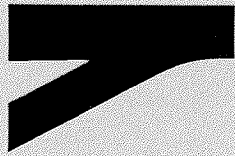


TOK



**Tielaitos**

**Antti Tuokkola**

# **Läjitysmateriaalien vähentäminen ja hyötykäyttö**

**Esiselvitys**



**Tielaitoksen  
sisäisiä  
julkaisuja**

**57/1995**

Helsinki 1995

**Tuotannon  
palvelukeskus**

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja  
57/1995

Antti Tuokkola

## **Läjitysmateriaalien vähentäminen ja hyötykäyttö**

Esiselvitys

**Tielaitos**  
Tuotannon palvelukeskus

Helsinki 1995

TIEL 4000127  
Painatuskeskus Oy  
Helsinki 1995

Julkaisun kustannus ja myynti:  
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,  
painotuotepalvelut  
Telefax (90) 1487 2652

Joutsenmerkin arvoinen paperi

**Tielaitos**  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh. vaihde (90) 148 721

## TIIVISTELMÄ

Selvityksen tarkoituksena on ollut kartoittaa läjityksen ongelmia rakentamisen kannalta, niiden suuruutta ja ehdottaa tarvittavat toimenpiteet läjityksen vähentämiseksi ja tehostamiseksi. Selvitys on osa Ympäristö tietuotannossa -tutkimus- ja kehittämissohjelmaa.

Tielaitos on läjittänyt maata vuosittain 10 - 15 miljoonaa tonnia. Kaivetuista maista läjitetään jokaisella hankkeella vähintään 30 %, usein yli 50%. Läjitys maksoi vuodessa 70 - 100 Mmk (miljoonaa markkaa). Uusien jätemaksujen ja lupaehtojen oletetaan kiristävän läjitysehtoja lähitulevaisuudessa. Esimerkiksi 5 mk/t-jätmaksu lisäisi läjityksen vuosikustannuksia 50 - 75 Mmk.

Ylijäämämateriaaleista hyödynnetään lähes täysin ruokamulta sekä osa moreenista, savesta, siltistä, vanhan tien kerrosrakenteista, rakenteisiin mahtumattomasta kelpaavasta maasta ja päällysteestä. Hyödyntämättä jää pääasiassa raivausjätteet ja pehmeiköt. Hyödyntämistä vaikeuttaa usein työkohteiden pienuus.

Rakentajat suhtautuvat myönteisesti läjitysmaiden hyötykäyttöön, mutta pitävät mahdollisuuksiaan hyötykäyttöön vähäisinä. Hyötykäyttöä rajoittaa puutteellisten suunnitelmien lisäksi myös epätietoisuus hyötykäytön toteuttamistavoista sekä käsitykset kustannusten lisääntymisestä.

Läjitysmäärien vähentämiseksi tulisi ensisijaisesti suunnitelmin estää läjitysmateriaalien synty, toissijaisesti tehostaa rakentamisen aikaista toimintaa.

Suuri osa nyt rakenteisiin kelpaamattomasta materiaalista voidaan muuttaa käyttökelpoiseksi sopivin lisäainein. Tien pohja ja päällysrakenteen -tutkimusohjelman tuloksena syntyy taloudellisesti toteutettavia reseptejä läjitykseen muuttamiseksi rakennekelpoiseksi.

Läjityksen vähentämiseksi ja hyötykäytön tehostamiseksi tarvitaan:

1. Ideoita hyötykäyttötuotteiksi; tunnettujen ideoiden käyttökelpoisuus (markkinat) tulisi selvittää ja kilpailukykyiset ideat jalostaa tuotteiksi.
2. Selvitys ylijäämämateriaalien hyödyntämisen tai jatkojalostuksen yhteistoiminnan järjestämiseksi.
3. Koesarja selvittämään maan erotteluun sopivat menetelmät, erottelun kustannukset ja erottelun muut edellytykset.
4. Työmaaohjeet maan käsittelystä
5. Ohjeet hyötykäytön edellytysten luomisesta urakoitsijoiden valinnassa.
6. Hyötykäyttöä edistävät tavoitteet, jotka voidaan tuotannolta vaatia ja kohtuullisin kustannuksin saavuttaa. Tulosten arvioimiseen tarvittavat tilastot, mittarit ja ympäristöasioiden arvotus tulisi kehittää.

7. Elinkaariarvioon perustuva laskentamalli, jonka avulla arvioidaan esimerkiksi stabiloinnin kannattavuus läjitykseen verrattuna.
8. Valmennusta henkilöstön asenteiden muuttamiseksi ympäristöhoidolle myönteiseksi. Tarkoitusta varten tulisi laatia 3 - 4 tunnin tietoisku.
9. Työmaaorganisaation materiaali- ja suunnitteluasiantuntemusta tulisi lisätä joko hankkimalla asiantuntija-apua tai opettamalla työmaahenkilöstölle materiaalien uudelleenkäytön teoriaa ja tekniikkaa. Koulutusta varten tarvitaan opetuspaketti.

## SUMMARY

The purpose of the project was to identify the problems of waste soil from the viewpoint of road construction, to evaluate the extent of these problems and to propose ways of minimizing waste soil and make dumping more efficient. The project is part of a research and development programme titled "Environment in road construction".

The Finnish National Road Administration (FinnRA) annually dumps 10 - 15 million tons of soil. Of the soil excavated in each project, at least 30%, frequently more than 50%, is dumped. The annual cost of dumping is FIM 70 - 100 million. It is to be expected that the new waste disposal fees and permissions will make the conditions of dumping even stricter in the near future. A waste disposal fee of FIM 5/ton, for example, would bring up the annual cost of dumping by FIM 50 - 75 million.

