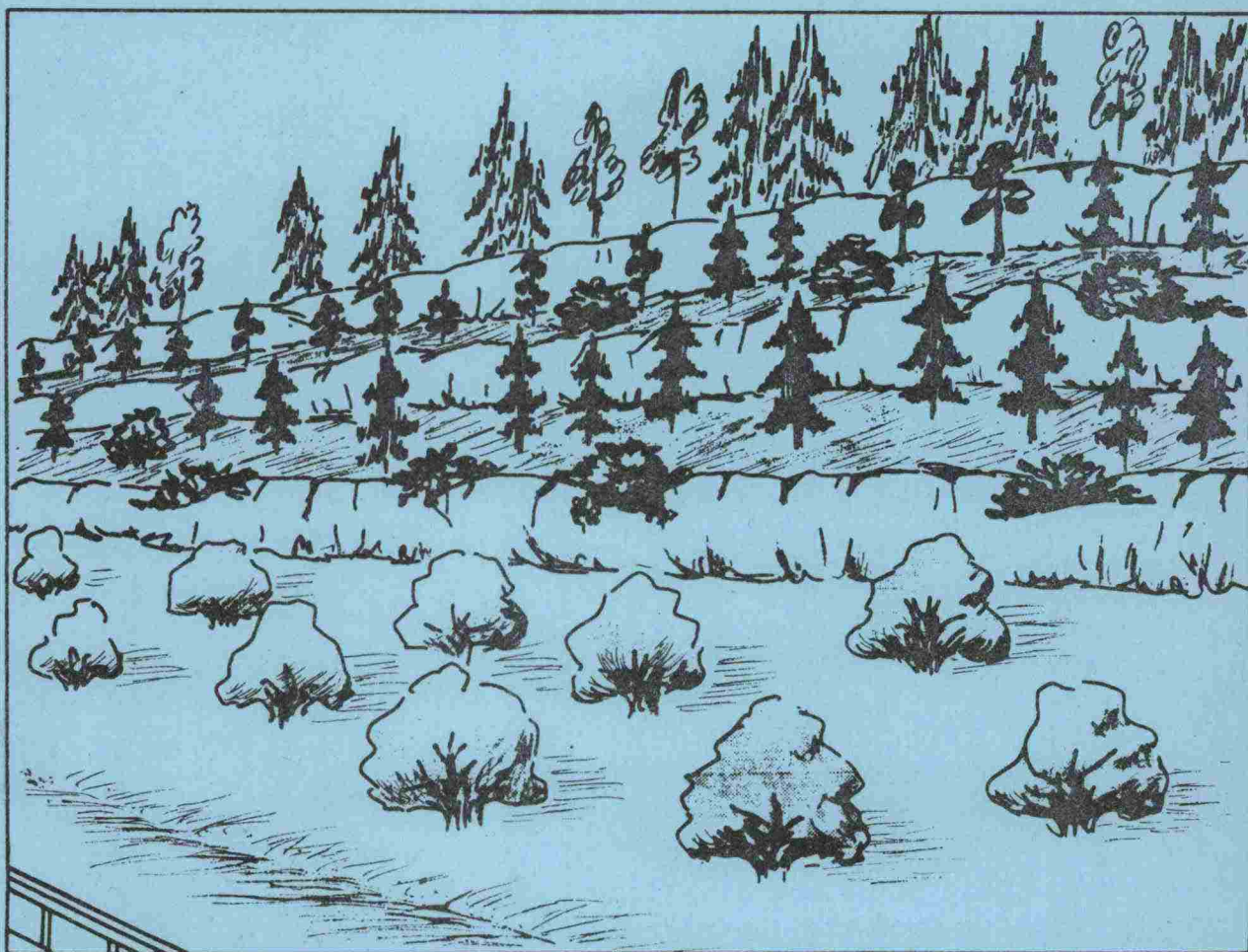


**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
TIENRAKENNUSTOIMISTO**

**OHJEITA KALLION OTTOPAIKKOJEN  
JA TIELEIKKAUSTEN LOUHINNASTA  
SEKÄ MAISEMOINNISTA**



1986

ISBN 951-46-7351-4

## SISÄLLYSLUETTELO

		Sivu
0	JOHDANTO	1
1	PERUSSELVITYKSET	2
1.1	Kaavoitus	2
1.2	Häiriintyvät kohteet	2
1.3	Maisematekijät	2
1.4	Maa- ja kallioperä	3
1.5	Pinta- ja pohjavesisuhteet	3
1.6	Pienilmasto	3
2	LOUHINTA	4
2.1	Työmenetelmät	4
2.2	Leikkausprofiilin valinta	5
2.3	Massatalous	12
2.4	Kalliolaatu	13
2.5	Louhinnan ajoitus	15
2.6	Ympäristövaikutukset	15
2.7	Kiviaineksen kuljetus	17
3	ALUSTAN KUNNOSTUS	18
3.1	Yleiset periaatteet	18
3.2	Tasaukset ja loivennukset	18
3.3	Turvallisuuskysymykset	19
3.4	Kasvualustan rakentaminen	20
3.5	Vesien johtaminen	21
3.6	Kunnostuskustannukset	21
4	VIHERTOIMENPITEET	22
4.1	Menetelmän valinta	22
4.2	Metsittäminen	23
4.3	Puu- ja pensasistutukset	24
4.4	Nurmetus	24
4.5	Jälkitoimenpiteet	24
4.6	Vihertöiden kustannukset	25
4.7	Kasvilajien valinta	25
5	KALLIOKIVIAINEKSEN OTTAMISSUUNNITELMA	26
5.1	Yleisiä näkökohtia	26
5.2	Suunnittelun päätavoitteet	26
5.3	Perusselvitykset	26
5.4	Kalliomassojen käyttö	27
5.5	Jälkihoidon suuntaviivat	27
5.6	Muita näkökohtia	27

**LIITE** Liite 1 Ottopaikkojen maisemoinnissa käyttökelpoiset puu- ja pensaslajit  
Valokuvat 1-8 Esimerkkejä tieleikkausten maisemoinnista

## 0 JOHDANTO

Kalliokiviainesten ottopaikkojen maisemoinnista ja niiden viherrakentamisen periaatteista on käytettävissä verraten niukasti tietoja. Kuitenkin maa-aineslaki ja kaavoitetuilla alueilla rakennuslaki edellyttävät, että näiden alueiden ottosuunnitelmissa määritellään jälkihoidon pääkohdat varsin yksityiskohtaisesti.

Käytännössä on esiintynyt tapauksia, joissa suunnitelman toteuttamiselle asetetut lupaehdot sopivat huonosti kallion louhintaan tai tekevät louhintatyöt huomattavan kalliiksi. Usein lupaehdot ovat jättäneet suuren osan käyttökelpoisesta kalliokiviaineksestä sallitun ottamistoiminnan ulkopuolelle.

Tämän selvityksen ja toimintaohjeen tarkoituksena on osoittaa suuntaviivat ja keinot, joilla kallionlouhinta ja alueiden jälkihoito voidaan toteuttaa kohtuullisin kustannuksin ympäristön kannalta kannuilla tavalla. Ympäristöön sopeuttamista ja massojen käytön optimointia voidaan tehostaa myös tieleikkausten louhintatöiden yhteydessä.

Ensisijaisesti ohjekirja on tarkoitettu käytettäväksi kallio-ottopaikkoihin liittyvien ottamissuunnitelmien laatimistöiden yhteydessä. Ohjeilla on käyttöä myös vanhojen tielinjojen kunnostuksessa materiaalin ottamisen kannalta sekä uusien tieleikkausten suunnittelussa ja louhinnassa.

Maaston muotoilun lisäksi tässä selvityksessä käsitellään tarvittavia toimenpiteitä vihertöiden osalta, niiden kustannusvaikutuksia sekä ottoalueiden jälkikäyttömahdollisuuksia.

Työ on suoritettu Suunnittelukeskus Oy:ssä TVH:n tienrakennustöimiston toimeksiannosta. Tilaajan puolelta työtä ovat ohjanneet dipl.ins. Erkki Matilainen ja toimistoinsinööri Matti Arkko. Suunnittelukeskus Oy:ssä työn ovat suorittaneet fil. maist. Markku Rautavuoma ja fil. maist. Jussi Arjas.

## 1 PERUSSELVITYKSET

Maa-aineslain sekä kaavoitetuilla alueilla rakennuslain mukaisesti kalliokiviaineksen ottamiseen oikeuttava lupa edellyttää louhosalueita koskevan ottosuunnitelman laatimista ja hyväksymistä. Suunnitelman yhteydessä tulee luvan hakijan esittää selvitys alueen ja sen lähiympäristön nykytilanteesta maankäytön ja luontosuhteiden osalta. Ympäristökijät huomioon ottaen louhinta tulee toteuttaa siten, että ottamistoiminnasta aiheutuvat ympäristöhaitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi.

Kalliokiviainesten hyödyntämiseen liittyvissä perusselvityksissä tehtävät tarkastelut voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- kaavalliset rajoitukset, suojelukohteet
- asutus ja muut häiriintyvät kohteet
- maaston topografia ja korkeussuhteet
- puusto ja muu kasvillisuus
- kivilaji- ja maaperäsuhteet sekä maapeitteen paksuus
- pinta- ja pohjavesisuhteet sekä pohjaveden käyttö
- pienilmasto ja tuulensuunnat

Louhinnan ympäristövaikutuksia tarkastellaan yksityiskohtaisemmin kohdassa 2.6.

### 1.1 Kaavoitus

Kaavoitetuilla alueilla kiviaineksen ottoa saattavat rajoittaa erilaiset kaavavaraukset ja -määräykset. Perusselvitysten yhteydessä tulee tämän vuoksi ottaa huomioon lähimpien suojelu-, virkistys- ja asuntoalueiden sijainti ja etäisyys louhosalueeseen nähden. Tällöin on myös selvitettävä niistä ottamistoiminnalle mahdollisesti aiheutuvat rajoitukset.

### 1.2 Häiriintyvät kohteet

Louhinnasta aiheutuu aina ympäristölle pöly-, melu- ja värinähoitoja. Aikaisempien kokemusten perusteella louhinnan aiheuttamat haitat ulottuvat keskimäärin 500 m:n etäisyydelle louhittavasta kohteesta. Lähimpien asuinrakennusten sekä muiden häiriintyvien kohteiden sijainti ja etäisyys tulee selvittää ympäristöhaittojen rajoittamisessa tarvittavien toimenpiteiden mitoittamiseksi. Erittäin häiriintyvien kohteiden kuten sairaaloiden, hoitolaitosten, vanhojen rakennusten, radioasemien tai tietokoneita sisältävien rakennusten suhteen joudutaan yleensä noudattamaan suurempaa suojaetäisyyttä kuin 500 m.

### 1.3 Maisematekijät

Louhoksen näkyvyys ja vaikutus ympäristön maisemakuvaan riippuu maaston topografiasta ja korkeussuhteista sekä puustosta ja kasvillisuudesta. Selvitettäviä maisematekijöitä ovat mm. alueen pinnan muotojen vaihtelu sekä louhoksen korkeustaso suhteessa ympäröivään maastoon. Lisäksi selvitetään mm. vallitsevat puulajit, puuston tiheys ja korkeus sekä aukeiden maastokohtien sijainti.

**1.4****Maa- ja kallioperä**

Louhosalueen sekä ympäristön maaperäsuhteet ja maapeitteen paksuus tulee selvittää irtomaiden poistoa silmällä pitäen. Maaperätiedoilla on merkitystä myös arvioitaessa ympäröivällä valuma-alueella muodostuvan pohjaveden määrää. Kalliolaatu tulee selvittää kiviaineksen käyttökelpoisuuden määrittämiseksi, oikean louhintamenetelmän löytämiseksi sekä pysyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi.

**1.5****Pinta- ja pohjavesisuhteet**

Pintavesien purkautumisreitit ja purkautumissuunnat tulee selvittää ennakoitaessa louhinnasta aiheutuvia virtaussuhteiden muutoksia sekä louhoksen valumavesien määrää. Pintavesisuhteet selvitetään kartta- ja maastotarkastelun avulla.

Pohjavesipinnan korkeuden sekä alueella muodostuvan pohjaveden määrä tulee olla selvillä suunniteltaessa louhoksen pohjan tasoa sekä arvioitaessa louhoksen vuotovesien määrää sekä mahdollisesti tarvittavia tiivistystoimenpiteitä. Talousvesikaivojen ja vedenottamoiden sijainti sekä pohjaveden käyttö lähiympäristössä tulee myös selvittää.

**1.6****Pienilmasto**

Mahdollisten ilmastovaikutusten ennakoimiseksi selvitetään alueella vallitsevat tuulensuunnat, louhittavan alueen korkeustaso suhteessa ympäristöönsä sekä läheisten peltojen, viljelysten ja puutarhojen sijainti ja etäisyys. Ilmastaselvitykseen kuuluvat myös sademäärätilastot. Ilmasto-oloilla on huomattava vaikutus myös jälkihoidon kasvi-  
valintoihin.

## 2 LOUHINTA

### 2.1 Työmenetelmät

Normaalitapauksissa tieleikkausten ja kalliokiviaineksen ottoalueiden louhinta suoritetaan tavallisena pengerialouhintana. Vaativissa kohteissa (lähinnä tieleikkauksissa) myös tarkkuuslouhinta tulee kyseeseen, jos sitä suunnitelmassa erikseen edellytetään.

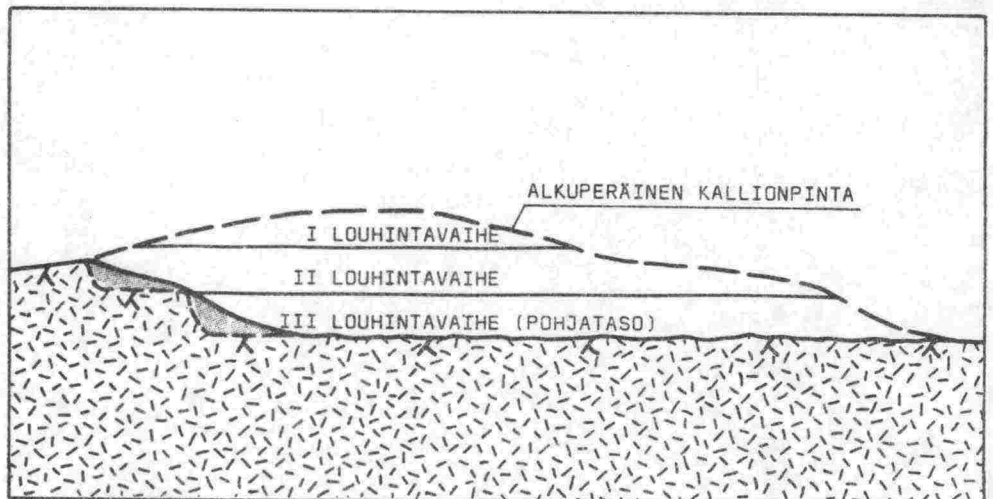
Pengerialouhinta on tavanomaisin kallion louhintamenetelmä. Se suoritetaan käyttäen useimmiten jonkin verran kallistettuja porareikiä. Käytettävä porauskalusto riippuu mm. kerralla irrotettavan rintauksen korkeudesta. Louhinnassa käytettävä etu, reikäväli ja panostus määritetään tapauskohtaisesti erikseen riippuen mm. kallion laadusta ja halutusta louhekoosta.

