksen lannoitusarvo on sen sisältämästä solunesteestä johtuen lähes solunesteen tasoa. Eräällä tasosuodinprosessia käyttävällä tuotantolaitoksella perunarehun kokonaistyyppipitoisuus on ollut keskimäärin 69 % solunesteen tyyppipitoisuudesta. Perunarehun kokonaisfosforipitoisuus oli kyseisenä vuonna vastaavasti keskimäärin 74 % solunesteen fosforipitoisuudesta. Tietoja perunarehun ravinnepitoisuuksista on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Perunarehun ravinnepitoisuuksia tasosuodinprosessia käyttävällä tuotantolaitoksella.

Perunarehun ravinnepitoisuus	Keskiarvo käyntikaudelta 2001 (n=7)
Kuiva-aine, %	16
Kokonaistyyppi, g/kg	2,4
Liukoinen typpi, g/kg	1,0
Kokonaisfosfori, g/kg	0,35
Kalium, g/kg	5,69

### 2.2.4 Soluneste

Perunatärkkelyksen valmistuksessa talteen otettava soluneste sisältää suuren osan perunan maasta ottamista pää- ja hivenravinteista (taulukko 3). Solunesteen ravinnepitoisuuksiin vaikuttavat tuotantolaitoksen prosessityyppi ja tietyssä määrin perunan kasvuolosuhteet (Seppälä ym. 1992). Typen, fosforin ja kaliumin lisäksi solunesteessä on jonkin verran mm. kalsiumia ja magnesiumia. Solunesteen typen

käyttökelpoisuus on samaa suuruusluokkaa kuin karjanlannalla. Kokonaistypestä noin 40 % on kasveille helposti liukenevassa muodossa. Fosfori ja kalium ovat solunesteessä lähes sellaisenaan kasveille käyttökelpoisessa muodossa.

Taulukko 3. Tietoja solunesteen koostumuksesta suomalaisilta ja tanskalaiselta perunatärkkelystuotantolaitokselta (KMC Starch Engineering).

Solunesteen koostumus	Suomalaiset tuotantolaitokset	Tanskalainen tuotantolaitos
BOD <sub>7ATU</sub> , g/l <sup>1)</sup>	31	
BOD <sub>5</sub> , g/l		29
COD <sub>Cr</sub> , g/l <sup>2)</sup>	54	51
Kuiva-aine, g/l	43	
Kuiva-aine, %		5,1
Kokonaistyyppi, g/l	3,2	4,3
Kokonaisfosfori, g/l	0,47	0,49
pH	5,3	
Magnesium, g/l	0,3	0,26
Kalium, g/l	3,1	4,9
Laskennallinen proteiinipitoisuus, % <sup>3)</sup>	2,0	2,6

<sup>1)</sup> BOD = biologinen hapenkulutus

<sup>2)</sup> COD = kemiallinen hapenkulutus

<sup>3)</sup> Proteiinipitoisuus = N\*6,25.

Solunesteen kuiva-aineesta noin puolet on rehukäytössä arvokasta proteiinia. Rehukäyttöä rajoittavat kuitenkin korkea kaliumpitoisuus ja alhainen kuiva-ainepitoisuus.

### Solunestelannoitus

Perunan solunesteen ravinnearvo pyritään hyödyntämään solunestelannoituksella eli levittämällä perunatärkkelyksen valmistusprosessissa erotettu soluneste pelloille korvaamaan mineraalilannoitusta. Solunesteen peltolevitystä säätelevät lähinnä valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta (931/2000) ja maa- ja metsätalousministeriön asetus ympäristötuen perus- ja lisätoimenpiteistä annetun maa- ja metsätalousministeriön asetuksen muuttamisesta (1207/2000, 646/2000).

Perunan soluneste on lannoitelain (232/1993) velvoittamana rekisteröity lannoitteena käytettäväksi sivutuotteeksi. Rekisteriä ylläpitää ja sen valvonnasta vastaa Kasvintuotannon tarkastuskeskus. Rekisteröinti edellyttää tuoteselostetta. Perunan solunesteestä on laadittu tuoteseloste tyyppinimellä "lannoitteena käytettävä perunatärkkelysteollisuuden orgaaninen sivutuote". Soluneste on hyväksytty myös luomulannoitteeksi.

Perunatärkkelystuotantolaitosten ja alueellisten ympäristökeskusten yhteistyönä on laadittu liitteenä 2 oleva ohje solunestelannoituksesta ja puhdistamolietelevityksestä. Tämä solunestelannoitusmääriä ja solunesteen levitysrajoitteita selvittävä ohje on tarkoitettu sekä solunestelevitysurakoitsijoille että solunestettä vastaanottaville maanomistajille.

Solunesteen peltolevitys tapahtuu pääosin syksyllä, perunatärkkelystuotantolaitosten varsinaisella käyntikaudella. Soluneste levitetään tavallisesti tuoreena. Esimerkiksi vuosina 2001-2003 eräällä perunatärkkelystuotantolaitoksella 78-96 % solunesteestä levitettiin tuoreena. Poikkeuksellisten sääolosuhteiden takia levittämättä jäänyt tai nitraattiasetuksen rajoittaman solunesteen levitysjan-

kohdan jälkeen muodostunut soluneste johdetaan tuotantolaitoksesta riippuen joko jätevesien käsittelyyn, tai varastoitavaksi ja levitettäväksi pelloille seuraavana keväänä ja kesänä. Kevätlevityksessä soluneste on varastoaltaan sade- ja sulamisvesien vaikutuksesta laimentunut.

Solunesteen levitysmäärä lasketaan nitraattiasetuksen rajoitukset huomioon ottaen ympäristötukiehtojen määräysten ja suositusten mukaisesti. Alhaisempaa lannoitustasoa voidaan käyttää esim. kaliumin määrän rajoittamiseksi. Lannoitustasoon vaikuttavat mm. viljeltävä kasvi, peltolohkolla edeltävinä vuosina viljelty esikasvi, maan viljavuus ja lohkolle ympäristötuessa valittu lannoitustaso (perus- tai tarkennettu lannoitus). Yleinen solunesteen levitysmäärä on noin 40 m<sup>3</sup>/ha (24-50 m<sup>3</sup>/ha).

Tieto levitetyistä ravinteista annetaan viljelijälle ympäristötukiehtojen mukaisesti hehtaarikohtaisina kiloina. Ravinnetieto perustuu kahden edellisen syksyn solunesteen analyysitulosten keskiarvoon. Eräillä tuotantolaitoksilla näytteet otetaan käyntikaudella kahden viikon välein. Keväällä levitettävästä solunesteestä otetaan kertonäyte ennen solunestelevityksen aloitusta. Solunesteestä analysoidaan kokonaistyyppi, kokonaisfosfori ja kalium.

Perunansolunesteen levitys tapahtuu traktorivetoisella solunesteen levitysvaunulla (kuva 8). Vaunu on varustettu omalla nivelakselivetoisella pumpulla, joka pumpkaa traktorin vakionopeudella vakiomäärän solunestettä levitysvaunun perässä sijaitsevalle lautaslevittimelle. Lautaslevitin levittää solunesteen tasaisesti, viuhkamaisesti pellon pintaan. Levitys tehdään siten, että solunestekaistojen väliin ei jää levittämätöntä peltoaluetta eivätkä solunestekaistat mene päällekkäin. Levitysmäärän säätö perustuu traktorin ajonopeuteen. Ajonopeuden valinnan perustana ovat vedellä tehdyt kokeet, joissa on mitattu levitetty pinta-ala ja käytetty vesimäärä.



Finnamyyl Oy

*Kuva 8. Solunesteen peltolevitystä solunestevaunulla.*

Solunesteen levityksen tekee urakoitsija. Urakoitsijat tarkkailevat levitystyönsä laatua vertaamalla levitettyjen solunestekuormien määrää peltolohkon alaan. Solunestelannoituksen rajoitukset (mm. levityskielto veden kyllästämään, lumipeit-



teiseen tai routaantuneeseen peltoon ja suojaetäisyydet) sekä toiminta vahinkotilanteissa otetaan huomioon solunestelannoitusohjeen mukaisella tavalla. Syksyllä levitetty orgaaninen lannoite, kuten soluneste, on nitraattiasetuksen mukaan aina välittömästi, viimeistään vuorokauden kuluessa, mullattava tai pelto kynnettävä. Solunestelevitysurakoitsijoita koulutetaan mm. ympäristönäkökohtien huomioon ottamiseen säännöllisesti.

Perunatärkkelystuotantolaitoksilla on käytettävissään erilainen määrä solunesteen varastoallaskapasiteettia (taulukko 4). Tuotannossa erottuvasta solunestemäärästä pystytään myöhempää hyödyntämistä varten varastoimaan tuotantolaitoksesta riippuen 24-80 vuorokauden tuotanto. Kuljetus varastoaltaisiin on toteutettu joko siirtopumppauksella tai säiliökuljetuksena.

Taulukko 4. Perunatärkkelystuotantolaitosten solunesteen varastoallaskapasiteetti.

Tuotantolaitos	Solunesteen varastoallastilavuus, m <sup>3</sup>	Varastoallastilavuuden riittävyys tuotantolaitoksen käyntivuorokausina, vrk
Tuotantolaitos A	21 330	26
Tuotantolaitos B	21 500	24
Tuotantolaitos C	19 470	45
Tuotantolaitos D	33 000	80

### 2.2.5 Kuivamulta

Tärkkelystuotantoprosessin alussa perunan kuivaseulonnassa erottuu multaa ym. biomateriaalia. Tämä kuivamulta hyödynnetään tuoreena tai sitä vanhennetaan (varastoidaan ilmapana kasana) 1-2 vuotta sellaisenaan tai turpeen kanssa sekoitettuna. Jae on erään tuotantolaitoksen tietojen mukaan tavanomaista perunapellon multaa jonkin verran ravinnepitoisempaa ja sen pH on noin 7. Kuivamulta soveltuu viherrakentamiseen, maisemointiin, täytemaaksi ja peltomullaksi peruna- ja juurikasmaita lukuun ottamatta. Lannoitelainsäädännön velvoittamana näihin käyttötarkoituksiin meneville multajakeille on Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen hyväksymä tuoteseloste.

Perunatautien leviämiskaavan takia perunatärkkelystuotantolaitoksella erotettua kuivamultaa ei voida palauttaa viljelijöille perunapelloille levitettäväksi. Tavoitteena on, että sopimusviljelijät hoitavat kuivamullan erottamisen tiloilla. Tällöin tärkkelystuotantolaitokselle kertyvä multamäärä vähenee ja ylimääräistä kuljetuksilta vältytään.

### 2.2.6 Multaliete

Kuivamullan erotuksessa perunaan jäävä multa poistuu perunan uitossa ja pesussa uitto- ja pesuveteen. Uitto- ja pesuvettä käytetään uudelleen sen jälkeen kun pääosa kiintoaineesta on poistettu. Kiintoaineen erottaminen tehdään laskeutuslaitailla. Laskeutusallas voi olla niin suuri, että sitä ei tarvitse tyhjentää käyntikauden aikana. Pienemmässä altaassa laskeutusta voidaan tarvittaessa tehostaa annostelemalla saostuskemikaalia. Laskeutuslaita voi olla myös kaksi vuorottaiskäytössä.

Laskeutusaltaasta poistettu märkä multaliete voidaan levittää tuoreena täytemaaksi pelloille (ei peruna- tai juurikasmaille) tai jatkokuivata esimerkiksi liete-

lavatyypisessä turve-hiekkapohjaisessa, salaojitetussa altaassa (kuva 9). Kasassa pysyvä multaliete voidaan vanhentaa eli stabiloida ympäristön lämpötilassa sellaisenaan tai tukiaineeseen sekoittamisen jälkeen. Kuivatun multalietteen käytön rajoitukset ovat samat kuin kuivamullalla.



Finnamyl Oy

Kuva 9. Multalietteen kuivatusallas.

## 2.3 Jätevesien käsittely

### 2.3.1 Yleistä perunatärkkelystuotannon jätevesien käsittelystä

Perunatärkkelystuotannossa muodostuvalle jätevedelle on tyypillistä korkea ravinne- ja kiintoainepitoisuus sekä suuri orgaanisen aineen määrä (korkea biologinen hapenkulutus BOD ja kemiallinen hapenkulutus  $COD_{Cr}$ ). Jäteveden laatuun vaikuttaa merkittävimmin solunesteen erotusaste, joka on tasosuodinprosessissa dekantteriprosessia korkeampi. Myös uitto- ja pesuvesikierron kiintoaineen poistolla on vaikutusta muodostuvaan jätevesikuormitukseen.

Suomalaisilla perunatärkkelystuotantolaitoksilla käytössä olevat jätevedenpuhdistamot ovat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta matalakuormitteisia aktiivilietelaitoksia, joissa tapahtuu myös biologista typen poistumista. Fosforin poistoa tehostetaan saostuskemikaalia annostelemalla. Tulevan jäteveden laadun vaihtelu on normaalisti suhteellisen vähäistä, koska prosessi on käyntikaudella käynnissä ympärivuorokautisesti.

Perunatärkkelystuotantolaitoksen jätevedenpuhdistamon tyypillinen jätevesienkäsittelyprosessi on seuraava:

- uitto- ja pesuvesien kiintoaineen erotus laskeuttamalla
- fosforin saostuskemikaalin annostelu
- ilmastus
- selkeytys, josta lietteen palautus ilmastusaltaan alkuun ja ylijäämälietteen poisto lietealtaaseen
- jälkikäsittely (jätkilammikko tai toinen biologinen vaihe)
- jätevesien johtaminen purkuvesistöön.

Jätevedet voidaan käsitellä välittömästi tai ne voidaan vaihtoehtoisesti varastoida lammikkoon odottamaan myöhempää käsittelyä. Myös käsittely suoraan lammi-koissa ilmastamalla ja fosforia saostamalla on mahdollista.

Edut jätevesien välittömälle käsittelylle ovat seuraavat:

- vähäiset hajuhaitat
- jätevedet ovat helposti käsiteltävissä muodossa (aerobisia).

Edut prosessille, jossa jätevedet lammikoidaan ja käsitellään myöhemmin, ovat seuraavat:

- vähäisempi sähköenergian tarve
- pienempi lietemäärä
- puhdistamon häiriötilanteessa jätevesien käsittely voidaan keskeyttää tai puhdistamolle tulevaa kuormaa voidaan pienentää.

Koska perunatärkkelystuotantolaitosten puhdistamot ovat hyvin matalakuormitteisia, nitrifikaatio tapahtuu käytännöllisesti katsoen täydellisesti. Kokonaistyy-  
pen poistuma edellyttää, että ilmastusaltaan olosuhteet ovat ajoittain niukkahap-  
piset. Tämä on mahdollista toteuttaa sulkemalla ohjelmoidusti ilmastuslinjoja tai  
vähentämällä tai keskeyttämällä koko altaan ilmastus määräväleihin, jolloin eliöstö  
käyttää hyväkseen nitraatin sisältämää happea. Ajotavan riskinä on rihmamaisen  
eliöstön kasvu, jota voidaan vähentää korkeahkolla happipitoisuudella runsas-  
happisina jaksoina.

### Ylijäämäliete

Jätevedenpuhdistamolla muodostuva ylijäämälietemäärä riippuu pääasiassa käsi-  
teltävän jäteveden sisältämästä kiintoaineen ja biologisesti happea kuluttavan ai-  
neksen määrästä sekä ilmastusajasta (lieteiästä). Myös fosforin saostukseen käy-  
tettävä saostuskemikaali lisää lietteen määrää.

Muodostuva liete johdetaan tavallisesti lietealtaaseen, josta se poistetaan ja  
levitetään pellolle. Erään perunatärkkelystuotantolaitoksen jätevedenpuhdistamol-  
la ylijäämäliete johdetaan etuselkeytykseen, josta se poistetaan yhdessä tulevasta  
vedestä laskeutuvan kiintoaineen kanssa. Ajotavalla on voitu tehostaa kiintoai-  
neen erotusta.

Ylijäämälietemäärät kuiva-aineena ilmoitettuna ovat jossakin määrin epä-  
tarkkoja, koska liete otetaan prosessista märkänä eikä sitä heti kuivata. Aktiivi-  
lietelaitoksella lietteen tuotto kiintoaineena on noin 0,3-0,5 kg SS/kg BOD<sub>7</sub>. Peru-  
natärkkelysteollisuuden jätevedenpuhdistamoiden ylijäämälietteen laatua on  
kuvattu taulukossa 5.

Taulukko 5. Tietoja ylijäämälietteen laadusta eräiden suomalaisten perunatärkkelystuotantolaitosten jätevedenpuhdistamoilta (keskiarvo vuodelta 2002).

Ylijäämälietteen laatu	Tuotantolaitos A* (n=1...5)	Tuotantolaitos B (n=2)
Kuiva-aine, %	7,6	4,9
Hehkutusjäännös, %-KA	30	55
pH	4,8	7,0
Kokonaistyyppi, g/kgKA	22	48
Kokonaisfosfori, g/kgKA	4,8	12
Kalium, g/kgKA	9,0	28
Rauta, g/kgKA	14	33

\*Ylijäämäliete poistetaan sekalietteenä, joka sisältää myös mekaanisesti erotettua lietettä.

### 2.3.2 Jätevesien käsittely eri perunatärkkelystuotantolaitoksilla

Jätevesienkäsittelyn sähkönkulutus on ollut perunatärkkelystuotantolaitosten aktiivilietelaitoksissa raaka-aineperunatonnia kohti laskettuna 4,0-4,6 kWh (taulukko 6). Sähköenergian kulutus puhdistamolle tulevaa BOD<sub>7</sub>-kuormitusta kohti on vaihdellut välillä 860-2 600 kWh/t BOD<sub>7</sub>. Vaihtelu johtuu eroista jätevesienkäsittelyn prosesseissa. Jätevesienkäsittelyn energiankulutuksessa ilmaston osuus on merkittävä. Vähiten energiaa kuluu hienokuplailmastuksessa.

Taulukko 6. Tietoja perunatärkkelystuotantolaitosten aktiivilietelaitosten jätevedenpuhdistuksen energiankulutuksesta.

Jätevedenpuhdistuksen energiankulutus	Tuotantolaitos A	Tuotantolaitos B	Tuotantolaitos C
Sähköenergia, kWh/perunatonna	4,3 <sup>1)</sup>	4,6 <sup>2)</sup>	4,0 <sup>3)</sup>
Sähköenergia, kWh/t BOD <sub>7</sub>	2000 <sup>1)</sup>	2600 <sup>2)</sup>	860 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Keskiarvo v. 2001-2003, <sup>2)</sup> keskiarvo v. 2002-2003, <sup>3)</sup> keskiarvo v. 2000-2003.

Jätevesienkäsittelyn kemikaalitarpeeseen vaikuttavat tärkkelystuotantoprosessin tyyppi (dekanteriprosessi/tasosuodinprosessi) ja puhdistamotyyppi. Kemikaalikulutus on suurin kemiallisessa suorasaostuksessa. Tärkkelystuotantolaitosten jätevedenpuhdistamoilla käytettyjä fosforinsaostuskemikaaleja ovat ferrisulfaatti, ferrosulfaatti, polyalumiinikloridi ja polyelektrolyytit (taulukko 7).

Taulukko 7. Perunatärkkelystuotannon jätevesien puhdistuksessa käytetyt kemikaalit raaka-aineperunatonnia kohti vuonna 2003. Eri tuotantolaitosten tiedot on erotettu kauttaviivalla (/).

Kemikaali	Ominaiskulutus	Käyttötarkoitus
Ferrisulfaatti	0,28 / 0,75 kg/perunatonna	Fosforisaustus
Ferrosulfaatti	0,60 kg/perunatonna	Fosforisaustus
Polyalumiinikloridi	0,1 l/perunatonna	Fosforisaustus, selkeytyksen tehostus
Polyelektrolyytit	0,001 kg/perunatonna	Selkeytyksen tehostus

Jätevesien käsittelyprosessissa saostuskemikaalin syöttötarpeeseen vaikuttaa käsiteltävän veden fosforipitoisuus ja biologisesti lietteeseen sitoutuvan fosforin määrä. Ferrosulfaatti annostellaan ilmastusaltaaseen, jossa sen rauta hapettuu kolmenarvoiseksi. Annostus on tavallisesti 10-20 x fosforipitoisuus, mutta se voi olla myös merkittävästi alhaisempi tai korkeampi riippuen jäteveden laadusta ja puhdistamon rakenteesta sekä käyttöolosuhteista.

Myös ferrisulfaattia voidaan annostella ilmastusaltaaseen. Yleensä ferrisulfaattia kuitenkin käytetään haluttaessa saostaa myös orgaanista ainesta kemiallisella saostuksella (esi- tai jälkisaostus). Polyalumiinikloridia ja polyelektrolyyttejä käytetään tehostamaan kiintoaineen erottumista selkeytyksissä.

#### Tuotantolaitos A:n jätevesienkäsittely

Perunatärkkelystuotantolaitos A valmistaa perunatärkkelystä tasosuodinprosessia käyttäen noin 23 000-24 000 t/vuosi. Käyntikauden aikana kaikki prosessijätevedet johdetaan suoraan puhdistamolle. Tulokuormaa voidaan tarvittaessa tasata vara-altaan avulla. Pesu- ja uittovesi esiselkeytetään kaksilinjaisella esiselkeytyksellä ennen puhdistamokäsittelyä. Esiselkeytetty pesu- ja uittovedet muodostavat puhdistamolle tulevan jäteveden. Tärkkelyksen pesusta syntyvä prosessivesi käytetään kokonaisuudessaan perunoiden pesussa. Puhdistamolle syötettävä jätevesi johdetaan pyöröselkeyttimelle (pinta-ala on 176 m<sup>2</sup>). Tulevan jäteveden

huonosti laskeutuvan kiintoaineen poistumista pyöröselkeyttimellä tehostetaan johtamalla sinne myös ilmastusaltaan hyvin laskeutuva ylijäämäliete. Pyöröselkeyttimen pintakuorma on noin 0,4 m/h (riippuu vesimäärän lisäksi ylijäämälietteen määrästä). Kiintoaineesta siinä erottuu noin 80 %. Pyöröselkeyttimeltä poistetun lietteen kuiva-ainepitoisuus on noin 5-8 %.

Selkeytetty jätevesi johdetaan Biolak-puhdistamon ensimmäiseen vaiheeseen (B1), joka on noin 4 metriä syvä maavarainen allas (tilavuus 14 300 m<sup>3</sup>). Altaan reunassa on selkeytin, jonka pinta-ala on 120 m<sup>2</sup> (pintakuorma noin 0,35 m/h). Selkeyttimeltä palautusliete johdetaan B1:n alkuun. Biolak-puhdistamossa ilmastusilma johdetaan altaan poikki pinnalla kulkevilla ilmastinketjuilla. Ketjuissa on peräkkäin kellukkeita, joista lähtevät letkut altaan pohjan tuntumassa oleville ilmastuspatruunoille. Ilmastuspatruunat ovat huopamaista ainesta, joiden läpi ilma puhalletaan veteen. Ilmastus saa aikaan ilmastusketjujen liikkumisen, mikä tehostaa lietteen sekoittumista. Ilmastusketjuja sulkemalla altaaseen saadaan osittaisia anoksisia (niukkahappisia) vyöhykkeitä tai ilmamäärää määrävälein vähentämällä saadaan anoksisia jaksoja, joissa tapahtuu denitrifikaatiota. Tämä parantaa typen poistumista.

Ensimmäistä vaihetta seuraavan toisen ilmastusaltaan (B2) tilavuus on 3 320 m<sup>3</sup>. Sen tarkoituksena on edelleen tehostaa hapetta kuluttavan aineksen poistoa. Altaaseen lisätään myös ferrisulfaattia (noin 100 g/m<sup>3</sup>) fosforin saostamiseksi. Ilmastusaltaasta vesi johdetaan selkeyttimelle. Jälkimmäiseltä selkeyttimeltä lähtevä vesi johdetaan virtaamamittauksen kautta vesistöön. Palautusliete pumpataan selkeyttimeltä selektorille. Ylijäämäliete johdetaan ensisijaisesti pyöröselkeyttimelle. Ylijäämäliete on tarvittaessa mahdollista johtaa ylijäämälietealtaisiin.

Puhdistamon tulokuorma on vuosina 2000-2002 ollut vuosikeskiarvoina 950-3 300 kg BOD<sub>7</sub>/d (pyöröselkeyttimelle tuleva kuorma). Viipymä ilmastusaltaassa B1 on noin 15-16 vuorokautta. Ilmastusaltaan tilakuorma on em. vuosina ollut noin 0,07 kg BOD<sub>7</sub>/m<sup>3</sup>/d (B2:n tilakuorma noin 0,03 BOD<sub>7</sub>/m<sup>3</sup>/d). Ilmastusaltaan B1 kiintoainepitoisuus on ollut keskimäärin 3-5 g/l.