The surplus materials utilized top soil almost completely and part of the moraine, clay, silt, the substructure of the old road, and the part of the utilizable soil and pavement that are left over from the construction. The unused material consists mainly of clearing residue and wetland soils. Utilization is often hampered by the small size of the site.

Constructors are willing to utilize the waste soil whenever possible, but consider their possibilities to do so slight. Utilization is restricted by inadequate plans, a lack of knowledge concerning the methods of utilization and an anticipation of increasing costs.

To cut down the extent of waste soil, plans should be made to prevent the accumulation of soil that needs to be dumped and to promote utilization during construction.

A notable proportion of the material currently unsuitable for construction can be made suitable by adding certain elements to it. The Finnish Road structures research programme is expected to produce financially feasible recipes for making dumped soil a practicable construction material.

To decrease dumping and to promote utilization, we need to work on the following matters:

1. Ideas of utilizable products; the applicability (market) of available ideas should be assessed and competitive ideas should be developed into products.
2. The possibilities of utilizing surplus materials and arranging collaboration for processing them further should be identified.
3. A series of tests should be carried out to find the methods best suited for sorting the different soil types and to determine the costs of the sorting process and the possibilities of carrying it out.

4. On-site instructions for soil treatment.
5. Instructions for promoting utilization by selecting suitable contractors.
6. Goals promoting utilization which are compatible with the production process and attainable with moderate costs. The statistical tools, measuring instruments and environmental assessments needed for an evaluation of the outcome should be developed.
7. A calculation model based on a lifetime estimate, which can be used to evaluate the cost efficiency of, for example, stabilization compared to dumping.
8. Training to modify the personnel's attitude in an environmentally friendly direction. An information package of 3 - 4 hours should be prepared.
9. The material and planning expertise of the work site organization should be increased by recruiting outside experts or teaching the work site personnel the theory and practice of material recycling. An educational package will be used for this purpose.

## **ALKUSANAT**

Tuotannon palvelukeskus (Tpk) on tehnyt tämän selvityksen tielaitoksen tienpidon suunnittelun (Ts) tilauksesta. Tarkoituksena oli etsiä keinoja läjitysmaiden hyötykäytön lisäämiseksi.

Tutkimusta ovat valvoneet Ulla Priha ja Olli Penttinen, TIEL/Ts. Tutkimuksen ovat tehneet ja raportin laatineet Antti Tuokkola, Penelope Sala ja Matti Arko sekä ohjannut Tapani Angervuori (TIEL/Tpk).

Helsingissä joulukuussa 1995

Tielaitos  
Tuotannon palvelukeskus



## Sisältö

---

1 JOHDANTO	9
2 LÄJITYSMAAT	9
2.1 Yleistä	9
2.2 Pintamaat	10
2.3 Kelpaamaton leikkausmaa ja pehmeiköt	10
3 LÄJITTÄMISEN EHDOT	11
4 LÄJITYS TYÖMAAN KANNALTA	12
5 LÄJITYKSEN JÄRJESTELYT MUUALLA	14
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	16
7 LIITTEET	17
8 KIRJALLISUUSLUETTELO	17

## 1 JOHDANTO

Tietuotannon ympäristöasioiden hoidon tehostamiseksi on laadittu tutkimus- ja kehittämisohjelma (ympäristö tietuotannossa - T&K-ohjelma 1995 - 1997), johon sisältyy rakennustyömaiden ylijäämämateriaalien käytön selvittäminen. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut kartoittaa läjityksen ongelmat, niiden suuruus, etsiä mahdollisia hyötykäyttökohteita ja ehdottaa tarvittavat toimenpiteet läjityksen vähentämiseksi ja tehostamiseksi.

Selvitys perustuu tielaitoksen tilastoihin, haastatteluihin, tietohakuihin ja aihetta koskevan kirjallisuuden läpikäyntiin.

## 2 LÄJITYSMAAT

### 2.1 Yleistä

Tiesuunnitelman tulisi toteuttaa useita tavoitteita. Kun tielle on löydetty maastoon sopiva linjaus, suunnitellaan tien massatalous siten, että saavutetaan mahdollisimman hyvä massatasapaino ja kaikki rakenteisiin kelpoiset massat käytetään. Tierakennustyöt tehdään suunnitelmaan perustuen yleisten työselitysten mukaan. Niissä olevien työohjeiden mukaan:

- Maarakennustyö tehdään suunnitelmissa ja työn aikana osoitettujen mittojen mukaisesti.
- Leikattu maa tulisi käyttää rakennustaloudellisesti ja -tekniisesti parhaalla tavalla.
- Työ on ajoitettava niin, että leikattu maa voidaan käyttää suunnitelmien mukaisesti penkereisiin ja muihin rakenteisiin.

Läjitettävä maa on rakenteisiin kelpaamatonta tai tarpeetonta materiaalia. Käyttökohde määritetään ensisijaisesti suunnitelmissa, mutta myös työmaalla tienrakennustöiden yleisten laatuvaatimusten mukaisesti. Tarpeetonta maata kerääntyy toisaalta käyttökohteiden puuttuessa (tasapainoton massa-suunnitelma), toisaalta rakennustarkkuuden, työvirheiden tai ajoituksen takia. Läjitykseen joutuu joko kokonaan tai osittain vanha päällyste, pintamaat, rakenteisiin kelpaamaton leikkausmaa, ja massanvaihtomaat.

