

**MASUUNIKUONAN KÄYTTÖ SITOMATTOMISSA
PÄÄLLYSRAKENNEKERROKSISSA**

SUUNNITTELUOHJEET

RAKENTAMISEN YLEINEN TYÖSELITYS

TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS 1989

TVH 733338

**MASUUNIKUONAN KÄYTTÖ SITOMATTOMISSA
PÄÄLLYSRAKENNEKERROKSISSA**

SUUNNITTELUOHJEET

RAKENTAMISEN YLEINEN TYÖSELITYS

TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS 1989

TVH 733338

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
TUOTANTO-OSASTO
Geopalvelukeskus

MÄÄRÄYS OHJE X MUU OHJAUS
PVM NRO Tg-44
7 .6.1989 ASIARYHMÄ
C 3.2.2.1

VASTAANOTTAJA
Tie- ja vesirakennuspiirit

SÄÄDÖSPERUSTA
Työjärjestys
KORVAA

VOIMASSA
Toistaiseksi

KOHDISTUVUUS
TVH PIIRIHALLINTO X MUU VALT.HALLINTO ULKOPUOLISET

TIENRAKENNUSTYÖT

SUUNNITTELUOHJE, TYÖSELITYS

Tie- ja vesirakennuslaitoksen tienrakennustöiden uusi suunnitteluohje ja työselitys "Masuunikuonan käyttö sitomattomissa päällysrakennekerroksissa" on tarkoitettu TVL:n omassa johdossa tehtävissä töissä sekä urakoissa käytettäväksi.

Johtaja

Antti Talvitie
Antti Talvitie

Apulaisjohtaja

T. Hailikari
T. Hailikari

LISÄTIETOJA
Reijo Orama
TVH/Tg
puh. (90) 154 2979

LISÄJAKELU
TVH/Lomakevarasto
PL 33
00521 Helsinki
puh. (90) 154 2052

./...

TIEDOKSI:

Suunnitteluosasto

Skk

Tt

Tk

Tg

Kirjasto/Ohjeluttelo C 3.2.2.1

**MASUUNIKUONAN KÄYTTÖ SITOMATTOMISSA
PÄÄLLYSRAKENNEKERROKSISSA**

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

Sivu

ALKUSANAT	
JOHDANTO	1
* SUUNNITTELUOHJEET	2
1. SUUNNITTELUN PERUSTEET.....	2
1.1 Masuunikuonan lajit.....	2
1.2 Masuunikuonan saantipaikat, määrät ja kuljetukset.....	3
1.3 Masuunikuonan kemialliset ja tekniset ominaisuudet.....	4
1.4 Masuunikuonan laatuvaatimukset.....	6
1.41 Rakeisuus.....	6
1.42 Lujuus.....	7
1.43 Kantavuusarvo.....	8
1.44 Liukoisuus veteen.....	8
1.45 Puhtaus.....	8
2. SITOMATTOMAT PÄÄLLYSRAKENTEET JA NIIDEN KANTAVUUSMITOITUS.....	8
2.1 Yleistä.....	8
2.2 Kantavuusmitoitus.....	9
3. LÄMPÖERISTERAKENTEET.....	11
3.1 Yleistä.....	11
3.2 Rakenteen suunnittelu ja mitoitus.....	11
4. SIIRTYMÄRAKENTEET.....	12
4.1 Yleistä.....	12
4.2 Siirtymäkiilan mitoitus.....	12
4.3 Muut siirtymärakenteet.....	12

* RAKENTAMISEN YLEINEN TYÖSELITYS	14
1. YLEISTÄ.....	14
2. VARASTOINTI.....	14
3. ALUSRAKENTEEN VIIMEISTELY JA SUODATINKERROKSEN RAKENTAMINEN.....	14
4. JAKAVA KERROS.....	15
4.1 Materiaalit.....	15
4.2 Rakentaminen.....	16
5. KANTAVA KERROS.....	17
5.1 Materiaalit.....	17
5.2 Rakentaminen.....	18
6. TOIMENPITEET RAKENTEEN PARANTAMISEN YHTEYDESSÄ.....	19
6.1 Yleistä.....	19
6.2 Työmenetelmät ja liikenteen järjestely.....	19
7. LÄMPÖERISTERAKENTEET JA SIIRTYMÄRAKENTEET MASUUNIKUONASTA.....	19
7.1 Yleistä.....	19
7.2 Lämpöeristerakenteiden rakentaminen.....	19
7.3 Siirtymärakenteiden rakentaminen.....	20
8. LÄHDELUETTELO.....	21
9. T. HAILIKARIN JA R. ORAMAN KOMMENTIT.....	22

ALKUSANAT

Tie- ja vesirakennuslaitoksen Keski-Pohjanmaan ja Oulun piirien aloitteesta perustettiin vuonna 1987 työryhmä laatimaan suunnitteluohje ja rakentamisen yleinen työselitys masuunikuonan käytöstä tien sitomattomissa päällysrakennekerroksissa.

Työryhmään ovat kuuluneet apulaispiiri-insinööri Juhani Matinheikki tie- ja vesirakennuslaitoksen Keski-Pohjanmaan piiristä puheenjohtajana ja rakennuspäällikkö Seppo Kananen Oulun piiristä, professori Esko Ehrola Oulun yliopistosta, fil.maist. Jukka Putro Rautaruukki Oy:n Raahen tehtailta, toimitusjohtaja Martti Kauhanen sekä myyntipäällikkö Raino Peltoniemi Suomen Kuonajaloste Oy:stä ja sihteerinä geologi Tapio Mikkola, joka on vastannut julkaisun kirjoittamisesta.

Tämän julkaisun ovat tarkastaneet apul.johtaja T. Hailikari ja tarkastaja R. Orama TVH:n geopalvelukeskuksesta. He ovat esittäneet muutamiin kohtiin eriävän kantansa ja toisaalta eräisiin kohtiin suosituksensa. Nämä osat on merkitty kunkin sivun reunukseen pystyviivalla ja numerolla, joka viittaa julkaisun lopussa oleviin kommenttiteksteihin.

JOHDANTO

Rautateollisuuden sivutuotteena syntyy maassamme vuosittain n. 550.000...600.000 t masuunikuonaa Rautaruukki Oy:n Raahen ja Oy Dalsbruk Ab:n Koverharin tehtailla. Masuunikuonaa muodostuu raakaraudan valmistuksen yhteydessä malmirikasteen sivukivestä, koksista ja kalkkikivestä. Masuunikuonan varsinaisena tehtävänä on mahdollistaa panoksen tasainen sulaminen ja raudan rikkipitoisuuden vähentäminen.

Masuunikuonan ominaisuudet riippuvat sen kemiallisesta koostumuksesta ja jäähtymenetelmästä. Eri masuunien kuonat eroavat jossakin määrin toisistaan, mikä johtuu lähinnä käytettävistä raaka-aineista. Masuunikohtaisesti kuonille on ominaista suuri kemiallinen laadun tasaisuus.

Suomessa vuosittain syntyvä masuunikuona hyödynnetään kokonaisuudessaan. Ilmajäädytetty kuona käytetään suurimmaksi osaksi tien- ja kadunrakennuksessa ja vesijäädytetty kuona maataloudessa sekä betoni- ja sementtiteollisuudessa.

Tie- ja vesirakennuslaitoksen Keski-Pohjanmaan ja Oulun piireissä on vuosina 1980-87 toteutettu useita huomattavia tie-rakennushankkeita, joissa on käytetty masuunikuonaa tien sitomattomissa päällysrakennekerroksissa. Oheisen suunnitteluohjeen ja työselityksen laadinnassa on käytetty hyväksi paitsi aiemmin julkaistuja aiheeseen liittyviä keskeisiä selvityksiä myös em. töiden yhteydessä saatuja tuloksia ja kokemuksia.

* SUUNNITTELUOHJEET

1. SUUNNITTELUN PERUSTEET

1.1 Masuunikuonan lajit

Kuonalajit riippuvat sulan kuonan jäähdytystavasta. Eri tavoin jäähdytettynä kuonasta voidaan valmistaa seuraavia tienrakenukseen soveltuvia tuotteita:

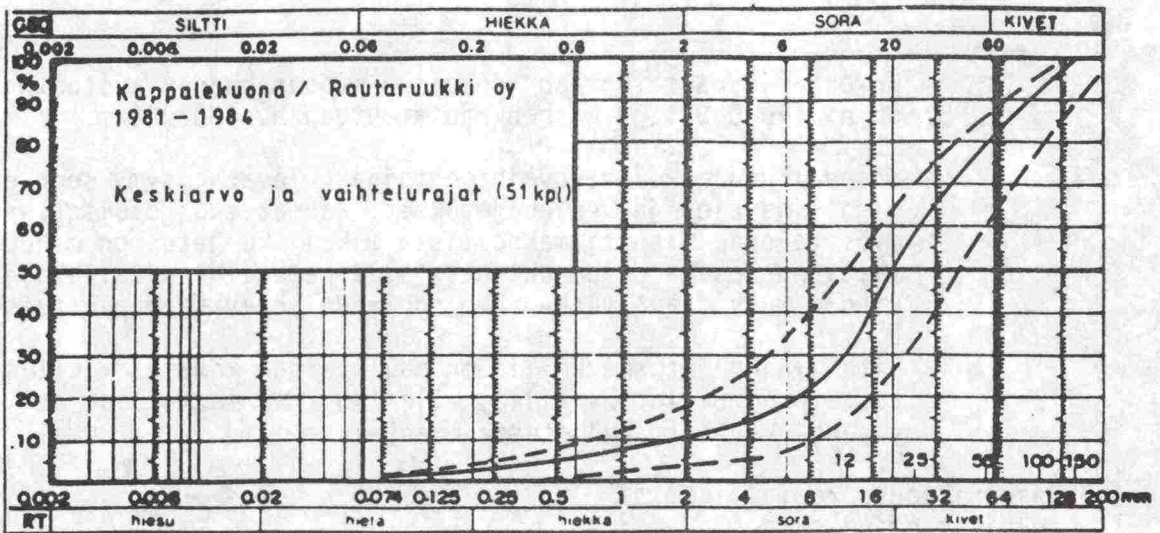
- ilmajäähdytetty masuunikuona
- granuloitu masuunikuona (kuonahiekka)
- pelleteitu masuunikuona.