### **Tuotantolaitos B:n jätevesienkäsittely**

Tuotantolaitos B valmistaa perunatärkkelystä tasosuodinprosessilla noin 17 000-19 000 t/vuosi. Tärkkelystuotannon pesu- ja uittovedet sekä prosessivedet käsitellään vuonna 1990 rakennetussa biologisessa Biolak-puhdistamossa, joka koostuu kahdesta aktiivilietevaiheesta, ylijäämälietealtaista ja jälkihapetusaltaasta. Fosforin saostusta tehostetaan kemikaaliannostuksella.

Perunatärkkelystuotantolaitos B:n jätevesienkäsittelyprosessi on lähes samanlainen kuin tuotantolaitos A:n. Olennaisimmat erot ovat seuraavat: prosessivedet johdetaan suoraan ilmastusaltaaseen B1, selkeytys on toteutettu ilmastusaltaassa kelluvilla Flocas-selkeyttimillä ja ylijäämälietteet johdetaan lietealtaaseen.

Normaaliolosuhteissa kaikki jätevedet käsitellään käyntikauden aikana. Prosessivesien puhdistamokäsittelyn tasaamiseksi ja häiriötilanteita varten on 25 000 m<sup>3</sup>:n varoallas yhteiskäytössä naapurirytyksen kanssa. Ilmastusaltaan B1 tilavuus on 16 790 m<sup>3</sup>. Kelluvien selkeyttimien yhteispinta-ala on 150 m<sup>2</sup>. Selkeytyksestä palautusliete johdetaan B1:n alkuun. Ensimmäistä vaihetta seuraavan toisen ilmastusaltaan (B2) tilavuus on 2 030 m<sup>3</sup>. Ylijäämälietteiden varastointiin ja sateutukseen on kaksi allasta (3 260 m<sup>3</sup> ja 8 520 m<sup>3</sup>).

Puhdistamon tulokuorma on vuosina 2000-2001 ollut vuosikeskiarvoina 4 000 ja 4 500 kg BOD<sub>7</sub>/d (dekantteriprosessi) ja vuosina 2002-2003 1 650 ja 2 300 kg BOD<sub>7</sub>/d (tasosuodinprosessi). Viipymä ilmastusaltaassa B1 on ollut noin 20 vuorokautta. Ilmastusaltaan tilakuorma on vuosina 2000-2001 ollut noin 0,3 kg BOD<sub>7</sub>/m<sup>3</sup>/d ja vuosina 2002-2003 noin 0,1 kg BOD<sub>7</sub>/m<sup>3</sup>/d. Ilmastusaltaan kiintoainepitoisuus on ollut vastaavasti noin 5 g/l (vuodet 2000-2001) ja noin 4 g/l (vuodet 2002-2003).

### **Tuotantolaitos C:n jätevesienkäsittely**

Tuotantolaitos C valmistaa perunatärkkelystä dekantteriprosessilla noin 6 000-8 700 t/vuosi. Käyntikauden aikana muodostuvat jätevedet pumpataan perunatärkkelystuotantolaitoksesta noin neljän kilometrin päässä sijaitseviin jätevedenpuhdistamon varastoaltaisiin. Kaikki jätevedet varastoidaan lammikoihin ja käsitellään pääsääntöisesti vasta seuraavana vuonna. Puhdistamo käynnistetään keväällä tai kesällä, ja sitä käytetään altaiden tyhjentyamiseen asti (esimerkiksi 99 vuorokautta vuonna 2003).

Jätevedet pumpataan puhdistamolle tasaisesti. Puhdistamo koostuu kahdesta erillisestä puhdistuslinjasta. Ilmastusaltaat ovat maavaraiset, ja niiden pohjalla olevat hienokuplailmastimet on kiinnitetty betoniseen pohjalaattaan. Ilmastimet on ryhmitelty lohkoiksi, joita voidaan ottaa pois päältä hapettomien vyöhykkeiden saamiseksi (typenpoiston tehostamiseksi). Lietteen laskeutumisen estämiseksi altaissa on virtauksen kehittimet. Ilmastusaltaista jätevesi johdetaan selkeyttimille, joista lietteet palautetaan takaisin kiertoon. Molempien linjojen käsitelty vesi johdetaan jälkialtaan kautta ennen vesistöön johtamista. Ylijäämäliete otetaan ilmastusaltaasta lietealtaaseen ja sieltä ajoittain hyödynnettäväksi.

Vanhan osan ilmastusaltaan tilavuus on 6 800 m<sup>3</sup> ja selkeyttimien pinta-ala 2 x 12 m<sup>2</sup> (pintakuorma 0,4 m/h). Puhdistuslinja on mitoitettu käsittelemään 230 m<sup>3</sup>/d jätevettä, jonka BOD<sub>7</sub>-kuormitus on 1 600 kg/d (tilakuorma 0,24 kg BOD<sub>7</sub>/m<sup>3</sup>/d). Uuden linjan ilmastusaltaan koko on 5 500 m<sup>3</sup> ja selkeyttimien pinta-ala 2 x 10 m<sup>2</sup> (pintakuorma 0,4 m/h). Puhdistuslinja on mitoitettu käsittelemään 190 m<sup>3</sup>/d jätevettä, jonka BOD<sub>7</sub>-kuormitus on 1 300 kg/d (tilakuorma 0,24 kg BOD<sub>7</sub>/m<sup>3</sup>/d). Jälkialtaan tilavuus on 1 000 m<sup>3</sup>.

Vuosina 2000-2003 puhdistamon tulokuorma on ollut vuosikeskiarvoina 1 700-2 000 kg BOD<sub>7</sub>/d. Viipymä ilmastusaltaassa on ollut 34-62 vuorokautta. Ilmastusaltaan tilakuorma on ollut 0,13-0,16 kg BOD<sub>7</sub>/m<sup>3</sup>/d ja ilmastusaltaan kiintoainepitoisuus noin 2 g/l.

Varastoaltaaseen on viime vuosina hajun vähentämiseksi levitetty ferrosulfaattia, mikä vähentää kemikaalin käyttötarvetta puhdistamolla vastaavalla määrällä. Jätevedenpuhdistamolla ferrosulfaattia syötetään ilmastukseen tulevaan veteen ja polyalumiinikloridia ilmastuksesta selkeytykseen menevään veteen. Polymeeriä käytetään tarvittaessa.

### **Tuotantolaitos D:n jätevesienkäsittely**

Tuotantolaitos D valmistaa perunatärkkelystä dekantteriprosessilla noin 5 000-7 000 t/vuosi. Käyntikauden aikana muodostuvat jätevedet, laitoksen saniteettijätevedet ja peltoleivityksen jälkeen hyödyntämättä jäänyt soluneste johdetaan 500-600 metrin päässä sijaitsevan lammikopuhdistamon jätevesialtaisiin. Käsitellyt jätevedet johdetaan vesistöön syksyllä seuraavan käyntikauden aikana.

Puhdistamolla on käytössä neljä maavaraista jätevesialtasta. Altaiden yhteispinta-ala on 100 700 m<sup>2</sup> ja keskisyvyys 1,6-2,4 metriä. Altaaseen I (33 000 m<sup>3</sup>) johdetaan soluneste. Allas II (25 000 m<sup>3</sup>) toimii ilmastusaltaana, jonne johdetaan se osuus prosessivedestä, joka ei mene perunoiden pesuun ja se osuus uittovedestä, joka ei mene kierrätykseen. Ilmastus toteutetaan II-altaassa lautasilmastimilla. Altaasta II vesi johdetaan välivarastoaltaana toimivaan altaaseen IV (32 000 m<sup>3</sup>), josta jätevesiä kierrätetään ilmastusta varten takaisin altaaseen II.

Jätevedenpuhdistus on aloitettu käyntikautta seuraavana keväänä annostelemalla ferrisulfaattia veteen, joka pumpataan altaasta II saostusaltaiden kautta altaaseen III (92 000 m<sup>3</sup>). III-altaassa on pintailmastin. Lietettä syntyy noin 5 % käsiteltävästä jätevesimäärästä. Altaassa III jätevettä ilmastetaan kunnes sen BOD-arvo on riittävän alhainen (BOD<sub>7</sub> alle 100 mg/l). Ennen vesistöön johtamista kemiallisessa saostuksessa jäteveteen annostellaan ferrisulfaattia ja se johdetaan kahden sarjassa olevan jälkiselkeytysaltaan kautta (lietteen erotus). Käsitellyn jäteve-

den juoksutus vesistöön lopetetaan ensimmäisen altaan täytyttyä sakasta (toiseen altaaseen menevässä vedessä havaittavissa flokkia), ja sakan pumppaus lietealtaaseen aloitetaan. Jälkisaostusaltaista liete pumpataan kolmeen lietealtaaseen, joista dekantoitu vesi valuu altaaseen I. Liettealtaiden liete kompostoidaan turpeeseen sekoitettuna.

### 2.3.3 Solunesteen puhdistamokäsittely ja muut mahdolliset käsittelyvaihtoehdot

Tärbkelystuotannossa erottuva perunan soluneste pyritään ensisijaisesti käyttämään peltolannoitukseen. Solunesteen puhdistamokäsittely voi tulla kyseeseen, mikäli sääolosuhteet ovat poikkeukselliset tai riittävää peltolevitysalaa ei ole kohtuullisella etäisyydellä käytettävissä.

Solunesteen puhdistamokäsittely on epätaloudellista, koska muodostuvan lietteen suuresta määrästä johtuen ylijäämälietteen määrä ei ole oleellisesti pienempi kuin alkuperäinen solunestemäärä. Solunesteen biologisesti happea kuluttavan aineksen määrän  $BOD_{7ATU}$  ollessa noin 30 000 mg/l puhdistamokäsittelystä muodostuu lietettä noin 15 000 mg/l (kuiva-ainepitoisuudella 5 % noin 0,2-0,4 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> solunestettä). Myös fosforin saostamiseen tarvittava kemikaalimäärä on suuri. Esimerkiksi tarvittava ferrosulfaattimäärä fosforipitoisuudelle 470 mg/l on noin 8 000-9 000 g/m<sup>3</sup>. Tästä muodostuu rautapitoista lietettä teoreettisesti noin 3 500 g/m<sup>3</sup>. Lisäksi solunesteen käsittely (ilmastaminen) kuluttaa runsaasti sähköenergiaa.

Johtuen lähinnä suuresta lietteentuotosta suuren solunestemäärän (yli 1/3 ilmastusaltaan tilavuudesta) käsittely aktiivilietelaitoksella laimentamattomana ei ole mahdollista. Muodostuva liete täyttää ilmastusaltaan, eikä lietteenpalautuskierto ole mahdollinen.

Muiden solunesteen käsittelyvaihtoehtojen (mm. proteiinien talteenotto ja anaerobinen käsittely) soveltuvuutta Suomen perunatärbkelystuotantolaitoksille on selvitetty alustavasti. Nämä vaihtoehdot vähentävät jätevesikuormaa, mutta eivät ratkaise solunesteen käsittelyä.

#### Proteiinien talteenotto

Solunesteen hyödyntämistä rehuna vaikeuttaa solunesteen suuri vesi- ja kaliumpitoisuus. Eräs vaihtoehto rehukäytön lisäämiseksi on solunesteen sisältämien proteiinien talteenotto koaguloimalla.

Erään ulkomaisen tuotantolaitoksen solunesteen analyysituloksia ennen ja jälkeen proteiinien talteenoton on esitetty taulukossa 8. Käsittelyn yhteydessä soluneste laimenee suoraahöyryn vaikutuksesta jonkin verran (laskennallisesti noin 12 %). Proteiinien talteenotolla solunesteen kokonaistypestä saadaan pois noin 40 %, kokonaisfosforista noin 5 % ja COD:stä noin 30 %.

Taulukko 8. Solunesteen laatu proteiinien talteenoton ja anaerobikäsittelyn jälkeen (AquaSystems Ltd Oy 2004).

	Käsittelemätön soluneste	Laimenemisen jälkeen	Proteiinin talteenoton jälkeen	Anaerobikäsittelyn jälkeen
Kokonaistyyppi, g/l	3,3	3,0	1,8	1,8
Kokonaisfosfori, g/l	0,45	0,40	0,38	0,38
COD <sub>cr</sub> , g/l	50	45	30	10

Proteiinien talteenoton tai anaerobikäsittelyn vaikutus solunesteen lannoituskäyttöön riippuu maaperän ravinnetasapainosta. Koska em. käsittelyt eivät poista merkittävästi fosforia, niiden avulla solunestelannoitusta voidaan lisätä ainoastaan

alueilla, joilla fosfori ei ole lannoitusta rajoittava tekijä. Perunatärkkelystuotantolaitosten kokemusten mukaan tällaisia alueita on jonkin verran Etelä-Pohjanmaalla. Tällä perusteella proteiinien talteenotolla tai anaerobikäsitelyllä ei voitaisi oleellisesti lisätä solunestelannoitusmäärää. Solunesteen typpipitoisuuden pieneneminen näiden käsittelyjen vaikutuksesta vähentäisi viljelijän saamaa taloudellista hyötyä. Lisäksi erityisen fosforiköyhillä pelloilla solunestemäärän merkittävä kasvattaminen lisäisi kaliumin määrän kasvusta johtuvaa kasvien ravinnetasapainohäiriöiden riskiä.

Proteiinien talteenoton kustannuksia on tarkasteltu solunesteen anaerobisen käsittelyn yhteydessä taulukossa 9. Pelkästään proteiinien talteenotosta saatava hyöty on kustannuksiin nähden vähäinen (tulot noin 60 % kustannuksista).

### **Solunesteen anaerobinen käsittely**

Käytettävissä olevien tietojen mukaan Euroopassa oli käyntikauden 2002 aikana käytössä kaksi anaerobilaitosta solunesteen käsittelyssä. Molemmissa laitoksissa prosessi käsitti anaerobikäsitelyn lisäksi useita muita osaprosesseja, tavoitteena vesien kokonaisvaltainen käsittely. Toisessa laitoksessa jäännösveden laatu pyrittiin saamaan sellaiselle tasolle, että vesi voidaan johtaa viereiseen vesistöön. Toisessa laitoksessa pyrittiin veden kierrätykseen takaisin tärkkelystuotantoon niin, että vain pieni konsentraattimäärä levitetään pelloille. Molemmilla laitoksilla oli suuria teknisiä vaikeuksia kokonaisprosessien hallinnassa, eikä asetettuja tavoitteita saavutettu varsinkaan käsittelykustannusten osalta. Nykyisin toinen yksikkö on poistettu käytöstä.

Anaerobisella käsittelyllä on tarkoitus poistaa pääosa orgaanisesta kuormasta. Käsittely ei poista typpeä eikä fosforia, ja se hajottaa orgaanisen typen ammoniumtypeksi. Anaerobitekniikka on vain yksi vaihe jätevedenkäsittelyä, joka sisältää myös muita vaiheita (ainakin aerobisen jälkikäsitelyn ja ravinteiden poiston). Herkkä ja luonteeltaan hidas anaerobiprosessi on parhaimmillaan laitoksen käytön ollessa ympärivuotista.

Soluneste soveltuu hyvin anaerobisesti käsiteltäväksi, koska se sisältää runsaasti orgaanisia aineita. Solunesteen soveltuvuutta anaerobisen prosessin raaka-aineeksi rajoittavat kuitenkin merkittävästi solunesteen sisältämät lämpökoaguloituvat proteiinit ja solunesteen jaksottainen tuotanto.

Keski-Euroopasta saatujen kokemusten perusteella solunestettä ei voida syöttää anaerobireaktoriin sellaisenaan. Toiminnan kannalta haitallisten bakteerien mädätysprosessiin joutumisen estämiseksi materiaali tulee hygienisoida. Tästä syystä soluneste on lämmitettävä yli 70 °C:n lämpötilaan, jolloin solunesteessä olevat proteiinit saostuvat ja kerääntyvät lämmönvaihtimien lämpöpinnoille tukkien ne nopeasti. Siksi anaerobikäsitelyä tulee edeltää terminen proteiinien koagulointiprosessi (AquaSystems Ltd Oy 2004). Muita anaerobisesti käsiteltäviä jätteitä ja jätevesiä ei yleensä tarvitse hygienisoida.

Solunesteen proteiinien talteenoton ja anaerobikäsitelyn kustannuksia on eritelty taulukossa 9. Solunesteen anaerobikäsitelyn käyttöä rajoittavat korkeat kustannukset. Vastaavan solunestemäärän peltolevityksestä aiheutuva vuotuinen kustannus on 225 000 euroa (3 euroa/m<sup>3</sup>).

Anaerobisesti käsitellyn solunesteen jatkokäsittelyä vaikeuttavat ravinnepitoisuudet, jotka ovat edelleen hyvin korkeat. Typen biologinen poisto (denitrifikaatio) vaatii orgaanista ainesta eikä siten ole anaerobikäsitelyn jälkeen mahdollista ilman ulkoista hiililähdettä. Typen ja orgaanisen aineksen suhde on jatkokäsittelylle vielä epäedullisempi, mikäli proteiinien talteenottoa ei toteuteta ennen anaerobikäsitelyä.



Taulukko 9. Esimerkki solunesteen proteiinien talteenoton ja anaerobikäsitteilyn kustannuksista solunestemäärälle 75 000 m<sup>3</sup>/a (AquaSystems Ltd Oy 2004).

	Jäännösvesi aerobiseen käsittelyyn	Jäännösvesi peltolevitykseen
<b>Investoinnit</b> (* 1000 euroa)		
Proteiinin koagulointi	1 250	1 250
Kuivuri ja tuotekäsittely	1 500	1 500
Anaerobinen mädätys	3 200	3 200
Aerobinen puhdistus	1 000	0
Lisäallas solunesteverastointiin	0	350
<b>Investoinnit yhteensä</b>	<b>6 950</b>	<b>6 300</b>
<b>Tulot</b>		
Perunaproteiini	780	780
<b>Käyttökustannukset</b> (* 1000 euroa/vuosi)		
Proteiinien koagulointi ja kuivaus sekä anaerobikäsitteily		
Henkilöstö	75	75
Kemikaalit	30	30
Sähkö	35	35
Lämpöenergian tuottokustannus	200	200
Kunnossapito	80	80
Puhdistamokustannukset	375	0
Peltolevityskustannukset	0	225
Pääomakustannukset	790	685
<b>Kustannukset yhteensä</b>	<b>1 585</b>	<b>1 330</b>
<b>Nettokustannukset (tulot vähennetty)</b>	<b>805</b>	<b>550</b>

## 2.4 Perunatärkkelystuotantolaitokset Ruotsissa ja Tanskassa

### 2.4.1 Perunatärkkelystuotantolaitokset Ruotsissa

Ruotsissa on neljä perunatärkkelystuotantolaitosta, joiden keskimääräinen perunakapasiteetti on noin 30 t/h ja perunamäärä noin 60 000 t/a. Laitosten käyntiaika ei eroa oleellisesti Etelä-Suomen tilanteesta (käyntikausi päättyy noin marraskuun puolivälissä). Kaikilla tuotantolaitoksilla on käytössä tasosuodinprosessi.

Ruotsalaisilla tuotantolaitoksilla solunestettä jäähdytetään kylmäkoneilla. Solunesteen varastoaltaat on rakennettu siten, että 50 % käyntikauden aikana muodostuvasta solunestemäärästä pystytään varastoimaan. Solunestettä voidaan levittää typpimäärällä 100 kg N/ha/a vuodenajasta riippumatta. Syksyllä levitys tehdään pääsääntöisesti kasvavalle nurmelle. Keväällä tapahtuvasta levityksestä vastaavat viljelijät.

Tuotannossa erotetussa kivijakeessa on hyvin vähän perunaa tai muuta orgaanista ainesta. Viljelijät ottavat kiviaineksen paluukuormaan ja aines käytetään metsä- tai peltoteiden pohjiin. Kuivamultaa ja multalietettä varastoidaan 2-3 vuotta, jonka jälkeen jakeet levitetään pääosin pihuille, puistoihin ja niityille. Multajakeita voidaan käyttää viljapelloilla, mikäli viljelijä sitoutuu olemaan viljelemättä perunaa. Kasvinosat erotetaan pääosin seulomalla, ja ne kompostoidaan. Perunarehun kuiva-ainepitoisuus on kaikilla tuotantolaitoksilla noin 15 %. Mikäli perunarehua ei saada kaupaksi, ylijäämä käytetään kokonaisuudessaan lannoitukseen.

Tärkkelyskuivureiden lämpöä otetaan ruotsalaisilla perunatärkkelystuotantolaitoksilla talteen lämpöpumpuilla. Kuivuri-ilmassa lämpö on sitoutunut lähinnä sen sisältämään kosteuteen. Ilmaa jäähdytettäessä vesi kondensoituu luovuttamalla lämmön.

#### 2.4.2 Perunatärkkelystuotantolaitokset Tanskassa

Tanskassa on neljä perunatärkkelystuotantolaitosta, joissa kaikissa on erilainen perunatärkkelyksen tuotantoprosessi. Eräällä tuotantolaitoksella on käytössä seulonta-väkevointi-prosessi (GL-prosessi, ei tasosuotimia), toisella 1-vaiheinen dekantteriprosessi ja solunesteen proteiinien koagulointilaitos sekä kolmannella useista separaattorivaiheista koostuva prosessi. Neljännellä perunatärkkelystuotantolaitoksella on vastaavanlainen tasosuodinprosessi kuin kahdella suomalaisella tuotantolaitoksella. Tuotantolaitosten käyntiaika päättyy joulukuun puolivälin aikoihin. Tietoja laitosten tuotannosta on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Tanskalaisten perunatärkkelystuotantolaitosten tuotantotietoja (KMC 2004).

Tuotantolaitos	Perunamäärä, t/a	Tärkkelysmäärä, t/a
Tuotantolaitos I	270 000	noin 59 000
Tuotantolaitos II	170 000	noin 37 000
Tuotantolaitos III	170 000	noin 37 000
Tuotantolaitos IV <sup>1)</sup>	170 000	noin 36 000

<sup>1)</sup> Tuotantolaitoksen IV tuotantomäärää ei ole KMC:n raportissa. AquaSystems Ltd Oy:n mukaan laitoksen tärkkelyskiintiö on sama kuin tuotantolaitoksilla II ja III.

Tanskalaisilla perunatärkkelystuotantolaitoksilla soluneste ja prosessivesi sekoitetaan yhtä laitosta lukuun ottamatta viimeistään varastoaltailla. Solunestelanointus on sallittu 1. helmikuuta-1. lokakuuta välisenä aikana. Typpimäärä ei saa ylittää arvoa 170 kg N/ha ja fosforimäärä arvoa 30 kg P/ha kolmen vuoden keskiarvona. Syyslevitystä suositellaan vain vihreän kasvuston peittämille aloille siten, että typpikuormitus on 50 kg N/ha. Kevätlevityksessä käytetään myös lietelannan ja solunesteen yhteislevitystä.

Hajuhaittojen vähentämiseksi Tanskassa on kokeiltu rikkihapon ja maitohappobakteerien lisäystä solunesteeseen. Tavoitteena on estää hajua aiheuttavien bakteerien kasvua. Alussa kokeiltiin happomäärää 1 kg/m<sup>3</sup>, mutta myöhemmin käytetty annostus on ollut pienempi. Solunesteeseen on myös lisätty melassia, jotta maitohappobakteerien kasvu mahdollistuisi.

Perunatärkkelystuotannossa erotetut kivet varastoidaan suuriin kasoihin, ja käytetään tienpohjiin. Kivijakeissa on vain vähän perunaa tai muuta orgaanista alkuperää olevaa ainesta. Multajakeita varastoidaan neljä vuotta tärkkelystuotantolaitoksen varastossa, jonka jälkeen jakeita voidaan levittää myös perunapelloille (kolmen täyden vuoden jälkeen). Puistorakentamiseen multaa voidaan käyttää jo aiemmin. Erotettavat kasvinosat pyritään käyttämään eläinrehuna. Perunarehun kuiva-ainepitoisuus vaihtelee eri tuotantolaitoksilla välillä 14-17,5 %. Normaalisti perunarehu myydään ja ylijäämärehu kynnetään kokonaisuudessaan pelloille.

Tärkkelyskuivureiden lämmön talteenottoa ei ole toteutettu tanskalaisilla tuotantolaitoksilla. Tärkkelyksen varastoinnissa käytetään suursiiloja, jotka on pääosin rakennettu jo 1980-luvulla.