Mikäli kohteen sijainti tai tien toiminnallinen luokka asettaa louhintajäljelle erityisen suuria vaatimuksia, käytetään työssä tarkkuuslouhinta. Yleisimpiä tarkkuuslouhinnassa käytettäviä menetelmiä ovat raonräjäytys- ja jälkilouhinta. Käytettävän menetelmän valintaan vaikuttavat mm. ympäristötekijät, kallion laatu ja rakoilu, leikkauksen leveys sekä kallionpinnan topografia.

Kallion louhinta on mahdollista suorittaa myös veden alta. Tällainen louhintatyö poikkeaa toteuttamistavaltaan huomattavasti tavanomaisesta pengerialouhinnasta. Menetelminä tulevat kysymykseen:

- sukeltajan suorittama poraus ja panostus
- poraus ja panostus lautalta
- poraus lautalta tai jäältä, panostus sukeltajan työnä

**Kiviaineksen ottoalueet** Kiviaineksen ottamispaikkojen louhintatapaan vaikuttavat mm. louhinnan syvyys sekä työnaikaisen maisemoinnin tarve. Mikäli louhintasyvyys on suuri ja louhosalueen reunat tulee nopeasti muotoilla lopulliseen kaltevuuteen, suoritetaan louhinta yleensä vaiheittain useammassa eri tasossa. Louhinta ulotetaan suunnitelmassa mainittuihin välitasoihin, kunnes saavutetaan lopullinen louhinnan pohjataso (kuva 1). Portaittainen louhinta mahdollistaa louhosalueen luiskien muotoilun kulloinkin haluttuun kaltevuuteen. Matalissa louhoksissa voidaan louhinta suorittaa myös yhtenä rintauksena. Luiskat loivennetaan tällöin esim. porausyvyyttä vaihtelemalla.



Kuva 1 VAIHEITTAINEN LOUHINTA

Ennen varsinaista louhintaa poistetaan alueelta puusto ja irtomaakerrokset. Tämä toimenpide on yhteydessä louhintarintauksen etene-  
misen kanssa. Irtomaiden läjitys tapahtuu ottamisalueen reunoille.  
Myöhemmin näitä maamassoja voidaan käyttää työnaikaiseen louhok-  
sen reunojen loivennukseen ja maaston muotoiluun.

#### Kalliroleikkaukset

Tielinjan kalliroleikkausten louhintatapa määräytyy mm. louhittavan leikkauksen pengerkorkeuden perusteella. Korkeissa kalliroleikkauksis-  
sa luiskat voidaan muotoilla käyttämällä vaiheittaista louhintatapaa.  
Louhintamenetelmä määräytyy osittain myös liikennetiheyden mukai-  
sen vaatimustason perusteella.

Yksityiskohtaisemmin louhintatöissä käytettyjä työmenetelmiä on kä-  
sitelty mm. seuraavissa julkaisuissa:

- Raimo Vuolio: Räjätystöiden suunnittelu ja suorittami-  
nen 1985.
- TVH, Tienrakennustyöt Yleinen työselitys. Kallion  
leikkaus- ja pengerrystyöt 1984, osa 1400.
- Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja, Vuorimiesyhdistys  
B 29, 1982.
- Atlas Copco, Manual, 1982.

## 2.2

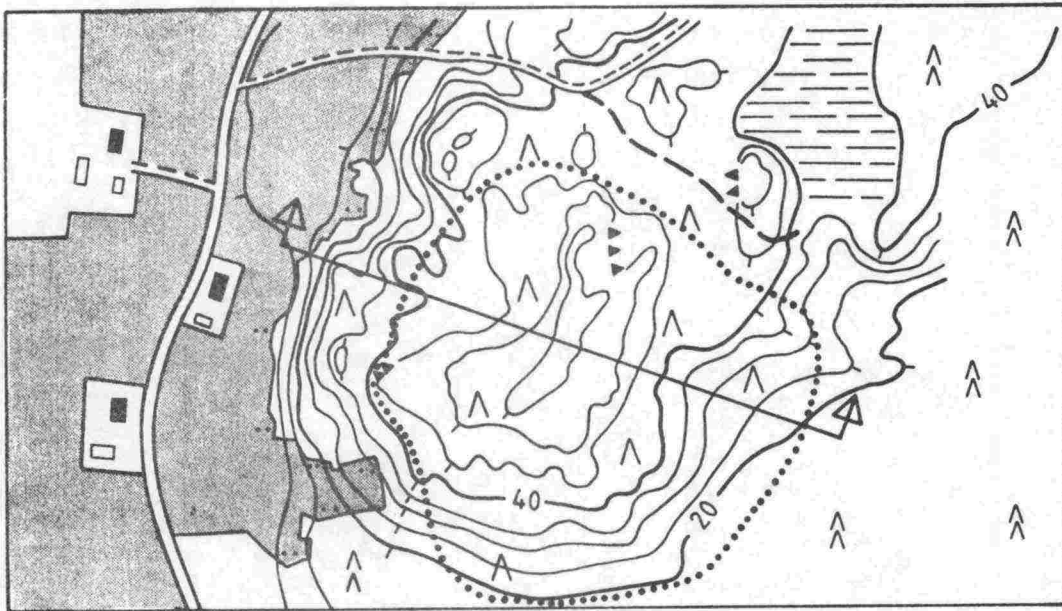
### Leikkausprofiilin valinta

Kiviaineksen ottoalueet Ottamisalueiden muotoilussa noudatettavat periaatteet riippuvat  
alueen tulevasta käyttötarkoituksesta. Maisemaan sopeutuvan loppu-  
tuloksen aikaansaamiseksi sekä turvallisuuden parantamiseksi louhos-  
alueen luiskat tulisi louhia porrasmaiseksi siten, että ne voidaan  
loiventaa heikkolaatuisella louheella ja maamassoilla keskimäärin  
kaltevuuteen 1:2 - 1:3. Asumattomalla seudulla voidaan joissain  
tapauksissa käyttää myös jyrkkää kaltevuutta (noin 3:1) edellyttäen,  
että luiskat muotoillaan siten, ettei niistä aiheudu putoamisvaaraa  
(ks. kappale 3.2). Maiseman elävöittäminen voidaan luiskakal-  
tevuutta vaihdella maaston muotoihin sopivalla tavalla louhosalueen  
eri osissa. Mikäli louhosta tullaan ottamistoiminnan jälkeen  
käyttämään täyttöalueena, voidaan reunat jättää kauttaaltaan jyr-  
kiksi. Tämä kuitenkin edellyttää, että täyttö suoritetaan välittömästi  
louhinnan päätyttyä.

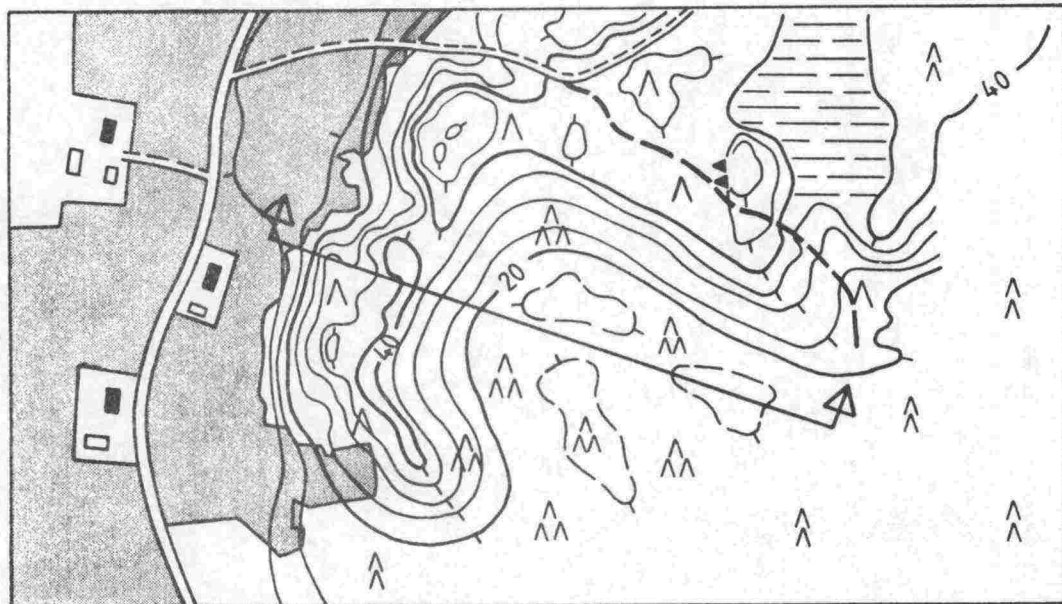
Eräs mahdollisuus louhosalueen muotoilemiseksi on esitetty kuvassa  
n:o 2. Louhoksen näkyvyyttä sekä louhinnan ja murskauksen aiheutta-  
mia haittavaikutuksia voidaan kuvan osoittamalla tavalla rajoittaa  
jättämällä louhoksen ja asutuksen väliin louhimaton vähintään 30 m:n  
levyinen suojavyöhyke.