Vuosittain läjitetyn maamateriaalin määrä vaihtelee rakentamisen laadun ja laajuuden mukaan. Tielaitoksen tilastointi on nykyään vapaaehtoista ja viimeiset luotettavat tiedot ovat vuosilta 1991 - 1993. Silloin tielaitos läjitti vuosittain maata noin 10 - 15 miljoonaa tonnia [ 1 ], noin 20 - 30 % kaivumaista. Karkeasti mitaten tietyömaalla läjitetään maata 2 - 3 tonnia jokaista kulutettua tuhatta markkaa kohti [ 2 ]. Tielinjalta kaivetuista massoista vähintään kolmannes läjitetään, usein yli puolet. Hyötykäyttöä tielaitos ei tilastoi.

## 2.2 Pintamaat

Pintamaihin luetaan ruokamulta, muu pintamaa, hakkuujätteet, jätepuut, pensaat, kannot, juuret, alle 1 m<sup>3</sup> kivet ja mättäät. Ruokamulta välivarastoidaan ja käytetään myöhemmin viherrakentamiseen. Useimmiten ruokamultaa saadaan tielinjalta enemmän kuin sitä myöhemmin tarvitaan. Muut pintamaat läjitetään ja maisemoidaan. Pintamaita kerääntyy vuosittain noin 2 - 3 miljoonaa tonnia [1]. Pintamaista läjitetään 70 - 85 %. Läjitettävien pintamaiden käsittely maksaa 15 - 25 miljoonaa mk/vuosi.

## 2.3 Kelpaamaton leikkausmaa ja pehmeiköt

Kelpaamatonta maata kerääntyy ojituksesta, maaleikkauksista, massanvaihdosta ja pehmeikköjen poistoista. Maita läjitetään vuosittain 4 - 6 miljoonaa m<sup>3</sup> rtr, noin 7 - 10 miljoonaa tonnia. Läjitäminen maksaa 50 - 70 miljoonaa markkaa/vuosi [ 1 ].

Kelpaamaton perusmaa on useimmiten savea, hiesua, silttiä tai moreenia mutta mukana on myös kunnostettavan tien vanhoja rakennekerroksia. Leikkausmaista osa on ns. olosuhdeherkkiä materiaaleja, jotka edullisissa olosuhteissa voidaan hyödyntää, mutta usein niistä suuri osa läjitetään.

Työmaat käyttävät läjityspaikoille vietäviksi suunniteltuja materiaaleja mahdollisimman paljon hyödyksi tasaamalla tien sivuille jääviä painanteita, kuoppia, korottamalla pehmeikköjen tasoa tai nostamalla kuoppien pohjatasoja, jolloin vesi pääsee virtaamaan pois. Pienimuotoiset tien ulkopuoliset täytöt sovitaan yleensä maanomistajan kanssa, eikä niitä erikseen suunnitella. Tien ja sen rakenteiden muutokset tehdään suunnittelijan kanssa sovittuihin suunnitelmien muutoksiin perustuen tai suunnitelmien epätarkkuuksia työmaan toimesta tarkentaen.

Sivuojamaat käytetään yleensä luiskaan, mutta laskuojamaat levitetään ojanvarteen tai ajetaan läjitykseen.

Useimmiten vanha päällyste murennetaan ja haudataan penkereisiin tai käytetään esimerkiksi yksityisteiden rakentamiseen. Osaksi vanha päällyste käytetään uuden päällysteen raaka-aineeksi mutta osaksi ajetaan myös kaatopaikalle.

Vanhan tien kerrokset käytetään uudelleen, mutta niistä ei pääsääntöisesti tehdä uuden tien rakennekerroksia. Useimmiten vanhan tien rakennekerroksista tehdään työmaateitä, joista materiaali voi siirtyä mm. meluvallien penkereisiin, suodatinkerroksiin, yksityisteiden rakentamiseen tai sivurumpujen ja siltojen taustatäyttöihin. Yleensä vain viimeisen työmaatien massat läjitetään. Luiskien vanhat nurmetukset kerätään talteen ja murskataan, jonka jälkeen materiaali on käyttökelpoista nurmetusalustojen materiaaliksi.

Muu kelpaamaton perusmaa joko ajetaan läjitykseen tai siitä tehdään mm. meluvalleja tai maisemointeja meluvallien takana. Hienoimpia lajikkeita käytetään vähäisessä määrin myös luiskien pohjavesisuojaukseen.

### 3 LÄJITTÄMISEN EHDOT

Läjittämistä säätelee rakennuslaki, jätelaki sekä kuntien jätehuoltomääräykset. Vakiintuneen käytännön mukaan puhdasta maa-ainesta ei pidetä jätteenä, eikä sen läjittämiseen tarvita jätelain mukaista lupaa. Sen sijaan jätelain mukainen lupa tarvitaan mm. bitumipitoisen kiviaineksen ja asfaltin läjitykseen. Luvan myöntää kunta, jos läjitettävää on enintään 10 000 t. Suuremmille määrille luvan myöntää alueellinen ympäristökeskus. Jätelupa käsitellään osana ympäristölupaa.

Rakennuslain mukainen läjittämislupa tarvitaan asema-, rakennus- tai ranta-kaava-alueella. Lupa tarvitaan myös, jos alueella on rakennuskielto asema- tai rakennuskaavan laatimista varten. Luvan myöntää kunnanhallitus.

Kuntien määräykset yleensä kieltävät läjityksen ensimmäisen ja toisen luokan pohjavesialueilla.