### **2.4.3 Jätevesienkäsittely Ruotsissa ja Tanskassa**

Ruotsissa kaikki perunatärkkelystuotannon prosessivedet sekä uitto- ja pesuvesi sadetetaan tuotantolaitoksen käynnin aikana peltoalueille niin, että kokonaistypen määrä ei ylitä arvoa 50 kg N/ha. Solunesteestä sadetetaan 50 % syksyllä ja loput keväällä.

Tanskassa soluneste sekoitetaan yleensä likaisimpien prosessivesien joukkoon ennen sadetusta. Myös uitto- ja pesuedet sadetetaan syksyisin. Solunesteen kevätleivityksessä viljelijät sekoittavat solunesteen joukkoon usein lietelantaa.

# 3

## Nykyiset kulutus- ja päästötasot

### 3.1 Kulutustasot

#### 3.1.1 Energiankulutus

Perunatärkkelystuotannossa merkittäviä sähköenergiaa kuluttavia vaiheita ovat raaka-aineperunan murskaus, seulonta, tärkkelyksen väkevöinti ja pesu märkäprosessissa, tärkkelyksen lopullinen kuivaus sekä solunesteen tuotannonaikainen jäähdytys. Energian kokonaiskulutuksen kannalta merkittävin yksittäinen vaihe on tärkkelyksen kuivaus. Lisäksi energiaa kuluttavat mm. kiinteistöjen lämmitys ja koneet sekä laitteet. Jätevesienkäsittelyn sähköenergiankulutusta on käsitelty kohdassa 2.3.2.

Perunatärkkelystuotantoprosessin kokonaissähkökulutus vaihtelee välillä 28-42 kWh/perunatonni (taulukko 11). Eräällä tasosuodinprosessia käyttävällä laitoksella sähköenergiakulutus, yhteensä noin 40 kWh/perunatonni, jakautuu eri tuotantovaiheisiin seuraavasti: perunan murskaus 5 kWh/perunatonni, seulonta 6 kWh/perunatonni, tärkkelyksen pesu 7 kWh/perunatonni ja tärkkelyksen kuivaus 8 kWh/perunatonni. Loppuosa (14 kWh/perunatonni) jakautuu valmistusprosessin muihin osiin ja esim. paineilmatuotantoon.

Sähkön lisäksi perunatärkkelystuotantolaitoksilla käytetään energianlähteenä propaania, kevyttä polttoöljyä, raskasta polttoöljyä ja dieselöljyä. Tärkkelyksen kuivauksessa käytetään kahdella tuotantolaitoksella propaania ja yhdellä propaanin lisäksi raskasta polttoöljyä. Yksi tuotantolaitos ei kuivaa tärkkelystuotantoaan. Tärkkelyksen kuivauksen välttäminen eli tuotteen toimitus lietemuodossa vähentää energiankulutusta. Perunatärkkelyksen valmistus lietemuotoon ei edellytä lämpöenergiaa.

Yhdellä tuotantolaitoksella perunan kuitumassaa kuivataan jauheeksi. Kuivauksessa kuluu raskasta polttoöljyä noin 0,25 kg/kg kuivattua perunapulppaa ja sähköä noin 0,13 kWh/kg kuivattua perunapulppaa.

Taulukko 11. Tietoja perunatärkkelystuotantolaitosten energiankulutuksesta. Eri tuotantolaitosten tiedot on erotettu kautta viivalla (/). (Jätevesienkäsittelyn energiankulutus on käsitelty kohdassa 2.3.2.)

	Käyttökohde	Dekantteri- prosessi	Tasosuodin- prosessi
Sähkö	Tuotantoprosessi, kWh/perunatonni	28 <sup>1)</sup> / 38 <sup>2)</sup> / 38 <sup>2)</sup>	32 <sup>3)</sup> / 42 <sup>4)</sup>
Propaani	Tärkkelyksen kuivaus, t/t tärkkelystä prosessissa	0,027 <sup>3)</sup>	0,026 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Keskiarvo v. 2000-2001, <sup>2)</sup> vuosi 2003, <sup>3)</sup> keskiarvo v. 2002-2003, <sup>4)</sup> keskiarvo v. 2001-2003.

Lämmön talteenoton taso perunatärkkelystuotantolaitoksilla vaihtelee. Energian käytön tehostamisen kannalta selkeästi suurin merkitys on tärkkelyskuivurien poistoilman lämmön talteenotolla, jota voidaan tyypillisesti käyttää kuivurien tuuloilman esilämmityksessä. Tätä ei ole sovellettu suomalaisilla perunatärkkelystuotantolaitoksilla lyhyistä käyntikausista johtuen. Osalla tuotantolaitoksista tärkkelyskuivurien hukkalämpöä hyödynnetään tuotantotilojen lämmityksessä. Tuo-

tanttilojen lämmityksessä käytetään myös prosessilämpöä. Lisäksi prosessilämpöä siirretään lämmönvaihtimien avulla poistuvasta prosessivedestä tai solunesteestä tärkkelyksen pesuveteen helpottamaan tärkkelyksen pesua.

### 3.1.2 Veden käyttö ja vesitase

Perunatärkkelystuotantolaitoksella vettä tarvitaan perunoiden pesuun ja tärkkelyksen pesuun. Veden kokonaiskulutus käsiteltyä perunatonnia kohti vaihtelee suomalaisilla tuotantolaitoksilla välillä 0,55-1,6 m<sup>3</sup>. Esimerkki dekantteriprosessin ja tasosuodinprosessin käyntikauden nestetaseesta on esitetty taulukossa 12. Talousveden lisäksi tuotantolaitoksilla käytetään raakavettä, jota voidaan käyttää perunoiden pesuun, tärkkelyksenvalmistusprosessin alkupäähän ja perunarehun valmistukseen. Talousvettä tarvitaan tärkkelyksen pesuun ja osalla tuotantolaitoksista myös perunoiden pesuun. Vuonna 2003 talousveden osuus kokonaisvedenkulutuksesta oli 49-67 %.

Taulukko 12. Esimerkki käyntikauden nestetaseesta perunatärkkelyksen valmistuksen dekantteriprosessissa (keskiarvo vuosilta 2000-2001) ja tasosuodinprosessissa (keskiarvo vuosilta 2002-2003). Kyseisen tuotantolaitoksen tärkkelys menee jatkokäsittelyyn kuivaamattomana.

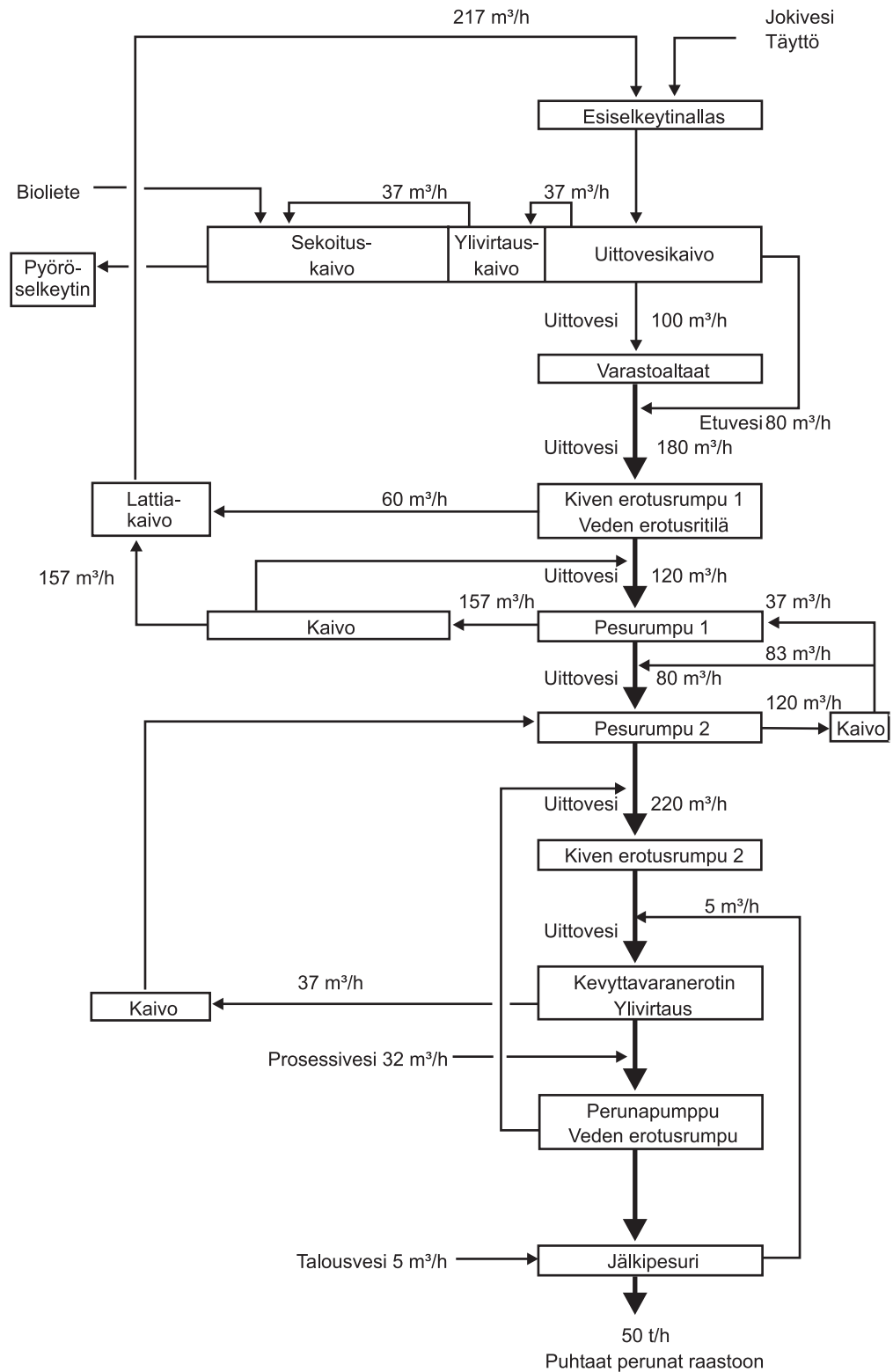
	Dekantteri- prosessi	Tasosuodin- prosessi
<b>Tulevat nestejakeet, m<sup>3</sup>/perunattonni</b>		
Raaka- ja talousvesi	1,25	1,17
Solunestettä perunassa	0,80	0,80
Tulevat nestejakeet yhteensä	2,05	1,97
<b>Lähtevät nestejakeet, m<sup>3</sup>/perunattonni</b>		
Rehun sisältämä neste	0,11	0,15
Tärkkelyksen sisältämä neste	0,25	0,27
Solunestejae	0,65	0,76
Puhdistamolle tuleva laskennallinen jätevesimäärä*	1,04	0,79
Lähtevät nestejakeet yhteensä	2,05	1,97

\*Mittauksiin perustuva puhdistamolle tuleva jätevesimäärä on dekantteriprosessissa 1,07 m<sup>3</sup>/perunattonni ja tasosuodinprosessissa 0,89 m<sup>3</sup>/perunattonni. Mitatun ja laskennallisen jätevesimäärän välinen ero johtuu puhdistamolle menevän jäteveden mittaukseen liittyvästä epätarkkuudesta.

Prosessityypistä johtuvia eroja nestetaseessa ovat raaka- ja talousveden kulutus, tuotetun solunestejakeen määrä ja puhdistamolle tuleva jätevesimäärä. Tasosuodinprosessilla raaka- ja talousveden määrä on saadun kokemuksen mukaan pienempi kuin dekantteriprosessilla. Taulukon 12 tuotantolaitoksessa prosessityypin muutos aiheutti myös rehujakeen määrän kasvun, jolloin rehun sisältämä nestemäärä kasvoi vastaavasti. Muut nestetaseen erot johtuvat lähinnä eri vuosien välisistä olosuhde-eroista, kuten esimerkiksi perunan tärkkelyspitoisuuden vaihtelusta.

Perunan uitto- ja pesuvaiheessa syntyvän jäteveden määrää voidaan vähentää erottamalla kuivamultaa jo ennen pesua ja kierrättämällä uitto- ja pesuvesiä. Uitto- ja pesuvesien kierrätysaste on korkea (kuva 10). Vedenkäyttöä voidaan edelleen pienentää käyttämällä uitto- ja pesuvesikierrrossa lisävetenä prosessivettä. Prosessityypeistä tasosuodinprosessi mahdollistaa prosessiveden suuremman sisäisen kierrätyksen ravinnepitoisempaa ja siten vaahtoavampaa vettä tuottavaan

dekanteriprosessiin verrattuna. Eräällä perunatärkkelystuotantolaitoksella uitto- ja pesuveden määrä oli dekanteriprosessia käytettäessä 0,48 m<sup>3</sup>/perunatonni ja tasosuodinprosessiin siirtymisen jälkeen 0,35 m<sup>3</sup>/perunatonni.



Kuva 10. Perunan uiton ja pesun vesitase eräällä perunatärkkelystuotantolaitoksella.

### 3.1.3 Tuotannossa käytetyt kemikaalit

Perunatärkkelystuotantolaitoksilla kemikaaleja käytetään tärkkelyksenvalmistusprosessissa apu- ja säilöntäaineina. Käytettäviä kemikaaleja ovat mm. vaahdonestoaineet, rikkidioksidi, peretikkahappo, natriumhypokloriitti, teollisuushienokalkki, suolahappo ja urea (taulukko 13). Lisäksi laitoksilla käytetään pesu- ja voiteluaineita. Viljelijöille välitetään kasvin suojeleaineita ja lannoitteita. Jätevesienkäsittelyssä käytettyjä kemikaaleja on käsitelty aiemmin kohdassa 2.3.2.

Vaahdonestokemikaaleissa esiintyy vaihtelua tuotantolaitosten ja eri vuosien välillä. Käytettyjä vaahdonestokemikaaleja ovat mm. Struktol SB 2031, SB 2032, SB 2080, SB 2084, SB 2385, Erol AMPG 59 LTS, Erol AMC 212, Erol DEV 1068 ja Erol AMC 970 FDA. Käytetyt vaahdonestoaineet eivät sisällä terveydelle tai ympäristölle haitalliseksi luokiteltuja aineita.

Taulukko 13. Perunatärkkelystuotannossa käytettyjä kemikaaleja raaka-aineperunatonna kohti vuosina 2001-2003. Eri tuotantolaitosten tiedot on erotettu kauttaviivalla (/).

Kemikaali	Ominaiskulutus, kg/perunatonna	Käyttötarkoitus
Vaahdonestoaineet	0,19 / 0,21 / 0,25 / 0,32 <sup>1)</sup>	Apuaine prosessissa
Rikkidioksidi	0,10 / 0,15 / 0,19 <sup>1)</sup> / 0,23	Säilöntäaine prosessissa
Peretikkahappo	0,09 <sup>1)</sup>	Säilöntäaine prosessissa
Natriumhypokloriitti	0,011 / 0,18 <sup>1)</sup> / 0,25	Prosessin pesu ja desinfiointi

<sup>1)</sup> Keskiarvo v. 2002-2003.

## 3.2 Päästötasot

### 3.2.1 Päästöt vesistöön

Perunatärkkelystuotannon jätevesissä vesistökuormituksen kannalta haitallisimpia tekijöitä ovat ravinteet (fosfori ja typpi) sekä happea kuluttava orgaaninen aines. Jätevesi koostuu uitto- ja pesuvedestä sekä prosessivedestä, mikäli kaikkea prosessivettä ei käytetä perunoiden pesussa. Prosessivesi muodostuu tärkkelyksen pesusta, ja sisältää prosessityypin ja ajotavan mukaan vaihtelevia määriä perunan solunestettä.

Jätevesienkäsittelyyn tulevan kuormituksen suuruuteen vaikuttaa merkittävästi solunesteen erotusaste, joka on tasosuodinprosessissa dekantteriprosessia korkeampi. Tasosuodinprosessilla solunesteen erotusaste on noin 95 %. Erotusaste tarkoittaa tässä perunarehun ja solunesteen mukana prosessista ulos menevän solunesteen osuutta perunan mukana prosessiin tulevasta solunesteestä. Perunan solunestepitoisuudeksi on arvioitu 80 % perunan määrästä. Dekantteriprosessia käytävillä laitoksilla solunesteen erotusaste eli erilliseksi jakeeksi erotetun solunesteen osuus perunan mukana prosessiin tulevasta solunesteestä on ollut keskimäärin 75-82 %. Osaltaan jätevesikuormituksen kokonaismäärään vaikuttavat myös perunan kasvu-, korjuu- ja varastointiolosuhteet (vastaanotetun perunan multapitoisuus ja pilaantuneiden perunoiden osuus).

Perunatärkkelystuotannossa muodostuvan jäteveden määrä käytettyä perunatonna kohti oli dekantteriprosessin tuotantolaitoksilla 0,6-1,5 m<sup>3</sup>/perunatonna vuosina 2001-2003. Jätevesimäärä kahdella tasosuodinprosessia käyttävällä laitoksella oli vastaavasti noin 0,84 m<sup>3</sup>/perunatonna ja 0,94 m<sup>3</sup>/perunatonna.

Perunatärkkelystuotantolaitokselta puhdistamolle johdettavaa jätevesikuormitusta perunatonna kohti on tarkasteltu taulukossa 14. Esitetyt luvut eivät sisällä solunesteen käsittelystä, modifioitujen tärkkelyksien kuivauksesta tai häiriöti-

lanteista mahdollisesti aiheutuvaa lisäkuormitusta. Puhdistamokäsittelyn jälkeistä vesistökuormitusta on kuvattu taulukossa 15. Puhdistustulos ja jäteveden laatu aktiivilietekäsittelyn jälkeen on esitetty taulukoissa 16 ja 17.

Taulukko 14. Perunatärkkelystuotantolaitokselta puhdistamolle johdettava jätevesikuormitus perunatonnia kohti eri prosessityypeissä. Esitetyt luvut eivät sisällä solunesteen käsittelystä, modifioitujen tärkkelyksien kuivauksesta tai häiriötilanteista mahdollisesti aiheutuvaa lisäkuormitusta.

	Dekantteriprosessi		Tasosuodinprosessi	
	Tuotantolaitos C <sup>1)</sup>	Tuotantolaitos E <sup>2)</sup>	Tuotantolaitos B <sup>1)</sup>	Tuotantolaitos A <sup>3)</sup>
BOD <sub>JATU</sub> <sup>*</sup> , g/perunatonni	4 900	6 600	1 900	2 400
COD <sub>Cr</sub> <sup>*</sup> , g/perunatonni	7 700	12 800	4 900	5 600
Fosfori, g/perunatonni	64	85	31	26
Typpi, g/perunatonni	480	570	210	130
Kiintoaine, g/perunatonni	400	5 900	2 800	4 300

<sup>1)</sup> Keskiarvo v. 2002-2003, tiedot jätevesien lammikoinnista lähtevästä vedestä, <sup>2)</sup> keskiarvo v. 2000-2001, <sup>3)</sup> keskiarvo v. 2001-2003.

Taulukko 15. Perunatärkkelystuotannon jätevesien ominaiskuormitus aktiivilietekäsittelyn jälkeen. Esitetyt luvut eivät sisällä solunesteen käsittelystä, modifioitujen tärkkelyksien kuivauksesta tai häiriötilanteista mahdollisesti aiheutuvaa lisäkuormitusta.

	Dekantteriprosessi		Tasosuodinprosessi	
	Tuotantolaitos C <sup>1)</sup>	Tuotantolaitos E <sup>2)</sup>	Tuotantolaitos B <sup>1)</sup>	Tuotantolaitos A <sup>3)</sup>
BOD <sub>JATU</sub> <sup>*</sup> , g/perunatonni	12	12	4,2	6,8
COD <sub>Cr</sub> <sup>*</sup> , g/perunatonni	88	140	86	77
Fosfori, g/perunatonni	1,2	2,2	0,8	1,3
Typpi, g/perunatonni	135	35	53	8,7
Kiintoaine, g/perunatonni	33	29	26	26

<sup>1)</sup> Keskiarvo v. 2002-2003, <sup>2)</sup> keskiarvo v. 2000-2001, <sup>3)</sup> keskiarvo v. 2001-2003.

Taulukko 16. Poistumat (%) perunatärkkelystuotantolaitosten jätevedenpuhdistamoiden aktiivilietekäsittelyssä puhdistamon normaalin käyttökauden aikana.

	Dekantteriprosessi		Tasosuodinprosessi	
	Tuotantolaitos C <sup>1)</sup>	Tuotantolaitos E <sup>2)</sup>	Tuotantolaitos B <sup>1)</sup>	Tuotantolaitos A <sup>3)</sup>
BOD <sub>JATU</sub> <sup>*</sup> , %	99,8	99,8	99,8	99,7
COD <sub>Cr</sub> <sup>*</sup> , %	99	99	98	99
Fosfori, %	98	97	97	95
Typpi, %	72	94	75	93
Kiintoaine, %	92	99,5	99,1	99,4

<sup>1)</sup> Keskiarvo v. 2002-2003, <sup>2)</sup> keskiarvo v. 2000-2001, <sup>3)</sup> keskiarvo v. 2001-2003.

Taulukko 17. Perunatärkkelystuotannon jätevesien laatu puhdistamokäsittelyn jälkeen.

	Dekantteriprosessi			Tasosuodinprosessi	
	Tuotantolaitos D <sup>1)</sup>	Tuotantolaitos C <sup>2)</sup>	Tuotantolaitos E <sup>3)</sup>	Tuotantolaitos B <sup>2)</sup>	Tuotantolaitos A <sup>1)</sup>
BOD <sub>JATU</sub> <sup>*</sup> , mg/l	6,0	19	9,1	5,1	6,8
COD <sub>Cr</sub> <sup>*</sup> , mg/l	150	150	120	100	83
Fosfori, mg/l	0,95	2,0	1,5	0,95	1,4
Typpi, mg/l	210	210	27	65	10
Kiintoaine, mg/l	74	54	23	33	27

<sup>1)</sup> Keskiarvo v. 2001-2003, <sup>2)</sup> keskiarvo v. 2002-2003, <sup>3)</sup> keskiarvo v. 2000-2001.



Dekantteriprosessista tasosuodinprosessiin siirtymisestä aiheutuneita muutoksia jätevedenpuhdistamolle tulevaan kuormaan on erään perunatärkkelystuotantolaitoksen osalta koottu taulukkoon 18. Dekantteriprosessin arvoja vuosilta 2000-2001 on verrattu vuosina 2002-2003 käytössä olleen tasosuodinprosessin tuloksiin. Edellä esitetyissä taulukoissa 14-17 tuotantolaitokset E ja B ovat tämä sama laitos dekantteriprosessina (laitos E, v. 2000-2001) ja tasosuodinprosessina (laitos B, v. 2002-2003). Taulukot osoittavat, että tasosuodinprosessin typpikuormitus vesistöön on ollut alhaisemmasta tulokuormituksesta huolimatta dekantteriprosessia suurempi. Tämä selittyy alhaisemmasta orgaanisesta kuormasta johtuvalla vähäisemmällä denitrifikaation määrällä. Prosessimuutoksen aikaansaaman tulokuormituksen vähenemisen välittymiseen vesistökuormitukseen vaikuttaa siten jätevesienkäsittelyprosessi.

Taulukko 18. Erään tuotantolaitoksen dekantteriprosessin ja tasosuodinprosessin jätevesikuormituksen vertailu (puhdistamolle tuleva jätevesikuorma) esimerkkinä kuormitusmuutoksista perunatonnia kohti.

	Dekantteriprosessi, v. 2000-2001	Tasosuodinprosessi, v. 2002-2003	Muutos, %
Vesimäärä, m <sup>3</sup> /t	0,93	0,81 <sup>1)</sup>	-13
BOD <sub>7</sub> , g/t	6 600	1 900	-71
Kok. fosfori, g/t	85	31	-64
Kok. typpi, g/t	570	210	-63
Kiintoaine, g/t	5 900	2 800	-53
COD <sub>c</sub> , g/t	12 800	4 900	-62

<sup>1)</sup> Vesimäärä vuodelta 2003, joka on selvästi ensimmäistä käyttöönottovuotta pienempi.

Tasosuodinprosessin dekantteriprosessia pienempi puhdistamon tulokuorma vähentää mm. energian ja kemikaalien kulutusta jätevedenpuhdistamolla. Tasosuodinprosessin merkittävä hyöty on siten puhdistamon investointi- ja käyttökustannusten aleneminen. Myös lietteen tuotto vähenee dekantteriprosessiin verrattuna.