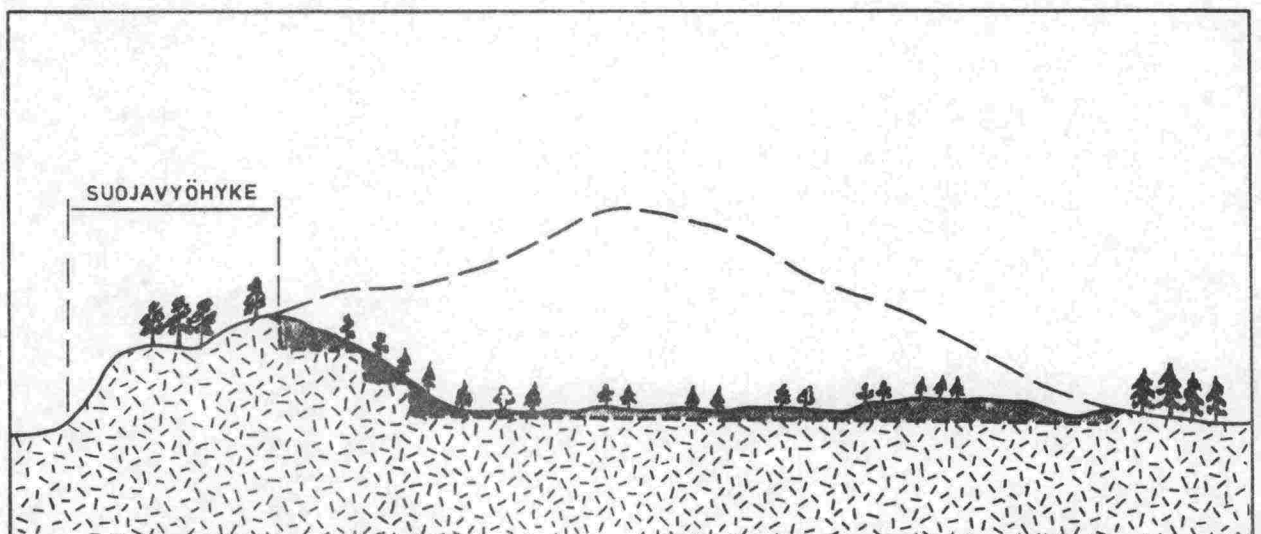
Kuva 2



LUONNONTILAINEN KALLIOALUE JA OTTAMISALUEEN RAJA



MAISEMOITU LOUHOSALUE



PROFIILI: MAASTO ENNEN LOUHINTAA / LOUHINNAN JA MAISEMOINNIN JÄLKEEN

## Kallioleikkaukset

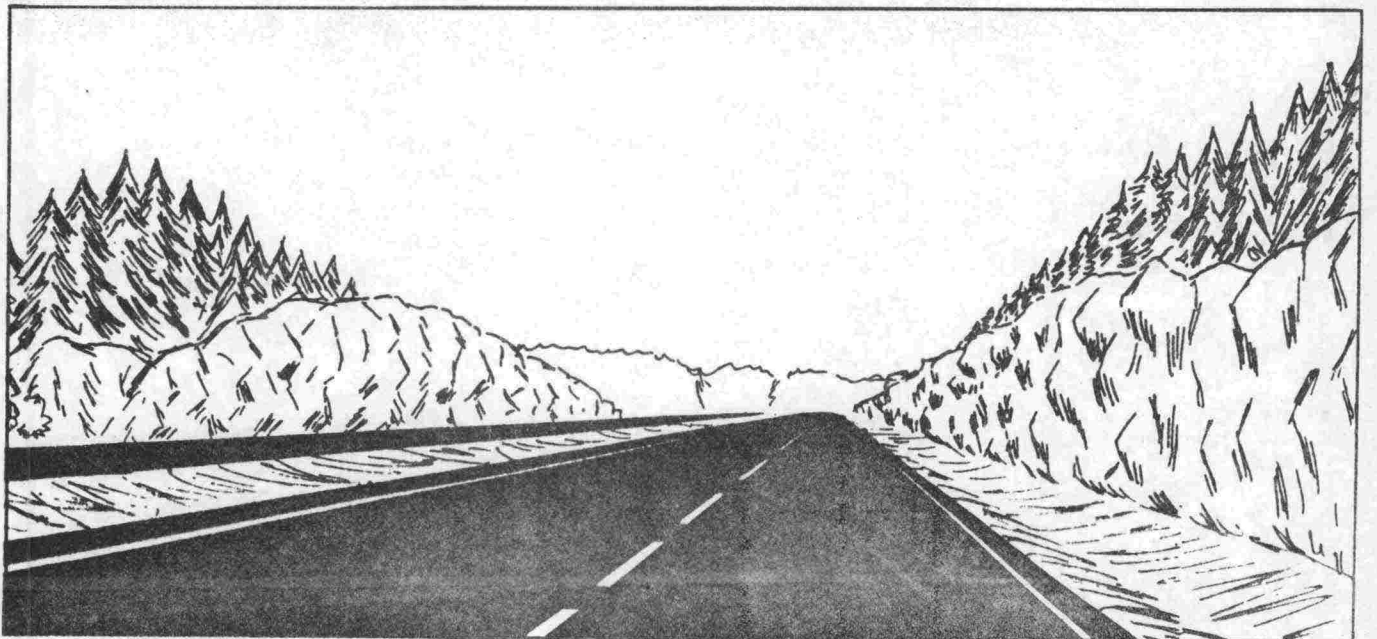
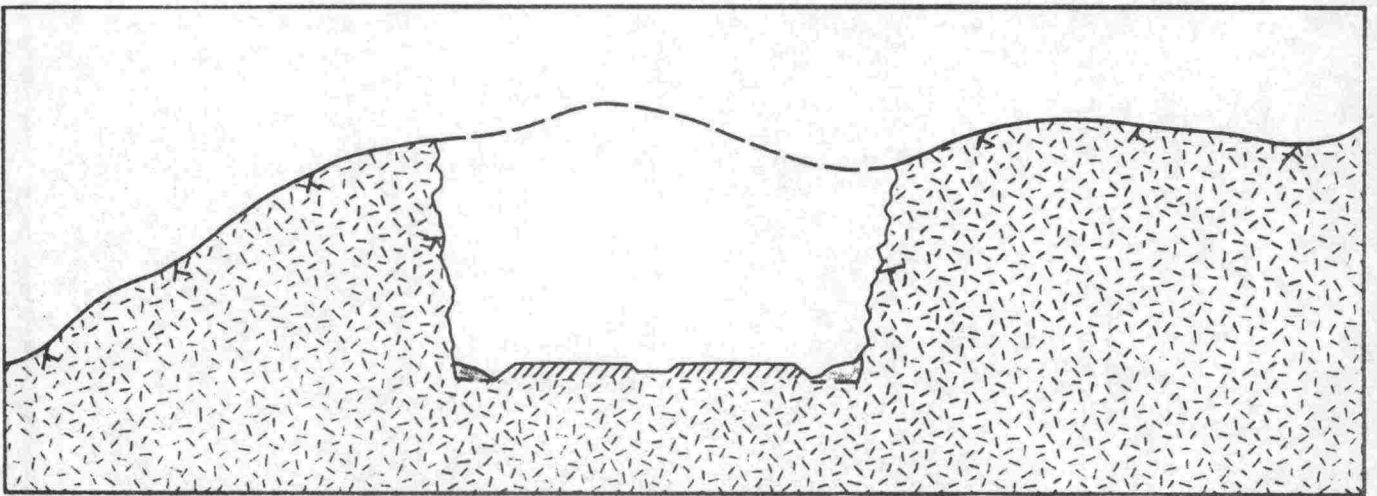
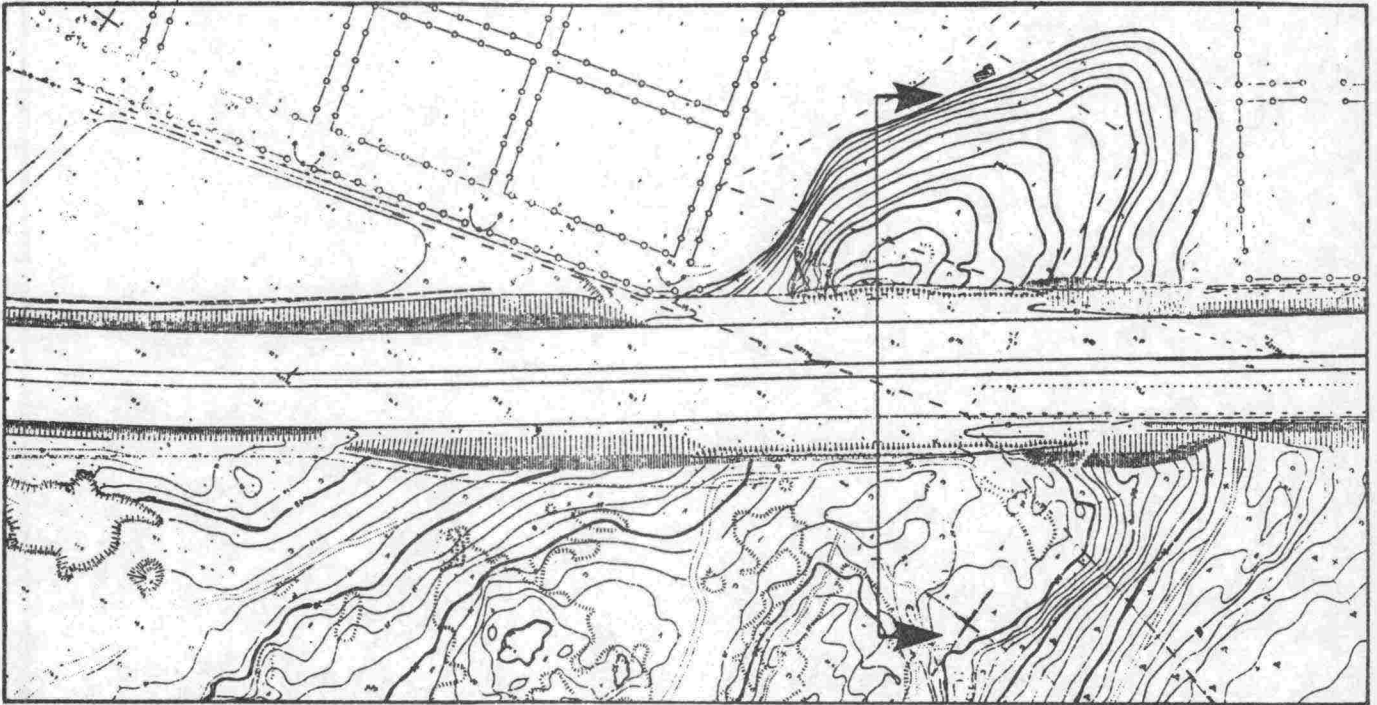
Erityisen suuri merkitys leikkausprofiilin valinnalla on tienvarsialueiden kallioleikkauksia suunniteltaessa. Loiventamalla perinteisiä, jyrkkäreunaisia kallioleikkauksia parannetaan maisemakuvan lisäksi myös näkyvyyttä ja liikenneturvallisuutta. Samalla estetään suistumisonnettomuuksia ja vähennetään kaiteiden tarvetta.

Suoritettaessa laajamittaisia kallioleikkausten loivennuksia tiealueen ulkopuolella tulee ottamistominnalle tällaisissa tapauksissa hakea maa-aineslain tai rakennuslain mukainen lupa. Ennen louhinnan aloittamista tulee lisäksi hankkia käyttöoikeus tarvittavalle maa-alueelle.

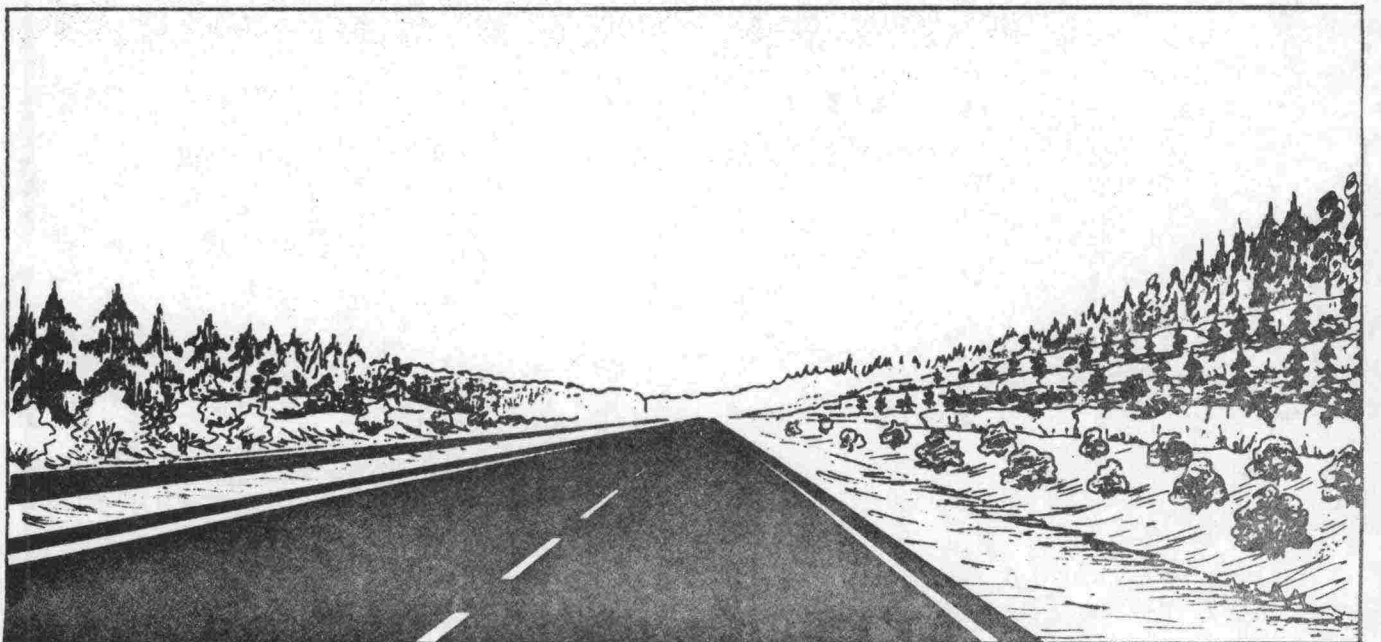
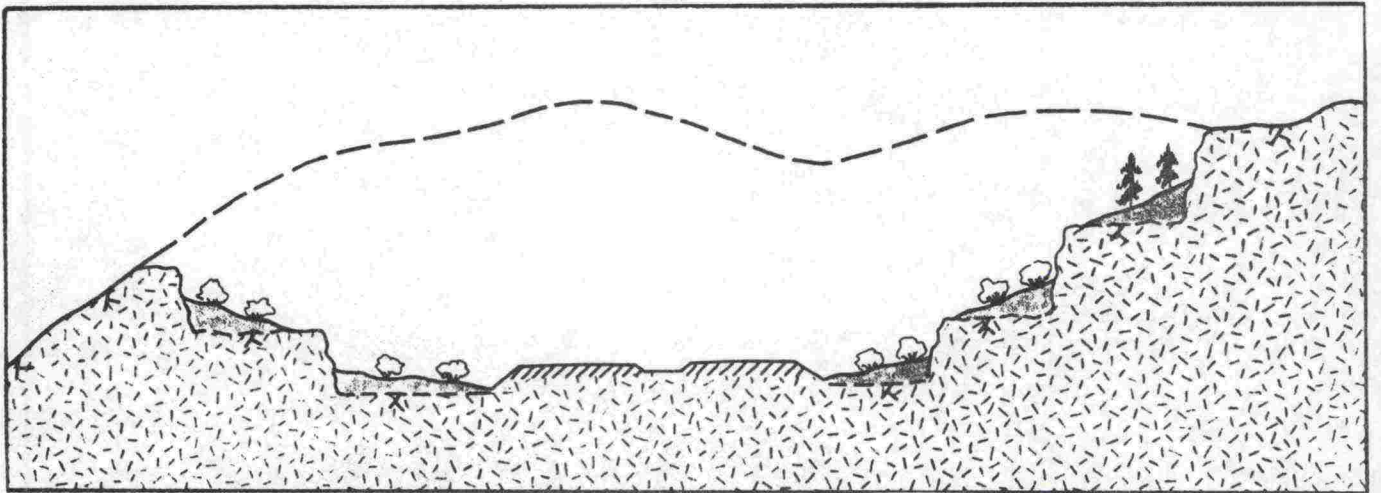
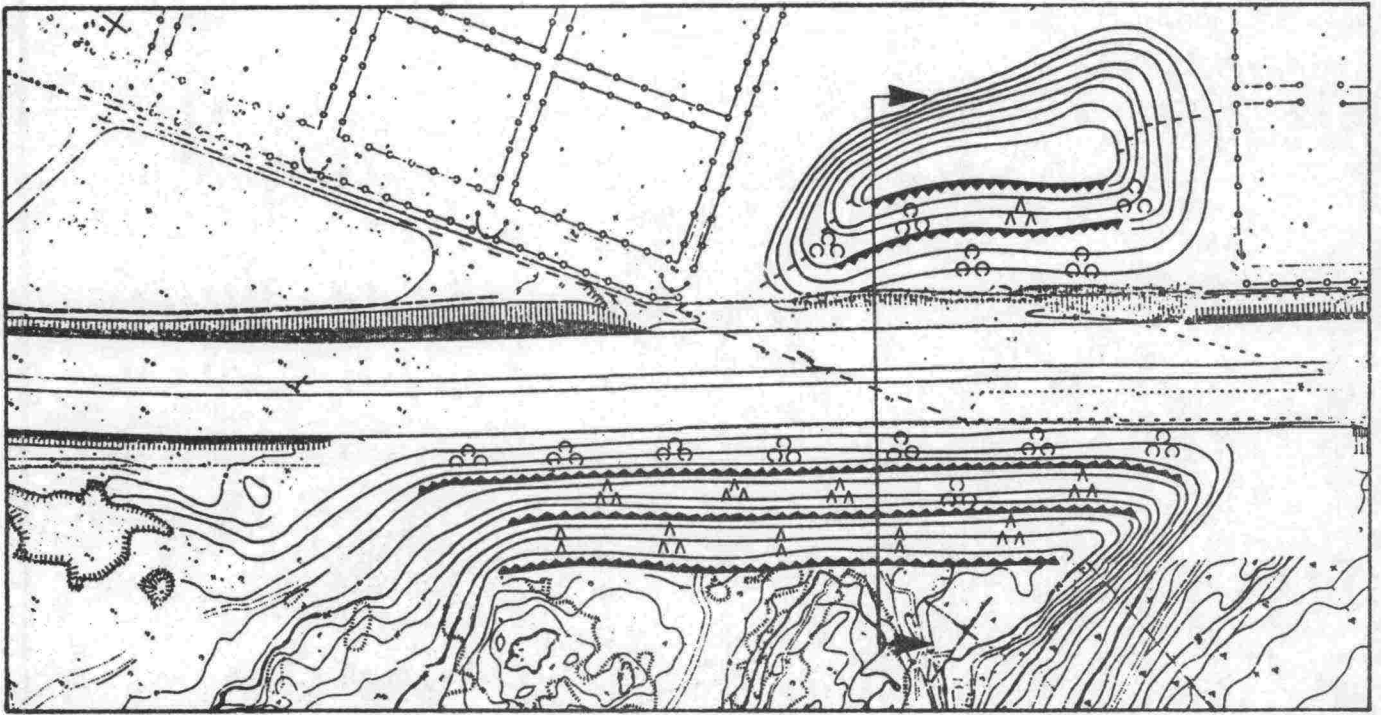
Korkeita kallioleikkauksia on mahdollista loiventaa porrastettua louhintaa käyttämällä. Leikkauksessa käytettävä luiskakaltevuus riippuu mm. leikkausrintausten korkeudesta, alueen pintatopografiasta sekä käytettävissä olevan luiska-alueen leveydestä. Suotuisissa olosuhteissa voidaan leikkaukset loiventaa siten, että luiskakaltevuudeksi saadaan jälkihoitotoimenpitein 1:2 - 1:3. Maisemoinnin ja työn teknisen toteutuksen kannalta suositeltavin porraskorkeus on tällöin noin 5 - 7 m. Normaalitytapauksissa joudutaan leikkausrintausta yleensä louhimaan edellä mainittua jyrkemmäksi. Erittäin korkeissa kallioleikkauksissa (> 20 m) on porrastetulla louhinnalla usein vaikea saavuttaa maisemallisesti onnistunutta lopputulosta. Jouduttaessa louhimaan tie huomattavan syvälle kallionpintaan nähden on syytä harkita myös tunnelivaihtoehtoa.

Kuvissa 3A ja 3B on esitetty esimerkkikuvoin vaihtoehtoinen loivennettu ratkaisu jyrkkäreunaiseksi louhitulle kallioleikkaukselle.