Oheinen suunnitteluohje koskee ainoastaan ilmajäähdytetyn masuunikuonan käyttöä tien sitomattomissa päällysrakennekerroksissa.

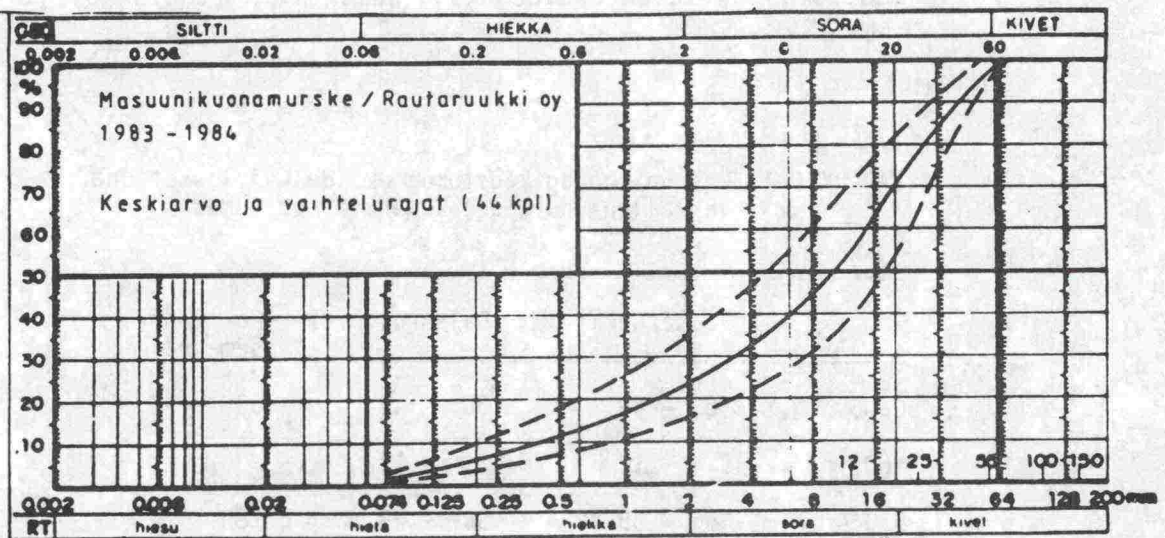
Granuloitua ja pelleteitua masuunikuonaa voidaan käyttää sellaisenaan jakavan kerroksen alla. Niiden käyttö tulee kysymykseen vain tietyissä erikoistapauksissa, jolloin käytetään taloudellisesti perusteltuna hyväksi niiden erikoista ominaisuutta kovettua hydraulisesti. Lisäksi molemmista tuotteista valmistetaan jauhamalla masuunikuonajauhetta, joka on yleisportlandsementin kaltainen tuote. Se on kuitenkin reaktioltaan hitaampaa kuin sementti, mutta lujuuskehitys voi jatkua pitempään.

Ilmajäähdytetyn masuunikuonan valmistaminen tapahtuu kaatamalla sula kuona jäähtymään kuonapenkkaan, jossa se levittäytyy noin 5-15 cm paksuksi kerrokseksi. Noin 3-4 viikon kuluttua jähmettynyt kuona irroitetaan puskuotraktorin repijän tai kaivinkoneen avulla. Irroitettu masuunikuona on rakeisuudeltaan 0-200 mm ja siitä käytetään nimitystä kappalekuona (KapKu). Kappalekuona voidaan murskata haluttuun raekokoon tavallisilla murskaimilla ja seuloa edelleen eri lajitteisiin. Tuotteesta käytetään nimitystä masuunikuonamurske (MakuM).

Kappalekuonan ja masuunikuonamurskeen rakeisuuskäyriä (keskiarvoja) on esitetty kuvissa 1 ja 2.



Kuva 1. Kappalekuonan rakeisuuskäyrien keskiarvo ja vaihtelurajat TVL:n Keski-Pohjanmaan ja Oulun piireissä vuosilta 1981 - 1984.



Kuva 2. Masuunikuonamurskeen rakeisuuskäyrien keskiarvo ja vaihtelurajat TVL:n Oulun piirissä vuosilta 1983

1.2 Masuunikuonan saantipaikat, määrät ja kuljetukset

Tienrakennukseen soveltuvaa masuunikuonaa on saatavissa Oy Dalsbruk Ab:n Koverharin rautatehtaalta ja Rautaruukki Oy:n Raahen rautatehtaalta.

Koverharin rautatehtaan vuotuinen masuunikuonan tuotantomäärä on n. 140 000 t ja Raahan rautatehtaan n. 430 000 t.

Masuunikuonan kuljetusvaihtoehtoina tulevat kysymykseen ensisijaisina tie- ja vesikuljetukset. Rautatiekuljetukset ovat myös taloudellisesti mahdollisia mikäli kuljetus on mahdollista järjestää paluurahtina. Tällä hetkellä rautatiekuljetus ei ole merkittävä vaihtoehto sopivien yhteyksien puuttuessa.

Pitkillä kuljetusmatkoilla on edullisinta käyttää vesikuljetusta proomuilla. Lyhyillä, alle 100 km:n matkoilla, on yleensä käytetty kuljetusta maanteitse.

1.3 Masuunikuonan kemialliset ja tekniset ominaisuudet

Masuunikuonan ominaisuudet riippuvat ensisijaisesti sen kemiallisesta koostumuksesta sekä jäähtymismenetelmistä. Masuunikuona sisältää pääasiassa kalsium-, magnesium-, pii- ja alumiiniyhdisteitä. Lisäksi kuona sisältää pieniä määriä rauta-, mangaani-, natrium-, rikki- ja titaaniyhdisteitä. Kemiallinen koostumus on samantapainen kuin sementillä (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Masuunikuonan koostumus oksideiksi laskettuna. Vertailuna portland-sementin koostumus.

		Rautaruukki	Dalsbruk	Portland-sementti
CaO,	%	36 - 40	36 - 46	60 - 70
MgO,	"	9 - 12	7 - 12	
SiO ₂ ,	"	36 - 38	36 - 38	18 - 24
Al ₂ O ₃ ,	"	8 - 10	8 - 13	3 - 8
FeO,	"	0,4 - 0,7	0,2 - 1,1	2 - 6
MnO,	"	0,4	0,7	
S,	"	1,5 - 2,4	0,5 - 1,5	0,5 - 1
TiO ₂ ,	"	0,7 - 1,6	0,7 - 1,2	
V ₂ O ₅ ,	"	0,01 - 0,06	0,01 - 0,01	

Eri masuuneissa käytetään eri raaka-aineita, joten kuonien kemiallinen koostumus eroaa jossakin määrin toisistaan. Masuunikohtaisesti kuonille on ominaista suuri kemiallinen laadun tasaisuus.

Kappalekuona ja siitä edelleen murskaamalla valmistettu masuunikuonamurske, ovat yleisiltä teknisiltä ominaisuuksiltaan luonnon kiviaineksiin verrattavia tuotteita, joilla on kuitenkin eräitä poikkeavia ominaisuuksia. Masuunikuonan rakeet ovat syntytapansa johdosta huokoisia. Pinnaltaan ne ovat karheita ja niiden raemuoto on kuutiomainen sekä särmikäs. Tämän johdosta masuunikuonan sisäinen kitkakerroin on korkea ja kantavuusarvo parempi kuin saman rakeisuuden omaavilla luonnonkiviaineksilla.

Masuunikuonamurskeen rakeisuuskäyrät eivät usein ole täysin suositeltavimmalla rakeisuusalueella tai rajakäyrien suuntaisia. Virhe ei ole merkityksellinen, ellei se aiheuta aineksen lajittumista. Sekä masuunikuonamurskeen että etenkin kappalekuonan rakeet särkyvät tavanomaista kiviainesta enemmän tiivistettäessä. Tätä ei kuitenkaan pidetä kuonarakenteen kantavuusominaisuuksia alentavana tekijänä. Tasaisesti jakautuneen rakeiden särmien murskautumisen katsotaan parantavan materiaalin kantavuutta. Lisääntyneen hienoainemäärän ansiosta materiaali sitoutuu hydraulisesti. Lujittuminen on hidasta ja jatkuu usean vuoden ajan. Sitoutunut materiaali ei ole herkkä veden vaikutukselle eikä roudi. Lievästi routivissa kohteissa kuonarakenne tasoittaa laattavaikutuksen ansiosta pieniä routanousueroja.

Kappalekuonaa ja masuunikuonamursketta tiivistettäessä on vaikeaa saavuttaa tavanomaista vaadittavaa tiiviysastetta proctor-tiiviyteen nähden ja suhteen E_2/E_1 osalta. Tätä on pidettävä materiaalille ominaisena ilmiönä, josta ei ole havaittu aiheutuvan virheitä rakenteen toiminnassa. Aineksen sitoutuminen estää haitallisen jälkitiivistymisen. Laadunvalvonnassa ei masuunikuonasta tehtyä kerrosta arvostella tiiviysasteen eikä suhteen E_2/E_1 perusteella. Vaadittava kantavuus saavutetaan ohjeellisilla tiivistyskerroilla ja se todetaan levykuormituskokeella E_2 -arvona.