### 3.2.2 Solunesteen lannoituskäytön ympäristövaikutuksista

Ennen jätevedenpuhdistamoiden rakentamista perunatärkkelysteollisuuden jätevedet yleisesti sadetettiin Suomessa. Jätevesien sadetusta käytetään edelleen mm. Ruotsissa ja Tanskassa. Sadetuksella jätevedet saadaan käsitellyksi pienin investoinnein vähäisellä sähköenergia- ja kemikaalimäärällä, eikä puhdistamolietettä vastaavaa jaetta muodostu. Sadetusmenetelmä on kuitenkin voimakkaasti riippuvainen sääolosuhteista, eikä siten ole tyydyttävä jätevesien käsittelyvaihtoehto Suomessa.

Perunan solunesteen lannoituskäyttö eroaa selvästi sadetuksesta. Lannoitusikäytössä levitettävät solunestemäärät ovat pieniä, tyypillisesti noin 40 m<sup>3</sup>/ha. Solunesteen lannoitusikäytön ympäristövaikutuksia on tarkasteltu julkaisussa "Perunan solunesteen merkitys tärkkelysteollisuuden jätevesien käsittelylle ja solunesteen lannoitusikäytön vesistökuormitus (Seppälä ym. 1992). Seppälän ym. (1992) mukaan pelloilla maan muokkauskerroksen sisältämästä tyyppistä huuhtoutumiselle alttiina on lähinnä nitraattimuotoinen tyyppi. Pääosa huuhtoutuvasta typpikuormasta tulee liukoisessa muodossa salaojavesien mukana. Ammoniumtyypin huuhtoutuminen on vähäisempää kuin nitraatin, koska ammoniumionit sitoutuvat maahiukkasten pinnoille. Veden mukana alaspäin kulkeutunut ammonium voi

siten helposti sitoutua uudelleen maa-ainekseen. Peltoalueilta huuhtoutuvan tyypen määrä on ollut keskimäärin 10-20 kg/ha/a. Solunesteessä typpi on pääosin orgaanisessa muodossa (proteiineja). Myös orgaaninen typpi voi huuhtoutua, jos se muuttuu nitraattimuotoon proteiinien mineralisaation ja ammoniumtyypen nitrifikaation kautta.

Myös fosforin huuhtoutumisalttiutta vähentää tämän ravinteen sitoutuminen lujasti maahiukkasiin. Valtaosa huuhtoutuvasta fosforista on sitoutunut kiennäisainekseen ja mahdollinen huuhtoutuminen tapahtuu siten pääasiassa pintavalunnan mukana kulkeutuvassa maa-aineessa. Keskimääräinen fosforihuuhtoutuma peltoalueilta on ollut 0,9-1,8 kg/ha/a (Seppälä ym. 1992). Fosforihuuhtoutumat pelloilta ovat kasvusuunnassa, koska fosforilannoitteiden mukana peltoon tulee enemmän fosforia kuin viljelykasvien mukana poistetaan.

Perunan solunestelannoituksen vaikutuksia tarkastelleessa kokeessa solunestettä levitettiin pellolle 5 mm:n kerros (Seppälä ym. 1992). Aiemmin alueelle oli levitetty Y-lannosta 500 kg/ha. Solunestelevitys vastasi normaalia lannoitusta pääravinteiden osalta kaliumia lukuun ottamatta. Pellolle levitetyn solunesteen sisältämä biologinen hapenkulutuskuorma oli noin 1600 kg/ha. Solunesteellä käsitellyn pellon salaojien BOD<sub>7</sub>-arvot eivät kuitenkaan poikenneet vertailualueen pitoisuuksista (suurin osa alueiden arvoista jäi alle määrittämissä 2 mg/l). Myös ravinteiden huuhtoumissa ei havaittu tilastollisesti merkittäviä eroja. Ravinnehuuhtoumat olivat solunestelevityksen jälkeen edeltävää tilannetta vähäisemmät sekä tutkimus- että vertailualueella johtuen erilaisista sääoloista.

Seppälän ym. (1992) solunestelannoituksen ravinnehuuhtoumia käsitelleen raportin perusteella voidaan vetää seuraavat johtopäätökset:

- Asianmukaisesti hoidettuna solunestelannoituksesta ei aiheudu normaalia lannoitusta suurempia päästöjä.
- Solunestelannoituksella saadaan hyödynnetyksi pääravinteiden osalta myös osa kaliumista. Solunesteen puhdistamokäsittelyssä kalium päätyy lähes kokonaan vesistöön.

Orgaanisen lannoitteen levitystavan vaikutusta pintavalunnan ravinne- ja mikrobikuormitukseen on tarkasteltu naudan lietelannan osalta Jokioisilla vuosina 1998-2000 (Uusi-Kämpä ym. 2002). Tutkimuksessa naudan lietelantaa levitettiin nurmen pintaan tai sijoitettiin kuuden senttimetrin syvyyteen maahan kesäkuussa ja lokakuussa. Suurimman ravinnekuormituksen pintavalunnassa aiheutti syksyllä nurmen pintaan levitetty lietelanta. Lietelannan sijoittaminen maahan vähensi fosforin kokonaiskuormitusta 48 % ja tyypin kokonaiskuormitusta 40 % (Uusi-Kämpä ym. 2002). Kyseisen tutkimuksen tulokset eivät ole sellaisenaan verrattavissa solunestelannoitukseen, koska vastaavaa selvitystä solunesteen levitystavan vaikutuksista ei ole.

### **3.2.3 Päästöt maaperään**

Perunatärkkelystuotantolaitosten toiminnasta ei normaalitilanteessa aiheudu maaperää ja pohjavettä pilaavia päästöjä. Päästöjä maaperään ja edelleen pohjaveteen voi tapahtua altaiden vuotamisesta solunesteen varastoinnin aikana tai jätevesien käsittelyssä. Myös kemikaalien ja polttoaineiden käsittelyyn sekä varastointiin liittyy onnettomuusriski. Mahdollisen maaperään tapahtuvan päästön vaikutus riippuu tällöin mm. alueen maaperän laadusta. Osalla tuotantolaitoksilla piha-alueet on kestopäällystetty, mikä ehkäisee päästöjen imeytymistä maaperään.

### 3.2.4 Päästöt ilmaan

Tärkkelyksen kuivauksessa energialähteenä käytettävästä propaanista aiheutuu ilmakehään hiilidioksidipäästöjä ja typenoksidipäästöjä. Eräällä perunatärkkelystuotantolaitoksella kuivauksen laskennalliset hiilidioksidipäästöt olivat 2 600 t/a eli 25 kg/perunatonni vuonna 2001. Muodostuneiden typenoksidipäästöjen laskennallinen määrä oli 1450 kg/a eli 14 g/perunatonni. Yhdellä tuotantolaitoksella tärkkelyksen kuivauksessa käytetään propaanin lisäksi raskasta polttoöljyä, mistä aiheutuu enemmän rikkidioksidipäästöjä. Rikkidioksidipäästöjä syntyy myös tuotantolaitosten toimintatilojen lämmitykseen käytettävästä kevyestä polttoöljystä.

Hiukkaspäästöjä muodostuu tärkkelyksen kuivausvaiheessa ja tuotteen siirrossa siiloon. Perunatärkkelystuotantolaitosten arvioiden mukaan kuivauksesta aiheutuva tärkkelyspölyn leviäminen rajoittuu mahdolliset häiriötilanteet mukaan lukien noin 100 metrin etäisyydelle. Muita pölyämistä aiheuttavia toimintoja ovat tärkkelyksien autolastaus, varastoitavan siemenperunan käsittely ja tuotantolaitoksen toimintaan liittyvä liikenne.

Eräällä perunatärkkelystuotantolaitoksella vuonna 2003 tehdyissä hiukkaspäästömittauksissa tärkkelyksen kuivauksessa käytettävän kuivurin hiukkaspäästö oli 0,08 kg/h (7,24 Nm<sup>3</sup>/s, 3 mg/Nm<sup>3</sup>) eli 4,4 g/perunatonni. Välivarastosiilon jauhosyklonin hiukkaspäästöksi mitattiin 0,16 kg/h (1,3 Nm<sup>3</sup>/s, 34 mg/Nm<sup>3</sup>) eli 8,9 g/perunatonni. Elintarviketeollisuuden parasta käyttökelpoista tekniikkaa käsittelevässä BREF-luonnoksessa (Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry) tärkkelyskuivureiden pölypäästöiksi on arvioitu 10-80 mg/Nm<sup>3</sup>.

### 3.2.5 Hajupäästöt

Perunatärkkelyksen tuotantotoiminnasta ei aiheudu hajuhaittoja ympäristöön. Tuotannossa muodostuneiden jätevesien käsittelyssä mahdollisia hajuhaittoja aiheuttavia vaiheita ovat uitto- ja pesuvesikierron laskeutusaltaat, jätevesien välivarastointi altaissa ennen käsittelyä, maavaraisten altaiden ruoppaus ja puhdistamolietteen varastointi ja levitys. Lisäksi solunesteen varastointi ja peltolevitys aiheuttavat ajoittaista ja paikallista hajuhaittaa.

Solunesteen puhdistamokäsittelyä tai kevätlevitystä mahdollisesti edeltävän allasvarastoinnin aikana tapahtuu solunesteen hajoamista hapettomissa oloissa, mistä aiheutuu hajuhaittaa. Varastoinnin aikana voi muodostua mahdollisesti myös mm. rikkivetyä. Tärkkelystuotannon tasosuodinprosessissa solunesteen jäähdyttäminen ennen sen johtamista altaisiin hidastaa hajuja muodostavaa biologista toimintaa. Solunestealtaissa hajuhaittoja vähentää altaiden kestopäällystepinta, joka tekee altaat helpommin puhdistettaviksi.

### 3.2.6 Melu

Perunatärkkelyksen valmistuksessa melua aiheuttavia toimintoja ovat tärkkelyksen kuivaus ja tuotantolaitoksen toimintaan liittyvä liikenne sekä mahdollinen kuitumassan kuivaus jauheeksi rumpukuivurilla. Liikennettä aiheutuu mm. raaka-aineiden, tuotteiden ja muiden tuotannossa muodostuvien jakeiden kuljetuksista sekä siemenperunan varastoinnista.

Tuotantotoiminnasta aiheutuvaa ympäristömelua on mitattu kahdella perunatärkkelystuotantolaitoksella. Toisella laitoksella keskiäänitasoksi 100-300 metrin etäisyydellä mitattiin 49-55 dB  $L_{Aeq}$ . Melutason A-painotetun ekvivalenttitason ( $L_{Aeq}$ ) päiväohjearvo on 55 dB (VNp 993/1992). Toisella laitoksella kahdessa mittauspisteessä 100 metrin etäisyydellä äänilähteestä todettiin melutason yöohjearvoa (50 dB  $L_{Aeq}$ ) korkeammat mittaustulokset, 53 ja 58 dB  $L_{Aeq}$ . Keskiäänitasomittaukset tehtiin yöaikana läheisestä vilkkaasti liikennöidystä tiestä johtuen.

### 3.2.7 Toiminnasta muodostuvia jätteitä ja muita jakeita

Perunatärkkelystuotannossa erottuu kiviä ja kevytjätettä (kelluva aines, joka sisältää mm. perunan varsia, perunan kuorta ja pilaantuneita perunoita) (taulukko 19). Lisäksi toiminnassa muodostuu käyttöön kelpaamatonta perunaa siemenperunan lajittelusta ja käytöstä poistettuja säkkejä tärkkelyksen varastoinnissa käytettävistä kierrätettävistä suursäkeistä (tuotantolaitoksen koosta riippuen noin 0,3-9 t/vuosi).

Jätevesien käsittelyssä syntyy peltolevitykseen käytettävää puhdistamolietettä. Lisäksi tärkkelyksen valmistukseen liittyvissä toiminnoissa muodostuu teollisuustoiminnalle tyypillisiä tavanomaisia jätejakeita (mm. jätepaperi ja yhdyskuntajäte) sekä vähäisiä määriä ongelmajätettä (esim. loisteputket, paristot, akut ja jätteöljyt).

Perunatärkkelyksen valmistuksessa erottuu myös kuivamultaa, multalietettä, perunapulppua, perunarehua ja solunestettä.

Taulukko 19. Perunatärkkelystuotannossa muodostuvia muita jakeita raaka-aineperunatonnia kohti (kg/t perunaa). Eri tuotantolaitosten tiedot on erotettu kauttaviivalla (/).

Jae	Kg/perunatonni
Kivet, kg/perunatonni	1,5 / 1,9 / 2
Kevyt jae, kg/perunatonni	0,2 / 0,3
Puhdistamoliete,	
dekantteriprosessi, kg TS/perunatonni*	3,3 / 4,5
tasuodinprosessi, kg TS/perunatonni*	2,2

\*TS = kuiva-ainepitoisuus.

### 3.2.8 Ympäristöasioiden hallinta

Vuoden 2003 jälkeen valmistuneisiin ja uusittavien BREF-asiakirjojen ns. BAT-lukuihin liitetään standarditeksti ympäristöjärjestelmistä. Tekstissä kuvataan lyhyesti näiden vapaaehtoisten järjestelmien pääkohdat. Tekstissä todetaan kansainvälisten järjestelmien, kuten ISO 14001:96 ja EMAS, sekä myös yritysten itselleen räätälöimien, ei-standardisoitujen järjestelmien olevan parasta käyttökelpoista tekniikkaa edellyttäen että ne täyttävät esitetyt kriteerit. Ulkoinen auditointi kuitenkin lisää ISO14001:96:n mukaisten ja EMAS-järjestelmien luotettavuutta.

Suomalaisista perunatärkkelystuotantolaitoksista kahdella on käytössä standardin ISO14001 mukainen ympäristöjärjestelmä. Yhdellä laitoksella laatu- ja ympäristöjärjestelmän käsittävän toimintajärjestelmän rakentaminen on käynnissä. Yhdellä laitoksella laatuksikirjaan on sisällytetty ohjeita ympäristöasioiden hallinnasta.

# Päästöjen ja niiden vaikutusten tarkkailu

# 4

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan arvioinnissa otetaan huomioon yhtenä tekijänä toiminnassa syntyvien päästöjen laatu, määrä ja vaikutus. Ympäristönsuojelulain (86/2000) selvillääolovelvollisuuden mukaisesti toiminnanharjoittajan on oltava riittävästi selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista. Ympäristölupahakemuksen tulee sisältää tiedot toiminnan käyttötarkkailusta ja valvonnasta sekä ympäristöön kohdistuvien päästöjen ja niiden vaikutusten tarkkailusta. Lupahakemukseen liitetään ehdotus tarkkailun järjestämiseksi. Lupaviranomaisen hyväksymisen jälkeen tästä tarkkailusuunnitelmasta käytetään nimeä tarkkailuohjelma.

Tarvittavan tarkkailun laajuuteen vaikuttavat tarkasteltavan toiminnan laajuus, käytetty tuotantotekniikan taso, tuotantolaitoksen sijainti, paikalliset olosuhteet ja toiminnasta aiheutuvat ympäristövaikutukset. Tarkkailun suorittajana voi usein toimia tuotantolaitos itse tai ulkopuolinen taho lupaviranomaisen hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti.

Tuotantolaitoksen ympäristönsuojeluun liittyvistä asioista laaditaan vuosittain lupaviranomaiselle toimitettava yhteenvetoraportti. Raporttiin sisältyvät mm. seuraavat tiedot:

- raaka-aineet, tuotanto ja käytetyt kemikaalit
- vedenkulutus ja jätevesikuormitus
- toiminnassa syntyvät jätteet ja niiden käsittely
- päästöt ilmaan
- onnettomuus- ja häiriötilanteet
- solunestelevityksen suoritus ja solunestealtaiden käyttö.

## 4.1 Käyttötarkkailu

Käyttötarkkailu on perunatarkkelystuotantolaitoksen suorittamaa, prosessinohjausta palvelevaa toimintaa. Käyttötarkkailussa kerättäviä tietoja ovat mm. seuraavat:

- raaka-aineen määrä ja laatu
- tuotantomäärä
- veden ja kemikaalien kulutus
- toiminnassa syntyvien jätteiden määrä, laatu ja käsittely
- häiriö- ja muut poikkeukselliset tilanteet.

Jätevedenpuhdistamon käyttötarkkailutietoja saadaan puhdistamon hoitajan tekemistä havainnoista ja mittauksista, puhdistamon jatkuvatoimisista mittareista sekä automaatiojärjestelmästä. Tarkkailun laajuus vaihtelee laitoskohtaisesti. Jätevedenpuhdistamon käyttötarkkailussa seurataan mm. tulevan ja käsitellyn veden sekä ohitusten määriä, ylijäämälietemääriä, ilmastuksen lietepitoisuuksia (kiintoaine, ½ h laskeuma-arvo) ja happipitoisuutta, palautuslietemääriä, lähtevän veden laatua, selkeytsaltaiden näkösyvyyttä, kemikaaliannostuksia ja sähkönkulutusta. Laskettavia tunnuslukuja ovat mm. lieteikä, lieteindeksi ja palautussuhde.

Käytön kannalta tarpeellisia jatkuvasti seurattavia muuttujia ovat puhdistamosta riippuen mm. lämpötila, pH, fosfaattifosfori, nitraattityppi, ammoniumtyppi, kemiallinen hapenkulutus ( $COD_{Cr}$ ) ja sameus.

Perunatärkkelystuotannossa muodostuvan solunesteen ja puhdistamon ylijäämälietteen peltolevityksestä pidetään viljelylohkokohtaista kirjanpitoa. Kirjattavia tietoja ovat peltolohkon nimi ja tunniste, levitysala, levitysmäärä ja levitysaikankohta.

## 4.2 Päästötarkkailu

Perunatärkkelystuotannon merkittävimmät ympäristövaikutukset aiheutuvat jätevesipäästöistä purkuvesistöön. Tuotantolaitoksen velvoitetarkkailu, kuten jätevedenpuhdistamon kuormitustarkkailu, perustuu lupamääräyksiin ja lupaviranomaisen hyväksymään tarkkailuohjelmaan. Kuormitustarkkailunäytteet otetaan tarkkailuohjelman mukaisesti 1-4 kertaa kuukaudessa puhdistamon toiminnan aikana.

Jätevedenpuhdistamon kuormitustarkkailussa näytteet otetaan puhdistamolle tulevasta vedestä ja puhdistamolta lähtevästä vedestä sekä tarvittaessa muista puhdistusprosessin vaiheista (esim. esiselkeytetty vesi, selkeytyksestä lähtevä vesi, ilmastusallas ja palautusliete). Näytteet kerätään siten, että ne edustavat mahdollisimman hyvin jäteveden keskimääräistä laatua. Tarvittaessa otetaan kokoomänäytteitä veden laatuvaihtelujen tasaamiseksi. Näytteenoton yhteydessä luetaan tulevan ja lähtevän veden virtaamat.

Kuormitustarkkailunäytteistä määritetään kaikilla näytteenottokerroilla ympäristölupapäätöksen lupamääräyksissä edellytetyt, vähintään taulukossa 20 esitetyt parametrit. Näytteet analysoidaan voimassa olevien standardimenetelmien mukaisesti.

Taulukko 20. Perunatärkkelystuotantolaitosten jätevedenpuhdistamoiden kuormitustarkkailunäytteistä tehtävät määrittelyt.

	Tuleva vesi	Lähtevä vesi
pH	•	•
Biologinen hapenkulutus ( $BOD_{7ATU}$ )	•	•
Kemiallinen hapenkulutus ( $COD_{Cr}$ )	•	•
Kiintoaine	•	•
Kokonaistyyppi	•	•
Ammoniumtyppi		•
Nitraattityppi		•
Kokonaisfosfori	•	•
Liukoinen fosfori		•
Alkaliteetti		•

Puhdistamolta poiskuljetettavasta lietteestä otetaan näyte näytteenottokertoina, jolloin lietettä poistetaan. Mikäli liete poistetaan vasta keväällä, näytteitä otetaan 2-4 kertaa poiston aikana. Lietenäytteistä määritetään kiintoaine- tai kuiva-ainepitoisuus ja ravinnepitoisuudet sekä vähintään kerran vuodessa raskasmetallipitoisuudet siinä laajuudessa kuin lietteen maanviljelyskäytön kannalta edellytetään.

Jätevedenpuhdistamon kuormitustarkkailun tulosten perusteella lasketaan erikseen seuraavat vuorokausikuormitusta ja puhdistustehoa osoittavat tekijät:

- tulokuormitus
- biologiseen käsittelyyn tuleva kuormitus
- käsitellyn jäteveden aiheuttama kuormitus

- vesistön kokonaiskuormitus (mukaan lukien mahdolliset ohitukset viemäristössä ja/tai puhdistamolla)
- esiselkeytyksen puhdistusteho
- kokonaispuhdistusteho
- lietekuorma ja tilakuorma.

Kuormituslaskelmat sisältävät tulokset raportoidaan lupaviranomaiselle välittömästi. Vuosittain tarkkailusta laaditaan yhteenveto, johon kootaan tiedot puhdistamolle tulevasta ja vesistöön lähtevästä kuormituksesta sekä esitetään puhdistamolla saavutetut poistumat. Häiriö- ja muista poikkeuksellisista tilanteista ilmoitetaan riittävässä laajuudessa viipymättä.

Vesistö päästöjen lisäksi perunatärkkelystuotantolaitoksen päästötarkkailu voi sisältää ilmapäästöjen ja melupäästöjen tarkkailua. Hiukkaspäästöt mitataan tarvittaessa esimerkiksi tärkkelyskuivurin ja tärkkelyksen välivarastoinnissa käytetävän jauhosuilon poistoilmasta. Melupäästöjen selvittäminen voi käsittää ympäristömelumittauksia tai leviämismallilaskelmia.

### **4.3 Ympäristövaikutusten tarkkailu**

Perunatärkkelystuotantolaitosten ympäristövaikutusten tarkkailussa korostuu jätevesipäästöjen vaikutusten seuranta. Vesistötarkkailu toteutetaan lupaviranomaisen hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti, pääsääntöisesti osana alueella mahdollisesti suoritettavaa vesistön yhteistarkkailua. Vesistönäytteitä otetaan jätevesien purkupaikan ylä- ja alapuolelta riittävässä laajuudessa erilaiset virtaamatilanteet huomioon ottaen. Tarkkailutuloksista laaditaan vuosittain yhteenvetoraportti ja tarvittaessa perusteellisempi, pitemmän ajanjakson tuloksia kokonaisuudessaan yhteenveto. Myös kalataloustarkkailu suoritetaan lupaviranomaisen hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti, osana laajempaa yhteistarkkailua.

Vesistö- ja kalataloustarkkailujen lisäksi perunatärkkelystuotantolaitoksen ympäristövaikutusten seurantaan voi sisältyä mm. pohjavesitarkkailua. Esimerkiksi maavaraisten altaiden tiiviyyden seurannassa pohjavesinäytteitä otetaan pohjaveden virtaussuunnassa ylä- ja alapuolelta riittävässä laajuudessa. Fysikaaliskemiallisten muuttujien lisäksi havaintoputkista mitataan pohjavedenpinnan korkeutta.

# 5

## Parhaan käyttökelpoisen tekniikan määrittämisessä huomioon otettavat tekniikat ja menetelmät

Seuraavassa arvioidaan perunatärkkelyksen valmistukseen liittyvien eri tekniikoiden ja toimintatapojen etuja ja haittoja parhaan käyttökelpoisen tekniikan kriteerien mukaisesti. Parasta käyttökelpoista tekniikkaa arvioitaessa toimintaa tarkastellaan kokonaisvaltaisesti ilman paikkasidonnaisuutta. Tekniikoiden ja toimintatapojen käytön yleisyys ja taloudellinen toteuttamiskelpoisuus otetaan huomioon osana BATin määrittelyä.

### 5.1 Tärkkelysperunan hankinta ja käsittely

Kuivamullan erotus tiloilla vähentää perunatärkkelystuotantolaitokselle kertyvän mullan määrää ja tarvittavia kuljetuksia. Kuivamullan erotus edellyttää viljelijöiltä mullanerotukseen sopivaa kalustoa, jollaista käytetään esimerkiksi Hollannissa. Suomessa, Ruotsissa ja Tanskassa viljelijöillä ei ole käytössä vastaavaa kalustoa. Perunatautien leviämisen riskin takia tärkkelystuotantolaitoksella erotettua kuivamultaa ei voida palauttaa suoraan viljelijöille perunapelloille levitettäväksi.