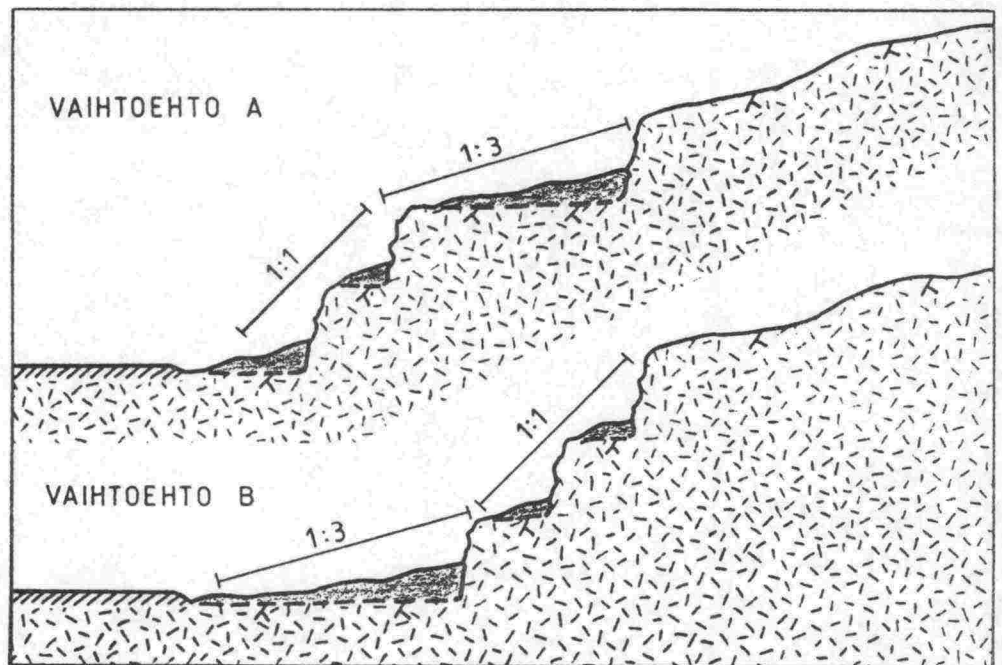
Kuva 3A TOTEUTETTU JYRKKÄREUNAINEN KALLIOLEIKKAUS



Kuva 3 B VAIHTOEHTOINEN LOIVENNETTU RATKAISU

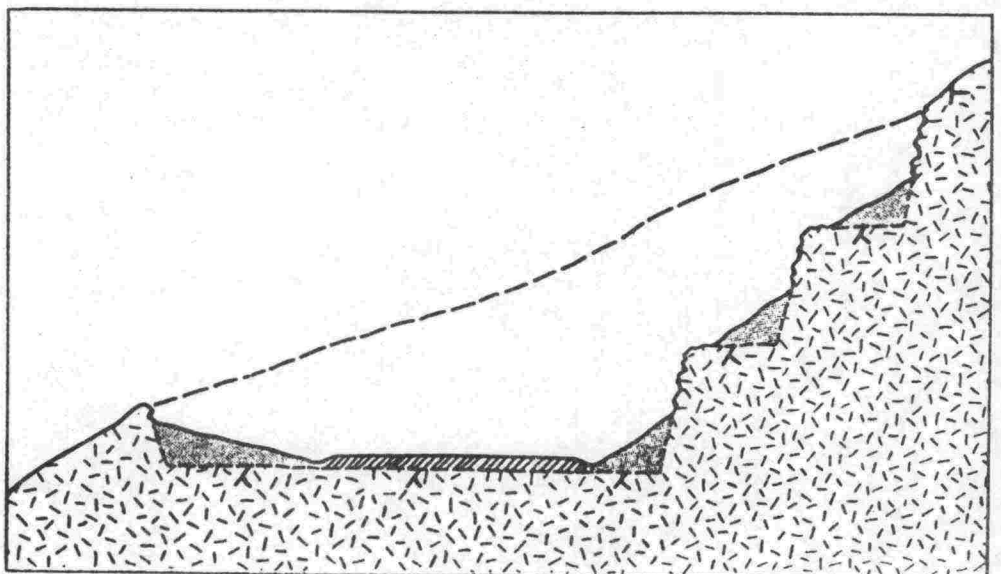


Leikkauksen maisemalle vieraita muotoja voidaan osittain pehmentää vaihtelemalla luiskakaltevuutta leikkauksen eri osissa (kuva 4). Käytämällä jyrkempää kaltevuutta alhaalla ja loivempaa ylhäällä (vaihtoehto A) saadaan leikkauksen ylimmät rinteet häivytettyä näkyvistä ja leikkaus näyttää matalammalta. Päinvastaisessa tapauksessa (vaihtoehto B) saadaan alemmat rinteet puuston avulla häivytettyä näkyvistä, mutta tieltä on näköyhteys ylemmille rinteille.



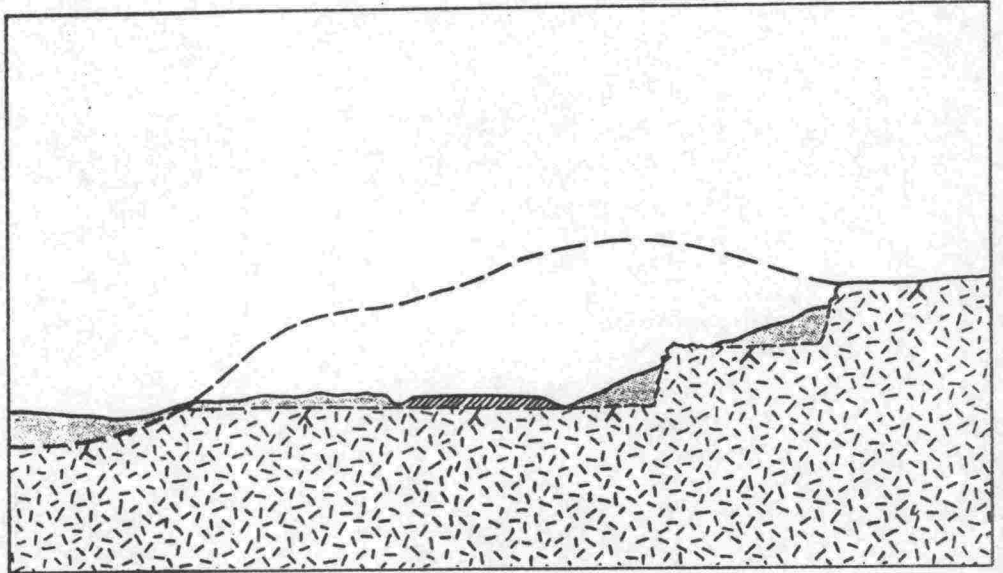
**Kuva 4** LUISKAKALTEVUUDEN VAIHTELU KALLIOLEIKKAUKSESSA

Voimakkaasti sivukaltevassa maastossa tulisi tieleikkauksen matalammalle puolelle jäävä alue louhia ylärinteen puoleista luiskaa loivemmaksi (kuva 5).



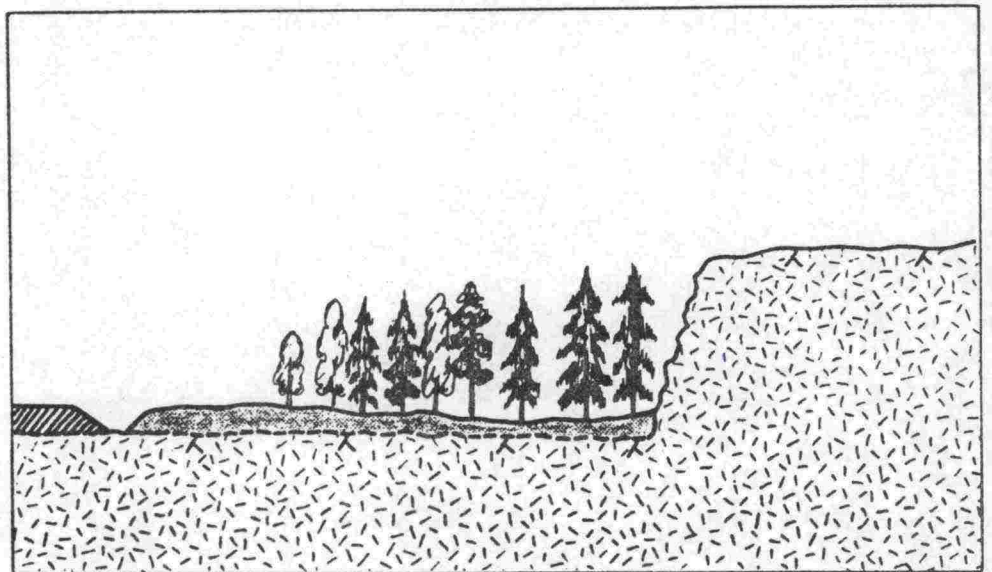
**Kuva 5** LEIKKAUS SIVUKALTEVASSA MAASTOSSA

Louhittaessa tieleikkaus kalliomäen reunaan on useimmiten maisemallisesti paras ratkaisu louhia reunanpuoleinen kallionosa kokonaan pois (kuva 6).



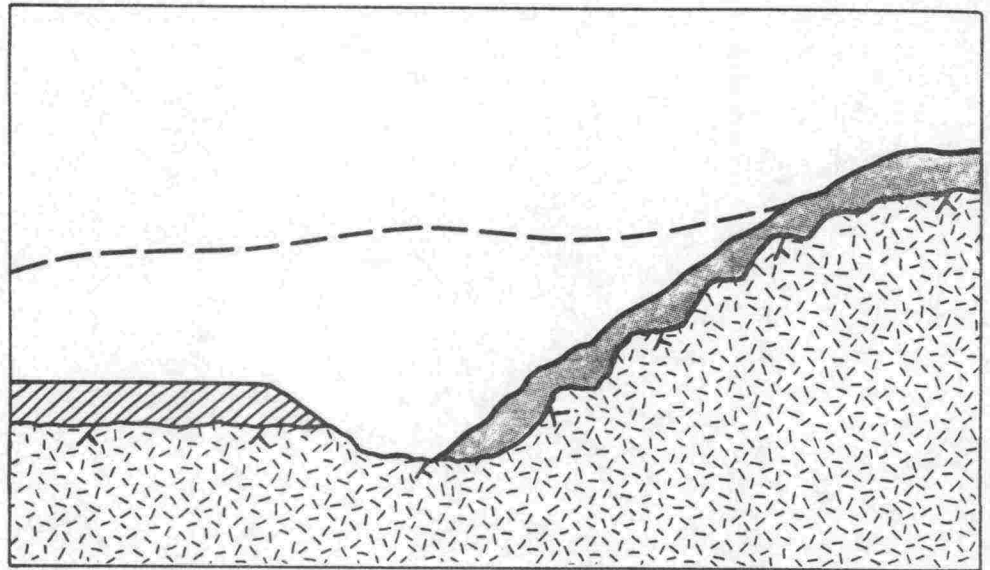
Kuva 6 LEIKKAUS KALLIOMÄEN REUNASSA

Matalissa leikkauksissa louhinta voidaan luiskan loiventamisen sijaan ulottaa tien tasossa kauemmaksi tienvarresta. Tällöin jyrkkä kallioluiska voidaan häivyttää näkyvistä metsittämällä väliin jäävä alue (kuva 7).



Kuva 7 LEIKKAUKSEN LAAJENNUS

Matalahko kallio voidaan myös louhimalla muotoilla loivaksi ja peittää epätasaiseksi louhittu kallionpinta maakerroksella (kuva 8).



Kuva 8 LOUHIMALLA LOIVENNETTU LEIKKAUS

### 2.3 Massatalous

**Kiviaineksen ottoalueet** Mikäli louhittava kohde käsittää erillisen kalliokohouman, voidaan alueella olevat massat yleensä ottaa kokonaisuudessaan käyttöön. Jos louhos puolestaan sijaitsee pinnanmuodoiltaan tasaisella kallioalueella, tehdään luiskien loiventaminen ottoalueen rajojen sisäpuolella ja osa massoista jää tällöin käyttämättä. Pienillä louhosalueilla loivenukseen jäävän massan osuus louhittavan kiviaineksen kokonaismäärästä on merkittävä.

Loivennettaessa esim. 10 ha:n suuruisen ja keskimäärin 15 m:n korkuisen louhosalueen reunat kaltevuuteen 1:2 jää loivenukseen massoja noin 320 000 m<sup>3</sup>ltr ja kaltevuudella 1:3 noin 480 000 m<sup>3</sup>ltr.

### Kallioleikkaukset

Muotoiltaessa uusia kallioleikkauksia loivapiirteisiksi joudutaan louhintaa ulottamaan normaalia kauemmaksi tielinjasta. Luiskakaltevuutta loiventamalla, kalliomäkien reunaosia louhimalla tai leikkauksia leventämällä voidaan lisätä hyötykäyttöön saatavan kalliokiviaineksen määrää. Tällä vaikutetaan tiehankkeen kokonaismassatalouteen. Myös vanhoja tieleikkauksia em. tavoilla maisemoimalla on mahdollista saada lisää kiviainesta muissa rakennuskohteissa käytettäväksi.

Luiskakaltevuuden vaikutus tieleikkauksesta saataviin massamääriin on tapauskohtaisesti riippuvainen mm. leikkausten korkeudesta sekä kalliopinnan topografiasta. Loivennettaessa esim. 15 m:n korkuinen pystykallioleikkaus portaittain molemmin puolin kaltevuuteen 1:2, saadaan alueelta lisämassoja noin 45 000 m<sup>3</sup>ltr/100 m. Luiskakaltevuuden ollessa 1:3, on käyttöön saatavien lisämassojen määrä vastaavasti noin 70 000 m<sup>3</sup>ltr/100 m.

## 2.4 Kalliolaatu

Kallion rakenteelliset ominaisuudet vaikuttavat oleellisesti kallion louhittavuuteen. Leikkaustöitä suunniteltaessa on kallion laatu otettava huomioon irrotettavien massojen käytön suunnittelemiseksi, oikean louhintamenetelmän löytämiseksi, kustannusten säästämiseksi ja pysyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Leikkausten maisemointiin vaikuttavana tekijänä käsitellään tässä yhteydessä ainoastaan kallio-ominaisuuksien vaikutusta louhintajälkeen ja pysyvyyteen. Kalliolaadun vaikutusta muihin osatekijöihin, kuten porattavuuteen, irrotettavuuteen ja murskattavuuteen on käsitelty mm. seuraavissa julkaisuissa:

- Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen, Vuorimiesyhdistys - Tutkimusseloste n:o 27, 1973.
- Rakennusalan kallioluokitus, VTT-Geotekniikan laboratorio, tiedonanto 12, 1974.
- TVH - Murskaustyön valvontaohjeet, 1982 (TVH 732810)

Kallio-ominaisuuksista suuntautuneisuus, rakoilu ja rapautuneisuus vaikuttavat eniten louhintajälkeen ja kallioleikkauksen pysyvyyteen.

Paras louhintajälki saavutetaan massamaisessa tai heikosti liuskeisessa kalliossa, joka on harva-vähärakoista ja rapautumatonta. Mitä enemmän kallio on liuskeista, rakoillutta ja rapautunutta, sitä vaikeampaa on tasaisen louhintajäljen aikaansaaminen. Liuskeisessa ja tiheärakoisessa kalliossa silein louhintajälki syntyy liuskeisuuden tai päärakoilun suunnassa. Liuskeisuutta tai tiheää rakoilua jyrkästi leikkaaville pinnoille syntyy pikkupiirteissään epätasainen pinta. Epätasaisin louhintajälki syntyy kun liuskeisuuden tai tiheän rakoilun suuntaa leikataan 20 - 30<sup>o</sup>:n kulmassa varsinkin tilanteessa, jossa rakoilun (tai liuskeisuuden) kaade on leikkauksesta poispäin.

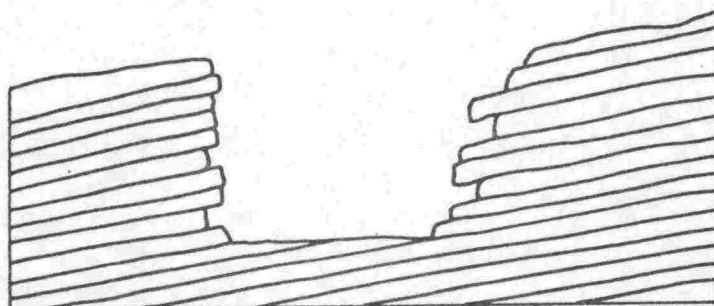
Louhintapintojen pysyvyyteen vaikuttaa ratkaisevasti rakoilun suunta ja avonaisuus. Kun leikkausten seinämä leikkaa voimakasta rakosuuntaa pituus- tai pystysuunnassa loivasti tai on sen suuntainen, on ryöstymiin varauduttava. Seinämät on pyrittävä luiskaamaan liuskeisuuden tai vallitsevan rakoilun kaateen mukaan. Mikäli tämä ei ole mahdollista, tulee leikkaus pyrkiä loiventamaan esim. porrastettua louhintatapaa käyttäen.