Läjityksen järjestely on hankaloitumassa ja kustannukset pitkien kuljetusmatkojen takia lisääntyneet. Suurien asutuskeskusten järjestämien maankaatopaikkojen käyttö on myös maksullista.

EU:n komissio määritteli 1992 rakentamis- ja purkujättekysymyksen yhdeksi kuudesta jätehuollon avainalueesta. EU:n asettama työryhmä laatinut rakennusjättestrategian. Esitys perustuu luonnonvarojen säilyttämiseen, jätemäärien pienentämiseen ja syntyvien jätteiden haittojen minimoimiseen. Esitykseen sisältyy läjitysainateriaalien käsittelyä sivuavina suosituksina mm:

- Rakennusjätteen luokittelu, yksi luokka olisi ylijäämämaa.
- Jätteiden tilastointi luokituksen, maalajin ja käyttötavan mukaan. Käyttötavat olisivat hyväksikäyttö, hyväksikäyttö energiana, polttaminen ilman energian talteenottoa ja läjitys.
- Ettei materiaalien uusiokäyttöön ja kierrätykseen sovelleta jätemääräyksiä.
- Hyötykäyttömenetelmien kehittäminen ja niistä tiedottaminen.
- Kansallisia maksuja tai rajoituksia hyötykäyttöön soveltuvan materiaalin hyödyntämättä jättämisestä.
- Kerättyjen maksujen käyttämistä rakennusjätteiden hyötykäytön edistämiseen.
- Maalajien erilleen varastointia tulevaisuuden hyötykäytön mahdollistamiseksi.
- Laajaa ennakkosuunnittelua, johon sisältyy mm. arvio ylijäämämaan määrästä, hyötykäytön osuudesta, hyödyntämisvalmiuksista ja varastointitavoista.
- Kansalliset, alueelliset ja paikalliset tavoitteet rakennusjätteiden hyödyntämiseksi. Tavoitteet tulisi mitoittaa siten, että ne parhaalla saatavissa olevalla tekniikalla voidaan kohtuullisin kustannuksin saavuttaa. Kustannuksia laskettaessa tulisi ottaa huomioon mm. hyväksikäytön tuotot ja ympäristövai- kutukset.
- Elinkaari-analyysin käytön lisääminen suunnittelussa.
- Hyväksytyt laatu- ja järjestelmän vaatimista rakennusyrityksiltä.

- Hyväksytyt laatujärjestelmän vaatimista rakennusyryyksiltä.
  - Urakoitsijoiden luokitus ja valtuutus tehdä määrätynlaista työtä.
  - Urakan antaminen oikeudet omaavalle tai ympäristöystävälliselle urakoitsijalle (ohjaava urakananto).
  - Ympäristökoulutusta ja kasvatusta.
- Materiaalien hyötykäytön lisääminen varsinkin valtioiden rahoittamissa hankkeissa.
- Käytännön työmaaohjeiden laatiminen.
  - Yhteistön parantaminen ja lisääminen.

Ympäristöministeriö on luonnostellut, osaksi em. työryhmäraporttiin perustuen, kaatopaikkoja koskevan ehdotuksen valtioneuvoston päätökseksi. Siihen on sisällytetty huomattavien kaivumassojen läjitys. Toteutuessaan päätös muuttaa osan läjitysmaista jätteeksi, jolloin niiden läjityspaikat muuttuvat kaatopaikoiksi ja tulevat suunnitteilla olevan jäteveron piiriin.

#### 4 LÄJITYS TYÖMAAN KANNALTA

Työmaiden henkilökuntaa haastateltiin neljällä rakennus- ja kahdella suunnitteluhankkeella.

Rakennushankkeet valittiin siten, että mukana oli suureen taajamaan liittyviä moottoriteitä ja maaseudulla tehtävää vanhan tien parantamista. Kohteet olivat:

- VT 5 Vierumäki - Lusi ja siihen liittyvä kantatie 59 parantaminen.
- Vt 4 Palokka.
- Mt 325 parantaminen välillä Huutijärvi - Sahalahti.
- Kt 50 Tikkurila - Hakunila ja siihen liittyen mt 170 Östersundom - Västerskog:n kevyenliikenteen väylät.

Haastatellut suunnitteluhankkeet olivat:

- Keski - Suomen tiepiirin suunnittelutoimisto.
- Uudenmaan tiepiirin itä-uudenmaan suunnittelutoimisto.

Haastatellut halusivat läjitysmateriaalien käytön nykyistä tarkemman suunnittelun ja tarkastelun kohteeksi. Rakentajien mielestä:

- Tien suunnittelijan tulisi asetetut reunaehdot (mm. sovittaminen maisemaan) huomioonottaen tavoitella massatasapainoa. Suunnitelman tulisi olla niin luotettava, ettei suunniteltua massatasapainoa muuta työn aikana todetut materiaali-poikkeamat. Työn suunnittelijan tulisi huolehtia, ettei hyvän suunnitelman massatasapaino järkyty järjestyksen määräämään olosuhdeherkkien materiaalien käsittelyajankohtaan tai säiden oikutteluun. Rakentajan on tehtävä työ mahdollisimman halvalla kokonaistaloudella huomioonottaen. Jos hyötykäyttö,

säästöt ja kustannuslisät huomioiden on kalliimpaa kuin läjittäminen, niin läjitetään. Lisäksi lopputuotteelle täytyy olla tarpeellinen käyttö.