Perunan laadun heikkeneminen esimerkiksi perunan varastoinnin yhteydessä lisää perunatärkkelystuotannossa muodostuvia päästöjä ja nostaa tärkkelyksen valmistuskustannuksia. Tärkkelystuotantolaitokset ohjaavat tulevan perunaraaka-aineen laatua edellyttämällä siemenperunan säännöllistä uusimista ja antamalla korkeaan tärkkelyssatoon tähtäävää neuvontaa. Lisäksi raaka-aineen laatua ohjataan ostettavan tärkkelyksen hinnoittelulla siten, että tuleva tärkkelysperuna on mahdollisimman puhdasta ja sen tärkkelyspitoisuus on korkea.

Tiloilla perunan laadun säilymistä edesauttaa aumojen oikeanlainen peittäminen ja hoitaminen. Aumojen peittäminen on yleinen käytäntö, jonka onnistuminen voi kuitenkin vaihdella viljelijäkohtaisesti vuosittain. Peittämisen tulee varmistaa riittävä tuulettuminen ja estää lämpötilan liiallinen kohoaminen sekä toisaalta suojata kastumiselta ja jäätymiseltä. Lämpötilan tarkkailu kuuluu hyvään auman hoitoon. Auman optimilämpötila on noin 8 °C. Auman tyypillinen koko on 40-80 tonnia perunaa.

Yleisimmät materiaalit peruna-aumojen peittämisessä ovat suojapeitteet (ns. pressut), olki ja turve. Ns. pressuauma tehdään siten, että laudoista rakennetaan noin 1,2 m korkea laari, joka lämpöeristetään ulkopuolelta. Laari voidaan rakentaa myös olkipaaleista. Perunat aumataan laariin, joka peitetään pressuilla siten, että pressun ja perunoiden väliin jää riittävästi tuuletustilaa (30-50 cm). Ilmanvaihdon ja perunoiden kuivumisen mahdollistamiseksi auma jätetään päädyistä auki. Pakkasella päädyt suljetaan. Olkiaumassa perunoiden päällä on ensin ns. aumaverkko, joka on hengittävää materiaalia. Aumaverkon päälle laitetaan olkea noin 20 cm ja sen päälle muovi. Muovissa on auman harjalla aukkoja, joista lämpö ja kosteus poistuvat. Saateettomalla säällä muovi otetaan olkien kuivattamiseksi pois. Muovia ei tarvita, jos peittämiseen käytetään silputtua olkea. Turveauma tehdään olkiaumaa vastaavalla tavalla, mutta muovia ei tarvita. Ylimääräinen lämpö ja kosteus poistuvat turvekerrokseen auman harjalle jätettävien aukkojen kautta. Aukot suljetaan pakkasella.

Perunan varastointi voidaan toteuttaa myös maatalouskoneiden varastointiin tarkoitetuissa konehalleissa tai varastohalleissa. Rakennusten tulee olla siinä määrin eristettyjä ja tuuletettavissa, että perunat säilyvät jäätymättä ja pilaantumatta.



## 5.2 Perunatärkkelyksen valmistusprosessi

### 5.2.1 Perunan uitto- ja pesutekniikka

Kuivamullan mahdollisimman tehokas erotus ennen perunoiden pesua vähentää puhdistamolle tulevaa jätevesikuormitusta. Perunoiden pesussa vedenkulutusta ja muodostuvan jäteveden määrää vähennetään vastavirtapesulla ja kierrättämällä selkeytettyä pesuvettä takaisin perunoiden pesuun. Myös prosessivettä voidaan käyttää perunoiden uitto- ja pesuvedenä.

Uiton ja pesun kiertoveden selkeytyksestä muodostuvaa hajuhaittaa vähennetään poistamalla lietettä säännöllisesti. Hajuhaittoja voidaan vähentää myös lisäämällä kiertoveteen kalkkia.

### 5.2.2 Prosessivalinta

Perunatärkkelyksen valmistuksessa tasosuodinprosessin jätevesikuormitus on dekanteriprosessia merkittävästi pienempi. Erään tuotantolaitoksen kokemuksen mukaan siirtyminen dekanteriprosessista tasosuodinprosessiin vähensi jätevedenpuhdistamolle tulevaa kuormitusta noin 50-70 %. Vähennys johtuu siitä, että tasosuodinprosessissa jätevedenpuhdistamolle prosessiveden mukana menevän solunesteen määrä on vain noin 20-25 % dekanteriprosessissa jäteveteen joutuvasta solunestemäärästä.

Jätevedenpuhdistamolta vesistöön lähtevä kuormitus ei vähene samassa suhteessa puhdistamolle tulevan kuormituksen vähenemiseen nähden. Aktiivilietelaitoksille tyypillisesti esimerkiksi BOD:n poistuma on sitä suurempi mitä korkeampi on BOD-arvo. Hyvin alhainen tilakuorma saattaa lisäksi vaikeuttaa typen poistoa.

Tasosuodinprosessin etuja dekanteriprosessiin verrattuna ovat pienempi vesistökuormitus, alhaisemmat jätevesienkäsittelyn kustannukset sekä pienempi lietemäärä. Puhdistamon käyttökustannuksia vähentää mm. vähäisempi ilmastusenergian ja saostuskemikaalien tarve sekä pienemmästä jätevesimäärästä johtuva pienempi pumppausenergian kulutus. Edellä mainituista syistä johtuen myös uusien puhdistamoiden investointikustannukset ovat tasosuodinprosessia käytettäessä selvästi pienemmät. Muutosinvestointikustannus dekanteriprosessin muuttamisesta tasosuodinprosessiksi oli eräällä tuotantolaitoksella vuonna 2002 tärkkelystuotantokapasiteetille 300 tonnia päivässä (kuiva-ainepitoisuus 80 %) yhteensä 2,8 miljoona euroa.

### 5.2.3 Ilmapäästöjen vähentäminen

Tärkkelyksen kuivauksessa muodostuvia ilmapäästöjä (rikkidioksidi, typenoksidit ja hiukkaset) vähennetään siirtymällä raskaan polttoöljyn käytöstä vähärikkisiin polttoaineisiin (nestekaasu). Perunatärkkelyksen kuivauksessa tuote erotetaan kuivurin poistoilmavirrasta syklonilla, mistä syystä erillistä hiukkaspäästöjen erotusta ei käytetä. Tärkkelyksen välivarastosiilojen poistoilman hiukkaspäästöjä voidaan vähentää syklonilla tai muulla vähintään vastaavantehoisella pölynerottimella (esimerkiksi pussi- tai kasettisuodatin). Tärkkelyksen irtolastauksesta ja lastin purkamisesta aiheutuvia pölypäästöjä vähentää tuotteen vapaan pudotuskorkeuden pienentäminen. Tässä voidaan käyttää suppiloa, täyttöputkea, täytötietä tai ns. kaskadiputkea. Käytännössä vapaan pudotuskorkeuden vähentämisen merkitys lienee pölypäästöjen muodostumisen kannalta kuitenkin vähäinen. Aineiden varastoinnin BAT-tekniikkaa käsitellään laajemmin omassa BREF-

asiakirjassa (Emissions from Storage of Bulk or Dangerous Material), joka valmistuu vuoden 2005 alussa.

#### **5.2.4 Kemikaalit**

Perunatärkkelyksen tuotannossa ja jätevesien käsittelyssä kemikaalien kulutuksen seuranta varmistaa kemikaalien oikeaa annostelua, antaen samalla tietoa kemikaalikulutuksen vähentämismahdollisuuksien selvittämiseen. Ympäristövaikutuksia ja onnettomuusriskejä vähennetään parhaan käyttökelpoisen tekniikan kriteerien mukaisesti käyttämällä valmistusprosessissa mahdollisimman haitattomia käyttötarkoitukseen soveltuvia kemikaaleja ja huolehtimalla kemikaalien käyttöön liittyvästä turvallisuusosaamisesta. Kemikaalien käytössä ja varastoinnissa otetaan huomioon asianmukainen vuoto- ja ylitäytösuojaus.

#### **5.2.5 Energia**

Energiankulutuksen kannalta merkittävimmät tärkkelyksenvalmistusprosessin vaiheet ovat perunan murskaus, seulonta, tärkkelyksen pesu ja tärkkelyksen kuivaus. Energiaa kuluttaa myös tuotannossa muodostuvien jätevesien käsittely. Energiankulutusta voidaan tehostaa lämmön talteenotolla. Suurin merkitys on tärkkelyskuivurien poistoilman hukkalämmöllä, jota voidaan tyypillisesti käyttää kuivurien tuloilman esilämmityksessä. Tärkkelyskuivurien lyhyt käyttöaika kuitenkin heikentää investoinnin kannattavuutta. Eräällä suomalaisella tuotantolaitoksella tehtiin vuoden 2004 alussa investointi- ja käyttökustannussäästölaskelma kahden tärkkelyskuivurin lämmöntalteenottojärjestelmästä. Investointikustannusarvio oli yhteensä 320 000 euroa ja vuotuinen säästö 46 000 euroa (säästö propaanin käytöstä vähennettynä lisäkäyttökuluilla). Investoinnin takaisinmaksuaika 5 %:n rahoituskorkokannalla oli 8,8 vuotta.

#### **5.2.6 Jätteet**

Jätteiden määrän ja niiden haitallisuuden vähentäminen otetaan huomioon arvioitaessa parasta käyttökelpoista toimintaa. Hyödyntämiskelpoiset jätteet lajitellaan ja toimitetaan hyödynnettäväksi ensisijaisesti materiaalina ja toissijaisesti energiana.

Perunatärkkelys pakataan pääasiassa suursäkkeihin, joiden kierrätys vähentää muodostuvan säkkijätteen määrää. Muodostuvan pakkausjätteen määrää vähentäisi myös tärkkelyksen irtovarastointi suursiiloissa tai laakavarastoissa. Laakavarastointia rajoittavat perunatärkkelystuotantolaitosten asiakkaiden asettamat laatuvaatimukset. Suursiilojen käytön mahdollisuudet riippuvat tuotantolaitosten mittakaavasta. Suomalaisilla tuotantolaitoksilla suursiiloja ei ole käytössä.

Keski-Euroopassa toteutettujen tärkkelysteollisuuden siilohankkeiden perusteella kustannusarvio halkaisijaltaan noin 36-38 metrin ja kokonaiskorkeudeltaan noin 36 metrin suursiilolle on suuruusluokkaa 4,0-4,5 miljoonaa euroa (AquaSystems Ltd Oy 2004). Tällaiseen suursiiloon mahtuisi noin 20 000 tonnia kuiva-ainepitoisuudeltaan 80 %:sta natiiviperunatärkkelystä.

### **5.3 Jätevesien käsittely**

Suomessa perunatärkkelysteollisuuden jätevesien sadetus on korvattu biologisilla jätevedenpuhdistamoilla, joissa fosforinpoistoa tehostetaan kemiallisella saos-

tuksella. Kaikilla käytössä olevilla perunatärkkelystuotantolaitosten jätevedenpuhdistamoilla ilmastusajat ovat hyvin pitkät (15 vuorokautta tai enemmän). Tästä syystä biologisen hapenkulutuksen poistumat ovat olleet erinomaisia (taulukko 16). Toisaalta pitkäilmastusprosessissa viipymäajat ovat pitkiä, minkä takia mahdollisen häiriön toteaminen, korjaaminen ja vaikutuksen poistuminen on hidasta. Myös nitrifikaatio (ammoniumtyypen hapettuminen) on ollut puhdistamon käynnistymisvaiheen jälkeen yli 99 % . Lisäksi denitrifikaatio (nitraatin pelkistyminen kaasumaiseksi typeksi) on ollut varsin hyvä, yli 70 %.

Perunatärkkelystuotantolaitosten jätevedenpuhdistamoiden käytölle tyypillistä ovat seuraavat:

- Altaaseen edelliseltä käynniltä jäänyt liete nousee pohjalta puhdistamon käynnistyessä loppukesästä.
- Nitrifikaation käynnistyminen on hitaampaa kuin orgaanisen aineen poistumisen käynnistyminen. Poistumamaksimin saavuttamiseen kuluu vähintään 2 viikkoa.
- Jäteveden lämpötilan laskiessa lähtevän veden kemiallinen hapenkulutus nousee jonkin verran (ei vaikutusta biologiseen hapenkulutukseen eikä ammoniumpitoisuuteen).
- Riski lietteen paisumiselle kasvaa käyntikauden loppua kohti. Tähän vaikuttavat lämpötilan lasku ja perunan laadun muuttumisen (jäätynneiden ja pilaantuneiden perunoiden osuuden lisääntymisen) aiheuttama tulokuormituksen kasvu. Myös käyntikauden pituuden kasvu lisää lietteen paisumisen todennäköisyyttä.

Puhdistamon käynnistymiseen liittyviä ongelmia voidaan vähentää poistamalla liete mahdollisimman täydellisesti ennen puhdistamon pysäyttämistä ja käynnistämällä ilmastus hyvissä ajoin ennen jätevesien johtamisen aloittamista. Lietteen paisumisen estämiseksi on tärkeää huolehtia riittävän korkeasta happipitoisuustasosta hapellisten jaksojen aikana.

Perunatärkkelystuotannon jätevesien käsittelyssä parasta käyttökelpoista tekniikkaa ovat kaikki biologiset, matalakuormitteiset käsittelyt, joilla normaalityön aikana päästään hyvään puhdistustulokseen. Tämä käsittää biologisen typenpoiston ja kemiallisen ja/tai biologisen fosforinpoiston. Puhdistamossa tulee voida käsitellä myös solunestettä. Matalakuormitteiseksi katsotaan aktiivilietelaitos, jonka tilakuorma on alle 0,3 kg BOD<sub>7</sub>/m<sup>3</sup>/d (lietekuorma alle 0,1 kg BOD<sub>7</sub>/kg SS/d).

Taulukossa 21 on esitetty perunatärkkelystuotannon käsitellyn jäteveden enimmäispitoisuustasoja, jotka voidaan saavuttaa, jos jätevesien käsittelyssä sovelletaan parasta käyttökelpoista tekniikkaa. On tärkeää huomata, että esitetyt pitoisuustasot eivät ole raja-arvoja, vaan ns. vertailulukuja yksittäisen tuotantolaitoksen jätevesien käsittelyn tarkasteluun. Pitoisuustasot eivät sovellu puhdistamoiden käynnistysjaksoihin tai muihin lyhyisiin käyttöjaksoihin, solunesteen käsittelyyn tai häiriötilanteisiin. Tällöin päästötasot muodostuvat yleensä korkeammiksi.

Taulukko 21. Perunatärkkelystuotannon käsitellyn jäteveden keskimääräiset pitoisuustasot, jotka voidaan saavuttaa sovellettaessa parasta käyttökelpoista tekniikkaa.

Parametri	Pitoisuus
COD <sub>Cr</sub>	<250 mg/l
BOD <sub>7</sub>	<30 mg/l
Kokonaisfosfori	<2 mg/l
Ammoniumtyppi	<10 mg/l

### **5.3.1 Jätevedenpuhdistamon ylijäämälietteet**

Perunatärkkelystuotannon ylijäämälietteet levitetään nykyään pelloille lannoitteeksi kuivaamatta (kuiva-ainepitoisuus noin 3-5 %). Ylijäämäliete ei sisällä terveydelle haitallisia taudinaiheuttajabakteereita ja lietteen raskasmetallipitoisuudet ovat alhaiset. Lietettä levitetään tyypillisesti säilörehupelloille ensimmäisen niiton jälkeen kesäkuussa. Levityksessä käytetään samaa kalustoa kuin solunestelannoituksessa.

Ylijäämälietteen levitysmäärä on solunestelannoitukseen verrattuna pieni. Esimerkiksi käyntikaudella 2002 eräällä perunatärkkelystuotantolaitoksella ylijäämälietteen määrä oli noin 6 % tuotannossa erotetusta solunestemäärästä. Lannoitusarvon osalta ylijäämäliete vastaa solunestettä. Esimerkiksi taulukossa 5 esitettyjen tuotantolaitos B:n tietojen perusteella laskettuna ylijäämälietteen kokonaisfosforipitoisuus oli 0,59 g/l ja kokonaistyyppipitoisuus 2,4 g/l (vrt. taulukko 3: soluneste 0,47 g P/l ja 3,2 g N/l). Ylijäämälietteen levityksestä ei siten oleteta aiheutuvan solunestelannoitusta suurempia ympäristövaikutuksia.

Perunatärkkelystuotantolaitosten jätevedenpuhdistamoiden ylijäämälietteet ovat normaalisti hyvin pitkästä lieteistä johtuen suhteellisen stabiileja. Ylijäämäliete voi sisältää enemmän varastoinnin aikana hajuhaittoja aiheuttavaa ainetta, jos se poistetaan etuselkeyttimen kautta sekalietteenä.

Ylijäämälietteiden levitys tehdään nitraattiasetuksen (931/2000, liite 1) mukaan. Levitykseen liittyviä ympäristövaikutusriskejä vähennetään soveltamalla levityksessä liitteen 2 mukaista hyvää käytäntöä. Ylijäämälietteen stabiloitumisesta johtuen lietteen varastoinnista ja levityksestä aiheutuvat hajuhaitat jäävät melko vähäisiksi.

Ylijäämälietteiden koneellista kuivaamista ei ole toteutettu suomalaisilla perunatärkkelystuotantolaitoksilla. Kuivaus on helpompaa tehdä tuoreelle lietteelle kuin altaassa varastoidulle. Menettely edellyttää varsinaisen kuivauksen lisäksi mm. sakeuttamon (tai sakeutuslingon), polymeerien annostuslaitteiston ja kuiva-tun lietteen varaston rakentamisen. Eräällä perunatärkkelystuotantolaitoksella lietteen kuivauksen kapasiteetilla 360 kg TS/h investointikustannuksen arvioitiin erään vaihtoehdon mukaan olevan vuoden 2001 hintatasossa noin 970 000 euroa. Kustannukset muodostuivat seuraavasti: sakeutus 370 000 euroa, väliavarastosiilo 150 000 euroa, kuivaus 230 000 euroa ja lietevarasto 220 000 euroa.

## **5.4 Solunesteen ja muiden tuotannossa muodostuvien jakeiden hyödyntäminen**

### **5.4.1 Solunesteen levitys**

Hyödyntämällä soluneste lannoitteena muodostuu vähemmän ympäristökuormitusta kuin käsittelemällä solunestettä jätevedenpuhdistamossa. Parhaan käyttökelpoisen tekniikan kriteerien mukaista on pyrkiä solunesteen mahdollisimman täydelliseen hyödyntämiseen lannoitteena toiminnasta aiheutuvat ympäristövaikutukset minimoiden. Asiaa on tarkasteltu edellä kohdassa 3.2.2 (Solunesteen lannoitusikäytön ympäristövaikutuksista).

Solunesteen hyödyntämistä rajoittavat syyslevitystä koskevat määräykset, solunesteen varastoinnista ja kevätlevityksestä aiheutuvat paikalliset ja ajoittaiset hajuhaitat sekä kevätlevitykseen soveltuvan ajanjakson rajallinen pituus. Solunes-

teen lannoitekäytössä on myös hallittava pintavalunnoista aiheutuvat ravinnepäästöt. Vesistökuormituksen minimoimiseksi solunestelevitys tulee tehdä siten, että syyslevityksessä pelloilta ei aiheudu pintavaluntoja. Tämä edellyttää solunesteen multausta mahdollisimman pian solunestelevityksen jälkeen.

Solunestepäästöt varastoaltaista maaperään estetään altaiden tiiviillä pohjarakenteella. Tämä varmistetaan uusia altaita rakennettaessa. Vanhoja maapohjaisia altaita käytettäessä päästöjä pohjaveteen voidaan ehkäistä altaita tiivistämällä tai altaiden tiiviyyden seurannalla erikseen laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti.

Tanskassa käytössä olevan menettelyn mukaan solunesteen syyslevitysmäärä on enimmillään 50 kg N/ha. Solunesteen levitys ei ole sallittua 1. lokakuuta-1. helmikuuta välisenä aikana. Typpilannoitusrajoite perustunee suositukseen levittää solunestettä syksyisin vain kasvuston peittämille aloille. Talviaikainen huuhtoutumisriski on Tanskassa talvien lämpimyyden takia merkittävä, koska maa ei jäädy Suomen oloja vastaavasti. Lisäksi Tanskassa viljelymaat ovat perunanviljelyalueilla tyypillisesti hiekkamaita, mikä lisää ravinteiden huuhtoutumisriskiä pohjaveteen.

Ruotsissa solunesteen syyslevitys tapahtuu pääasiassa vain kasvavalle kasvustolle ja vain puolet solunesteestä levitetään syksyisin. Nitraattidirektiivin rajoitteiden lisäksi ajallisia rajoituksia ei ole. Ruotsissa ja Tanskassa kasvukausi jatkuu syksyisin noin kuukauden pitempään ja syysviljojen viljely on huomattavasti yleisempää kuin Suomessa.

Suomessa solunestelannoitus tehdään nitraattiasetuksen (931/2000, liite 1) ja solunestelannoitusohjeen (liite 2) mukaan. Nitraattiasetuksen mukaan syysviljoille saa levittää orgaanista typpilannoitusta enintään 200 kg N/ha/a, josta syksyllä voidaan levittää 30 kg N/ha. Suomessa edellä esitettyjen tanskalaisten typpirajoitusten noudattaminen lisäisi syyslevitykseen tarvittavaa levitysaluetta moninkertaisesti, mikä ei ole käytännössä mahdollista. Seurauksena solunestelannoituksessa siirryttäisiin enemmän kevätlevitykseen, jonka merkittävimpänä ongelmana on levitykseen käytettävissä olevan ajanjakson rajallinen pituus. Kevätlevitykseen soveltuva aika pellon kantavaksi kuivumisesta kylvöaikaan on merkittävästi lyhyempi (alle puolet) kuin eteläisemmissä maissa, eikä Suomen olosuhteissa ole käytännössä mahdollista päästä vastaavaan kevätlevityksen osuuteen kuin esimerkiksi Ruotsissa tai Tanskassa. Kevätlevitykseen siirryttäessä levittämättä jäänyttä solunestettä joudutaan siten todennäköisemmin johtamaan jätevesienkäsittelyyn.

Solunestealtaista aiheutuvat hajuhaitat puoltavat solunesteen syyslevitystä. Siirryttäessä solunesteen kevätlevitykseen solunesteen varastoallastilavuutta tarvitaan enemmän. Perunatärkkelystuotantolaitoksilla on oltava riittävästi varastoallaskapasiteettia, jotta sääolosuhteiden takia pelloille levittämättä jäänyt tai nitraattiasetuksen määräämän aikarajan jälkeen muodostunut soluneste voidaan varastoida levitettäväksi tai muutoin hyödynnettäväksi myöhemmin. Tarvittavan varastokapasiteetin suuruuteen vaikuttaa mm. tuotantolaitoksen sijainti. Nykyisin varastoallaskapasiteettitarvetta on esimerkiksi eräällä Etelä-Suomen tuotantolaitoksella arvioitu siten, että voidaan varastoida kaikki soluneste 15.11. alkaen (nitraattiasetus) sekä lisäksi puolet 1.-14.11. välisenä aikana tuotetusta solunesteestä. Toisella pohjoisempana sijaitsevalla perunatärkkelystuotantolaitoksella on vastaavasti voitava varastoida kaikki soluneste 15.11. alkaen (nitraattiasetus sekä aikaisin talventuloraja) sekä lisäksi puolet 15.10.-14.11. välisenä aikana tuotetusta solunesteestä.

Solunestelannoituksen käyttö vähentää lannoituskustannuksia mineraalilannoitukseen verrattuna. Kustannussäästön suuruus riippuu solunestelannoituksessa pellolle levitettävistä ravinnemääristä ja solunesteen hinnasta. Solunestelannoituksesta aiheutuu kuitenkin myös jonkin verran haittoja. Pellon muokkaus- ja mahdollisesti myös kylvötoimenpiteet joudutaan sovittamaan solunestelannoi-

tuksen aikataulun kanssa yhteensopiviksi. Lisäksi solunestelevitys lisää pellon talleantunemista ja tiivistymistä sekä peltoteiden ja tieliittymien kulumista liikenteen lisääntyessä. Hehtaariohtaisen solunestelannoitusmäärän rajoittaminen saattaa siten vähentää solunesteen lannoituskäyttöä, mikäli kustannussäästöt eivät viljelijöiden mielestä ole haittojen kompensoimiseksi riittäviä.

#### **5.4.2 Solunesteen puhdistamokäsittely**

Solunesteen biologisesti happea kuluttavan aineksen määrä ja ravinnepitoisuudet ovat erittäin suuret. Puhdistamon sietokyky orgaanisen kuorman suhteen määrää puhdistamossa käsiteltävissä olevan solunesteen päivittäisen enimmäismäärän.