Kuvassa n:o 9 on esitetty miten liuskeisuus ja rakoilu vaikuttavat louhintajälkeen ja rintausten pysyvyyteen.

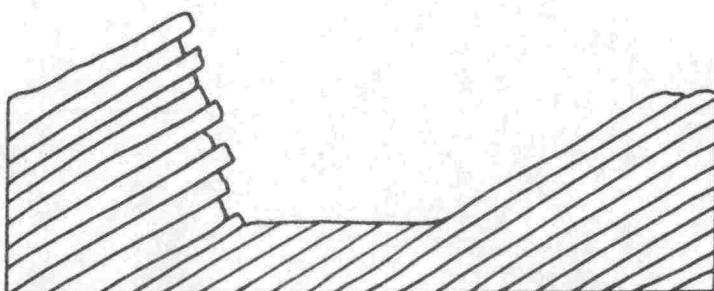


## Kuva 9

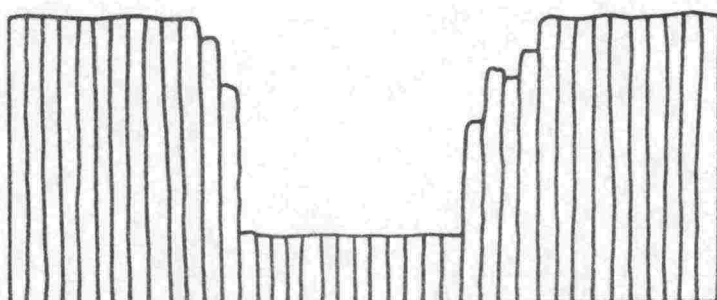
LIUSKEISUUDEN JA RAKOILUN VAIKUTUS  
LOUHINTAJÄLKEEN JA PYSYVYYTEEN



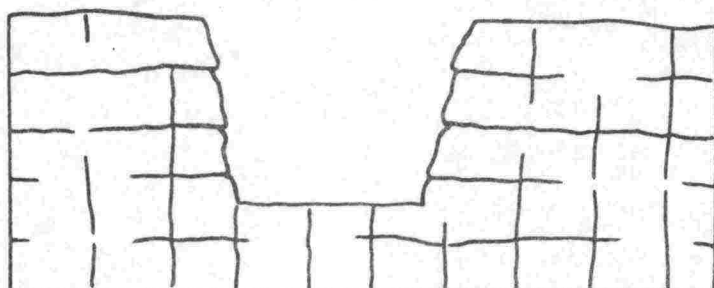
LOIVA-ASENTOINEN LIUSKEISUUS  
TAI TIHEÄ RAKOILU



VINOASENTOINEN LIUSKEISUUS  
TAI TIHEÄ RAKOILU



PYSTYASENTOINEN LIUSKEISUUS  
TAI TIHEÄ RAKOILU



MASSAMAINEN HARVARAKOINEN KIVILAATU

Nykytekniikalla pystytään rikkonainenkin kallio yleensä louhimaan haluttuun muotoon. Löyhissä ja rikkonaisissa kallioissa paras menetelmä halutun jäljen aikaansaamiseksi on jälkilouhinta. Tehty louhinta-profiili saatetaan joutua tällaisessa tapauksessa lujittamaan louhinnan jälkeen.

## 2.5

### Louhinnan ajoitus

**Kiviaineksen ottoalueet** Louhinnan toteuttamisaikataulu riippuu kiviainesten ottopaikoilla lähinnä kiviaineksen kysynnästä sekä louheen ja murskeen varastointimahdollisuuksista. Kiviaineksen ottamiseen myönnettyt luvat ovat yleensä pitkäaikaisia (≥ 10 vuotta). Louhintatyö saattaa kiviainestarteen vaihteluista johtuen ajoittua epätasaisesti ko. ajanjaksolle ja ottamistoiminta voi välillä kokonaan keskeytyä. Vaiheittain toteutettava louhintatapa mahdollistaa jälkihoito- ja kunnostustöiden aloittamisen valmiiksi louhituilla louhoksen reuna-alueilla ottamistoiminnan muualla vielä jatkuessa.

Poraus- ja räjäytystyöt tulee pyrkiä suorittamaan päiväsaikaan. Louhintatöiden suorittamisesta on yleensä syytä tehdä ilmoitus poliisilaitokselle tai maistraatille.

### Kallioleikkaukset

Uusia tieleikkauksia louhittaessa on otettaville massoille yleensä osoitettu käyttöpaikka maansiirtosuunnitelmassa ja louhinta voidaan suorittaa yhtäjaksoisesti alusta loppuun saakka.

Suoritettaessa louhintaa yleisen tien läheisyydessä (esim. vanhojen tieleikkausten luiskia loivennettaessa) on liikenne pysäytettävä alueen ulkopuolelle räjäytyksen ajaksi. Tarvittava turvaetäisyys riippuu louhittavan kentän koosta, mutta on vähintään 500 m molempiin suuntiin. Suurten louhintatyömaiden ollessa kysymyksessä voidaan myös harkita tieosan sulkemista louhintatöiden ajaksi. Tällöin on suljettu tieosa pystyttävä korvaamaan kiertotieyhteydellä.

Yksityiskohtaisempia ohjeita räjäytystöiden suorittamisesta yleisen tien läheisyydessä on esitetty mm. seuraavassa julkaisussa:

- TVH - Kaivutoiminta yleisen tien läheisyydessä, 1975 (TVH 2.343).

## 2.6

### Ympäristövaikutukset

#### Tärinä

Räjäytystärinästä saattaa aiheutua lähellä sijaitseville rakenteille vaurioita, jotka riippuvat lähinnä tärinän heilahdusnopeudesta sekä kiihtyvyydestä. Syntyvään tärinään voidaan vaikuttaa käytettävillä räjähdysaineilla, panostuksella, nallituksella, sytytyksellä, porauskaaviolla ja louhintakentän suuruudella. Tärinän heilahdusnopeutta ja kiihtyvyyttä voidaan tarkkailla tarpeen vaatiessa työmaa-alueen ympäristössä tärinämittauksilla. Mahdollisten tärinävaurioiden toteamiseksi on tarvittaessa pidettävä ennako- sekä jälkikatselmukset.

#### Melu ja pöly

Louhosalueiden aiheuttamat melu- ja pölyhaitat ovat peräisin lähinnä poraus-, räjäytys- ja murskaustöistä. Pölyämistä voi lisäksi aiheuttaa murskatun ja seulotun kiviaineksen varastointi kasoihin. Haittojen leviäminen riippuu huomattavassa määrin ympäristöalueen maanpinnan muodoista ja peitteisyydestä sekä tuulisuhteista. Melu- ja pöly-

haittojen leviämistä on mahdollista lisäksi rajoittaa mm. murskauslaitteiston koteloinnin sekä erilaisten pölynpoistojärjestelmien avulla.

Tarvittaessa voidaan mittauksilla selvittää pölylaskeuma tai pölyleijuma sekä melutaso louhosalueen ympäristössä.

Liikenteestä aiheutuvan melun leviämisen rajoittamiseksi voidaan asutuilla alueilla jättää asutuksen ja tien väliin louhimaton vyöhyke meluesteeksi. Tehokkaimmin melun leviämistä rajoittaa jyrkkäpiirteinen, loiventamaton kalliroleikkaus.

#### Pinta- ja pohjavesi

Louhinnasta johtuvien topografiamuutosten seurauksena pintavesien virtaussuhteet kallioalueilla muuttuvat. Vaikutuksena on virtaamamäärien muuttuminen lähiympäristön ojissa. Mikäli louhintaa ei uloteta pohjavesitason alapuolelle, ei louhinnalla ole olennaista vaikutusta ympäristöalueen pohjavesipinnan korkeuteen. Mikäli louhinta ulotetaan pohjavesipinnan alapuolelle, saattaa toiminnasta aiheutua louhoksen reuna-alueella pohjavesipinnan laskua. Runsaasti vettä vuotavat rakovyöhykkeet on mahdollista tarvittaessa tiivistää injektoimalla.

Mikäli tietoja alueen pohjavesipinnan korkeudesta ei muuten ole saatavissa, tulee louhosalueen ympäristöön ennen louhintatöiden aloittamista asentaa pohjaveden havaintoputkia. Havaintoputket ulotetaan riittävän syväälle pohjavesipinnan alapuolelle. Vesipintojen korkeutta seurataan havaintoputkista säännöllisesti.

Alueen pinta- ja pohjavesisuhteiden osalta selvitetään tilanne ennen louhintaa, louhinnan aikana sekä louhinnan ja maisemoinnin jälkeen. Pohjaveden likaantumisen estämiseksi tulee louhosalueella noudattaa jätteiden, jätevesien, polttoaineiden ym. käsittelyssä annettuja ohjeita ja määräyksiä.

#### Pienilmasto

Merkittävä louhinta muuttaa lähialueen pienilmastoa mm. tuulisuhhteiden ja valaistuksen osalta. Ilmastomuutokset saattavat puolestaan aiheuttaa häiriöitä asutukselle, puustolle ja aluskasvillisuudelle. Haittavaikutuksia voidaan vähentää suojaistutuksilla. Louhinnan vaikutuksesta muuttuneet valaistusolosuhteet saattavat vaikuttaa myös parantavasti peltojen ja viljelysten kasvuolosuhteisiin.

#### Kasvillisuus

Vesisuhteiden muuttuminen louhosten ja leikkausten reuna-alueilla voi aiheuttaa muutoksia kasvillisuuteen. Lähinnä tämä ilmenee täysikasvuisten puiden kuivumisena ylemmillä rinteillä, missä maapitteen paksuus on vähäinen. Louhinnan jälkeen tilanne kasvillisuuden osalta palautuu luonnostaan vähitellen.

#### Maisema

Louhinnasta on aina seurauksena muutoksia lähi- tai kaukomaiseman osalta. Näitä voidaan kuitenkin suunnittelun ja jälkihoidon avulla lieventää, jolloin vauriot eivät häiritsevästi erotu ympäristöstä. Alueilla, joiden maisemakuvaa on jo rikottu louhinta-, maankaivu- tai muilla toimenpiteillä, voidaan louhoksen tehokkaalla jälkihoidolla myös parantaa lopullista maisemakuvaa.

Kiviaineksen ottoalueen näkyvyys ja sen vaikutus ympäristön maisemakuvaan riippuu oleellisesti alueen topografiasta, korkeussuhteista sekä maaston peitteisyydestä. Kalliokiviaineksen otto kohdistuu yleensä ympäristöönsä ylemmäksi kohoaviin maastonosiin. Tehokkaim-

min näkyvyyttä rajoittaa louhosaluetta ympäröivä topografialtaan vaihteleva, metsäinen maasto. Häiriintyvien kohteiden, kuten asutuksen tai tien suuntaan voidaan näkyvyyttä rajoittaa esim. louhimatta jätettävän suojavyöhykeen avulla.

Korkeiden, jyrkkäreunaisiksi louhittujen kalliroleikkausten sopeuttaminen tienvarsimaisemaan tuottaa yleensä vaikeuksia. Tieleikkausten oikealla profiilin valinnalla sekä suunnitellusti suoritetuilla kunnostus- ja vihertoimenpiteillä aikaansaadaan positiivinen kokonaisvaikutus kaukomaisemaan. Näkyvyys tiealueen ulkopuolelle paranee ja tie liittyy luontevasti ympäröivään maisemaan.

Louhinnasta ja murskaustoiminnasta aiheutuvia ympäristövaikutuksia sekä ohjeita haittojen ehkäisemisestä on esitetty mm. seuraavissa julkaisuissa:

- TVH - Murskausaseman ympäristönsuojelu, 1985 (TVH 732799)
- TVH - Ympäristönsuojelu tienpidossa I ja II, 1974 (TVH 2.659 ja 2.646)

## 2.7

### Kiviaineksen kuljetus

Louheen kuormaus ja kuljetus ovat huomattava osatehtävä koko louhintaprosessissa. Työmaan kuljetusten järjestelyille muodostaa tärkeän perustan massansiirtosuunnitelma, jonka avulla pyritään

- välttämään tarpeetonta massojen käsittelyä
- välttämään massojen välivarastointia
- hyödyntämään kaikki käyttökelpoiset massat

### Kiviaineksen ottoalueet

Kalliokiviaineksen ottoalueilla rintauksesta irrotetun louheen murskaus ja jatkojalostus tapahtuu yleensä louhosalueella. Louhe murskataan joko suoraan tai välivarastoidaan louhosalueelle. Murskatut ja seulotut kiviainesfraktiot kuljetetaan joko suoraan kulutukseen tai varastoidaan alueelle. Jälkimmäinen vaihtoehto edellyttää laajoja varastoalueita louhoksen yhteydessä. Tieyhteys päätieltä louhosalueelle tulee pyrkiä järjestämään siten, ettei liikennöinti aiheuta häiriötä asutukselle.

### Kalliroleikkaukset

Tieleikkauksesta louhittavat tukirakenteisiin kelpaavat kalliomassat käytetään hyväksi ko. tien rakentamisessa. Osa massoista kuljetetaan sellaisenaan käytettäväksi pengermateriaalina. Louhittavien massojen välivarastointia ei tällaisissa tapauksissa tarvita ja kuljetusetäisyydet muodostuvat melko lyhyiksi. Materiaalin käytössä pyritään siihen, että hyvälaatuiset kiviainekset käytetään päällysrakenteen yläosaan ja huonompi aines alaosaan. Tällaisissa tapauksissa myös varastointia ja jatkojalostusta tarvitaan.

Kiviaineksen kuljetusten järjestelyjä on yksityiskohtaisesti käsitelty mm. julkaisussa:

- TVH, Maa- ja kivimassojen kuljetukset. 1980 (TVH 732868)

### 3 ALUSTAN KUNNOSTUS

#### 3.1 Yleiset periaatteet

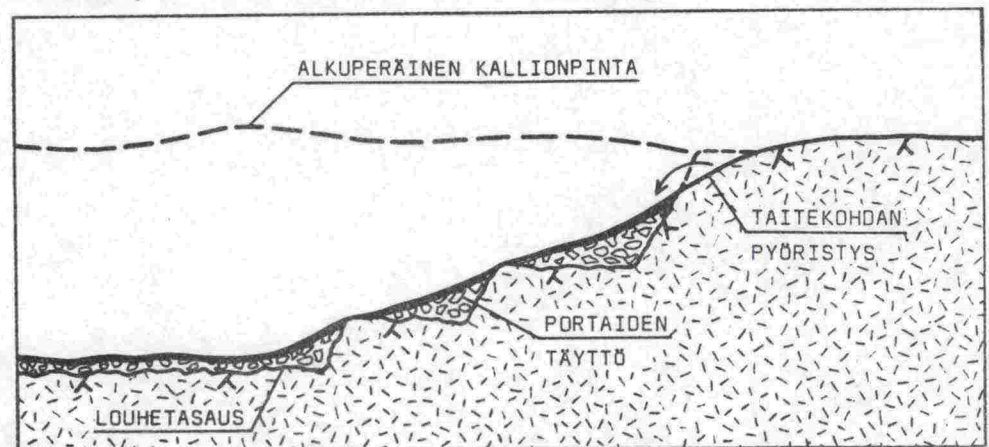
Ottamistoiminnasta aiheutuneita maisemamuutoksia on mahdollista korjata alueen tulevasta käyttötarkoituksesta riippuen seuraavia pääperiaatteita noudattaen:

- Maaston muodot palautetaan muualta tuotuja massoja käyttäen (esim. kalliokaatopaikat). Louhoksen luiskat voidaan jättää jyrkkäreunaisiksi. Maaston muotoilu ja metsitys suoritetaan täyttötoimenpiteiden jälkeen.
- Ottamisalue liitetään ympäröiviin maaston muotoihin. Louhoksen pohja tasataan ja muotoillaan sekä reunaluiskat loivennetaan ympäristöön sopeutuviksi. Yksittäiset "piikit" on poistettava leikkauksen reunoilta
- Alue otetaan muuhun käyttöön ja suunnitellaan kokonaan uusista lähtökohdista. Ottamistoiminnan jälkeisinä käyttömuotoina tulevat kysymykseen esim. teollisuus- tai urheilualueet. Joissakin tapauksissa saattaa tulla kysymykseen myös virkistysalue vesialtainen.