- Työn aikana suunnitelmien muuttaminen on hyvin vaikeaa urakoinnista johtuen. Urakoitsijat tosin usein etsivät mm. uusia läjitysalueita, mutta tällöin perusteeksi tulee kustannussäästöt.
- Läjitysalueita on kyllä merkitty suunnitelmiin, mutta alueet ovat usein niin pieniä, ettei kaikki kelpaamaton materiaali niihin mahdu. Uusien läjityspaikkojen saanti on vaikeaa. Läjitys-tilaa tarvitaan huomattavasti nykyistä enemmän, jos ei nykykäytännön mukaisesti rakenteisiin kelpaamattomia aineksia sijoiteta muihin kohteisiin.
- Ihanteellisin läjitysalue on poistettavan pehmeikön kohdalla penkereen molemmilla puolilla.
- Läjitysalue on usein myös välivarasto. Tällöin materiaalien kuormaukseen ja käsittelyyn tulee olla riittävästi tilaa ja sen täytyy olla lähellä, jottei kuljetuskustannukset nouse liian korkeiksi.
- Välittömien kustannusten lisäksi läjityksestä aiheutuu muita kustannuksia mm. läjityspaikan hoidosta ja sinne tehtävistä kuljetusteistä. Penkereen puhdistaminen valuvista kaatopaikkamassoista on myös kustannustekijä.
- Kunnalliset kaatopaikat ottavat vastaan sellaista maa-ainesta, jolla voidaan muotoilla ja maisemoida kaatopaikka-alueita. Ongelmina näissä ovat kaatopaikkamaksut ja pitkät ajomatkat.
- Rakennesuunnittelu tapahtuu usein konsultin toimesta, mutta hyvässä yhteistyössä työmaan kanssa. Yhteistyö tulisi säilyttää.
- Materiaalien saanti vaikeutuu koko ajan, joten huonompien materiaalien käyttömahdollisuuksia pitää miettiä aina.
- Työnaikana tulee esiin jatkuvasti mahdollisuuksia käyttää paremmin ja enemmän huonoja materiaaleja hyväksi. Erotteluun ja sekoittamisiin ollaan periaatteessa valmiita ja sitä tehdään jo nyt mahdollisuuksien rajoissa. Kuljetuskustannuksista johtuen käsiteltävät materiaalit tulisi olla työmaalta saatavia. Toisaalta rakenteisiin käytettävä uusi kiviaines tulee usein kaukaa (kallista), joten kaikki vanhasta rakenteesta purettava tai leikkauksista tuleva materiaali pyritään jo nyt käyttämään hyödyksi. Monella työmaalla ollaan kuitenkin sitä mieltä, että nykyiseen käytäntöön ei ole paljon kehittämismahdollisuuksia.
- Poistettavan päällysteen tai vanhojen rakennekerrosten pienet määrät estävät jalostamisen, sillä pieneen työhön ei kannata tuoda tarvittavia koneita. Kun päällysteitä on riittävän iso määrä, ne murskataan helposti siirrettävällä Lokotrack-tyypisellä murskaimella.

Haastatellut suunnittelijat ovat sitä mieltä, että:

- Kaikkea materiaalia ei saada käytettyä. Maanpinnan nostaminen sopivissa kohdissa vähentää varsinaisten läjitysmaiden määrää. Nostettu alue annetaan kuivua, ojitetaan ja istutetaan ympäristöön sopivia puulajeja.
- Rakentaja muuttaa tasausta, jos suunnittelija ei ole tehnyt massoiltaan riittävän hyvää tasausta
- Konsultin tekemää suunnittelua tulee valvoa, että myös konsultti paneutuu massatasapainon suunnitteluun

## 5 LÄJITYKSEN JÄRJESTELYT MUUALLA

Aiheeseen liittyvää kirjallisuutta haettiin BOOKS-, Roadline-, TLIBRIS, TRANSGUIDE-, VTT- ja IRRD-tietokantojen kautta tietokannan kirjaston avustuksella. Haun tuloksena saatiin kirjava lista kotimaisista ja ulkomaisista julkaisuista, raporteista ja artikkeleista koskien pääosin aiheita:

1. Saastuneen maan käyttö/ kierrätys.
2. Päälystemateriaalin kierrätys.
3. Jätteiden ja sivutuotteiden hyödyntäminen tienrakennuksessa.
4. Muun kuin luonnonmaidon kierrätys ja ympäristön huomioonottaminen.
5. Viherrakentamiseen ja maatalouskäyttöön tarkoitetun humusmaan/ mullan läjityksestä ja laadun analysoinnista.

Näyttää siltä, ettei toistaiseksi ole ollut tarvetta järjestelmällisesti selvittää saastumattomien maamassojen käsittelyn menetelmäteknikkaa, eikä uudelleenkäytön kannattavuutta, sillä löydetty kirjallisuus ei kohdistunut suoraan asian ytimeen projektin kannalta. Vaikka suoranaisia vastauksia etsittyyn ongelmaan ei löytynyt, löytyy viitteitä hyötykäyttöön tarvittavista työmenetelmistä. Kirjallisuus myös selvästi kuvaa maan hyötykäytön perusperiaatteet ympäristöhoidon kannalta [ 3 ]. Merkittävimmät periaatteet ovat:

1. On tunnettava ja ymmärrettävä luonnonmaan perusominaisuudet.
2. Maan käyttö on suunniteltava etukäteen. Suunnittelun tulisi perustua tarkkoihin maaperätutkimuksiin koekuoppineen ja laboratoriotutkimuksineen. Jo alustavassa luonnoksessa maa tulisi luokitella ja sille suunnitella käyttö. Käytöksi tulisi ensisijaisesti olla hyötykäyttöä niin, että maa-aines mahdollisimman suoraan päätyy loppukäyttökohteeseensa. Rakennettaessa suunnitelmia tulisi tarkentaa. Maankäytön suunnittelijan ja uusiokäyttöasiantuntijan tulisi kuulua myös rakennusorganisaatioon. Suunnitelmiin tulisi sisältyä totutun lisäksi mm. ympäristöystävällisten työmenetelmien valinta.
3. Parhainta olisi käsitellä maa kuivana ja rakeisena. Kun maalajit käytännössä ovat lähes aina märkiä, on tärkeää valita oikea käsittelytekniikka ja -välineet.