Solunesteen biologisen käsittelyn ongelmana aerobisessa käsittelyssä muodostuva suuri lietemäärä (muodostuvan lietteen tilavuus ilmastusaltaassa on suurempi kuin käsitellyn solunesteen tilavuus). Tästä syystä lietteen erotusta selkeytyksellä ja lietteen palauttamista ilmastuksen alkuun ei voida tehdä. Muodostuva lietemäärä on sakeutettuna 5 % lietteenä arviolta noin 0,2-0,4 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> solunestettä.

Solunesteen lyhytaikainen käsittely puhdistamossa on mahdollista, koska ilmastusallastilavuus on matalakuormitteisissa aktiivilietelaitoksissa aina suuri. Voidaan karkeasti arvioida, että suuruusluokaltaan 1/3 ilmastusallastilavuudesta oleva solunestemäärä ei vielä aiheuta ongelmia.

Pitkäaikainen käsittely aktiivilietelaitoksessa edellyttää solunesteen laimentamista. Sopiva laimennussuhde, joka tulee hakea kokeellisesti, on suuruusluokkaa 1/3. Tällöin käsiteltävän solunesteen BOD-arvo saadaan tasolle 10 000 mg/l. Solunesteen laimentamiseen soveltuu esimerkiksi laitoksen jätevesi.

Solunesteen käsittelystä laitoksen jätevedenpuhdistamossa on saatu hyviä kokemuksia. Ympäristönsuojelullisesti hyvä ratkaisu on käsitellä lannoitteena hyödyntämättä jäänyt soluneste laimentamattomana muun jäteveden mukana, mikäli se on mahdollista. Vaihtoehtoisesti solunestettä voidaan laimentaa muulla vedellä jätevesienkäsittelyn mahdollistamiseksi. Solunesteen puhdistamokäsittelyn sähköenergiankulutus on kuitenkin merkittävä (noin 50 kWh/m<sup>3</sup>, vrt. taulukko 6).

Esikäsitteily solunesteen pitoisuuksien laskemiseksi tavanomaisen prosessiveden tasolle ennen varsinaista puhdistamokäsittelyä on vaikeaa. Aerobisista käsittelyvaihtoehdoista (esimerkiksi biosuodatus) ei ole käytännön kokemusta puhtaasti solunesteen esikäsitteilymenetelmänä. Kokemuksia ei ole myöskään anaerobisesta esikäsitteilystä ilman proteiinien talteenottoa. Alhaisesta lietteentuotosta johtuen ravinnepitoisuuksien poistuminen on kuitenkin vähäistä, mikä aiheuttaa aktiivilietelaitoksen jatkokäsittelyssä ongelmia erityisesti typenpoistossa.

#### **5.4.3 Perunapulpan ja perunarehun hyödyntäminen**

Perunatärkkelyksen valmistusprosessissa erottuvasta rehut tuotteesta, perunapulpa tai perunarehusta, hyödynnetään käytännössä suurin osa. Rehukäytöstä hyödyntämättä jäävä kuitujae käytetään solunesteen lailla lannoitteeksi ja maanparannusaineeksi tai kompostoidaan tukiaineen (esimerkiksi kuorike tai turve) kanssa. Lannoitekäyttö on hyvä vaihtoehto erityisesti tasosuodinprosessilla tuotetulle perunakuituainekselle, jonka ravinnepitoisuudet ovat dekantteriproessilla tuotettua korkeammat.

#### **5.4.4 Multajakeet**

Perunatärkkelystuotantolaitoksella erotetun kuivamullan ja multalietteiden levittämiseen liittyy perunatautien leviämiskäsi. Näiden multajakeiden käyttämiseksi perunaa viljeltävillä pelloilla tarvitaan varastointiaika, jonka suhteen EU-alueella on vaihteleva käytäntö. Tanskassa varoaika on kolme täyttä kalenterivuotta. Suomessa ja Ruotsissa perunapelloille ei saa levittää lainkaan multatuotteita. Perunatärkkelystuotannossa erottuvat multajakeet hyödynnetään esim. viherrakentamisessa, maisemoinnissa tai täytemaana sekä pelloilla, joilla ei viljellä perunaa tai juurikkaita.

#### **5.4.5 Kevyt jae**

Kevyen jakeen erotuksessa muodostuva kasviperäinen aines käsitellään siten, että haitat ympäristölle jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi vanhentamalla kuivamullan kanssa vähintään kolme vuotta tai murskaamalla ja kompostoimalla tukiaineen kanssa. Tämän jälkeen jae hyödynnetään multajakeita vastaavalla tavalla.

# 6

## Perunatärkkelystoimialan paras käyttökelpoinen tekniikka Suomessa

Seuraavassa käsitellään parhaan käyttökelpoisen tekniikan vaatimukset täyttäviä tekniikoita ja toimintatapoja perunatärkkelysteollisuuden toimialalla Suomessa. Kokonaisuutena parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaiseen tuotannon ja päästöjen hallintaan kuuluu tuotantoprosessin optimointi, säännöllisesti dokumentoitu toiminta, laitteiden ja rakenteiden jatkuva ylläpito ja huolto sekä henkilökunnan osaaminen.

### 6.1 Raaka-aineperunan hankinta ja käsittely

Raaka-aineen laatu ja puhtaus vaikuttavat tuotantotoiminnasta muodostuvan ympäristökuormituksen suuruuteen. Perunatärkkelystuotannossa parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaisia raaka-aineperunan hankintaan ja käsittelyyn liittyviä toimenpiteitä ovat seuraavat:

- Raaka-aineperunan satomäärän lisäämiseksi ja sadon laadun parantamiseksi tuotantolaitokset antavat viljelijöille neuvontaa ja edellyttävät siemenperunan säännöllistä uusimista.
- Raaka-aineen laatua ohjataan hinnoittelumekanismilla siten, että käsiteltävän perunan tärkkelyspitoisuus on korkea ja peruna on mahdollisimman puhdasta (alhainen multapitoisuus ja pieni jäätyneiden ja pilaantuneiden perunoiden osuus).

### 6.2 Perunatärkkelyksen valmistusprosessi

Perunatärkkelyksen valmistusprosessissa BATin mukaista tekniikkaa ja toimintatapoja ovat seuraavat:

#### 1. Perunan uitto- ja pesutekniikka

- Mahdollisimman suuri osa perunan epäpuhtauksista erotetaan kuivana.
- Puhtaan veden käyttö perunoiden pesussa minimoidaan vastavirtapesulla sekä kierrättämällä selkeytettyä uitto- ja pesuvettä. Vastavirtapesussa käytettävien prosessivesien osuus pidetään mahdollisimman suurena.
- Uitto- ja pesuvesien laskeutusaltaan tilavuus on erottuvaan multalietemäärään nähden riittävä. Hajuhaittoja vähennetään poistamalla laskeutusaltaasta multalietettä säännöllisesti.

#### 2. Veden kokonaiskulutus ja jätevesikuormituksen muodostuminen

- Raaka- ja talousveden kulutuksen kokonaistaso, joka voidaan saavuttaa parasta käyttökelpoista tekniikkaa sovellettaessa, on kuivaa perunatärkkelystä tuottavilla laitoksilla 1,0 m<sup>3</sup>/perunatonni.
- Talousvettä korvataan prosessikiertovedellä niissä prosessivaiheissa, missä se esimerkiksi tärkkelyksen laadun huonontumatta on teknisesti mahdollista.
- Perunatärkkelyksen valmistuksesta muodostuvan jätevesikuormituksen vähentämiseksi perunan solunesteen erotusaste on yli 90 %. Tasosuodinprosessissa erotusaste määritellään perunarehun ja solunesteen mukana



prosessista ulos menevän solunesteen osuutena perunan mukana prosessiin tulevasta solunesteestä. Perunan solunestepitoisuudeksi arvioidaan 80 % perunan määrästä. Dekantteriprosessia käyttävillä laitoksilla solunesteen erotusasteella tarkoitetaan erilliseksi jakeeksi erotetun solunesteen osuutta perunan mukana prosessiin tulevasta solunesteestä. Erotettu soluneste hyödynnetään orgaanisena lannoitteena.

### 3. Ilmapäästöjen vähentäminen

- Tärkkelyksen kuivauksessa käytetään polttoaineita, joiden rikki- ja hiilipitoisuus on alhainen (nestekaasu).
- Tärkkelyssiilojen poistoilma käsitellään esimerkiksi syklonilla tai muulla vähintään vastaavantehoisella pölyn erottimella (esimerkiksi pussi- tai kasettisuodatin).

### 4. Kemikaalit

- Perunatärkkelyksen tuotantoprosessissa käytetään ympäristölle ja terveydelle mahdollisimman haitattomia kemikaaleja. Kemikaalien yliannostusta vältetään.
- Kemikaalien käytössä varmistetaan riittävä turvallisuusosaaminen. Kemikaalit varastoidaan ja käsitellään asianmukaisesti ottaen huomioon riittävä vuoto- ja ylitäyttösuojaus.

### 5. Jätteet

- Toiminnassa muodostuvien jätteiden määrä minimoidaan. Esimerkiksi pakkausjätteen määrää vähentää kierrätettävien suursäkkien käyttö perunatärkkelyksen varastoinnissa. Hyödyntämiskelpoiset jätteet lajitellaan ja toimitetaan hyödynnettäväksi ensisijaisesti materiaalina ja toissijaisesti energiana.

## 6.3 Jätevesien käsittely

Perunatärkkelystuotannossa muodostuvien jätevesien käsittelyssä BAT-tekniikkaa ovat seuraavat:

#### 1. Jätevesien johtaminen

- Jätevesien käsittelyyn johdetaan uitto- ja pesuvedet, prosessivedet sekä muut likaiset vedet, kuten mahdolliset lietteiden turvekuivauksen jätevedet, kompostointialueen pintavedet ja kuormittavat pihavedet.
- Puhtaiden hule- ja pintavesien pääsy jätevesien käsittelyjärjestelmään estetään.

#### 2. Jätevesien käsittelyprosessi

- Jätevesien käsittelyn prosessivalinnassa kiinnitetään huomiota hajun aiheuttamiin ympäristöhaittoihin. Asutuksen läheisyys otetaan huomioon jätevesien varastointia suunniteltaessa.
- Kiintoaine erotetaan jätevesistä tehokkaasti esim. mekaanisella tai kemiallis-mekaanisella selkeytyksellä ennen biologiselle puhdistamolle johtamista.
- Jätevesien käsittelymenetelmä on yksi- tai monivaiheinen matalakuormitteinen aktiivilietelaitos (tilakuorma alle 0,3 kgBOD<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>/d), jolla normaali-toiminnan aikana päästään hyvään puhdistustulokseen.
- Puhdistamossa voidaan käsitellä myös solunestettä.
- Puhdistamossa on denitrifikaation mahdollistavia anoksisia vaiheita tai aikoja siten, että kokonaistypen poisto on yli 70 %.

- Fosforin poistoa tehostetaan annostelemalla jäteveden käsittelyprosessiin fosforin saostuskemikaalia.
- Jätevedenpuhdistamon ylijäämäliete hyödynnetään maanviljelyksessä orgaanisena lannoitteena soveltaen liitteessä 2 kuvattua hyvää käytäntöä.

### 3. Jätevedenpuhdistamon käyttö

- Jätevedenpuhdistamon hyvällä ajotavalla varmistetaan hyvä puhdistustulos. Puhdistamon käytöstä vastaavalla on riittävä koulutus ja pätevyys.
- Puhdistamolla on sen prosessiin soveltuva automaatiojärjestelmä. Automaatiojärjestelmästä on tarvittavat hälytykset laitevikojen, poikkeuksellisen kuormituksen tai muiden toimintahäiriöiden havaitsemiseksi.
- Puhdistamon seurantajärjestelmä perustuu automaatiojärjestelmään ja sitä täydentäviin manuaalisiin mittauksiin, tunnuslukujen laskentaan ja raportointiin.
- Puhdistamosta tehdään riskikartoitus ja puhdistamolla toteutetaan tarvittavat varojärjestelmät.
- Jätevesi- ja lietealtaista ei aiheudu päästöjä maaperään tai pohjaveteen. Ympäristövaikutuksia seurataan tarvittaessa esimerkiksi pohjavesitarkkailulla.
- Jätevesienkäsittelyssä käytettävien kemikaalien ja toiminnassa muodostuvien jätteiden varastointi ja käsittely on asianmukaista.

## 6.4 Solunesteen ja muiden tuotannossa erottuvien jakeiden hyödyntäminen

Solunesteen ja muiden perunatärkkelystuotannossa erottuvien jakeiden osalta BATin mukaista on ko. jakeiden hallittu ja asianmukainen hyödyntäminen.

### 1. Soluneste

- Perunatärkkelyksen valmistuksessa muodostuva soluneste hyödynnetään orgaanisena lannoitteena. Lannoituksessa sovelletaan liitteessä 2 kuvattua hyvää käytäntöä.
- Solunestelevitys tehdään pääsääntöisesti syksyllä.
- Syksyllä hyödyntämättä jäävälle solunesteelle on varastotila altaassa. Varastoaltaan tilavuus täyttää seuraavat vähimmäisvaatimukset:
  - Etelä-Suomessa voidaan varastoida kaikki prosessissa muodostuva soluneste 15.11. alkaen sekä lisäksi puolet 1.-14.11. välisenä aikana erotetusta solunesteestä.
  - Etelä-Pohjanmaalla voidaan varastoida kaikki soluneste 15.11. alkaen sekä lisäksi puolet 15.10.-14.11. välisenä aikana tuotetusta solunesteestä.
- Solunesteen varastoallas on maaperä- ja pohjavesivaikutusten estämiseksi riittävän tiivis sekä helposti puhdistettavissa. Ympäristövaikutuksia seurataan tarvittaessa esimerkiksi pohjavesitarkkailulla.
- Levittämättä jäänyt osa solunesteestä käsitellään hajuhaittojen minimoimiseksi välittömästi joko jäädyttämällä tai muulla vaihtoehtoisella tavalla. Jäädytys tehdään käyttäen lämmönvaihtimia tai hyödyntäen luonnon kylmiä olosuhteita.

### 2. Perunarehu ja perunapulppa

- Tärkkelyksenvalmistusprosessissa erotettu kuitujae (perunarehu tai perunapulppa) hyödynnetään rehuna tai lannoitteena.

### 3. Multajakeiden käsittely

- Kuivana erotetun multajakeen ja multalietteiden päätymistä kaatopaikka-jätteeksi vältetään.
- Multajakeet hyödynnetään esim. viherrakentamisessa, maisemoinnissa, täytemaana tai viljapelloilla ja nurmimailla. Multajakeita ei levitetä peruna- ja juurikaspelloille tai pelloille, joiden viljelykierrossa on tai mahdollisesti tulee olemaan perunaa tai juurikkaita.
- Multalietteet kuivataan esimerkiksi turvepohjaisella lietalavalla tai kynnetään välittömästi täytemaaksi pelloille peruna- ja juurikasmaita lukuunottamatta.

### 4. Kevyt jae

- Kevyen jakeen erotuksessa muodostuva kasviperäinen aines käsitellään vanhentamalla kuivamullan kanssa vähintään kolme vuotta tai murskaamalla ja kompostoimalla tukiaineen kanssa. Tämän jälkeen jae hyödynnetään multajakeita vastaavasti.

# 7

## Uudet tekniikat

---

### 7.1 Tuotantoprosessi

Perunatärkkelyksen tuotantoprosessin vedenkäyttö on yleensä jo minimoitu, eikä merkittäviä tehostusmahdollisuuksia juurikaan ole. Vedenkulutuksen pienentämiseksi eräällä tanskalaisella tuotantolaitoksella käytetään 3-faasiseparaattoria. Tämän menetelmän soveltuvuuden arviointi suomalaisille tuotantolaitoksille edellyttää tarkempaa tietoa.

### 7.2 Jätevesienkäsittely

Matalakuormitteisia aktiivilietelaitoksia on perinteisesti käytetty perunatärkkelystuotantolaitosten jätevesienkäsittelyssä. Tarvetta jätevesienkäsittelymenetelmän muuttamiseen ei ole. Tapauskohtaisesti saattaa olla tarpeellista leikata kuormaa ennen matalakuormitteista laitosta. Tähän tarkoitukseen voidaan käyttää erilaisia korkeakuormitteisia yksiköitä, kuten korkeakuormitteista aktiivilietelaitosta. Näitä ei ole tiettävästi käytössä millään perunatärkkelystuotantolaitoksella. Menetelmää on kokeiltu yhdellä suomalaisella laitoksella pilot-plant-mittakavassa.

### 7.3 Solunesteen käsittely

#### 7.3.1 Solunesteen levitystekniikka

Solunesteen levitys hoidetaan parhaan käyttökelpoisen tekniikan periaatteen mukaisesti niin, että pintavaluntonja ei tapahdu. Pintavaluntariskia voidaan pienentää multaavalla levityskalustolla. Multaavan kaluston käyttö vähentää myös solunestelevityksen jälkeistä hajuhaittaa.

Myös solunesteen levitys letkulevittimillä vähentää solunestelevityksestä mahdollisesti aiheutuvaa hajuhaittaa. Pintavaluntonjen estämiseen tämä levitystekniikka ei kuitenkaan vaikuta. Multaavaa kalusto tai letkulevittimet eivät ole käytössä suomalaisilla perunatärkkelystuotantolaitoksilla.

#### 7.3.2 Solunesteen hajuhaittojen vähentäminen

Solunesteen kevätlevityksen eräänä merkittävänä haittana on solunesteen varastoinnista ja levityksestä aiheutuva hajuhaitta. Ongelman ratkaisemiseksi on Tanskassa koemittakaavassa käytetty solunesteen hapotusta. Menetelmässä solunesteeseen lisätään rikkihappoa (1 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/m<sup>3</sup> solunestettä) ja maitohappobakteereita. Solunesteeseen on lisätty myös melassia, jotta maitohappobakteerien kasvu saataisiin nopeaksi ja tätä kautta itsekonservointi aikaiseksi.

Hapotusta on käytetty Länsi-Euroopassa lantavarastojen hajuongelmien ehkäisyssä. Pieni happomäärä ei vaikuta maan pH-muutoksiin merkittävästi, koska maan kationien puskurivaikutus eliminoi hapon vaikutusta tehokkaasti.

### **7.3.3 Anaerobikäsittely**

Anaerobitekniikan soveltuvuutta solunesteen käsittelyyn ei ole toistaiseksi selvitetty riittävässä määrin. Lisätietoa tarvitaan erityisesti solunesteen hygienisoinnin tarpeellisuudesta. Asiaa on käsitelty kohdassa 2.3.3 (Solunesteen puhdistamokäsittely ja muut mahdolliset käsittelyvaihtoehdot).

Anaerobisella esikäsittelyllä voidaan pienentää orgaanista kuormaa. Alhaisesta lietetuotosta johtuen ravinnepitoisuuksien poistuminen on vähäistä, mikä aiheuttaa aktiivilietelaitoksen jatkokäsittelyssä ongelmia varsinkin typenpoistossa. Menetelmällä käsitellyn solunesteen ravinnepitoisuudet ovat edelleen hyvin korkeat ja erityisesti aerobiselle jatkokäsittelylle soveltumattomat. Jatkokäsittelyssä fosforipitoisuutta saadaan kemiallisella saostuksella vähenemään riittävästi, mutta tarvittava kemikaalimäärä olisi suuri (esim. ferrosulfaatin tarve noin 8 000 g/m<sup>3</sup>). Tästä syystä jälkikäsittelylaitoksen (aktiivilietelaitos) ylijäämäliete olisi tavanomaista rautapitoisempaa.

Anaerobitekniikkaa käytetään solunesteen käsittelyssä Hollannissa ja Saksassa. Suomessa anaerobitekniikkaa voitaisiin harkita erityistapauksissa, mikäli solunesteen hyödyntäminen lannoitteena ei ole riittävässä määrin mahdollista ja anaerobikäsittelykapasiteettia on käytettävissä solunesteen käsittelyyn muun orgaanisen jätteen ohessa kohtuullisella etäisyydellä.

# 8

## Yhteenveto

Tässä raportissa on etsitty parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) vaatimukset täyttäviä tekniikoita ja toimintatapoja perunatärkkelysteollisuuden toimialalle Suomessa. Raportissa ei käsitellä perunatärkkelyksen jatkojalostusta. Selvitys antaa taustatietoa BATin tuotantolaitoskohtaiseen soveltamiseen ja ympäristölupamääräysten uusimiseen ja yhtenäistämiseen.

Suomessa toimi vuonna 2004 neljä perunatärkkelystä valmistavaa tuotantolaitosta. Laitosten vuosittain käyttämä perunaraaka-aineen määrä on yhteensä noin 278 000 t. Suomalaisille tuotantolaitoksille on tyyppillistä sääoloista johtuva lyhyt käyntikausi (keskimäärin 55-88 vrk). Tuotantolaitosten tärkkelystuotantomääriä rajoittaa EU:n perunatärkkelyksen valmistuskiintiö.

Suomalaisilla laitoksilla on käytössä kaksi perunatärkkelyksen valmistusprosessia: dekantteriprosessi ja tasosuodinprosessi. Valmistusprosesseilla on erilainen hyvin runsasravinteisen perunan solunesteen eli perunasolujen sisäisen ns. hedelmäveden erotusaste. Tasosuodinprosessilla erotusaste on noin 95 % ja dekantteriprosessilla keskimäärin noin 75-82 %. Solunesteen erotusaste vaikuttaa keskeisesti tuotannosta muodostuvaan jätevesikuormitukseen.

Perunatärkkelystuotannon merkittävimmät ympäristövaikutukset aiheutuvat päästöistä purkuvesistöön. Tuotannossa muodostuvien jätevesien ravinne- ja kiintoainepitoisuus on korkea ja orgaanisen aineen määrä suuri (korkea biologinen hapenkulutus BOD ja kemiallinen hapenkulutus COD<sub>Cr</sub>). Jätevedet käsitellään laitosten omilla jätevedenpuhdistamoilla, joista yksi on ilmastettu, kemikaaloinnilla tehostettu lammikkopuhdistamo ja muut matalakuormitteisia aktiivilietelaitoksia. Päästöjä vesistöön ja niiden vaikutuksia seurataan järjestelmällisesti.

Tuotantoprosessin veden kokonaiskulutus käsiteltäviä perunatonnia kohti on 0,55-1,6 m<sup>3</sup>. Energiankulutuksen kannalta merkittävimmät prosessivaiheet ovat perunan murskaus, seulonta, tärkkelyksen pesu ja tärkkelyksen kuivaus. Tuotantoprosessin kokonaissähkönkulutus on 28-42 kWh/perunatonni. Jätevesien käsittelyssä aktiivilietelaitoksissa käytetään sähköä 4,0-4,6 kWh/perunatonni.

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaisesti tärkkelystuotantolaitos ohjaa tulevan raaka-aineperunan puhtautta ja tärkkelyspitoisuutta hinnoittelumekanismien sekä antamalla viljelijöille neuvontaa ja edellyttämällä siemenperunan säännöllistä uusimista. Perunoiden pesussa vedenkulutusta ja muodostuvan jäteveden määrää vähentävät vastavirtapesu ja pesuvesien selkeytys ja kierrätys. Talousveden käyttöä vähentää sen korvaaminen prosessikiertovedellä niissä prosessivaiheissa, missä se esimerkiksi tärkkelyksen laadun huonontumatta on teknisesti mahdollista. Parasta käyttökelpoista tekniikkaa sovellettaessa saavutettava raaka- ja talousveden kulutuksen kokonaistaso on kuivaa perunatärkkelystä tuottavilla laitoksilla 1,0 m<sup>3</sup>/perunatonni.

Tuotannosta puhdistamolle tulevaa jätevesikuormitusta vähentää kuivamullan mahdollisimman tehokas erotus ennen perunan pesua. Puhdistamon tulokuormituksen vähenemiseksi solunesteen erotusaste on BATin mukaisesti korkea, yli 90 %. Korkeammasta solunesteen erotusasteesta johtuen jätevesikuormitus, jätevesien käsittelyn kustannukset ja muodostuva lietemäärä ovat tasosuodinprosessissa dekantteriprosessia alhaisemmat.