#### 3.2 Tasaukset ja loivennukset

Louhosalueiden sekä kalliorintausten lopullinen muotoilu suoritetaan irtomaamassoilla sekä louhoksen ylijäämämassoilla. Luiskat muotoillaan loiviksi ja taitteet pyöristetään siten, että aikaansaadaan mahdollisimman luonteva liittyminen ympäröivään maisemaan. Tasaustöiden yhteydessä suoritetaan alueen siistiminen.

**Kiviaineksen ottoalueet** Louhoksen reuna-alueen portaiden täytössä sekä pohjan tasauksessa voidaan käyttää mm. heikkolaatuista louhetta, raivausjätteitä sekä alueelta poistettua irtomaata (kuva 10).



Kuva 10 LOUHOKSEN TASAUS- JA TÄYTTÖTOIMENPITEET

Louhoksen reunan porrasmaiset rintaukset luiskataan ja loivennetaan keskimäärin kaltevuuteen 1:2 - 1:3. Luiskat, joiden kaltevuus vaihtelee ympäristön mukaan, ovat yleensä parhaimmat.

Louhoksen usein kattilamaisen muodon sulauttamiseksi ympäröivään maastoon, voidaan ylijäämämassoista tehdä louhoksen reunoille ja

pohjalle korkeudeltaan ja muodoltaan vaihtelevia kumpareita. Maaston muotoilussa voidaan käyttää hyväksi mm. ylisuuria lohkareita.

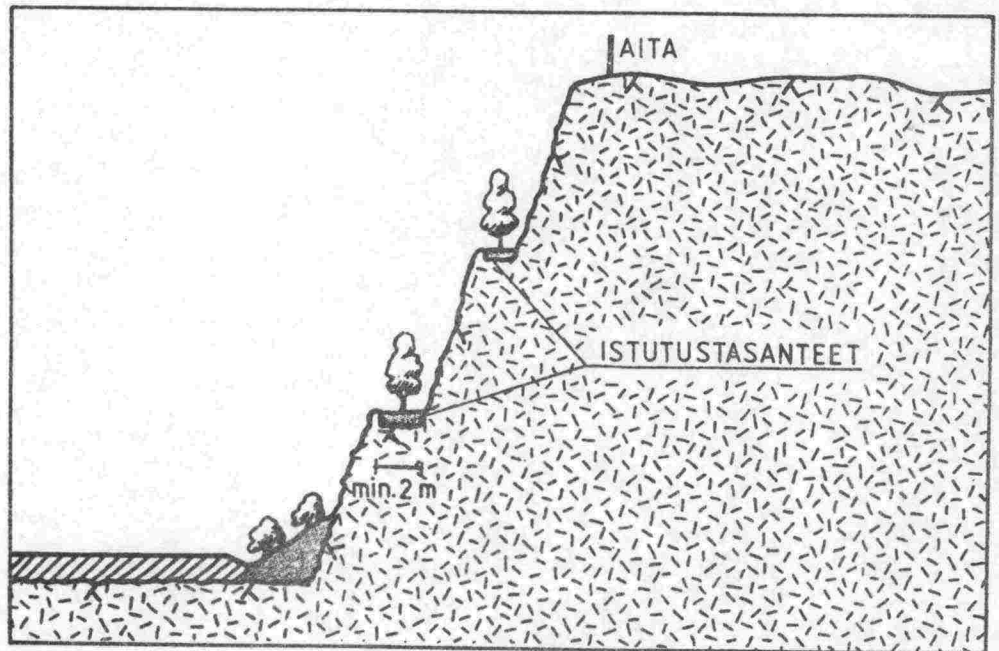
Kalliorintauksen yläreuna louhitaan pyöreämuotoiseksi, jolloin rintausta saadaan vaikuttamaan matalammalta ja luonnonmukaiselta (kuva 11). Rintauksen yläreunan ohella voidaan myös alempien portaiden reunoja pyöristää jälkihoidon yhteydessä ja käyttää irrotettavaa kiviainesta portaiden täytössä.

Mikäli louhoksen reuna jätetään em. kaltevuutta jyrkemmäksi (lähinnä asumattomilla seuduilla), tulee rintausten yläreuna muotoilla pyöreästi jyrkkeneväksi ja käyttää irrotettu kiviaines alareunan loiventamiseen. Louhosalue tulee tällaisissa tapauksissa myös aidata.

### Kallioleikkaukset

Mikäli tielinjan kallioleikkaukset on mahdollista loiventaa portaittain louhimalla, voidaan täyttö- ja kunnostustoimenpiteillä osittain tasata porrasmaista rintausta. Näillä toimenpiteillä on vaikutusta myös louhintajäljen peittävän kasvillisuuden kiinnittymiseen. Portaiden täyttö kokonaisuudessaan ei kallioleikkauksissa yleensä ole tarkoituksenmukaista. Kunnostustoimenpiteisiin käytetään kalliosta irrotettua kiviainesta sekä irtomaamassoja.

Jyrkkiäpiirteisissä leikkauksissa riittää istutusten kiinnittymiseen porrastasanteille noin 0,5 - 0,8 m:n paksuinen maakerros (kuva 11).



Kuva 11 ISTUTUSTASANTEET

### 3.3 Turvallisuuskysymykset

#### Kiviaineksen ottoalueet

Turvallisuussyistä tulisi louhosalueen ja -reunojen tasaus sekä loiventaminen aloittaa myöhempien louhintavaiheiden ollessa vielä käynnissä. Mikäli louhosta tullaan käyttämään täyttöalueena, suoritetaan louhin-

ta osa-alueittain siten, että täyttö voidaan aloittaa heti louhintavaiheeseen päätyttyä.

Louhosalueen pitämiseksi kuivana tulee valumavedet sekä mahdolliset vuotovedet johtaa alueen ulkopuolelle. Vesien johtamista on tarkemmin käsitelty kappaleessa 3.5.

Louhintatyön ajaksi louhoasalue tulee aidata kaikissa tapauksissa. Pysyvä aitaus on tarpeen, mikäli louhoksen luiskat jätetään normaalia jyrkemmäksi tai mikäli alueelle louhinnan jälkeen sijoitetaan toimintaa, minkä vuoksi ulkopuolisten pääsyä alueelle tulee rajoittaa.

#### Kalliroleikkaukset

Louhittaessa leikkausta rikkonaiseen kallioon tulee ryöstymävaaran vuoksi käyttää mahdollisimman loivaa luiskakaltevuutta ja varautua riittäviin lujitustoimenpiteisiin.

Heti louhinnan jälkeen poistetaan leikkauksen seinämästä irtonaiset tai helposti irtoavat kallionosat (rusnaus). Suuret kappaleet voidaan myös kiinnittää kalliopulteilla. Tiheärakoisessa ja/tai rapautuneessa kalliossa voidaan leikkauksen pysyvyys varmistaa ruiskubetonoinnin avulla. Myös teräsverkkoa on mahdollista käyttää rikkonaisissa kallionosissa.

Kallion raoissa oleva vesi saattaa talvella jäätyessään aiheuttaa rakojen avautumista ja kalliolohkojen liikkumista. Leikkausten seinämien kaltevuus suunnitellaan sellaiseksi, ettei pysyvyydelle vaarallista kalliolohkojen siirtymistä pääse tapahtumaan.

Jyrkkäreunaiset kalliroleikkaukset aidataan.

### 3.4

#### Kasvualustan rakentaminen

Tasaus- ja loivennustöiden jälkeen tulee vihertoimenpiteitä varten suorittaa kasvualustan rakentaminen. Kasvualustan laatu riippuu louhitun alueen maisemoinnissa kulloinkin käytettävästä vihermenetelmästä. Kasvualustaksi ajetaan 0,5 - 1,0 m:n paksuinen kerros kivennäismaata.

Metsitettävien louhosalueiden kasvualustaa parannetaan levittämällä maanpinnalle vähintään 5 cm:n kerros humuspitoista pintamaata. Humusta alueelle tuottavat myös lähiympäristössä mahdollisesti kasvavat lehtipuut. Humus sekoitetaan alla olevaan kivennäismaahan esim. äkeellä. Kasvillisuuden juurtumisen ja menestymisen kannalta on tärkeää, että humus- ja kivennäismaat sekoittuvat keskenään ja ettei maa myöhemmin liiku.

Istutettavien alueiden kasvualustan tulee sisältää kivennäismaalajitteita suhteessa, jossa maan kapillaari- ja vedenpidätyskyky ovat kasville riittävät. Kivennäismaan lisäksi kasvualustan tulisi sisältää myös humusta pieneliötoimintaa ja ravinteiden pidättymistä varten. Istutusalueen tulee olla runkopuilla vähintään 80 cm:n syvyinen ja pensaililla (taimiväli > 1 m) vähintään 50 cm:n syvyinen. Istutuskuopat ja yhtenäiset istutusalueet täytetään maaseoksella, jossa kaivettuun maahan on sekoitettu vähintään puolet peltomultaa, humusmaata tai turvetta. Maaseoksen humuspitoisuuden tulisi olla noin 15 - 20 %. Oikean ravinnetilan saavuttamiseksi kasvualusta lannoitetaan tarvit-

taessa käyttäen esim. dolomiittikalkkia ( $4 \text{ kg/m}^3$ ) tai typpirikasta PK-lannosta ( $1 - 2 \text{ kg/m}^3$ ).

Mikäli nurmetettavien alueiden maanpinta ei ole tiivis, se peitetään kosteutta pidättävällä, runsaasti hienoainesta sisältävällä, noin 20 cm:n paksuisella kerroksella, joka tasataan ja lopuksi tiivistetään. Jyrkissä luiskissa voi tulla kyseeseen maan sitominen esim. lautaris-tikon yms. avulla. Maan sitomisessa on mahdollista käyttää myös emulsioruiskutusmenetelmää. Muoviemulsio muodostaa maahan verk-komaisen, ilmaa ja vettä läpäisevän huokoisen pinnan, joka samalla suojaa rinnettä eroosiolta.

### 3.5

#### Vesien johtaminen

**Kiviaineksen ottoalueet** Valumavesien ja mahdollisten vuotovesien poisjohtamiseksi louhos-alueen pohja louhitaan ja tasataan tiettyyn suuntaan viettäväksi. Pohjan kaltevuuden tulee olla vähintään 3 - 5 o/oo. Mikäli vesimäärät ovat suuria, voidaan niiden poisjohtamiseksi jättää louhoksen pohjalle avo-oja. Vesien poisjohtaminen voi tapahtua myös salaojien kautta. Vedet johdetaan louhosalueen ulkopuoliseen pintavesiojastoon.

#### Kallioleikkaukset

Mikäli maanpinta leikkauksen yläpuolella viettää kohti louhittua rintausta, saattaa rinteeltä valuva vesi talvella aiheuttaa jään muodostumista leikkauksen reunalla (ns. paannejää). Tämä tulisi ottaa huomioon leikkauksen kaltevuutta suunniteltaessa, sillä etenkin jyrkissä leikkauksissa muodostuva jää aiheuttaa vaaratekijän liikenteelle.

Portaittain loivennetuissa kallioleikkauksissa louhitut tasanteet muo-toillaan siten, että vesi ei valu suoraan alas rinteiltä, vaan jää osittain tasanteille, kasvillisuuden käyttöön.

### 3.6

#### Kunnostuskustannukset

Kasvualustan kunnostuskustannuksia aiheuttavat mm. jälkilouhinta, pohjan tasaus, tarvittavat täytöt sekä mineraalimaan levitys kallion päälle. Myös mahdollinen aidan tekeminen louhosalueen ympärille aiheuttaa lisäkustannuksia.

Kustannuksia arvioitaessa on myös otettava huomioon kallio-ottoalueelta hyödyntämättä jäävän kiviaineksen kustannusvaikutuk-set. Toisaalta on otettava huomioon lisäkiviaineksista saatava hyöty kallioleikkauksissa.



## 4 VIHERTOIMENPITEET

### 4.1 Menetelmän valinta

Kallioleikkausten ja louhosalueiden vihertoimenpiteet suunnitellaan siten, että louhitusta alueesta tulee niiden avulla ympäristöönsä luontevasti liittyvä maiseman osa. Maisemanhoidossa käytetään luonnonkasveja, jotka menestyvät vähäisellä hoidolla ja soveltuvat hyvin ympäristöönsä. Käytettävistä kasveista antavat parhaiten viitteitä lähiympäristön puut, pensaat ja muu kasvillisuus.

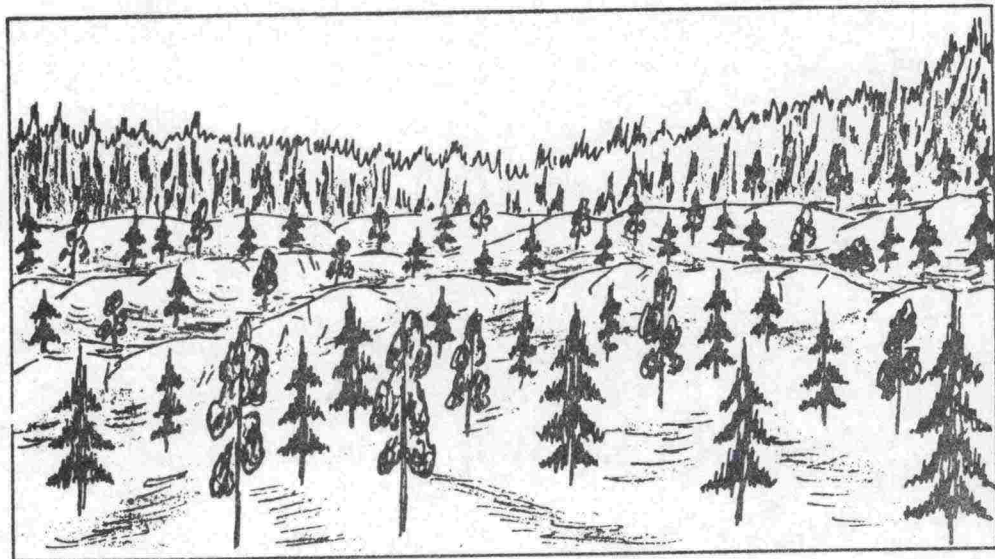
Ympäristöolosuhteista riippuen louhittujen alueiden maisemanhoidossa tulevat kyseeseen seuraavat vihermenetelmät:

- metsittäminen (luonnollinen metsittyminen, kylvö tai istutus)
- puu- ja pensasistutukset (yksittäiskohteet)
- nurmetus (kylvö- tai katemenetelmä)

**Kiviaineksen ottoalueet** Kiviaineksen ottamisalueilla suoritettavilla vihertoimenpiteillä pyritään louhosalue sopeuttamaan mahdollisimman hyvin ympäristöönsä. Yleisin vihermenetelmä louhosalueiden maisemoinnissa on metsittäminen.