Rakeiden sisäisten huokosten ja rakeiden välisten huokostilojen ansiosta masuunikuonalla on luonnonkiviaineksia paremmat lämmöneristysominaisuudet.

Masuunikuonan yleisiä teknisiä ominaisuuksia on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Masuunikuonan keskimääräisiä teknisiä ominaisuuksia. Vertailuna tavanomainen luonnonkiviaines (graniitti).

Ominaisuus	Kappalekuona	Masuunikuona- murske	Graniitti (murske)	
Rakeisuus (mm)	0-200	Säädettävissä	Säädettävissä	
Haurausarvo (TIE 232B)	27-35	19-30	20-26	
Los Angeles arvo (TIE 231)	30-40	27-38	24-30	
Hioutuvuusarvo (TIE 237)		4,3-4,5	1,4-2,5	
Muotoarvo puikkoisuus (TIE 233)		2,0-2,3	2,5	
Muotoarvo liuskeisuus (TIE 238)		1,4-1,6	1,4	
Kiintotiheys ρ_k (t/m ³)	2,78-2,84	2,78-2,84	2,6-2,7	
Irtotiheys löyhä ρ (t/m ³)	1,15-1,25	1,35-1,45	1,5	
Irtotiheys tiivistetty ρ_d (t/m ³)	1,5-1,8	1,6-1,9	2,2	
Tiivistysmiskerroin k_2	0,65-0,70	0,75	0,7	
E-moduli (MN/m ²)	280	350	280-350	1.
Optimivesipitoisuus (p-%)		n. 8	n. 6	
Lämmönjohtoluku λ (W/MK) (kuiva, laboratoriossa)	0,35	0,35	1,0	
Lämmönjohtoluku λ (W/MK) (rakenteessa, jäätyneenä)	0,8-1,3	0,8-1,3	2,3	2.

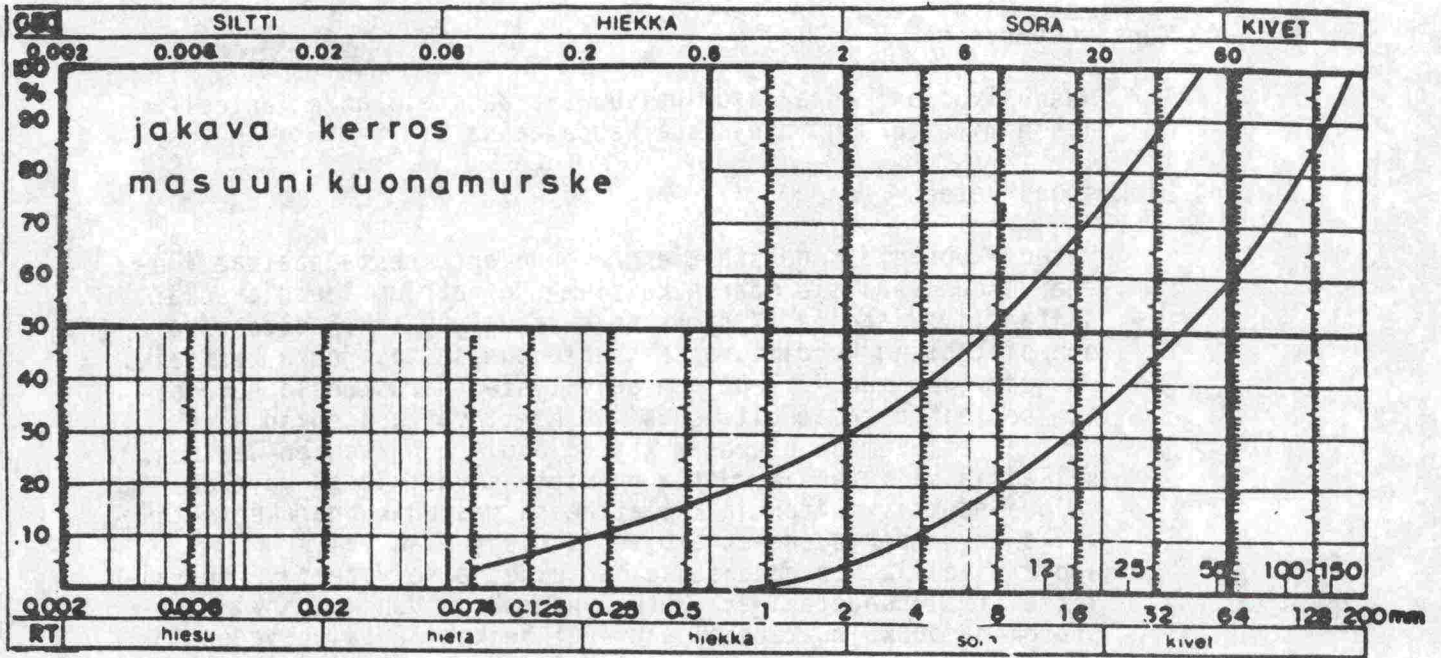
1.4 Masuunikuonan laatuvaatimukset

1.41 Rakeisuus

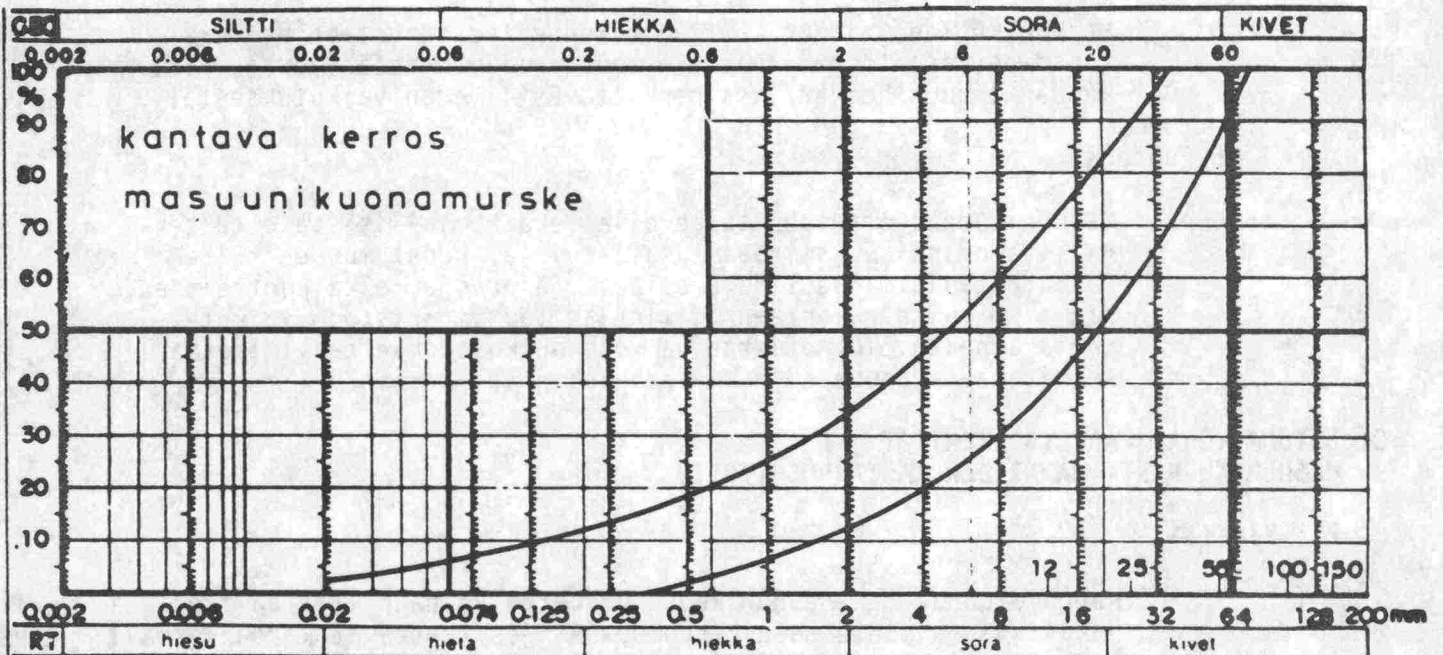
Kappalekuonan rakeisuudelle ei aseteta vaatimukseksi tavanomaisia rakeisuusohjealueita. Maksimiraekoko on 200 mm.

Masuunikuonamurskeen rakeisuusohjealueet jakavalle ja kantavalle kerrokselle on esitetty kuvissa 3 ja 4. Vähäinen poikkeama rakeisuuskäyrän muodossa ei aiheuta masuunikuonamurskeen kantavuusarvon (E-modulin) alenemaa samalla tavalla kuin normaalikiviaineksessa. 3.

Masuunikuonamursketta käytettäessä on rakennekerrokseen säädettyä maksimiraekokoa noudatettava. Suurin raekoko saa olla enintään puolet kerrallaan tiivistettävän rakenteen paksuudesta, kuitenkin enintään 150 mm.



Kuva 3. Jakavan kerroksen masuunikuonamurskeen ohjealue.



Kuva 4. Kantavan kerroksen masuunikuonamurskeen ohjealue.

1.42 Lujuus

Kappalekuonalle ja kuonamurskeelle ei aseteta tavanomaisia lujuusarvovaatimuksia. Sen lujuusarvot vastaavat kuitenkin lähes III luokan tavanomaisen kiviaineksen lujuuksia (RIL 170-1987).