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukainen jätevesien käsittelymenetelmä on yksi- tai monivaiheinen matalakuormitteinen aktiivilietelaitos (tilakuorma alle  $0,3 \text{ kgBOD}_7/\text{m}^3/\text{d}$ ), jolla normaalitoiminnan aikana päästään hyvään puhdistustulokseen. Puhdistamossa tulee voida käsitellä myös solunestettä. Kokonaistypen poisto on tehokasta (denitrifikaatio yli 70 %) ja fosforin poistoa tehostetaan saostamalla fosforia kemiallisesti. Jätevedenpuhdistamon ylijäämäliete hyödynnetään maanviljelyksessä orgaanisena lannoitteena.

Solunesteen hyödyntäminen orgaanisena lannoitteena hyvän käytännön mukaisesti pääosin syksyllä on Suomen olosuhteissa BAT:n mukaista tekniikkaa. Levittämättä jääneelle solunesteelle on poikkeukselliset sääolosuhteet huomioon ottaen riittävä varastotila altaassa. Solunesteen kevätlevitystä rajoittaa lyhyt levitysaika. Solunesteen käsittely jätevedenpuhdistamossa on epätaloudellista ja tulee kyseeseen lähinnä poikkeuksellisissa sääolosuhteissa.

Solunesteen lisäksi perunatärkkelystuotannossa erottuu kuivamultaa, multalietettä, perunapulppua ja perunarehua. Kuitujae (perunarehu tai perunapulppa) hyödynnetään rehuna tai lannoitteena. Multajakeiden päätyminen kaatopaikkajätteenä vältetään käyttämällä jakeita esim. viherrakentamisessa, maisemoinnissa, täytemaana tai viljapelloilla ja nurmimailla peruna- ja juurikasvaima lukuunottamatta.

# Summary

The aim of this report is to define the techniques that fulfil the criteria for the best available techniques (BAT) in the production of potato starch in Finland. The further processing of potato starch is not included. The report provides background information for applying BAT in the Finnish potato starch factories and also for the renewal and harmonisation of environmental permissions.

In 2004, there were four factories producing potato starch in Finland. Annually these factories use approximately 278 000 tonnes of potatoes. Due to the prevailing climatic conditions, the average campaign time of the Finnish factories is short, being between 55-88 days per annum. The volume of production is limited by the introduction of potato starch quotas by the EU.

In Finland, two different production processes of potato starch are used: the decanter process and the plane filter process. The processes differ in their separating efficiency of the very nutrient-rich potato fruit juice. Using the plane filter process approximately 95 % of the fruit juice can be separated, while using the decanter process only approximately 75-82 % of fruit juice is separated. The separating efficiency of fruit juice is the most important determinant of wastewater load.

The most significant environmental effects of potato starch production result from wastewater discharges. Wastewater is characterised by high concentrations of nutrients and suspended solids together with equally high biological and chemical oxygen demand (BOD and  $\text{COC}_{\text{Cr}}$ ). The Finnish potato starch factories have their own wastewater treatment plants, three of which operate using the low-loaded activated sludge processes, while the remaining one uses stabilization ponds with chemical precipitation. Wastewater and the environmental impacts of these discharges are monitored systematically.

The total water consumption in potato starch production is 0.55-1.6 m<sup>3</sup>/tonne of potatoes. Most of the energy used in the process of starch production is consumed in rasping of the potatoes and in the extraction, washing and drying of the starch. The total electricity consumed during starch production is 28-42 kWh/tonne of potatoes. The electricity consumption of the wastewater treatment, when using the activated sludge process, is 4.0-4.6 kWh/per tonne of potatoes.

According to BAT, the factories affect the quality of raw material (ie. purity and starch content of potatoes) by advisory services to farmers, by requiring the use of certified seed potatoes in seed potato production and also by pricing. Water consumption and wastewater load from washing potatoes are minimized by counter-current washing and settling of washing waters and water recycling. Re-use of process circulation water reduces the use of clean water. Using BAT can reduce the total water consumption in the production of final dried starch to 1.0 m<sup>3</sup>/tonne of potatoes.

The wastewater load is reduced by dry separation of soil before potato washing. The separation efficiency of fruit juice based on BAT is high, over 90 %. The plane filter process has a higher separating efficiency of fruit juice, lower wastewater load and lower related costs of wastewater treatment when compared to the decanter process. The volume of sewage sludge formed is also lower.

In the treatment of potato starch wastewater the low-load activated sludge process is considered to be the best technique available. It has one or several stages and is relevant when the volume load is <0.3 kgBOD<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>/d. The wastewater



treatment plant has also to be able to treat fruit juice. Reduction of total nitrogen is high (denitrification >70 %) and chemical precipitation is used in the reduction of total phosphorus. Excessive sludge is utilised as an organic fertilizer in farming.

Controlled utilisation of potato fruit juice as an organic fertilizer mainly in the autumn is considered to be BAT. The storage capacity for unutilised fruit juice must be adequate and take into account exceptional weather conditions, which may limit the utilisation of the juice. The spreading of fruit juice in the spring is restricted by the available spreading time. The treatment of fruit juice in a wastewater treatment plant is uneconomic and can only be considered in the case of exceptional weather conditions.

In addition to fruit juice, the dry soil, soil sludge and potato pulp are also separated in the potato starch manufacturing process. The pulp is utilised as an animal feed or as a fertilizer. Soil fractions are used in landscaping, earth filling or as arable land, excluding fields used for potato or other root crop cultivation.

# Lähteet

- AquaSystems Ltd Oy, 2004: Caj Högströmin kirjallisia ja suullisia tiedonantoja.
- EUROPEAN COMMISSION, 2003: Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry.
- EUROPEAN COMMISSION, 2003: Draft Reference Document on Best Available Techniques on Emission from Storage.
- KMC, 2004: <http://www.kmc.dk>.
- KMC Starch Engineering: The production of potato starch in Denmark. – TECH MEMO TM 005-e. 12 s.
- Seppälä J., Puustinen M., Lamminmäki S., Oksjoki J., Ristolainen J. & Nurmio M, 1992: Perunan solunesteen merkitys tärkkelysteollisuuden jätevesien käsittelylle ja solunesteen lannoituskäytön vesistökuormitus. -Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja Nro 383. 61 s.
- Uusi-Kämpä, J., Heinonen-Tanski, H. & Mattila, P. 2002: Ravinne- ja mikrobikuormitus nurmelle levitetystä lietelannasta. -Teoksessa: Mattila, P. (toim.). Lietelannan käyttö nurmikierrossa. Maa- ja elintarviketalous 15, s. 45-80. Internet: <http://www.mtt.fi/met/pdf/met15.pdf>

**Liite I. Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta (931/2000).**

N:o 931/ 2000

**Valtioneuvoston asetus  
maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta**

Annettu Helsingissä 9 päivänä marraskuuta 2000

Valtioneuvoston päätöksen mukaisesti, joka on tehty ympäristöministeriön esittelystä säädetään 4 päivänä helmikuuta 2000 annetun ympäristönsuojelulain (86/2000) 11 § nojalla:

1 §

*Direktiivin täytäntöönpano*

Tällä asetuksella pannaan täytäntöön vesien suojelemisesta maataloudesta peräisin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta 12 päivänä joulukuuta 1991 annettu Euroopan yhteisöjen neuvoston direktiivi (91/676/ETY). Mitä jäljempänä tässä asetuksessa säädetään muodostaa nitraattidirektiivissä tarkoitetun toimenpideohjelman.

2 §

*Soveltamisala*

Tässä asetuksessa tarkoitetut toimenpiteet pannaan täytäntöön koko maassa.

3 §

*Hyvän maatalouskäytännön ohjeet*

Maa- ja puutarhatalouden harjoittamisessa noudatetaan mitä jäljempänä säädetään. Karjanlannan varastoinnissa ja käytössä noudatetaan, sen lisäksi mitä 4–6 §:ssä säädetään, liitettä 1. Liitteessä 3 annetaan lisäksi suositukset karjanlannan käyttöön liittyvistä menettelytavoista.

4 §

*Lannan varastointi*

Lannan ja virtsan varastointitilan tulee olla riittävän suuri, että siihen voidaan varastoida 12 kuukauden aikana kertynyt lanta lukuun ottamatta samana laidunkautena eläinten laidunnuksen yhteydessä laitumelle jäävää lantaa. Varastointitilan mitoituksessa otetaan huomioon myös viljelijöiden yhteiset varastot, asianmukaiset suppeat jaloittelualaueet ja pihattotyypiset kuivikepohjat.

Lannan varastointitilojen ja lantakourujen tulee olla vesitiiviitä. Rakenteiden ja laitteiden tulee olla sellaisia, ettei lannan varastointitilan tyhjennyksen ja lannan siirron aikana tapahdu vuotoja. Varastointitilojen mitoituksessa noudatetaan liitteessä 2 olevia mitoitusperusteita.

Poikkeaminen 1 momentissa tarkoitettusta lannan varastointitilan tilavuudesta on mahdollista, mikäli lantaa luovutetaan sellaiselle hyödyntäjälle, joka voi vastaanottaa sitä ympäristönsuojelulain 28 §:n mukaan myönnetyn luvan perusteella tai lantaa luovutetaan toiselle viljelijälle tämän asetuksen mukaisella tavalla varastoitavaksi tai välittömään hyötykäyttöön taikka lantaa varastoidaan asianmukaisesti tehdyssä ja peitettyssä lantapatterissa, jos varastoinnissa tällöin noudatetaan liitteen 1 mukaista menettelyä ja päästöt vesiin voidaan estää. Poikkeamisesta tulee riittävän ajoissa etukäteen ilmoittaa kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle, joka voi antaa asiasta ympäristönsuojelulain 84 §:n nojalla tarvittavia määräyksiä. Kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen tulee vuosittain ilmoittaa alueelliselle ympäristökeskukselle edellä tarkoitetuista ilmoituksista.

Lantapatteria ei saa sijoittaa tulvanalaisille alueille eikä pohjavesialueille.

## 5§

### *Lannoitteiden levitys*

Typpilannoitteita ei saa levittää lumipeitteiseen tai routaantuneeseen eikä veden kyllästämään maahan. Lantaa ei saa levittää 15.10.–15.4. välisenä aikana. Lantaa voidaan levittää syksyllä enintään 15.11. asti ja aloittaa levitys keväällä aikaisintaan 1.4., jos maa on sula ja kuiva niin, että valumia vesistöön ei tapahdu eikä pohjamaan tiivistymisvaaraa ole. Lantaa ei saa levittää nurmikasvuston pintaan 15.9. jälkeen. Syksyllä levitetty orgaaninen lannoite on aina välittömästi, viimeistään vuorokauden kuluessa, mullattava tai pelto kynnettävä. Lannan enimmäiskäyttömäärät syksyllä ovat 30 tn/ha kuivikelantaa, 20 tn/ha naudatietelantaa, 15 tn/ha sian lietelantaa tai 10 tn/ha siipikarjan ja turkiseläinten lantaa.

Lantaa saa levittää pellolle lannoitteeksi sellaisen määrän joka vastaa enintään 170 kg/ha/vuosi tyyppiä, ottaen kuitenkin huomioon mitä 6 §:ssä säädetään.

Toistuvasti kevättulvan alle jäävillä peltoalueilla typpilannoitus on kielletty perustettavaa kasvustoa lukuun ottamatta 1.10.–15.4. välisenä aikana.

Typpilannoitus on kielletty viisi metriä lähempänä vesistöä. Seuraavan viiden metrin leveydellä typpilannoitteiden pintalevitys on kielletty, jos pellon kaltevuus ylittää kaksi prosenttia.

Karjanlannan pintalevitys on aina kielletty pellolla, jonka keskimääräinen kaltevuus ylittää 10 prosenttia.

## 6§

### *Lannoitemäärät*

Typpilannoitus mitoitetaan ja lannoitteet levitetään keskimääräisen satotason, viljelyvyöhykkeen ja viljelykiertojen perusteella siten, että tavoitteena on maan ravinnetasapainon säilyminen.

Tilalla voidaan käyttää peltojen lannoitukseen tyyppiä vuosittain enintään seuraavat määrät, jotka sisältävät sekä väkilannoitteen että käytetyn karjanlannan ja orgaanisten lannoitteiden sisältämät typpimäärät:

- 1) syysvilja enintään 200 kg tyyppiä/ha/vuosi, josta 30 kg tyyppiä/ha syksyllä ja 170 kg tyyppiä/ha keväällä, kestotyyppiä käytettäessä levitetään enintään 40 kg tyyppiä/ha syksyllä ja 160 kg tyyppiä/ha keväällä;
- 2) peruna 130 kg tyyppiä/ha/vuosi;
- 3) heinä ja laidun, säilörehu ja puutarhakasvit 250 kg tyyppiä/ha/vuosi; tyyppiä/ha/vuosi. Karkeille hietamaille ja sitä karkeammille kivennäismaille vähennetään edellä 2 momentissa esitetyistä typpimääristä 10 kg/ha/vuosi.

Edellä 2 momentissa esitetyistä typen kokonaismääristä vähennetään turvemailla viljoille ja sokerijuurikkaalle typpeä 40 kg/ha sekä Lapin, Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ympäristökeskusten toimialueilla 20 kg/ha. Nurmille vähennetään koko maassa 10 kg/ha turvemailla.

Jos sallitun typpilannoituksen määrä ylittää 170 kg/ha/vuosi, määrä on jaettava vähintään kahteen erään, joiden levittämisen välisen ajan on oltava vähintään kaksi viikkoa.

## 7§

### *Muut määräykset*

Kotieläinsuojaa ei saa perustaa siten, että siitä voi aiheutua ympäristönsuojelulain 8§:ssä tarkoitettu pohjaveden pilaantumisvaara.

Kotieläinten jaloittelualueiden sijoittamisessa ja hoidossa on otettava riittävästi huomioon pinta- ja pohjavesien suojelun tarpeet.

Säilörehun valmistuksessa syntyvä puristeneste on otettava talteen ja varastoitava tiiviissä säiliössä. Puristenesteen maahan levittämisessä noudatetaan, mitä lannan levittämisestä edellä määrätään.

Edellä 6 §:ssä tarkoitetut lannoitteet tulee levittää pellolle tasaisesti ja siten, että valumat vesiin estetään mahdollisimman tehokkaasti.

## 8§

### *Typpianalyysi*

Lannan typpianalyysi on tehtävä viiden vuoden välein viimeistään vuonna 1998 tehdyn analyysin jälkeen. Viljelijän on pidettävä kirjaa peltojen lannoitukseen käytetyistä typpilannoitemääristä ja satotasoista.

## 9§

### *Valvonta*

Tämän asetuksen noudattamisen valvonnasta säädetään ympäristönsuojelulain 13 luvussa ja rangaistuksista ympäristönsuojelulain 116 §:ssä. Työvoima- ja elinkeinokeskusten ja kuntien maaseutuelinkeinoviranomaisten tulee antaa tämän asetuksen noudattamisen valvomiseksi ja nitraattidirektiivin edellyttämien raporttien laatimiseksi tarpeelliset tiedot alueellisille ympäristökeskuksille.

## 10§

### *Voimaantulo*

Tämä asetus tulee voimaan 15 päivänä marraskuuta 2000. Asetuksella kumotaan 19 päivänä maaliskuuta 1998 annettu valtioneuvoston päätös 219/1998 sellaisena kuin se on muutettu valtioneuvoston päätöksellä 907/1999.

Helsingissä 9 päivänä marraskuuta 2000

Ympäristöministeri Satu Hassi

Hallitusneuvos Ulla Kaarikivi-Laine

## LANNAN VARASTOINTI PATERISSA

Työteknisistä ja hygieenisistä syistä kuivikelantaa voidaan olosuhteiden niin vaatiessa varastoida muualla kuin kotieläinsuojien yhteydessä olevassa lantalassa. Tällaisessa ns. lannan kaukovarastoinnissa varastoinnin tulee tapahtua asianmukaisessa lantavarastossa tai tässä liitteessä esitetyllä tavalla tehdyissä peitetyissä pattereissa. Vesien pilaantumisvaaraa ei saa aiheutua.

Lannan kuormaaminen kotieläinsuojasta ajoneuvoon tulee tehdä tiivispohjaisella alustalla. Lastauspaikka tulisi kattaa silloin, kun kyseessä on jatkuvatoiminen kuorma. Katteena voidaan käyttää myös kevytpeitettä. Kompostointilaitoksessa käsitelty lanta, jonka kuiva-ainepitoisuus on vähintään 30 %, voidaan siirtää 3 kk:n lantalavarastoinnin jälkeen patteriin.

Lantapatteri sijoitetaan tasaisen peltolohkon keskelle tai loivasti kaltevalle pellolle lähelle pellon yläreunaa. Lantapatteria ei sijoiteta 100 metriä lähemmäksi vesistöä tai valtaojaa, viisi metriä lähemmäksi ojia eikä 100 metriä lähemmäksi talousvesikaivoa. Perustettavan patterin pohjalle levitetään mutaa tai turvetta vähintään 15 cm:n kerros ravinnevalumiin talteenottamiseksi. Talvella patterintekopaikalta poistetaan lumi. Lanta patteroidaan yhdessä tai muutamassa suuremmassa aumassa. Varastoinnin erillisissä kasoissa pitkin peltoa on lannan levitystä. Yhteen patteriin sijoitetaan vähintään yhden peltohehtaarin tarvitsema lantamäärä. Lantapatterin tekoa vuosittain samaan paikkaan vältetään.

Lantapatteri peitetään aina peitteellä tai vähintään 10 cm:n turve- tai muulla vastaavalla suojakerroksella, jotta ylimääräinen valunta ja haihdunta estetään. Syksyllä tehty patteri levitetään seuraavana keväänä sulaan maahan. Luonnonmukaisessa viljelyssä pellolle patteriin tehty lantakomposti tulee levittää maahan seuraavan kasvukauden aikana. Milloin tämä ei ole mahdollista, niin pellolle tehty komposti tulee peittää sateenpitävällä katteella ja levittää pellolle viimeistään seuraavana keväänä.

## Liite 2

Kuivalantalan sekä virtsa- ja lietesäiliön ohjetilavuudet (m<sup>3</sup>) 12 kuukauden varastoimisai-  
kaa varten eläintä (eläinpaikkaa) kohti. Muun kokoinen lantala suhteutetaan näihin mitta-  
arvoihin.

Eläinlaji	Kuivikelanta	Virtsa	Lietelanta	Kuivikelanta + kuivikkeeseen imeytettynä	
Lyypsylehmä***		12,0	8,0	24,0	24,0
Hieho, emolehmä, lihanauta, siitossomni		9,0	4,0	15,0	15,0
Nuorkarja <6 kk		2,4	1,2	4,0	4,0
Emakko porsaineen****		3,0	3,5	7,0	8,3
Satelliitiemakko porsaineen*****		4,4	5,5	9,6	12,0
Lihasika* (x), siitossika		0,7	1,0	2,0	2,4
Joutilas emakko**		0,8	1,2	2,4	2,4
Vieroitettu porsas*(xx)		0,5	0,5	1,0	1,2
Hevonen	-	-	-	12,0	
Poni	-	-	-	8,0	
Lammas, uuhi karitsoineen vuohi, kuttu kileineen		1,5	-	-	1,5
Lattiakana, broileriemo		0,05	-	-	0,05
Häkkikana	0,05	-	-	0,05	
Kalkkuna*	0,03	-	-	0,03	
Broileri, kananuorikko*		0,015	-	-	0,015
Ankka, hanhi*		0,04	-	-	0,04
Sorsa*	0,025	-	-	0,025	

\* Eläinpaikkaa kohti vuodessa

\*\* Koskee ns. emakkorenkaiden keskusyksikköä; eläinpaikkaa kohti vuodessa

\*\*\* Korkeatuottoisille karjoille suositellaan taulukossa esitettyjä suurempia  
varastotilavuuksia

\*\*\*\* Porsaat mukana n. 11 viikon ikään asti (normaali emakkosikala)

\*\*\*\*\* Koskee satelliittisikalaa, lantamäärät emakkopaikkaa kohti, kun emakkopaikassa  
porsituksia 8 tai enemmän vuodessa; porsaat huomioidaan vieroituskään  
(n. 5 viikkoa)

(x) Koskee lihasikoja, joiden keskimääräinen teuraspaino on enintään 90 kg,  
Jos teuraspaino on suurempi, käytetään joutilaan emakon arvoja.

(xx) Porsas kasvatuksessa, ikävaihe 5-11 viikkoa

## SUOSITUS KARJANLANNAN VARASTOINNISTA JA KÄYTÖSTÄ PERÄISIN OLEVIEN NITRAATTIEN HUUHTOUTUMISEN VÄHENTÄMISESTÄ

### 1. Lannan oikea-aikainen käyttö

Lanta käytetään oikea-aikaisesti levittämällä se ensisijaisesti keväällä. Lannan levitysajoista on säädetty tämän asetuksen 5 §:ssä. Keväällä levitys voidaan aloittaa näitä aikoja noudattaen, kun lumi on sulanut, pellon pinta on kuivunut ja sulamisvedet ovat valuneet pois, vaikka maa on syvemmältä vielä roudassa. Levitys ei saa aiheuttaa vesien pilaantumisvaaraa.

Lannan levityksen jälkeen pelto muokataan mahdollisimman nopeasti, noin neljän tunnin sisällä lannan levityksestä, ammoniakkin haihtumisen ja hajuhaittojen vähentämiseksi. Erityisen suositeltavaa on lietelannan ja virtsan sijoituslannoitus. Muutoin lanta mullataan tai kynnetään.

Jos lantaa on levitettävä kasvukaudella, se on silloinkin pyrittävä sijoituslannoittamaan. Oraille ja nurmille voidaan käyttää pintalevitystä mieluiten letkulevittimellä.

Jos lantaa joudutaan levittämään syksyllä, käytetään levityksessä valtioneuvoston asetuksen 5 ja 6 §:ssä mainittuja pienempiä levitysmääriä ja levitystekniikka on sama kuin edellä. Turvemailla lannan syyslevityksestä on syytä luopua. Syksyllä lannan mukana levitetty tyyppi otetaan huomioon seuraavan kevään lannoitusmääriä laskettaessa.

Kesantopellolle lantaa levitetään vasta välittömästi ennen kesantokauden jälkeisen kasvin kylvöä tai nurmen perustamista. Peltoon perustetaan kasvusto saman kasvukauden aikana sitomaan tyypeä. Ammoniakkin haihtumisen vähentämiseksi lanta tulisi levittää viileällä ja tyynellä säällä. Mikrobiologisen hajoamisen estämiseksi lanta on suositeltavaa levittää mahdollisimman myöhään syksyllä, mutta levityksessä tulee noudattaa tämän asetuksen määräyksiä. Levitysajankohtaa valittaessa ja muutoinkin on syytä ottaa huomioon lannan levityksestä aiheutuva hajuhaitta naapureille.

### 2. Lannan levityspaikka

Kotieläinten lanta levitetään siten, ettei lantaa tai sen sisältämiä ravinteita pääse valumaan vesistöön tai ojaan eikä pohjavesien pilaantumisvaaraa aiheudu. Lannan levitystä tulisi välttää alueilla, joilla siitä aiheutuu pohjaveden pilaantumisvaaraa.

Ravinteiden vesiin pääsyä voidaan vähentää jättämällä vesistöjen rantaan ja valtaojien varsille suojavyöhykkeitä, joita ei lannoiteta. Suojavyöhykkeen suositusleveys on vähintään 10 metriä.

Talousveden hankintaan käytettävien kaivojen ja lähteiden ympärille jätetään maaston korkeussuhteista, kaivon rakenteesta ja maalajista riippuen vähintään 30–100 metrin levyinen suojavyöhyke käsittelemättä kotieläinten lannalla.

### 3. Lannan varastointi

Lantavarastojen ja -kourujen tulisi olla tiiviitä, niiden tulisi olla katettuja ja niissä kertyvä neste olisi varastoitava lantalaan sisältyvään säiliöön.

Rakentamistekniset ohjeet on esitetty tarkemmin maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräyksissä ja -ohjeissa: Kotieläinrakennusten ympäristönhuolto, MMM-RMO-C 4, 10.6.1999.

Lantaa voidaan varastoida toissijaisesti pattereissa ja lähinnä pienillä kotieläintiloilla. Patterivarastoinnissa tulisi pyrkiä patterin mahdollisimman suureen kuiva-ainepitoisuuteen. Lantala on suositeltavaa rakentaa aina riittävän tilavaksi eli 12 kuukauden tarvetta varten erilaisten häiriötilanteiden huomioonottamiseksi.