Mikäli ympäristössä on riittävästi siemenpuita, louhosalue metsittyy luonnostaan muutaman vuoden kuluessa. Luonnollinen metsittyminen on yksinkertaisin ja yleisimmin käytetty ottoalueiden vihermenetelmä.

Mikäli alueen maisemallinen sijainti ja laajuus vaativat nopeita toimenpiteitä, voidaan metsittäminen suorittaa myös kylvämällä tai käyttämällä istutukseen pienikokoisia metsäpuun taimia.



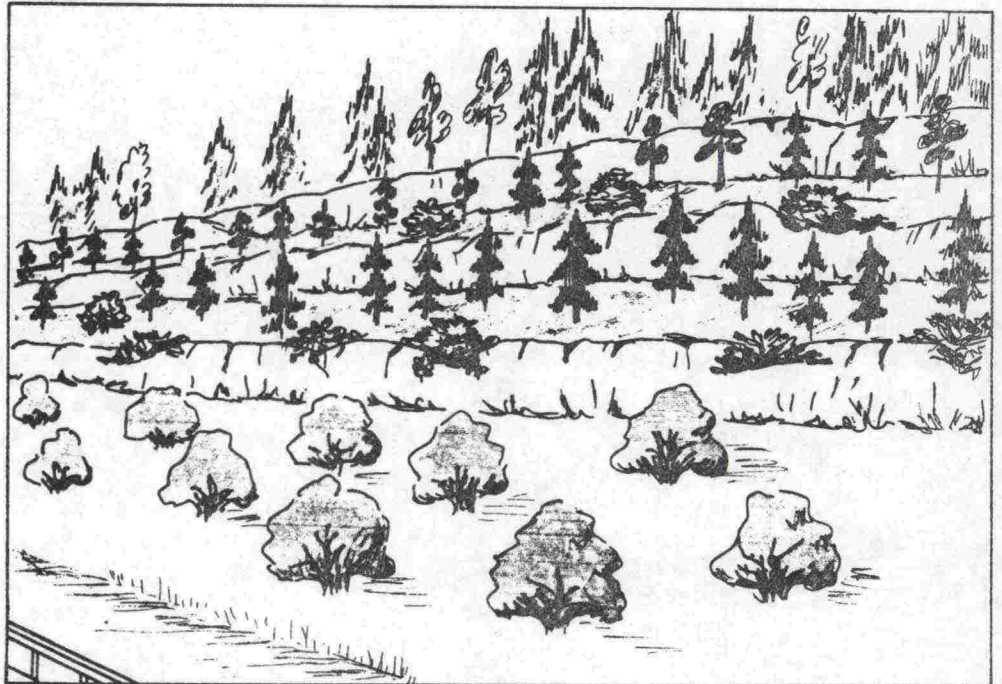
Kuva 12 METSITETTY LOUHOSALUE

Nurmetusta voidaan louhosalueilla käyttää paikoissa, jossa se maise-  
mallisesti sopii ympäristöönsä tai missä se maanpinnan sitomisen  
vuoksi on välttämätöntä. Nurmettaminen tulee kyseeseen myös, jos  
kaivutoiminnasta vapautuneille alueille on suunniteltu sellaista jälki-  
käyttöä, joka edellyttää nurmetusta.

#### Kallioleikkaukset

Kallioleikkausalueiden vihertoimenpiteillä pyritään liittämään tie su-  
lavasti ympäröivään maisemaan sekä peittämään louhinnasta aiheutu-  
neita maisemavaurioita. Vihertoimenpiteenä voidaan kallioleikkauk-  
sissa käyttää lähinnä puu- ja pensasistutuksia ja/tai nurmetusta.  
Suureksi kasvavien puiden sijoittamista luiska-alueille tien läheisyy-  
teen tulee välttää, koska ne voivat tuulen ja myrskyn sekä eroosion  
vaikutuksesta aiheuttaa vaaratekijän. Puiden käyttö luiskissa tulee  
kyseeseen ainoastaan riittävän kaukana tien reunasta sekä tasaiseksi  
louhitsuilla tienvarsialueilla, esim. liikennemelun torjumiseksi. Tiheä-  
puustoisella alueella voidaan leikkauksen luontevaa liittymistä ympä-  
ristöönsä edistää yläpuolista puustoa harventamalla.

Istuttamalla matalaa pensaskasvillisuutta tieleikkausten alemmille  
rinteille saadaan aikaan avara maisemakuva ja parannetaan samalla  
näkyvyyttä sekä liikenneturvallisuutta. Istutuksissa voidaan käyt-  
tää hyväksi louhitun kallionpinnan epätasaisuuksia.



Kuva 13 PUU- JA PENSASISTUTUKSIA KALLIOLEIKKAUKSESSA

Nurmetusta voidaan tieleikkauksissa käyttää paikoissa, joissa se on  
maisemaan sopeuttamisen tai maanpinnan sitomisen vuoksi tarpeen.  
Eräänä mahdollisuutena tulee kyseeseen myös siirtonurmikko, jota  
suositellaan käytettäväksi varsinkin vaativissa kohteissa lähinnä asu-  
tuilla alueilla.

#### 4.2 Metsittäminen

Kylvömetsityksessä käytetään etelä-Suomessa "metsikkösiementen"  
ryhmään kuuluvia havupuiden siemeniä, (luokka b 3 ja b 4). Kylvömet-  
sitys edellyttää pintamaiden levitystä kasvualustaksi sekä tarvittaes-  
sa lannoitusta typpipitoisella Y-lannoksella.

Istuttamalla suoritettu metsitys onnistuu yleensä kylvömetsitystä paremmin. Istutuksiin käytetään joko koulimattomia tai taimistossa koulittuja, kotimaisia, luonnonvaraisina esiintyviä puulajeja. Lajin valinta tulee suorittaa ympäristöolosuhteiden perusteella. Metsäpuiden taimet istutetaan 1 - 2 vuotisina. Istutustiheytenä käytetään koulituilla taimilla noin 3 000 kpl/ha ja koulimattomilla noin 4 000 kpl/ha.

Pääpuulajeina ovat mänty, kuusi, koivu ja pihlaja.

#### 4.3

#### Puu- ja pensasistutukset

Puu- ja pensasistutuksissa käytetään taimistoilta hankittavia juuri-paakullisia puiden taimia ja vahvajuurisia pensaiden taimia. Istuttaminen edellyttää kasvualustan kunnostusta ja tarvittaessa myös lannoitusta. Tienvarsi-istutuksiin käytetään lähinnä kotimaisia tai kotimaassa kestäväksi todettuja kasveja. Isoja pensaita istutettaessa on käytettävä paakku- taimia. Taimiväli istutuksissa riippuu kullekin kasvilajille ominaisesta kasvulaajuudesta. Keskimääräisenä ohjeena voidaan pitää, että pienet pensaat istutetaan lajista riippuen 0,5 - 1 m:n välein, keskisuuret pensaat 1 - 1,5 m:n välein sekä suuret pensaat 1,5 - 2 m:n välein.

#### 4.4

#### Nurmetus

Nurmetuksissa käytetään yleensä matalakortisia heiniä. Kyseeseen tulevia lajikkeita ovat esim. punanata, rölli, niittynurmikka, apila ja timotei. Käytettävä siemenseos noin 100 - 200 kg/ha. Käytettävän lajikkeiston tulee olla mattoa muodostavaa ja rönsyilevää. Jossakin tapauksessa nurmetus voidaan tehdä emulsioruiskutuksena (kateainesten, sideaineiden ja siementen seos).

Nurmikon hoitoon kuuluu yleensä vain perustamisvuoden jälkeisen kasvukauden alussa nurmikon täydennyslannoitus.

#### 4.5

#### Jälkitoimenpiteet

Kylvämällä metsitetyillä alueilla joudutaan joissain tapauksissa suorittamaan ylitiheyden välttämiseksi taimikon harvennusta. Harvennus tulisi suorittaa taimien koon ollessa yli 70 cm.

Taimikkoalueella suoritettu vesakontorjunta vähentää myöhempiä perkaustöitä. Torjunta voidaan suorittaa joko mekaanisesti tai kemiallisesti. Mekaanisessa torjunnassa pensaat tai puun taimet leikataan, murskataan tai irrotetaan juurineen maasta. Kemiallisessa torjunnassa vesakon kasvu lamautetaan tehoaineilla. Käytetyt menetelmät ovat mm. kantokäsittely sekä lehvästöruikeutus. Yleensä kemiallisilla menetelmillä pyritään ainoastaan täydentämään mekaanista torjuntaa.

Metsitetyn alueen jälkilannoitus suoritetaan 3 - 5 vuoden kuluttua. Lannoitukseen käytetään typpipitoista Y-lannosta tai vastaavaa lannoitetyyppiä. Lannoite sirotellaan keväällä, huhti-toukokuussa paljaalle maalle. Käytettävä lannoitemäärä on noin 300 - 600 kg/ha. Tarvittaessa voidaan jälkitoimenpiteenä suorittaa laikkulannoitus.

#### 4.6

##### Vihertöiden kustannukset

Ensisijaisesti vihertöiden kustannuksiin vaikuttavat käytettävien menetelmien lisäksi lajistovalinnat. Lisäksi tulee ottaa huomioon henkilötyön kustannuksina noin 4 000 mk/ha.

Metsitystöiden osalta ovat taimikustannukset yleensä alle 10 000 mk/ha. Poikkeuksellisesti käytettävissä erityisistutuksissa voidaan kustannuksiksi arvioida puiden osalta 100 - 300 mk/kpl

Maisemakuvaa elävöittävät pensasistutukset aiheuttavat kustannuksia noin 40 - 80 mk/kpl. Joissakin tapauksissa käytettävä nurmetus aiheuttaa kustannuksia menetelmästä riippuen 20 000 - 70 000 mk/ha.

#### 4.7

##### Kasvilajien valinta

Ratkaiseva peruste lajiston valinnassa on kasvien ilmastollinen kestävyys ja kohteen maantieteellinen sijainti. Ilmastollisten tekijöiden perusteella Suomi jaetaan seitsemään erilaiseen vyöhykkeeseen, joilla kullakin on omat erityispiirteensä kasvilajien menestymisen kannalta. Vaateliaimmat lajit menestyvät vain eteläisimmillä kasvupaikoilla (luokat I - II).

Tässä ohjeessa on tarkasteltu lajistovyöhykettä IV, joka edustanee ilmastollista keskiarvotilannetta Suomessa. Kasvukauden pituus on tällä alueella noin 3 viikkoa lyhempi kuin eteläisellä rannikkoalueella. Tästä syystä vyöhykkeellä IV eivät menesty hyvin sellaiset lajit, jotka vaativat pitkää kasvukautta.

Vihertöissä suositellaan käytettäväksi paikallisissa taimistoissa koulittuja taimia. Yksityiskohtaisemmin eri kasvilajeja ja niiden soveltuvuutta on tarkasteltu liitteessä 1. Yhteenvetona vyöhykkeellä IV menestyvät puut ja pensaat voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- lehtipuut (haapa, koivu, pihlaja, leppä, vaahtera, metsälehmus, hopeapaju)
- havupuut (kuuset, lehtikuuset, männyt, kataja, tuija)
- pensaat (aronia, pajut, ruusut, hernepensas, tuhkapensas)
- köynnökset (punakoiso ja humala)

## 5 KALLIOKIVIAINEKSEN OTTAMISSUUNNITELMA

### 5.1 Yleisiä näkökohtia

Maa-aineslain perusteella kalliokiviainesten ottaminen edellyttää hyväksytyä suunnitelmaa. Ottamisluvan hakijan tulee suunnitelman yhteydessä esittää selvitys mm. ottoalueen ja sen lähialueen nykytilanteesta sekä ottamistoimenpiteistä aiheutuvista ympäristömuutoksista.

MAL 3 §:n perusteella ottolupaa ei tule myöntää, jos hankkeesta aiheutuu kauniin maisemakuvan turmeltuminen tai luonnon merkittävien kauneusarvojen ja erikoisten luonnonesiintymien tuhoutuminen. Lupa on evättävä myös silloin, kun hankkeesta aiheutuu huomattavia tai laajalle ulottuvia vahingollisia muutoksia luonnonoloissa.

Maa-aineslaki edellyttää, että ottamispaikat ja aineiden ottaminen järjestetään niin, että ottamisen vahingollinen vaikutus luontoon ja maisemakuvaan jää mahdollisimman vähäiseksi. Toiminnasta ei saa aiheutua asutukselle tai ympäristölle vaaraa tai kohtuullisin kustannuksin vältettävissä olevaa haittaa.

### 5.2 Suunnittelun päätavoitteet

Kallioalueen sijainnista ja ympäristöstä riippuen ottamissuunnitelma voi vaihdella yleispiirteisestä kalliomassojen käyttöehdotuksesta monimuotoiseen ja useissa eri vaiheissa toteutettavaan maankäyttöratkaisuun. Suunnitelmalle asetettavan vaatimustason määrittelee ensisijaisesti kunta.

On tärkeää, että tavoite on realistinen. Massojen käytössä tulee pyrkiä optimaaliseen ratkaisuun, jolloin alueen sopeuttaminen ympäristöönsä on kohtalaisen helposti toteutettavissa. Suunnittelutavoitteita ovat myös toiminnan taloudellisuus sekä erilaisten suojelunäkökohtien huomioon ottaminen.

Tavoitemäärittelyyn vaikuttavia tekijöitä ovat mm. massatarpeen arviointi ja käytettävissä olevat materiaalivarat, alueen suunnittelu-tilanne sekä ympäristötekijät. Tavoitteisiin vaikuttavat myös hankkeen aikataulu sekä valmiudet toiminnan käynnistämiseen.

### 5.3 Perusselvitykset

Ottamissuunnitelman laatiminen edellyttää alustavaa suunnittelutyötä, jonka yhteydessä selvitetään geologiset taustatiedot, kiviaineksen laatu ja alueen käytön rajoitukset. Perusselvityksiin kuuluvat myös tukitoiminta-alueiden määrittely ja vaihtoehtoiset ratkaisut massojen käytön osalta.

Tarvittavat perustiedot saadaan pääasiallisesti kartta- ja maastoselvitysten yhteydessä. Tällöin myös tarkistetaan ottamisalueen nykytilanne. Maanpinnan korkeus on varmistettava vaaitusten avulla tilanteen edellyttämässä laajuudessa. Ympäristön topografian selvittämiseksi yleensä riittää karttainformaatio.

Ottamissuunnitelman laatiminen edellyttää perustietoja mm. ympäristön asutuksesta, tieyhteyksistä, suojavyöhykkeistä, kasvillisuudesta

ja muista luonnonoloista. Tarpeellisia ovat myös tiedot pohjavesipinnan korkeudesta sekä ottamistoimenpiteiden aiheuttamista epäkohdista.