1.43 Kantavuusarvo

Masuunikuonan kantavuusominaisuuksia käsitellään rakenteellisen mitoituksen yhteydessä kappaleessa 2.2.

1.44 Liukoisuus veteen

Masuunikuonasta tehdystä tien rakennekerroksesta saattaa liueta veteen vähäisiä määriä kalsium- ja natriumkloridia sekä sulfaattiyhdisteitä. Kysymys on varsin lyhytaikaisesta rakeiden pintaosiin kohdistuvasta huuhtoutumisesta, jonka kesto aika on noin yksi vuosi. Tehtyjen selvitysten perusteella huuhtoutumisen aiheuttamat pitoisuuslisäykset ovat kuitenkin niin pieniä, ettei masuunikuonan käytöllä ole pohjavesien laatuun sellaisia vaikutuksia, jotka rajoittaisivat niiden käyttöä talousvedeksi. Kuitenkin käytettäessä masuunikuonarakenteita kaivojen ja pohjavedenottamojen läheisyydessä tai suoja-alueilla, on jokaisessa tapauksessa selvitettävä ne valitsevat olosuhdetekijät, jotka yhdessä masuunikuonan liukoisuusominaisuuksien kanssa saattavat heikentää talousveden käyttökelpoisuutta. Rakenteen läheisyydessä olevista kaivoista on suositeltavaa ottaa vesinäytteet ja teettää niistä vesianalyysit ennen rakentamiseen ryhtymistä. Masuunikuonasta suotautuva suolainen vesi aiheuttaa korroosion vähäistä lisääntymistä suojaamattomiin metallirakenteisiin.

Masuunikuonaa voidaan käyttää rakennettaessa veteen esimerkiksi penkereitä tai luiskaverhouksia ilman sitä vaaraa, että kuonan lujuus heikentyisi merkittävästi veden vaikutuksesta.

1.45 Puhtaus

Masuunikuonatuotteiden tulee olla sekä kemiallisilta että teknisiltä ominaisuuksiltaan tasalaatuisia. Koostumuksen tulee vastata taulukoissa 1 ja 2 esitettyjä arvoja, eikä tuotteissa saa olla muita rakenteen toimintaan tai ympäristöön vaikuttavia aineita. Kuonatuotteita voidaan kuitenkin tarvittaessa sekoittaa tavanomaisiin kiviaineksiin tai keskenään.

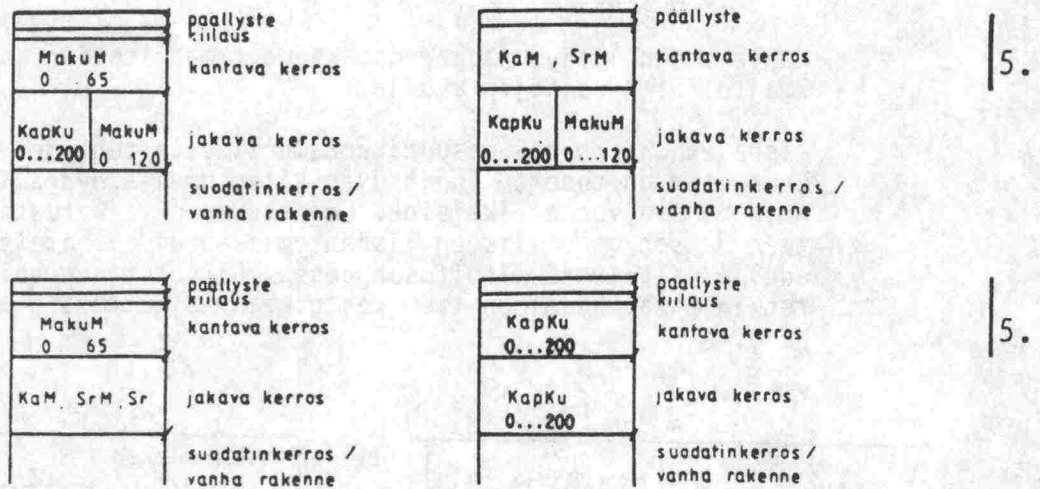
2. SITOMATTOMAT PÄÄLLYSRAKENTEET MASUUNIKUONASTA JA NIIDEN KANTAVUUSMITOITUS

2.1 Yleistä

Kappalekuonaa tai masuunikuonamurskettä voidaan käyttää tien jakavassa ja kantavassa kerroksessa, jos täyttävät kappaleessa 1.4 esitetyt laatuvaatimukset. | 5.

Jakavaan kerrokseen käytetään ensisijaisesti kappalekuonaa ja kantavaan kerrokseen masuunikuonamurskettä. Päällysrakenneluokissa 4...6 voidaan myös kantava kerros rakentaa kappalekuonasta ja harkinnan perusteella myös päällysrakenneluokissa 1...3. | 5.

Kuonasta suunniteltavien päällysrakenteiden erilaisia vaihtoehtoja on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Rakennevaihtoehtoja masuunikuonasta.

Kuonamurskeen yläpinnassa päällysteen alla suositellaan käytettäväksi ohutta kiilausta, joka tehdään 0-18 tai 0-25 mm:n masuunikuonamurskeesta. Mikäli kappalekuonasta tehty rakennekerros jää välittömästi päällysteen alle, sen kiilaukseen käytetään 0-25 tai 0-35 mm:n masuunikuonamursketta.

Masuunikuonan rakeet saattavat osittain särkyä tiivistämisen yhteydessä ja rakeisuus muuttuu hienommaksi. Hienoneminen ei kuitenkaan muuta materiaalia routivaksi eikä heikennä sen kantavuusominaisuuksia merkittäväällä tavalla.

Rakenteessa on tarpeen käyttää suodatinhiekkakerrosta E-, F- ja G-luokan alusrakenteen päällä. Mikäli hiekkakerros korvataan kuitukankaalla tai muut syyt vaativat sen käyttöä, tulee kuitukankaan, joka tulee kuonakerrosta vasten, kuulua laadultaan käyttöluokkaan III.

2.2 Kantavuusmitoitus

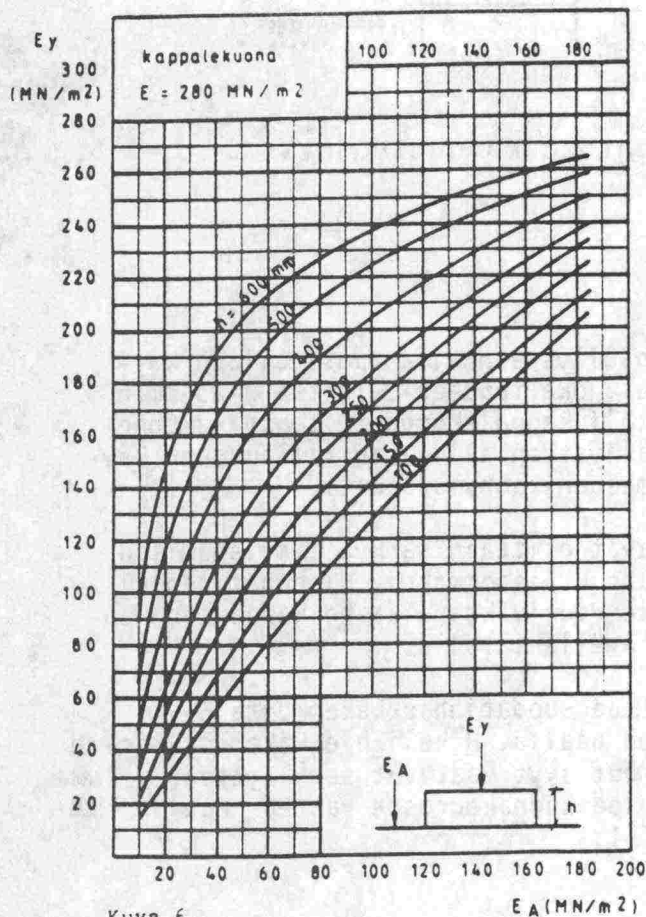
Kantavuusmitoituksen lähtökohdat ovat alustan kantavuus, käytettävissä olevien materiaalien laatu ja vaadittava tavoitekantavuus.

Kantavuusmitoitus tehdään samoja yleisiä periaatteita ja tavoitteita noudattaen, jotka on esitetty julkaisussa "Tien rakenteen parantaminen. Suunnitteluohje TVH 722336" ja "Teiden suunnittelu. IV Tien rakenne".

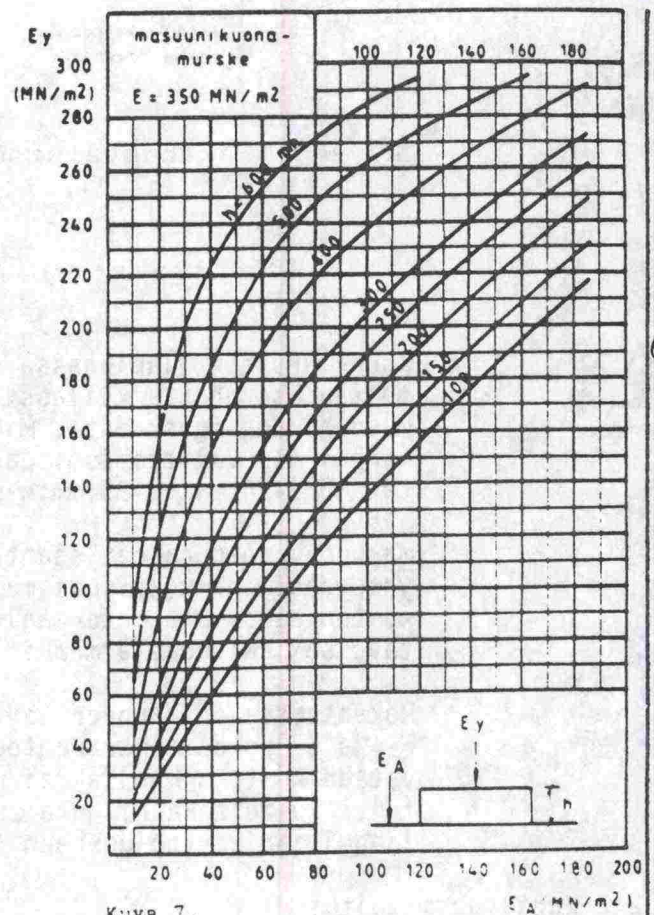
Kantavaa ja jakavaa kerrosta mitoitettaessa kappalekuonalle käytetään arvoa $E = 280 \text{ MN/m}^2$ ja masuunikuonamurskeelle $E = 350 \text{ MN/m}^2$.