4. Uusiokäytön kannalta olisi hyvä, jos käytettäisiin pienipintapaineisia työkoneita, ajettaisiin vain suunniteltuja ajoteitä ja keskeytettäisiin työ sadekausien tai pitkien rankkasateiden ajaksi.
5. Kaivettaessa tulisi erotella maalajit toisistaan ja ne tulisi varastoida erilleen niin etäälle toisistaan, ettei sekaantumisvaaraa ole.
6. Varastopaikat tulisi valita läheltä ja niin, ettei virtaava vesi erota maa-aineksia.
7. Varastointitilaa tulisi olla riittävästi. Tilaa tarvitaan vähintään 2,5 hehtaaria läjitettävää 10 000 m<sup>3</sup> kohti. Lisäksi maan käsittelyyn tulisi olla tilaa.
8. Matalassa kasassa maa huononee vähiten. Pintamaan suositeltava suurin varastointipaksuus on 3 - 4 m, perusmaan 4 - 5 m. Kasan luiskien tulisi olla vähintään kaltevuudessa yksi kahteen, mieluiten yksi kolmeen tai neljään. Kunnossapito helpottuu, jos varastokasa voidaan pitää mahdollisimman kuivana. Jos maata säilytään yli 6 kuukautta kannattaa kasan pintaan kylvää heinäsiemen. Ruoho estää eroosion, rikkakasvien kasvun ja pitää kasan kuivana aina metrin syvyyteen saakka.

Hämeen tiepiiri on yhdessä valtion teknillisen tutkimuskeskuksen rakennustekniikka-osaston kanssa selvittänyt maa- ja vesirakennusalan jätteiden käyttöä esimerkein tie- ja katurakentamisessa. Tavoitteena on ollut arvioida syntyvien jätteiden määrää. Tulosten mukaan tienrakennushankkeella syntyi ylijäämämaata 1700 - 8700 tn/tie-km. Suuri vaihtelu aiheutuu osaltaan ylijäämämaan tai hyötykäytön tulkinnanvaraisuudesta. Tutkimuksessa on esitettykin hyötykäytön käsitteiden selkeyttämistä ja toiminnan laadun arvioimista yksiselitteisellä mittarilla. Lisäksi korostetaan suunnittelun merkitystä ylijäämämassojen sijoittelussa.

Kunnat ja kaupungit ovat tehneet ylijäämämaiden sijoituspaikkaselvityksiä [ 4 ], lähinnä varmistaakseen tarvittavan kaatopaikkakapasiteetin. Selvitykset päätyvät suositamaan kuntien yhteistyön lisäämistä, pitkän tähtäyksen suunnittelun merkitystä, kaavoituksen keinoja ja hyötykäytön lisäämistä.

Tielaitoksen käynnistämään tien pohja- ja päällysrakenteen tutkimusohjelmaan sisältyy ympäristöohjelma. Rakentamisen ympäristöteknologiaohjelmaan sisältyy epäkelpoisten maiden käsittelyprojekteja (liite 1). Ne pääasiassa kohdistuvat rakennusteollisuuden jätteiden hyötykäyttöön tienrakentamisessa tai saastuneen maan neutralisointiin uusiokäytön mahdollistamiseksi. Mutta mukana on myös kohteita koskien ylijäämämaiden parantamista lisäaineita käyttäen ja hyötykäyttöä mahdollistavien työmenetelmien tai koneiden kehittämistä. Projektit ovat suunnitteluvaiheessa ja ne tarvitsevat kokeilukohteita tielaitoksen toista.

Ruotsalaiset (VTi) ovat käynnistäneet kivenmurskaus- ja seulontajätteen hyödyntämistutkimuksen. Projektin tarkoituksena on selvittää menetelmiä, käyttökohteita ja hukkakiven käyttöönottokustannuksia.



## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Läjitettävää materiaalia on paljon ja sen määrä vaihtelee valtavasti hankkeittain. Nyt voidaan läjittää aika vapaasti, lähitulevaisuudessa läjitysehtojen oletetaan kiristyvän.

Jos ylijäämämateriaalien hyötykäyttönä pidetään kaikkea muuta paitsi vieniä läjityspaikoille, niin nyt leikatuista maista hyödynnetään ruokamulta, osa moreenista, savesta, siltistä, vanhan tien kerrosrakenteista ja päällysteestä. Hyödyntämättä jää pääasiassa raivausjätteet, pehmeiköt ja penkereisiin kelpaava ylimääräinen maa. Vaikeimmin hyödynnettävissä ovat pehmeikkömaat. Hyödyntämistä usein vaikeuttaa pienet työkohdekohtaiset massamäärät.

Rakentajat ovat valmiita läjitysmaiden hyötykäyttöön, mutta pitävät mahdollisuuksiaan vähäisinä lisätä läjitysmään hyötykäyttöä. Hyötykäyttöä estää puutteellisten suunnitelmien lisäksi myös epätietoisuus hyötykäytön toteuttamistavoista ja pelko lisäkustannuksista.