#### 5.4 Kalliomassojen käyttö

Ottamissuunnitelmaan kuuluvat mm. alueelta otettavien massojen ja tulevien pohjatasojen määrittely. Huomiota on kiinnitettävä myös teknisen huollon mahdollisuuksiin ja liikenteellisiin ongelmiin. Omana ryhmänään on tarkasteltava melusta ja pölystä aiheutuvia ongelmia.

Ongelmia saattaa aiheutua pohjavesipinnan alapuolisesta louhinnasta sekä ilmansuojelun vaatimuksista. On myös korostettava, että ottamisalueelle on jätettävä riittävästi tilaa sekä laitteille että varastokasoille. Joissakin tapauksissa saattaa vesien poisjohtaminen osoittautua vaikeaksi.

Käyttöehdotus esitetään karttoina ja leikkauksina, joita suunnitelmaselostus täydentää. Esitettäviä asioita ovat mm. hankkeen perustelut ja alueen yleistiedot, selvitys ottamistoimenpiteistä ja ajoituksesta sekä liikenne- ja turvallisuusnäkökohdista. Toimenpiteiden ympäristövaikutukset on selvitettävä.

#### 5.5 Jälkihoidon suuntaviivat

Kalliokiviaineksen ottamissuunnitelmassa on tärkeä merkitys jälkihoidon liittyvillä toimenpiteillä. Näillä tarkoitetaan kalliomaaston muotoilua, kasvualustan rakentamista sekä vihertöitä, joiden määrä ja laajuus vaihtelevat tapauskohtaisesti.

Muotoiluun liittyviä toimenpiteitä ovat luiskien loivennukset, täytöt, porrastukset ja pintamaiden kasaaminen kasvualustaksi. Joissakin tapauksissa joudutaan louhinnan aikana rakentamaan meluvalleja, jotka viimeistään maisemoinnin yhteydessä sopeutetaan ympäristöön.

Oleellisesti jälkihoidon liittyviä ovat vihertyöt. Yleensä kyseeseen tulee metsitys taimi-istutuksella tai kylvömenetelmällä, joilla alueen kasvillisuus pyritään sopeuttamaan kallioalueen luonnontilaiseen ympäristöön. Suunnitelmaselostuksessa tarkastellaan myös alueen jälkikäyttömahdollisuuksia.

#### 5.6 Muita näkökohtia

Kallioalueen käyttösuunnitelmaan kuuluu arvio alueen tulevasta käyttötarkoituksesta ottamisen ja maisemoinnin päätyttyä. Kunnostettu kalliopohja saattaa soveltua esim. teollisuuskäyttöön, varastoalueeksi tai erilaisiin urheilutoimintoihin. Pohjavesipinnan alapuolelle ulottuva louhinta saattaa antaa mahdollisuuksia esim. keinotekoisien lammen tekemiseen.

Maiseman keinotekoinen muuttaminen lampialueeksi vaatii runsaasti yksityiskohtaista suunnittelua. Suuriakin maisemaparannuksia voidaan saada aikaan, jos vanhoja tieleikkauksia asutustaajamien lähellä aktiivisesti kunnostetaan istutusten avulla. Kallioleikkausten kunnostus jälkikäteen edellyttää tavallisesti myös tukirakennelmien käyttöä.

Istutusten osalta on pidettävä mielessä, että eräät kasvilajit vaativat menestyäkseen reheviä kasvupaikkaolosuhteita. Tästä syystä kallio-alueille, joita ympäröi tuore kangasmetsä, kasvualustaksi sopii hienorakeinen mineraalimaa. Puolukka- ja kanervatyypin kangasmetsä menestyy karummallakin kasvualustalla. Tarpeen mukaan metsän aluskasvillisuutta voidaan siirtää alueelle mättäinä.

Ottopaikkojen maisemoinnissa käyttökelpoiset puu- ja pensaslajit

### Havupuut

- Kataja Viihtyy aurinkoisella, kuivalla kasvupaikalla. Sopii koristepuuksi tai pensaaksi. Korkeus 1-2 m.
- Kuusi Kestää ilman saasteita huonosti. Vaatii tuoretta, runsasravinteista kasvupaikkaa. Sopivia lajeja mm. okakuusi aurinkoisille kuiville paikoille ja valko-kuusi suojaistutuksiin.
- Lehtikuusi Kestää ilman saasteita. Maanlaadun suhteen vaatimaton. Sopii yksittäispuuksi tai ryhmäksi.
- Mänty Viihtyy aurinkoisella ja kuivalla kasvupaikalla. Koristepuuna sopivia ovat Sembra (10 m) ja vuorimänty, joka kuitenkin vaatii aurinkoista kasvupaikkaa (korkeus 2-3 m).
- Tuija Maan laadun ja kasvupaikan suhteen vaatimaton. Soveltuu varjopaikoille pensasaidaksi. Kestää ilman saasteita melko hyvin, korkeus 5-10m.

### Lehtipuut

- Haapa Menestyy myös epäedullisilla kasvupaikoilla. Korkeus 15-30 m. Suojaistutuksiin soveltuu poppeli.
- Koivu Vaatii valoisa kasvupaikkaa. Poistaa ilman epäpuhtauksia. Sopii puistopuuksi.
- Leppä Sopii suojaistutuksiin. Sietää ilman epäpuhtauksia ja on maan laadun suhteen vaatimaton. Viihtyy tuoreilla, multaisilla paikoilla. Käytetty suojaistutuksiin ja pensasaitana, korkeus 10-15 m.
- Pajut Puumaisia lajeja ovat piilipuu (10 m), joka sopii tuulelta suojattuihin kohtiin. Hopeapaju (15 m) menestyy kosteilla paikoilla. Käytetään suojaistutuksiin tai yksittäispuuna avoimella paikalla. Muista lajeista mainittakoon raita ja halava.
- Pihlaja Maan laadun ja kasvupaikan suhteen vaatimaton. Menestyy parhaiten aurinkoisilla kuivahkoilla paikoilla. Kestää ilman saasteita- korkeus 5-10 m.
- Puistolehmus Vaatimaton, viihtyy kalkkipitoisessa maassa ja kestää ilman epäpuhtauksia. Sopii puistopuuksi, korkeus 20 m.
- Tuomi Viihtyy parhaiten puolivarjoisessa tuoreessa kasvupaikassa, korkeus 5-10 m.
- Vaahtera Viihtyy parhaiten runsasravinteisessa tuoreessa maassa avoimilla kasvupaikoilla. Kestää ilman saasteita. Sopii yksittäispuuksi, korkeus 15 m.

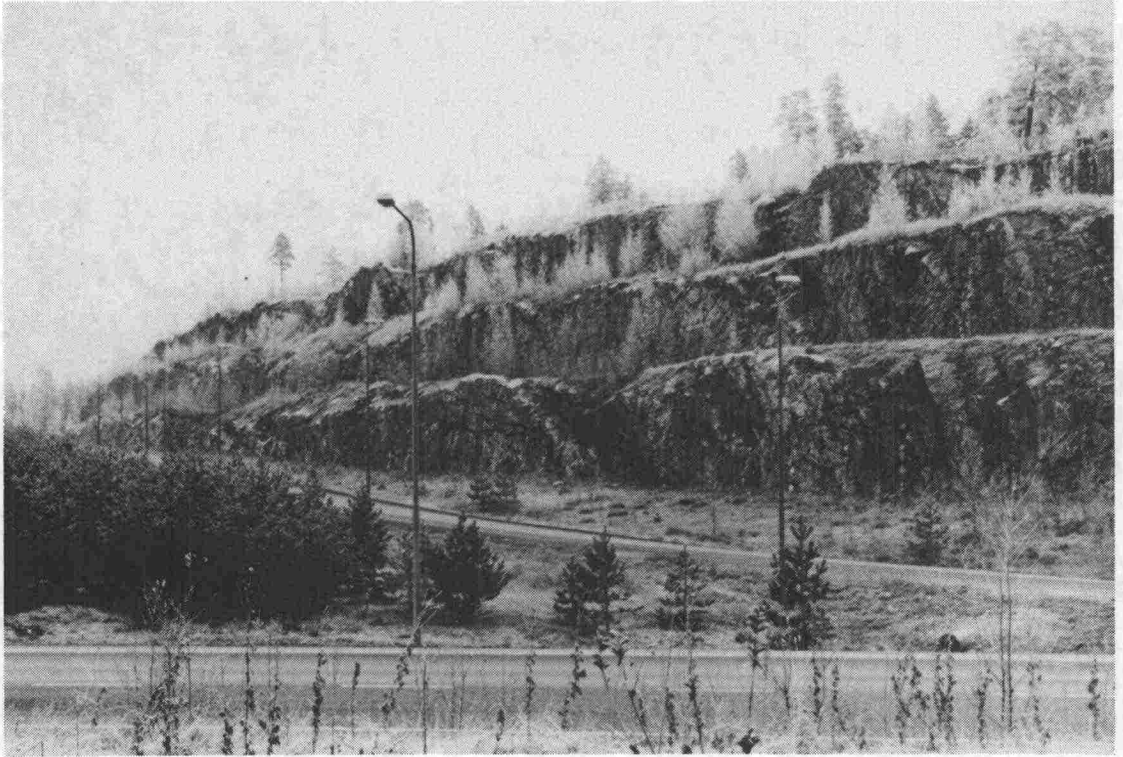


## Küynnökset

- Humala Soveltuu kivien, kannokkojen ja muurien peitteeksi. Menestyy aurinkoisilla ja varjoisilla paikoilla.
- Villiviini Vaatii syvämultaista, vahvaa maata, on talvenarka. Sopii muurien peitteeksi.
- Punakoiso Sopii kivikkojen peitteeksi, vaatimaton.

## Pensaat

- Aronia Vaatimaton, vapaasti kasvava pensas aurinkoisille paikoille, korkeus 1-2 m.
- Heisiangervo Puiden juurella, metsän reunaan yms. epäsuotuisia kasvupaikkoja viherryttämään. Korkeus 2-3 m.
- Hernepensas Menestyy parhaiten aurinkoisilla, kuivilla paikoilla. Sopii koristepensaaksi tai aitakasviksi.
- Kanukka Sopii koristeistutuksiin ja suojaistutuksiin. Vaatii tuoretta, hapanta maata, korkeus 2 m.
- Kuusama Vaatii syvämultaista maata. Voidaan käyttää suojaistutuksiin, pensasaidaksi tai pensasryhmiksi, korkeus noin 2 m.
- Orapihlaja Menestyy aurinkoisella, hiekkaisella maalla. Soveltuu pensasaidaksi tai suojaistutuksiin ja yksittäispensaaksi, korkeus 2 m.
- Paatsama Menestyy varjopaikoilla ja kostealla maalla, korkeus 3 m.
- Pajut Soveltuvat suojaistutuksiin tai pensasaidaksi, sekä yksittäispensaaksi kuiville paikoille.
- Pensasangervo Soveltuu aurinkoisille paikoille aitakasviksi, korkeus noin 1 m.
- Pensashanhikki Soveltuu kevyelle hiekkamaalle avoimelle ja aurinkoiselle kasvupaikalle. Käytetään aitana, ryhminä tai yksittäispensaana, korkeus 1m.
- Ruusut Soveltuvat yksittäispensaaksi tai aitakasviksi. Esim. juhannusruusu kork. 1 m.
- Taikinamarja Tiheä pensas varjopaikoille. Viihtyy multavassa maassa, korkeus 1 m.
- Tuhkapensas Vaatii aurinkoista hiekkamaata. Sietää myös varjoa, soveltuu pensasaidaksi, korkeus 2 m.
- Tuomipihlaja Menestyy kuivassa ja laihassa maassa. Soveltuu suojaistutuksiin, korkeus 5 m.



Valokuva 1. Porrastettu kalliroleikkaus. Porrastasanteita osittain käytetty istutusalueena.



Valokuva 2. Osittain porrastettu jyrkkäpiirteinen kalliroleikkaus. Maisemakuvan parantaminen mahdollista porrastasanteita leventämällä.



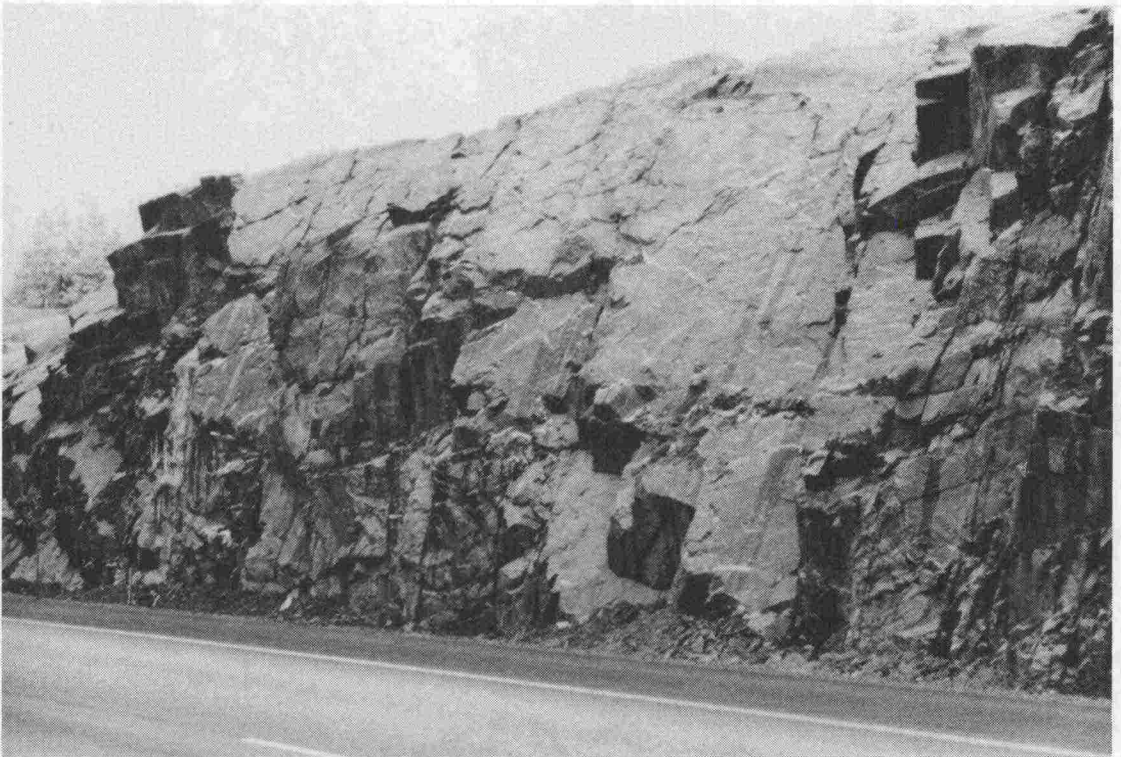
Valokuva 3. Louhimalla loivennettu kallioleikkaus.



Valokuva 4. Kalliomäen jyrkkiä muotoja pehmennetty irtomassojen avulla.



Valokuva 5. Luonnontilainen paljas kallionpinta tienvarsimaisemassa.



Valokuva 6. Vallitsevan rakoilun kaateen mukaan luiskattu leikkaus.



Valokuva 7. Epätasainen louhintajälki tiheärakoisessa kalliossa. Vallitsevan rakoilun suunta ja kaade epäedullinen leikkaussuuntaan nähden.



Valokuva 8. Epätasainen louhintajälki runsas-tiheärakoisessa kalliossa. Vallitseva rakoilun suunta epäedullinen leikkaussuuntaan nähden.

ISBN 951-46-7351-4