Kantavuuden lisäys ja kerrospaksuudet määritetään kuvien 6 ja 7 mitoituskäyrästäöjen avulla.

Kappalekuonasta tai masuunikuonamurskeesta tehtyjen rakennekerrosten on todettu lujittuvan sitoutumalla hydraulisesti jo noin kahden vuoden ikäisinä. Lujittumisen vaikutusta kantavuuteen ja sen mahdolliseen lisääntymiseen ei ole otettu huomioon edellä esitettyssä mitoitushjeessa. Sitoutuminen voidaan kuitenkin ottaa huomioon tien kestoikään vaikuttavana arvotekijänä.



Kuva 6.



Kuva 7.

Kuvat 6 ja 7. Kappalekuonasta tai masuunikuonamurskeesta tehtävän rakennekerroksen mitoittaminen.

3. LÄMPÖRISTERAKENTEET

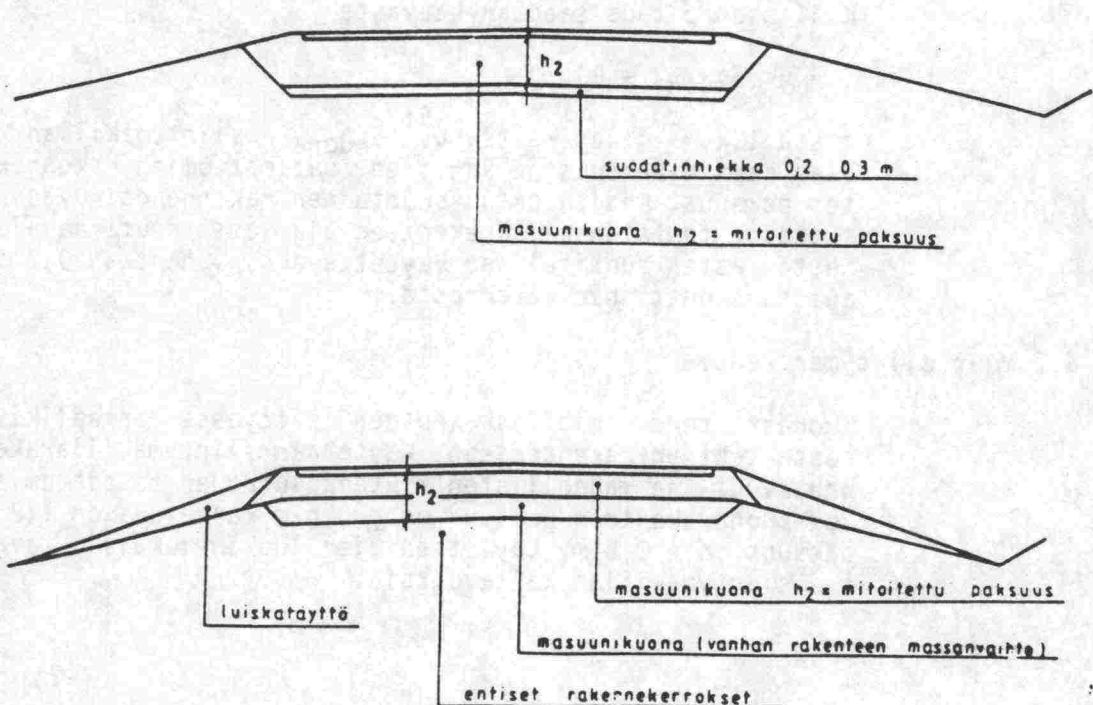
3.1 Yleistä

Masuunikuona sisältää rakeiden sisäisiä huokosia. Lisäksi rakeiden välisten huokostilojen osuus on suuri. Sekä kappalekuonalla että kuonamurskeella on tämän johdosta tavanomaisia kiviaineksia paremmat lämmöneristysominaisuudet. Tämän vuoksi masuunikuonaa voidaan käyttää eristeenä routimisen rajoittamiseen. Taulukossa 2 on esitetty kuonien lämmönjohtavuusarvoja.

3.2 Rakenteen suunnittelu ja mitoitus

Kappalekuonasta tai masuunikuonamurskeesta tehtävän lämpöeristerakenteen mitoitus tehdään julkaisuissa "Masuunikuonan käyttö maa- ja tienrakennuksessa. Tekniset ohjeet. VTT tiedotteita 137" ja "Kuonien käyttö tienrakennuksessa. VTT tiedotteita 661" esitettyä laskentamenetelmää ja lämmönjohtavuusarvoa (0,5) käyttäen.

Kuvassa 8 on esitetty eräitä yleisiä routimisen rajoittamisessa käytettyjä rakennemalleja. Rakenneratkaisut soveltuvat sekä olemassa olevan tien routavaurioiden korjaamiseen että uuden tien routimisen rajoittamiseen.



Kuva 8. Lämpöeristerakenteita masuunikuonasta.

Käytännössä saatujen kokemusten mukaan vasta 0,5-0,9 m:n rakennepaksuuksilla saavutetaan merkittäviä tuloksia routimisen rajoittamisessa.

Kuonista rakennettavissa lämpöeristerakenteissa on taloudellista käyttää kappalekuonaa varsinaisena lämpöeristemateriaalina.

4. SIIRTYMÄRAKENTEET

4.1 Yleistä

Kappalekuonaa tai masuunikuonamursketta voidaan käyttää siirtymäkiilan materiaalina tasoittamaan routanousuja. Siirtymäkiilan suunnittelussa noudatetaan pääosin "Teiden suunnittelu. IV Tien rakenne" -julkaisussa esitetyjä ohjeita ottaen huomioon seuraavassa kappaleessa olevat mitoitusohjeet.

4.2 Siirtymäkiilan mitoitus

Kappalekuonasta tai masuunikuonamurskeesta tehtävän ja lämpöeristeenä toimivan siirtymäkiilan kuonaosan maksimipaksuus (S_{kuona}) saadaan kaavasta

$$S_{kuona} = 0,75 \times S$$

missä S on siirtymäkiilasyyvyys.

Kiilaosan pituus saadaan kaavasta

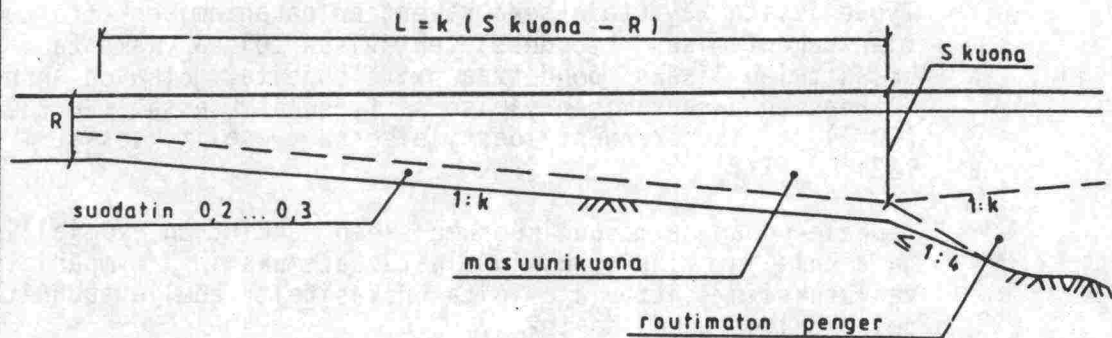
$$L = k (S_{kuona} - R)$$

missä $l:k$ = kiilan kaltevuus, S_{kuona} = siirtymäkiilan kuonaosan maksimipaksuus ja R = tien routimattomien rakennekerrosten paksuus. Kiilan pituussuuntainen rakenne on kuvassa 9. Kuonasta tehtävän kiilarakenteen alaosassa routivaa alusrakennetta vasten suositellaan käytettäväksi vähintään 0,2 m:n paksuista suodatinhiekkakerrosta.