## Liite 2. Ohje solunestelannoitukseen ja puhdistamolieteleivitykseen.

RAISIO YHTYMÄ

Perunatärkkelysteollisuus Lamminmäki

OHJE

30.8.2002

### OHJE SOLUNESTELANNOITUKSEEN JA PUHDISTAMOLIETELEIVITYKSEEN

Länsi-Suomen ympäristökeskus ja Lounais-Suomen ympäristökeskus on Ympäristöministeriötä kuultuaan hyväksynyt tämän ohjeen, joka tulee olla sekä soluneste- ja puhdistamolieteleivitysurakoitsijoiden että solunestettä tai puhdistamolietettä vastaanottavien maanomistajien tiedossa.

#### Mitä soluneste on

Soluneste on perunan solujen sisäistä nestettä, joka erotetaan mekaanisesti erilleen perunatärkkelyksen valmistusprosessissa. Soluneste sisältää ravinteita, joita peruna on kasvaessaan ottanut maaperästä:

Typpeä	N	3,3 kg/m <sup>3</sup> , josta liukoista on puolet
Fosforia	P	0,45 kg/m <sup>3</sup>
Kaliumia	K	4,7 kg/m <sup>3</sup>
Magnesiumia	Mg	0,3 kg/m <sup>3</sup>
Kalsiumia	Ca	0,02 kg/m <sup>3</sup>

#### Mitä puhdistamoliete (bioliete, ylijäämäliete) on

Puhdistamoliete on perunatärkkelystehtaan jätevedenpuhdistamolla jäteveden puhdistamiseen tarvittavaa mikrobilietettä. Se ei sisällä terveydelle haitallisia taudinaiheuttajabakteereja eikä juuri lainkaan raskasmetalleja. Puhdistamolietteen tyypillinen ravinnepitoisuus on:

Typpeä	N	1,5 kg/m <sup>3</sup> , josta puolet liukoista
Fosforia	P	0,2-0,5 kg/m <sup>3</sup>
Kaliumia	K	0,6-2,0 kg/m <sup>3</sup>

### SOLUNESTEEN JA PUHDISTAMOLIETTEEN LANNOITUSKÄYTTÖ

1. Nitraattiasetuksen mukaisesti solunesteenä, puhdistamolietteenä tai muuna orgaanisena lannoitteena annettu kokonaistyyppi ei millään kasvilajilla saa ylittää 170 kg/ha/kalenterivuodessa.

2. Ympäristötukiehtojen mukaan kasvilajikohtaista typpeä määriteltäessä syksyllä levitetyn solunesteen ja puhdistamolietteen liukoisesta tyypestä lasketaan 50 % seuraavan kevään ravinnemäärään. Kevät- ja kesälevityksessä liukoisesta tyypestä huomioidaan 100 %.

Solunesteen ja puhdistamolietteen levityksen jälkeisenä satovuonna lasketaan jälkivaikutusta, joka on solunesteellä 0,2 kg N/m<sup>3</sup> ja puhdistamolietteellä 0,1 kg N/m<sup>3</sup>. Satovuoden aikana levitetyn orgaanisten lannoitteiden liukoinen tyyppi, edellisenä syksynä levitetyn orgaanisten lannoitteiden liukoisen typen puolikas, edellisenä satovuonna levitetyn solunesteen ja puhdistamolietteen jälkivaikutustyyppi sekä satovuoden aikana levitetyn mineraalilannoitteen tyyppi eivät yhteenlaskettuna saa ylittää nitraattiasetuksen vuosittaista kasvilajikohtaista typen enimmäismäärää.

3. Solunesteen ja puhdistamolietteen kokonaisfosforista huomioidaan ravinnemäärään 75 %. Ympäristötukiehtojen kasvilajikohtaiset liukoisen fosforin määrät eivät saa ylittyä huomioiden neljän vuoden tasausjakso.

Esimerkkilaskelma syyslevityksestä:

- Solunestettä on levitetty syksyllä 2000 ko. lohkolle 45 m<sup>3</sup>/ha
- Solunesteen kokonaistyyppipitoisuus on syksyllä 2001 3,3 kg/m<sup>3</sup> ja kokonaisfosforipitoisuus 0,40 kg/m<sup>3</sup> ja solunestettä aiotaan levittää syksyllä 50 m<sup>3</sup>/ha; kyseiselle peltolohkolle ei olla levitetty muuta orgaanista lannoitetta samana kalenterivuonna
- Solunesteen kokonaistyyppi on 165 kg/ha (3,3 x 50) ja on alle rajan 170 kg/ha/a eikä estä solunestelevitystä (kohta 1, nitraattiasetus)
- Ympäristötukiehtojen (perustaso) tarkoittaman fosforin yhteismääräksi lasketaan:
  - 75 % solunesteen kokonaisfosforista 15,0 kg/ha (0,75 x 0,40 x 50) eikä estä solunestelevitystä (kohta 3, ympäristötukiehdot)
- Keväällä 2002 viljelijä aikoo lannoittaa peltolohkoa starttityypellä 40 kg N/ha ja kylvää kevätiljaa (leipäviljaa)
- Liukoisen typen yhteismääräksi lasketaan (nitraattiasetus):
  - puolet solunesteen liukoisesta tyypestä 41,3 kg/ha (0,5 x 0,5 x 3,3 x 50)
  - solunesteen jälkivaikutustyyppi 9 kg/ha (0,2 x 45) satovuodelta 2000-2001
  - mineraalilannoitetyppi 40 kg/ha
  - yhteensä liukoista tyypeä on 90,3 kg/ha ja on alle kevätiljalle asetetun rajan 170 kg/ha/a eikä estä lannoitusta (kohta 2, nitraattiasetus)
- Ympäristötukiehtojen tarkoittaman typen yhteismääräksi lasketaan:
  - puolet solunesteen liukoisesta tyypestä 41,3 kg/ha (0,5 x 0,5 x 3,3 x 50)
  - mineraalilannoitetyppi 40 kg/ha
  - yhteensä tyypeä on 81,3 kg/ha ja on alle keväällä kylvetylle leipäviljalle asetetun perustukiehtojen rajan 100 kg/ha/a eikä estä lannoitusta

Esimerkkilaskelma kevätlevityksestä:

- Keväällä 2001 on levitetty puhdistamolietettä 45 m<sup>3</sup>/ha
- Solunesteen kokonaistyyppipitoisuus on keväällä 2002 1,9 kg/m<sup>3</sup> ja kokonaisfosforipitoisuus 0,30 kg/m<sup>3</sup> ja solunestettä aiotaan levittää keväällä 50 m<sup>3</sup>/ha; kyseiselle peltolohkolle ei olla levitetty muuta orgaanista lannoitetta samana kalenterivuonna
- Solunesteen kokonaistyyppi on 95 kg/ha (1,9 x 50) ja on alle rajan 170 kg/ha/a eikä estä solunestelevitystä (kohta 1, nitraattiasetus)
- Ympäristötukiehtojen tarkoittaman fosforin yhteismääräksi lasketaan:
  - 75 % solunesteen kokonaisfosforista 11,3 kg/ha (0,75 x 0,30 x 50) eikä estä solunestelevitystä (kohta 3, ympäristötukiehdot)
- Solunestelevityksen jälkeen viljelijä aikoo lannoittaa peltolohkoa starttityypellä 40 kg N/ha ja kylvää kevätiljaa (rehuviljaa)
- Liukoisen typen yhteismääräksi lasketaan (nitraattiasetus):
  - solunesteen liukoinen tyyppi 47,5 kg/ha (0,5 x 1,9 x 50)
  - puhdistamolietteen jälkivaikutustyyppi 4,5 kg/ha (0,1 x 45)
  - mineraalilannoitustyyppi 40 kg/ha
  - yhteensä liukoista tyypeä on 92,0 kg/ha ja on alle kevätiljalle asetetun rajan 170 kg/ha/a eikä estä lannoitusta (kohta 2, nitraattiasetus)
- Ympäristötukiehtojen tarkoittaman typen yhteismääräksi lasketaan:
  - solunesteen liukoinen tyyppi 47,5 kg/ha (0,5 x 1,9 x 50)
  - mineraalilannoitetyppi 40 kg/ha

- yhteensä typpeä on 87,5 kg/ha ja on alle keväällä kylvetylle rehuviljalle asetetun perustukiehtojen rajan 90 kg/ha/a eikä estä lannoitusta

### **Solunesteen ja puhdistamolietteen levitysmäärä**

Solunesteen ja puhdistamolietteen ravinnepitoisuudet vaihtelevat vuosittain jonkin verran. Viljelijälle annetaan pääravinteista tieto nitraattiasetuksen ja ympäristökultakiehtojen mukaisina kiloina. Kevätlevityksessä soluneste on tyypillisesti laimeampaa varastoaltaan sade- ja sulamisvesistä johtuen.

Solunestettä ja puhdistamolietettä voidaan levittää yleensä enintään 40-50 m<sup>3</sup>/ha. Tehdas antaa ohjeen levitysvahvuudesta levityksen suorittajalle. Tehdas huomioi levitysvahvuudessa ympäristökultakiehtojen mukaiset rajoitteet viljelijältä saatujen tietojen pohjalta sekä nitraattiasetuksen mukaiset rajoitteet.

Levityksen suorittaja kontrolloi, että levityspaksuus on oikea (kuormat/peltoala). Levityspaksuuden säätö tapahtuu ajonopeudella. Levityksen suorittaja huolehtii siitä, että levitys tapahtuu tasaisesti ilman tyhjiä välejä tai päällekkäisyyttä. Levityksen suorittaja informoi seuraavaa suorittajaa keskeneräisen peltolohkon levitystilanteen (mille alueelle on levitetty ja mikä on levitysvahvuus).

### **Solunesteen ja puhdistamolietteen levitysrajoitteet**

Solunestettä tai puhdistamolietettä ei saa levittää tärkeille pohjavesialueille.

Solunestettä ei saa käyttää kotipuutarhoihin eikä taimituotantoon. Varoaika on vähintään kaksi vuotta levityksestä.

Solunestettä tai puhdistamolietettä ei voida levittää 15.9. jälkeen syysviljalohkoille tai sellaisille nurmilohkoille, joita ei kynnetä tai mullata heti levityksen jälkeen. Kevytmuokkaus (esim. kultivaattorilla) hyväksytään multaukseksi solunesteen ja puhdistamolietteen levityksen yhteydessä. Suorakylvö ja aitosuorakylvö hyväksytään multaukseksi solunestelevityksen yhteydessä.

Solunestettä tai puhdistamolietettä ei saa levittää 15.10.-15.4. välisenä aikana. Solunestettä tai puhdistamolietettä voidaan levittää syksyllä enintään 15.11. asti ja aloittaa levitys keväällä aikaisintaan 1.4., jos maa on sula ja kuiva niin, että valumia vesistöön ei tapahdu eikä pohjamaan tiivistymisvaaraa ole.

Solunestettä tai puhdistamolietettä ei saa levittää pellolle, joka on siinä määrin veden kyllästämä, että pellon pinnalla makaa vettä tai lumiseen maahan. Solunesteen ja puhdistamolietteen levittämistä routaantuneeseen maahan tulee välttää eikä solunestettä tai puhdistamolietettä saa levittää syksyisin sellaiselle pellolle, joka on siinä määrin routaantunut, ettei sitä voida levityksen jälkeen kyntää. Keväällä, kun lumi on sulanut, pellon pinta on kuivunut ja sulamisvedet ovat valuneet pois ja pellon pinta ei ole roudassa, vaikka pelto olisi syvältä roudassa, solunestettä tai puhdistamolietettä voi levittää.

Solunestettä tai puhdistamolietettä ei saa joutua talousvesikaivoon eikä päästä valumaan suoraan vesistöön. Levityksen suorittajan on ehdottomasti noudatettava seuraavia suojaetäisyyksiä:

talousvesikaivon ympärillä vähintään	30 - 100 m
valtaojan vieressä vähintään	5 m
joen tai järven rannassa vähintään	10 - 30 m

jos pelto viettää voimakkaasti em. kohteen suuntaan, suojaetäisyys kaksinkertaistetaan.

Jos solunestettä tai puhdistamolietettä joutuu vahinkotapauksessa maastoon tai vesistöön, on levityksen suorittajan ilmoitettava tapauksesta välittömästi tehtaalle ja ryhdyttävä toimiin, joilla lisävahingot voidaan välttää. Jos pellolta joutuu kaluston pyörissä tielle merkittävästi maa-ainesta, on levityksen suorittajan ilmoitettava tapauksesta välittömästi tehtaalle ja puhdistettava viipymättä maa-aines tieltä.

Yllä mainittuja rajoitteita sovellettaessa on tapauskohtaisesti otettava vesiensuojelun tarpeet huomioon.

#### **Pellon multaaminen tai kyntö levityksen jälkeen**

Solunestettä tai puhdistamolietettä vastaanottanut viljelijä vastaa siitä, että peltolohko kynnetään tai mullataan aina soluneste- tai puhdistamolietelevityksen jälkeen vuorokauden kuluessa. Kevytmuokkaus (esim. kultivaattorilla) hyväksytään multaukseksi solunesteen ja puhdistamolietteen levityksen yhteydessä. Suorakylvö ja aitosuorakylvö hyväksytään multaukseksi solunestelevityksen yhteydessä.

#### **Muita määräyksiä**

Suorittaja huolehtii omalta osaltaan levityskaluston ja lastausalueen sekä liikennealueiden siisteydestä.

# Kuvailulehti

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus	Julkaisu-aika Marraskuu 2004
Tekijä(t)	Jorma Pääkkönen, Satu Vuorikoski, Kari Pirkanniemi ja Hille Hyytä	
Julkaisun nimi	Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) Suomen perunatärkkelysteollisuudessa	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös Internetistä: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>	
Tiivistelmä	<p>Tässä BAT-raportissa on tarkasteltu suomalaisilla perunatärkkelystuotantolaitoksilla käytössä olevia perunatärkkelyksen valmistusprosesseja ja jätevesien käsittelyä sekä määritelty BATin kriteerit täyttyviä tekniikoita ko. teollisuuden alalla. Selvityksen pääpaino on tekniikoissa ja menetelmissä, joiden avulla voidaan vähentää tuotantolaitosten päästöjä ja vedenkulutusta. Selvityksessä käsitellään myös perunatärkkelystuotannossa erottuvien muiden jakeiden, kuten solunesteen hyödyntämistä. Lisäksi on tarkasteltu päästöjen ja niiden ympäristövaikutusten tarkkailua. Vertailukohtana on kuvattu ruotsalaisia ja tanskalaisia perunatärkkelystuotantolaitoksia. Selvitys antaa taustatietoa BATin tuotantolaitoskohtaiseen soveltamiseen ja ympäristölupamääräysten uusimiseen ja yhtenäistämiseen.</p> <p>Perunatärkkelystuotannon merkittävimmät ympäristövaikutukset aiheutuvat päästöistä purkuvesistöön. Tuotannossa muodostuvan jäteveden ravinne- ja kiintoainepitoisuus on korkea ja orgaanisen aineen määrä suuri. Jätevedet käsitellään laitosten omilla jätevedenpuhdistamoilla.</p> <p>Tuotantoprosessissa vedenkulutusta ja muodostuvan jäteveden määrää vähentävät vastavirtapesu, pesuvesien selkeytys ja kierrätys sekä talousveden mahdollinen korvaaminen prosessikiertovedellä. Jätevesikuormituksen suuruuteen vaikuttaa keskeisesti perunan solunesteen erotusaste, joka on parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaisesti korkea (&gt;90 %). BATin mukainen jätevesien käsittelymenetelmä on yksi- tai monivaiheinen matalakuormitteinen aktiivilietelaitos, jolla normaali-toiminnan aikana päästään hyvään puhdistustulokseen. Puhdistamalla voidaan käsitellä myös solunestettä.</p> <p>Tärkkelyksen valmistusprosessissa erottuu solunesteen lisäksi kuivamultaa, multalietettä, perunapulppua ja perunarehua. Soluneste hyödynnetään orgaanisena lannoitteena. Myös muut jakeet hyödynnetään ja niiden päätymistä kaatopaikkajätteeksi vältetään.</p>	
Asiasanat	Ympäristönsuojelutekniikka, BAT, elintarviketeollisuus, perunatärkkelys, jätevedenkäsittely, päästöt, ympäristövaikutukset	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 729	
Julkaisun teema	Ympäristönsuojelu	
Projektihankkeen nimi ja projektinumero		
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Suomen ympäristökeskus	
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot		
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-1837-7
		952-11-1838-5 (PDF)
	Sivuja 77	Kieli Suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta 10 e
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 800, 00043 EDITA, vaihde 020 450 00 Asiakaspalvelu: puhelin 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: <a href="mailto:asiakaspalvelu@edita.fi">asiakaspalvelu@edita.fi</a> , <a href="http://www.edita.fi/netmarket">http://www.edita.fi/netmarket</a>	
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus, PL 140, 00251 Helsinki	
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2004	

# Presentationsblad

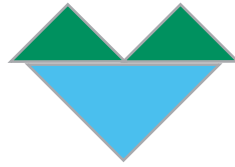
Utgivare	Finlands miljöcentral	Datum November 2004	
Författare	Jorma Pääkkönen, Satu Vuorikoski, Kari Pirkanniemi och Hille Hyytiä		
Publikationens titel	Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) Suomen perunatärkkelysteollisuudessa (Den bästa användbara tekniken (BAT) vid produktion av potatisstärkelse)		
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">http://www.ymparisto.fi/julkaisut</a>		
Sammandrag	<p>I denna BAT-rapport har framställning av potatisstärkelse och behandling av avloppsvatten i finska produktionsanläggningar avhandlats. I rapporten har tekniker som uppfyller kriterierna för bästa användbara teknik (BAT) för industrin ifråga definierats. Huvudvikten har lagts vid beskrivning av tekniker och metoder för att minska produktionsanläggningarnas utsläpp samt vattenförbrukning. I utredningen har även behandlats nyttjandet av de övriga fraktioner som bildas i potatisstärkelseproduktionen, såsom fruktsaft. Dessutom har man i rapporten behandlat utsläpps- samt miljögranskningar. Som jämförelsepunkter har man använt svenska och danska produktionsanläggningar för potatisstärkelse. Utredningen ger bakgrundsinformation för tillämpning av BAT för enskilda produktionsanläggningar samt för förnyande och förenhetligande av miljötillståndsbestämmelserna.</p> <p>De viktigaste miljöeffekterna från potatisstärkelseproduktionen härrör sig från utsläpp i vattendrag. Avloppsvattnet har höga koncentrationer av näringsämnen, suspenderat ämne och organisk substans. Avloppsvattnet behandlas i anläggningarnas egna avloppsreningsverk.</p> <p>Vattenförbrukningen samt bildandet av avloppsvatten i produktionsprocessen minskas medelst motströmstvätt och med klarning och återvinning av tvättvattnet. Användning av rent vatten kan möjligen ersättas med prosesscirkuleringsvatten. Den viktigaste faktorn som inverkar på avloppsvattenbelastningens storlek är fruktsaftens avskiljningsgrad, som med den bästa användbara tekniken är hög (&gt;90 %). Tekniken som uppfyller kriterier för BAT vid behandlingen av avloppsvattnet, är en enstegs eller flerstegs lågbelastande aktivslamanläggning, som ger bra reningsresultat vid normal verksamhet. Avloppsreningsverket kan även behandla fruktsaft.</p> <p>I framställningsprocessen av potatisstärkelse bildas förutom fruktsaft även torr jord, jordslam, och potatispulpa. Fruktsaften utnyttjas som organiskt gödningsmedel och även de andra fraktionerna utnyttjas för att undvika avfallsbehandling.</p>		
Nyckelord	Miljövårdsteknik, BAT, livesmedelindustri, potatisstärkelse, avloppsvattensbehandling, utsläpp, miljökonsekvenser		
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 729		
Publikationens tema	Miljövård		
Projektets namn och nummer			
Finansär/ uppdragsgivare	Finlands miljöcentral		
Organisationer i projektgruppen			
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-1837-7	952-11-1838-5 (PDF)
	Sidantal 77	Språk Finska	
	Offentlighet Offentlig	Pris 10 EUR	
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, PB 800, 00043 EDITA, växel 020 450 00 Postförsäljningen: telefon 020 450 05, fax 020 450 2380 e-mail: <a href="mailto:asiakaspalvelu@edita.fi">asiakaspalvelu@edita.fi</a> , Internet: <a href="http://www.edita.fi/netmarket">http://www.edita.fi/netmarket</a>		
Förläggare	Finlands miljöcentral, PB 140, 00251 Helsingfors		
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2004		

# Documentation page

Publisher	Finnish Environment Institute	Date November 2004
Author(s)	Jorma Pääkkönen, Satu Vuorikoski, Kari Pirkanniemi and Hille Hyytiä	
Title of publication	Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) Suomen perunatärkkelysteollisuudessa (Best Available Techniques (BAT) in Potato Starch Production in Finland)	
Parts of publication/ other project publications	Publication is also available in Internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>	
Abstract	<p>The report provides information about production processes and related wastewater treatment in Finnish potato starch industry. The techniques fulfilling the criteria for the best available techniques (BAT) in the industry are identified. The main emphasis is on the techniques to minimise emissions and water consumption in the factories. The other fractions separated in potato starch manufacturing process (e.g. potato fruit juice) are considered. Monitoring of emissions and reporting is also included. Additional information is provided from Swedish and Danish potato starch factories.</p> <p>Most important environmental effects of potato starch production result from wastewater discharges. Wastewater is characterised by considerable high concentrations of nutrients, suspended solids and organic matter. All Finnish potato starch factories have their own wastewater treatment plants.</p> <p>Water consumption and wastewater load are minimized by counter-current washing and settling and recycling of water. Re-use of process circulation water reduces the use of clean water. According to BAT the separation efficiency of the very nutrient-rich fruit juice, which is important in the formation of wastewater load, is high (over 90 %). In wastewater treatment the low-loaded activated sludge process consisting of one or several stages is considered to be the best available technique. The wastewater treatment plant has also to be able to treat fruit juice.</p> <p>In addition to fruit juice, the dry soil, soil sludge and potato pulp are fractions formed in the potato starch manufacturing process. Fruit juice is used as an organic fertilizer and the other fractions are also utilised.</p>	
Keywords	Best available techniques, BAT, food industry, potato starch, wastewater treatment, discharge, environmental impact	
Publication series and number	The Finnish Environment 729	
Theme of publication	Environmental protection	
Project name and number, if any		
Financier/ commissioner	Finnish Environment Institute	
Project organization		
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-1837-7
		952-11-1838-5 (PDF)
	No. of pages 77	Language Finnish
	Restrictions Public	Price 10 EUR
For sale at/ distributor	Edita Publishing Ltd., P.O.Box 800, FIN-00043 EDITA, Finland, Phone +358 20 450 00 Mail orders: Phone +358 20 450 00, Fax +358 450 2380 e-mail: <a href="mailto:asiakaspalvelu@edita.fi">asiakaspalvelu@edita.fi</a> , Internet: <a href="http://www.edita.fi/netmarket">http://www.edita.fi/netmarket</a>	
Financier of publication	Finnish Environment Institute, P.O. Box 140, FIN-00251 Helsinki, Finland	
Printing place and year	Edita Prima Ltd., Helsinki 2004	







## YMPÄRISTÖN- SUOJELU

### Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) Suomen perunatärkkelysteollisuudessa

BAT-raportissa on tarkasteltu suomalaisilla perunatärkkelystuotantolaitoksilla käytössä olevia perunatärkkelyksen valmistusprosesseja ja jätevesien käsittelyä sekä määritelty BATin kriteerit täyttäviä tekniikoita ko. teollisuuden alalla. Selvityksen pääpaino on tekniikoissa ja menetelmissä, joiden avulla voidaan vähentää tuotantolaitosten päästöjä ja vedenkulutusta. Selvityksessä käsitellään myös perunatärkkelystuotannossa erottuvien muiden jakeiden, kuten solunesteen hyödyntämistä. Lisäksi on tarkasteltu päästöjen ja niiden ympäristövaikutusten tarkkailua. Vertailukohtana on kuvattu ruotsalaisia ja tanskalaisia perunatärkkelystuotantolaitoksia. Selvitys antaa taustatietoa BATin tuotantolaitoskohtaiseen soveltamiseen ja ympäristölupamääräysten uusimiseen ja yhtenäistämiseen.

Julkaisua on saatavissa myös Internetissä:  
<http://www.ymparisto.fi/julkaisut>

ISBN 952-11-1837-7 (nid.)  
ISBN 952-11-1838-5 (PDF)  
ISSN 1238-7312

Myynti:  
Edita Publishing Oy  
PL 800, 00043 EDITA, vaihde 020 450 00  
ASIAKASPALVELU  
puhelin 020 450 05, faksi 020 450 2380  
Edita-kirjakauppa Helsingissä:  
Annankatu 44, puhelin 020 450 2566



9 789521 118371