Läjitysmäärien vähentämiseksi tulisi ensisijaisesti estää läjitysmateriaalien synty, varsinkin vaikeasti hyödynnettävän pehmeikkölietteen synty. Suunnitelmissa tulisi pyrkiä massatasapainoon tai sellaisiin rakenteisiin, ettei pehmeikköjä tarvitse poistaa. Massanvaihdon kustannusta tulisi vertailla betoni-paaluille rakennetun laattasillan tai jonkin stabilointimenetelmän käyttöön. Vertailun helpottamiseksi läjittämisen ympäristöhaitat tulisi arvottaa.

Suuri osa nyt rakenteisiin kelpaamattomasta materiaalista voidaan muuttaa käyttökelpoiseksi sopivin lisäainein. Tarvittavaa kehitystyötä tekee tien pohja- ja päällysrakenteen -tutkimusohjelma. Reseptien kehittämisen lisäksi olisi selvitettävä työkohteessa tehdyn ja asemasekoitetun "maabetonin" laatu- ja kustannuserot

Läjityksen vähentämiseksi ja hyötykäytön tehostamiseksi tarvitaan:

1. Ideoita hyötykäyttötuoiteiksi. Tunnettujen ideoiden käyttökelpoisuus (markkinat) tulisi selvittää ja kilpailukykyiset ideat jalostaa tuotteiksi. Ensimmäiseksi voitaisiin selvittää soratien kulutuskerroksen materiaalin valmistusta ja kasvualustamateriaalien valmistusta liejusta/savesta/moreenista, turpeesta ja muista tarvittavista aineista.
2. Selvitys ylijäämämateriaalien hyödyntämisen tai jatkojalostuksen yhteistoiminnan järjestämiseksi. Tulisi vähintään selvittää jatkojalostukseen sopivan materiaalin yhteisläjityksen ja läjitetyn maan hyötykäyttömahdollisuudet tiepiirikohtaisesti tai sen osaa koskien sekä yhteistyön edellytykset valtion muiden laitosten, kuntien ja maa-ainesyrittäjien kanssa.
3. Koesarja selvittämään maan erotteluun sopivat menetelmät, erottelun kustannukset ja erottelun muut edellytykset.

4. Työmaaohjeet maan käsittelystä. Ohjeen tulisi sisältää suositukset kaivamisesta, kuljetuksesta, läjityspaikkojen työnaikaisesta valinnasta, käyttöönnotosta ja hoidosta.
5. Ohjeet hyötykäytön edellytysten luomisesta urakoitsijoiden valinnassa.
6. Hyötykäyttöä edistävät tavoitteet, jotka voidaan tuotannolta vaatia ja kohtuullisin kustannuksin saavuttaa. Tulosten arvioimiseen tarvittavat tilastot, mittarit ja ympäristöasioiden arvotus tulisi kehittää.
7. Elinkaariarvioon perustuva laskentamalli, jonka avulla arvioidaan esimerkiksi stabiloinnin kannattavuus läjitykseen verrattuna.
8. Valmennusta henkilöstön asenteiden muuttamiseksi ympäristöhoidolle myönteiseksi. Tarkoitusta varten tulisi laatia 3 - 4 tunnin tietoisku.
9. Työmaaorganisaation materiaali- ja suunnitteluasiantuntemusta tulisi lisätä joko hankkimalla asiantuntija-apua tai opettamalla työmaahenkilöstölle materiaalien uudelleenkäytön teoriaa ja tekniikkaa. Koulutusta varten tarvitaan opetuspaketti.

## 7 LIITTEET

1. Rakentamisen ympäristöteknologiaohjelma
2. Tietohakujen tulostukset (Alkuperäisaineistossa Tpk:n arkistossa)

## 8 KIRJALLISUUSLUETTELO

- |     |   |
|-----|---|
| [1] | Yleisten teiden tuotantotilasto, Tielaitoksen tilastot 3/95, Helsinki 1995  |
| [2] | Maa- ja vesirakennusalan jätteet, VTT-Rakennustekniikka, Tampere 1995   |
| [3] | Malcolm Reeve: Soil handling and restoration materials, NAWDC, Northampton 1991   |
| [4] | Ylijäämämassojen sijoituspaikkaselvitys, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1992:15, YTV-SAD 1992  |
| [5] | Symonds Travers Morgan: Construction and demolition Waste Project in the framework of the priority Waste Streams Programme of the European Commission, Report of project group to the European Commission, Part 3 - Recommendations of the project Group, Argus, 1995 |



**RAKENTAMISEN YMPÄRISTÖTEKNOLOGIA-PROJEKTI**  
- Käynnistyneet yritysprojektit

**ELINKAARIANALYYSIT, YMPÄRISTÖTASEET**

Ympäristöystävällinen betonituotanto Finnsementti Oy, B-E. Eriksson/Parainen  
Puurakenteisen pientalon energia, ympäristövaikutukset ja huoltokirja Lipertek Oy, Kari Nousiainen/Liperi