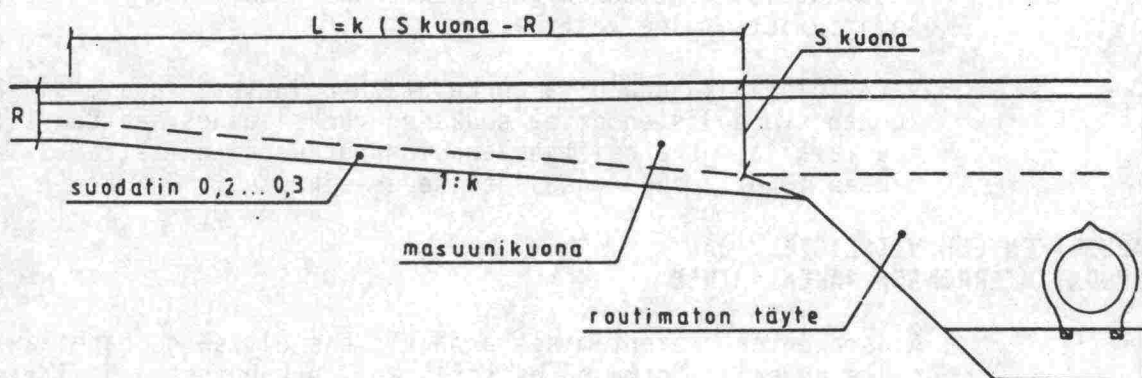
4.3 Muut siirtymärakenteet

Kuonasta tehdyn päällysrakenteen liittyessä normaalikiviaineksesta tehtyyn rakenteeseen, käytetään siirtymäkiilarakennetta kantavuus- ja mahdollisten routanousuerojen tasoittamiseen. Jos kuonarakenteen paksuus on $\leq 0,6$ m kaltevuus on 1:8 ja jos paksuus on $> 0,6$ m, käytetään tien luokan mukaisia tavanomaisia siirtymäkiilan kaltevuuksia.

1. Routiva maa / routimaton maa



2. Routiva maa / rummun ympärystäyttö



1:k = kiilan kaltevuus (riippuu tieluokasta ja olosuhteista)

L = kiilan pituus

R = routimattoman rakenteen paksuus

S kuona = $0,75 \times S$ (siirtymäkiilasyvyys)

Kuva 9. Siirtymäkiilat masuunikuonasta.

* RAKENTAMISEN YLEINEN TYÖSELITYS

1. YLEISTÄ

Työselitys koskee kappalekuonasta tai masuunikuonamurskeesta rakennettavia sitomattoman päällysrakenteen jakavaa ja kantavaa kerrosta. Lisäksi käsitellään kuonasta tehtävien siirtymä- kiilojen ja maalaatikoiden rakentamista.

5.

Työselitystä käytetään sekä rakenteen parantamiseen että uuden tien rakentamisen yhteydessä tehtävissä töissä. Rakentamisessa tulee lisäksi noudattaa niitä ohjeita, jotka on annettu "Rakenteen parantamisen yleisessä työselityksessä. TVH 732401" (RPYT) ja "Tierakennustöiden yleisessä työselityksessä. TVH 732460" (TYT).

Kappalekuonan ja masuunikuonamurskeen hankintaan, kemiallisiin ja teknisiin ominaisuuksiin, laatuvaatimukseen ja ympäristövaikutuksiin liittyviä asioita on käsitelty edellä suunnitteluhjeiden kohdissa 1.2 ... 1.5.

2. VARASTOINTI

Masuunikuonaa joudutaan usein sen hankintatavasta johtuen säilyttämään välivarastossa. Varastointi on tehtävä "Murskaustöiden valvontaohjeissa" (TVH 732810) esitettyjä ohjeita noudattaen. Varastointi ja purkaminen on tehtävä siten, että kuona saadaan käyttökohteeseensa mahdollisimman tasalaatuisena. Etenkin kappalekuonan karkeimpien raekokojen lajittumista tulee välttää.

Varastointiaika saa olla korkeintaan noin yksi vuosi, sillä kuonan hydraulisten ominaisuuksien vuoksi aines saattaa sitoutua tavalla, joka haittaa varaston purkua siten, että kiviaineksen irrottaminen tasalaatuisena vaikeutuu.

3. ALUSRAKENTEEN VIIMEISTELY JA SUODATINKERROKSEN RAKENTAMINEN

Alusrakenteen rakentamisessa ja viimeistelyssä noudatetaan niitä ohjeita, jotka on esitetty RPYT:n kohdassa 5 ja TYT:n kohdassa 1600. Ennen kerrosmateriaalin levitystä tulee alusrakenteen olla muotoiltu sekä puhdistettu lumesta ja jäästä, ettei alusrakenteen pintaan jää vesipesäkkeitä heikentämään tien kantavuutta. Jäätäneen maan terävät särvät eivät saa rikkoa mahdollisesti käytettävää kuitukangasta.

Suodatinkerroksen kiviaineksena käytetään hiekkaa, jonka rakeisuusvaatimus on esitetty TYT:n kohdassa 1610. Suodatinkerroksen kiviaineksen kapillaarisuus ei saa ylittää 0,90 m.

Suodatinhiekkakerros voidaan korvata kuitukankaalla, mikäli ei ole kyse erityisestä lämpöeristerakenteesta. Kankaan päälle tulevat kerrokset tulee mitoittaa kankaan alustan mukaan siten, että routa- ja kantavuusmitoituksen vaatimukset

täytetään. Käytettäessä kuitukangasta erottamaan kappalekuonaa tai kuonamursketta maalajeista, tulee kankaan täyttää 3. käyttöluokan vaatimukset. Asentamisessa noudatetaan TYT:n kohdassa 1220 annettuja ohjeita.

Suodatinkerros rakennetaan TYT:n kohdassa 1610 esitettyjä ohjeita noudattaen. Suodatinkerros tulee kuitenkin tiivistää erikseen ennen jakavan kerroksen rakentamista, jotta jakava kerros voidaan tiivistää sille annettuja jyräysohjeita noudattaen ilman, että tiivistämisellä aiheutetaan kuonarakkeiden kohtuutonta rikkoutumista.

4. JAKAVA KERROS

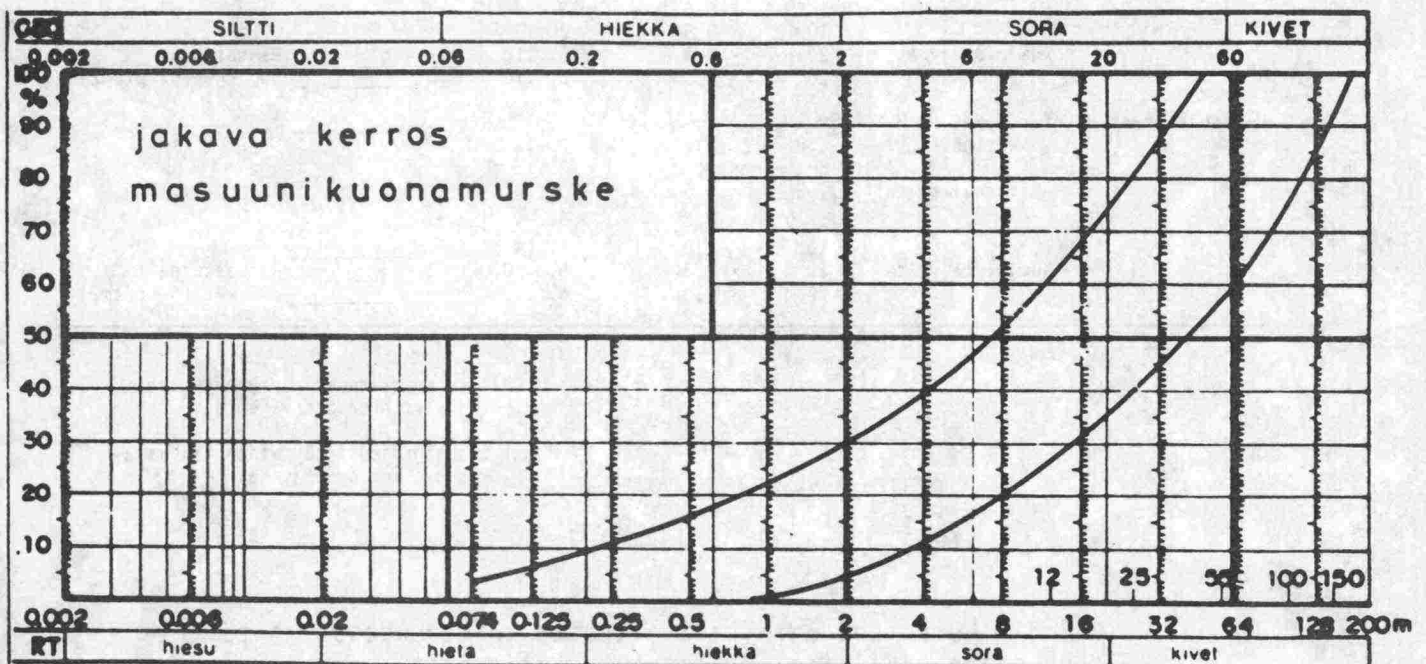
4.1 Materiaalit

Masuunikuonasta rakennettava jakava kerros voidaan tehdä kappalekuonasta tai masuunikuonamurskeesta. Suositeltavampi materiaali on kappalekuona.

Jakavan kerroksen kappalekuonalle ei aseteta rakeisuusohjealueen mukaisia vaatimuksia. Jakavan kerroksen masuunikuonamurskeen rakeisuusvaatimus on esitetty kuvassa 1. Masuunikuonan on täytettävä suunnitteluohjeen kappaleessa 1.45 esitetyt puhtausvaatimukset.

Kappalekuonan suurin raekoko ei saa olla > 200 mm. Kappalekuona on välpättävä mikäli ylisuurien rakeiden määrä on > 5 %.

Masuunikuonamurske saa sisältää sellaisia rakeita, joiden läpimitta on korkeintaan puolet tiivistettävän kerroksen paksuudesta. Suurin sallittu raekoko (d_{95}) on 150 mm.



Kuva 1. Jakavan kerroksen masuunikuonamurskeen ohjealue.