**YMPÄRISTÖGEOTEKNIikka**

**Uusiotie ja Stabilointi**

Terästeollisuuden sivutuotteiden kehittäminen maarakennusmateriaalina SKJ-yhtiöt Oy, Aimo Hiltunen/Raahe  
Teollisuusjätteiden käyttö maarakentamisessa Satakunnan alueella Prizztech Oy, Iiro Andersson/Pori  
Siistausjätteen kehittäminen uusiorakennusmateriaaliksi Nokia Paperi Oy, Rauno Kakko/Nokia  
Maarakentamisen uusiotuotteiden kehittäminen kivipohjaisesta rakennusjätteestä Lohja Rudus Oy Ab, Lauri Kivekäs/Helsinki  
Ylijäämämaiden kivihiilivoimalaitosten sivutuotteiden uusiohyötykäyttötutkimus merenrakentamisessa Lohja Rudus Oy Ab, Pia Rämö/Helsinki

**Pohjavesien suojaus**

Kaatopaikan pintarakenteiden toimivuus ja kustannukset Päijät-Hämeen jätehuolto Oy, Tuula Honkanen/Lahti  
Lohja Rudus Oy Ab, Martti Keppo/Helsinki  
Jätealueen mineraalinen pohja- ja pintaeriste Metsäteollisuuden jätejakeiden käyttö kaatopaikkojen pintamateriaalina Enso-Gutzeit Oy, Aarno Suni/Imatra  
Neste Oy Bitumi, Kari Hurtig/Porvoo  
Pohjavesien suojaus bitumisia rakenteita käyttäen Kivikolmio Oy, Kari-Pekka Kyrölä/Raisio

**Saastuneet maat**

Saastuneiden maiden käsittely polttomenetelmällä Ekokem Oy Ab, Sakari Salonen/Riihimäki  
Maaperän paineilmapuhdistus Lohja Rudus Oy Ab, Martti Keppo/Helsinki  
Saastuneen maa-aineksen pesu Viatek-Yhtiöt Oy, Jari Heikkilä/Espoo  
Saastuneen maan tutkimuskaira Ideachip Ins.tsto, Markku Jonninen/Hollola  
"MAAMYRÄ" kaivinkonekäyttöinen maasekoitin Seppälän Tiili Oy, Jari Valtonen/Tarvasjoki  
Öljyisen maa-aineksen puhdistaminen polttamalla tiilenvalmistuksen yhteydessä

**TUOTTEET JA TUOTANTOMENETELMÄT**

Ekologisten pinnoitteiden testaus (Kuuluu 3K-kokonaisuuteen) Honkarakenne Oy, Jalo Aminoff/Järvenpää  
Lajitteleva purku ja murskaus Helsingin Talosiirto, K.O. Saarimäki/Vantaa  
Talorakennustyömaan jätehuollon kehittäminen Skanska Oy, Jari Pölönen/Turku  
Pasutteen hyötykäyttö Ormax Oy, Tuula Råman/Lohja mlk  
3K-PROJEKTI - Kestävän kehityksen koti Honkarakenne Oy, Jalo Aminoff/Järvenpää



## TIELAITOKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

- 32/1995 Tiensuunnittelijan Xroad-ohje. Osa 2: Geometrialinjojen käyttö  
TIEL 4000113
- 33/1995 Trafiken och markanvändningen. Sammandrag av publikationerna.  
Keskushallinto, tienpidon suunnittelu
- 35/1995 Pyöräilijät kiertoliittymissä. 4000114
- 36/1995 Tielaitoksen pudotuspainolaitteiden vertailu; Saarijärvi 7-8.6.1995  
TIEL 4000115
- 37/1995 Kuorma-auton alusterät. TIEL 4000116
- 38/1995 Kuorma-auton ja lisälaitteiden sovitus. TIEL 4000117
- 39/1995 Tienkäyttäjien mielipiteet nopausräätöistä. Liikenteen palvelukeskus
- 40/1995 Yleisohdon neuvottelupäivät, Vaasa 13-14.9.1995. Keskushallinto
- 41/1995 Kaupunkiseutujen pääväylät - tilaselvitys. TIEL 4000118
- 42/1995 Kuljettajien osaaminen ja kilpailukyky. Hallinnon palvelukeskus
- 43/1995 Ympäristöosaaminen tielaitoksessa. Tielaitoksen maisemapäivät  
1995. TIEL 4000037-95
- 44/1995 Hienorakeisten maalajien tiivistäminen - väliraportti. TIEL 4000119
- 45/1995 Autoilijan tietotarpeet; Tutkimus Linnatuulen tiedotuspisteessä.  
Liikenteen palvelukeskus
- 46/1995 Liikenneturvallisuus ja tiensuunnittelu - Tanskan Safety Audit.  
TIEL 4000120
- 47/1995 Liikenneturvallisuus ja tiensuunnittelu - Suomen asiantuntijahaastattelut.  
TIEL 4000121
- 48/1995 Liikenneturvallisuus ja tiensuunnittelu - Alankomaiden ja Norjan  
käytännöt. TIEL 4000122
- 49/1995 Tielaitoksen henkilöstön suojavaatteet. Hallinnon palvelukeskus
- 50/1995 Sorateiden runkokelirikko vuonna 1995. TIEL 4000123
- 51/1995 Kuljetukset osatekijänä Suomen kansainvälisessä kilpailukyvyssä.
- 52/1995 Tielaitoksen luiskasuojaukset. TIEL 4000124
- 53/1995 Uuttamisessa käytettävän metyleenikloridin korvaaminen ekoliuottimella.  
TIEL 4000125
- 54/1995 Kuivaseulonnan luotettavuus. TIEL 4000126
- 55/1995 Tiemerkintätöiden turvallisuuden varmistaminen laatujärjestelmässä.  
Hämeen tiepiiri
- 56/1995 Rakennustyön turvallisuussuunnittelu tienrakentamisessa.  
Hämeen tiepiiri