Masuunikuonamurskeen maksimiraekoko jakavassa kerroksessa valitaan kuvan 1 ohjealueen ja rakenteen kerrospaksuuden perusteella. Suositeltavimmat maksimiraekoot ovat 64...120 mm.

4.2 Rakentaminen

Jakava kerros rakennetaan yhtenä tai useampana kerroksena kokonaispaksuudesta ja tiivistämiskalustosta riippuen. Kappalekuonaa 0...200 mm käytettäessä tulee yhdellä kerralla levitetyn tiivistämättömän kerroksen paksuuden olla $\geq 0,3$ m.

Levituskalustona käytetään puskukonetta tai tiehöylää. TYT:n kohdan 1620 kantavuusvaatimukset saavutetaan noudattamalla taulukon 1 tiivistämisohteja. Masuunikuonan liiallista tiivistämistä tulee erityisesti välttää rakeitten kohtuuttoman rikkoutumisen estämiseksi. Tiivistämiskalustona käytetään kumipyöräajuria tai täryajuria. Ensisijaisesti käytetään tiivistämisessä kumipyöräajuria. Tiivistäminen tulee suorittaa ennen kantavan kerroksen tekemistä.

TAULUKKO 1. Tiivistämisohteet kappalekuonasta tai masuunikuonamurskeesta tehdyille rakennekerrokselle

Tiivistettävä kerros ja materiaali	Tiivistyslaite	Painot	Sopiva kerrospaksuus m	Tiivistyskerrat	Nopeus km/h	Huom.
Kappalekuona	Täryajurit - vedettävät	5...8	$\leq 0,5$	3...4	3...4	Rengaspaine 600 kPa (6 kp/cm ²)
		> 8	$\leq 0,6$	2...3		
	- itsekulkevat	6...8	$\leq 0,5$	3...4		
		8...10	$\leq 0,6$	2...3		
	Kumipyöräajurit	< 20	$\leq 0,3$	6...10		
		> 20	$\leq 0,5$	6...10		
Masuunikuonamurske	Täryajurit - vedettävät	5...8	$\leq 0,6$	2...3	5...6	Rengaspaine 600 kPa (6 kp/cm ²)
		> 8	$\leq 0,8$	2...3		
	- itsekulkevat	6...8	$\leq 0,6$	3...4		
		8...10	$\leq 0,8$	3...4 *)		
	Kumipyöräajurit	> 10	$\leq 1,0$	3...4 *)		
		< 20	$\leq 0,3$	6...10		
> 20	$\leq 0,5$	6...10				

*) Mikäli kerrospaksuuksia pienennetään, tulee tiivistyskertoja vähentää.

Huom! Ensisijaisesti käytetään tiivistämisessä kumipyöräajuria.

Valmiin kerroksen on oltava oikeassa kaltevuudessa ja täytettävä sille taulukossa 2 asetetut vaatimukset.

TAULUKKO 2. Suodatinkerroksen ja masuunikuonasta rakennettujen sitomattomien päällysrakennekerrosten korkeustaso- ja tasaisuusvaatimukset.

Kerros (päällysrakenne- luokat 1...6)	Suurin sallittu yksittäinen poik- keama mm	Suurin sallittu epätasaisuus 5 m:n matkalla mm
Suodatin	± 50	50
Jakava KapKu	- 60, +0	60
Jakava MaKuM	- 40, +0	40
Kantava KapKu	± 20	20
Kantava MaKuM	± 20	20

5.

Valmiin rakenteen tulee täyttää TYT:n osassa 1600 esitetyt jakavan kerroksen vähimmäiskantavuusvaatimukset.

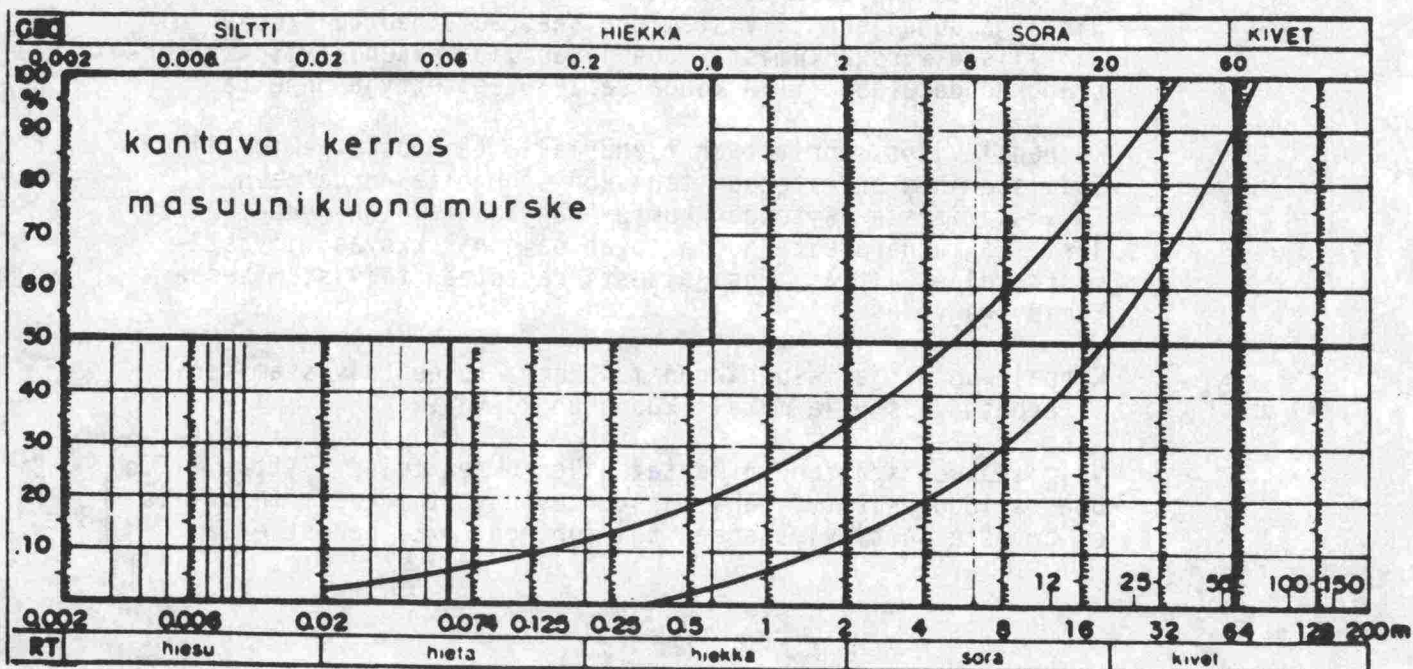
5. KANTAVA KERROS

5.1 Materiaalit

Masuunikuonasta rakennettava kantava kerros voidaan tehdä masuunikuonamurskeesta tai päällysrakenneluokissa 4...6 kappalekuonasta. Masuunikuonamurske on suositeltavampi. Harkinnan perusteella myös päällysrakenneluokissa 1...3 voidaan käyttää kappalekuonaa.

5.

Kappalekuonalle ei aseteta rakeisuusohjealueen mukaisia vaatimuksia. Kantavan kerroksen masuunikuonamurskeen rakeisuusohjealue on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Kantavan kerroksen masuunikuonamurskeen ohjealue

Kappalekuonan suurin raekoko ei saa olla > 200 mm. Kappalekuona on väljätkäinen mikäli ylisuurten rakeiden määrä on > 5 %.

Masuunikuonamurskeen maksimiraekoko saa olla korkeintaan puolet kerrospaksuudesta. Suositeltavimmat maksimiraekoot ovat 55...65 mm.

Masuunikuonan on täytettävä suunnitteluohjeen kappaleessa 1.45 esitetyt puhtausvaatimukset.

Kappalekuonassa ja masuunikuonamurskeessa on niukasti hienoaainesta. Tästä syystä on masuunikuonamurskeen pinnassa käytettävä ohutta kiilausta 0-18...25 mm:n masuunikuonamurskeesta. Mikäli kappalekuonarakenne jää välittömästi päällysteen alle, se kiilataan 0-25...35 mm:n masuunikuonamurskeella. Mikäli kappalekuonan pinta on hyvin epätasainen ja rakenteeltaan avoin, kiilaus on tarkoituksenmukaista kiilausmateriaalin säästämiseksi tehdä kahdessa vaiheessa. Ensimmäiseen kiilaukseen käytetään 0...64 mm:n masuunikuonamursketta ja toisessa vaiheessa käytetään 0-18...25 mm:n masuunikuonamursketta.

Kuonan rakeisuusvaihtelua voidaan tarvittaessa pienentää väli-varastoinnin avulla. Varastoinnissa on otettava huomioon kohdassa 2 mainitut asiat.

5.2 Rakentaminen

Kantava kerros tehdään yhtenä kerroksena. Kappalekuonaa 0...200 mm käytettäessä tulee tiivistämättömän kerroksen paksuuden olla $\geq 0,3$ m. Kiilamateriaalin tiivistyksen jälkeen valmiin kerroksen on oltava oikeassa kaltevuudessa ja täytettävä sille taulukossa 2 asetetut vaatimukset. Kantava kerros tulee rakentaa yhdellä kerralla oikeaan tasoon, koska lisäkiviaineksen käyttöä tulee välttää. Tiivistetyn kerroksen karhinta ja uudelleen tiivistäminen saattaa aiheuttaa kuonan liiallista murskautumista. Jos lisäkiviaineksen käyttö on tarpeen, noudatetaan TYT:n kohdassa 1630 esitetyt ohjeita.

5.

Kuonan levitys suoritetaan tiehöylällä tai puskutraktorilla. Tiivistäminen suoritetaan taulukon 1 ohjeita noudattaen. Tiivistämisessä käytetään kumipyöräjyriä tai täryjyriä. Liiallista ja kuonarakeita huomattavan paljon rikkovaa tiivistämistä tulee välttää. Ensijaisesti käytetään tiivistämisessä kumipyöräjyriä.

Kappalekuonaa ja masuunikuonamursketta tulee tiivistämisen yhteydessä kastella mikäli kuona on kuivaa.

Valmiin kuonasta tehdyn kantavan kerroksen tulee täyttää TYT:n osassa 1600 esitetyt vähimmäiskantavuusvaatimukset. Tiiviyyttä ei arvostella tiiviysasteen tai suhteen E_2/E_1 perusteella.

8.

6. TOIMENPITEET RAKENTEEN PARANTAMISEN YHTEYDESSÄ

6.1 Yleistä

Rakenteen parantamistöissä noudatetaan "Rakenteen parantamisen yleisen työselityksen (TVH 732401) yleisiä ohjeita.

Masuunikuonan erityisominaisuuksien vuoksi tulee pyrkiä noudattamaan seuraavissa kohdissa annettuja ohjeita.

6.2 Työmenetelmät ja liikenteen järjestely

Kappalekuonasta tai masuunikuonamurskeesta tehtävä jakava kerros on levitettävä koko tien leveydeltä karkean materiaalin lajittumisen välttämiseksi. Jos yleinen liikenne vaatii rakentamista puoli tietä kerrallaan, tulee erityistä huomiota kiinnittää etenkin kappalekuonan karkeiden rakeiden erottumisen ja lajittumisen välttämiseen tien keskiosaan.

Mikäli kappalekuonasta tehty rakennekerros jää työn ajaksi yleiselle liikenteelle, tulee pinnan hoidon helpottamiseksi rakenteen pinnassa käyttää kiilausmursketta 0-18...25 mm.

Liikenteellä olevalla masuunikuonasta tehdyllä sitomattomalla tien pinnalla on taipumus tavanomaista runsaampaan pölyämiseen. Pölynsidontaan käytetään tarkoitukseen sopivaa tiesuolaa tai muuta väliaikaista pinnan käsittelyä.

7. LÄMPÖERISTERAKENTEET JA SIIRTYMÄRAKENTEET MASUUNIKUONASTA

7.1 Yleistä

Kappalekuonalla ja masuunikuonamurskeella on tavanomaisia kiviaineksia paremmat lämmöneristysominaisuudet johtuen rakeiden välisestä ja sisäisestä, suuresta huokostilavuudesta. Masuunikuonaa voidaan käyttää lämpöeristeenä tasaamaan tai poistamaan routanousueroja. Lämpöeristerakenteiden ja siirtymärakenteiden mitoitus ja rakenneperiaatteet on esitetty edellä suunnitteluohjeen kappaleissa 3 ja 4.

7.2 Lämpöeristerakenteiden rakentaminen

Maalaatikkoratkaisussa on suositeltavaa käyttää lämpöeristeenä kappalekuonaa. Rakenteen alaosassa routivaa alusrakennetta vasten käytetään 0,2...0,3 m:n paksuista suodatinhiekkakerrosta. Viimeistään leikkauspohjan valmistumisen yhteydessä on ratkaistava, onko tarpeen käyttää kuitukangasta estämään suodatinhiekan ja pohjamaan sekoittumista. Kuitukankaan tulee täyttää 2. käyttöluokan vaatimukset. Rakenteessa, missä masuunikuona on välittömästi kuitukankaan päällä, kankaan tulee täyttää 3. käyttöluokan vaatimukset. Tällaisia tapauksia voivat olla vanhan tien maalaatikkorakenteet, joissa uutta suodatinhiekkakerrosta ei tarvitse rakentaa, mutta olosuhteet vaativat silti kuitukankaan käyttöä.

Maalaatikon pohjaa ei tarvitse konetyönä tehdyn leikkaustyön jälkeen tasoittaa eikä tiivistää. Täyttötyö tehdään mahdollisimman paksuina kerroksina käytettävissä oleva tiivistyskalusto ja taulukon 1 tiivistämisohteet huomioonottaen.

9.

Kaikissa masuunikuonasta tehdyissä lämpöeristerakenteissa tulee tiivistämisessä välttää rakeiden kohtuutonta rikkomista noudattamalla taulukon 1 mukaisia tiivistyskertoja.

Maalaatikolle rakennetaan yleensä vain päällysrakenteen edellyttämä kuivatus.

7.3 Siirtymärakenteiden rakentaminen

Siirtymäkiilan materiaalina on suositeltavin kappalekuona (0...150-200 mm). Kiilan alaosassa routivaa alusrakennetta vasten tulee käyttää 0,2...0,3 m:n paksuista suodatinhiekkakerrosta.

Kiilan täyttötyö ja tiivistäminen suoritetaan samoja periaatteita noudattaen, jotka on esitetty kohdassa 7.2. Rakennettaessa siirtymärakenteita masuunikuonasta tehdyn päällysrakenteen liittyessä normaalikiviaineksestä tehtyyn rakenteeseen, tulee käyttää suunnitteluohjeen kohdan 4.3 siirtymärakenteita ja kaltevuuksia.

8. LÄHDELUETTELO

Alkio R., Eerola, M., Lampinen, A., Manninen E., Kuonien käyttö tienrakennuksessa. Espoo 1987. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 661.

Eerola, M., Kankare, E., Masuunikuonan käyttö maa- ja tienrakennuksessa. Tekniset ohjeet. Espoo 1982. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedotteita 137. 53 s. + liitt. 2 s.

Ehrola, E., Masuunikuonan käytöstä tierakenteissa, Oulu 1977. Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos. Julkaisu 23.

Höbeda, P., Masugnsslagg som vägmateriäl. En litteraturstudie. Linköping 1976. Statens väg- och trafikinstitut. Rapport 111.

Kappalekuonan koekäyttö tien rakennusaineena. Ylivieska 1982. Keski-Pohjanmaan tie- ja vesirakennuspiiri. Työntutkimustiedote n:o 15/1982.

Koivuniemi, Mirja, Masuunikuonan käytöstä bitumilla sidotuissa tiepäällysteissä. Oulu 1979. Oulun yliopisto, tie- ja maarakennustekniikan laitos. Julkaisu 28.

Mankinen, J., Masuunikuonan käytöstä lämmöneristysmateriaalina tierakenteissa. Oulu 1968. Oulun yliopisto, diplomityö.

Mäkikyrö, T., Uusia rakenneratkaisuja tien päällysrakenteessa. Oulu 1986. Oulun yliopisto, rakentamistekniikan osasto. Diplomityö.

Räinä, M., Masuunikuonan murskaaminen tienrakennusmateriaaleiksi. Oulu 1980. Oulun yliopisto, rakennustekninen osasto. Diplomityö 109 s. + liitteet.

Sirniö, V., Masuunikuonan käytöstä siirtymäkiiloissa. Oulu 1983. Oulun yliopisto, rakentamistekniikan osasto. Diplomityö.

Terästeollisuuden jätekuonan käyttö tien rakennekerroksessa. Kokeilu kantatiellä n:o 52. Otaniemi 1976 ja 1977. VTT, tie- ja liikennelaboratorio, tutkimusselostukset 39 ja 69.

Tiivistämisen vaikutus kappalekuonan rakeisuuteen. Keski-Pohjanmaan tie- ja vesirakennuspiiri. Ylivieska 1981. Tutkimukset 47/81 ja 51/81.

Use of waste materials and by-products in road construction. Paris 1977. OECD. Road Research.

Vuontisjärvi, E., Kokemuksia masuunikuonan käytöstä lämmöneristeenä Rautaruukki Oy:n koetiellä vuosina 1967-1970. Oulu 1971. Oulun yliopisto, diplomityö.

9. T. HAILIKARIN JA R. ORAMAN KOMMENTIT

1. Taulukossa 2. esitettyjä kappale- ja masuunikuonan keskimääräisiä moduularvoja (280 ja 350 MN/m²) ei saa käyttää suunnitteluarvoina. TVL:n Oulun ja Keski-Pohjanmaan piirien eräiden hankkeiden laadunvalvonnassa saatujen materiaalimoduulien perusteella arvioituna voidaan kappalekuonan E-moduulin suunnitteluarvona käyttää enintään 200 MN/m² ja masuunikuonamurskeella enintään arvoa 280 MN/m². Tällöin keskiarvosta on vähennetty hajonnan arvo. Tämä merkitsee sitä, että toteutuksessa n. 85 % ko. moduularvoista ylittää suunnittelutavoitteen ja n. 15 % alittaa sen.

2. Taulukossa 2. esitettyjä kappale- ja masuunikuonan lämmönjohtolukuja 0,8 - 1,3 W/MK tulee käyttää suunnittelussa mitoitusarvoina. Taulukon 2. arvoa 0,35 tai kohdassa 3.2 (sivu 11) esitettyä ohjearvoa 0,5 W/MK ei pidä käyttää suunnittelussa. Ne johtavat selvään rakenteiden alimitoitukseen.

3. Masuunikuonamurskeen E-moduuli on muiden rakeisten ainesten tapaan riippuvainen materiaalin rakeisuudesta, kuten laadunvalvonnan tulokset (ks. kommentti 1.) osoittavat.

4. Kantavaan kerrokseen käytettävillä kuonatuotteilla tulee olla samat kiviaineksen lujuusvaatimukset kuin tavanomaisilla kiviaineksilla eli päällysrakenteilla 1...2 laatuluokka II ja päällysrakenteilla 3...6 laatuluokka III (ks. TYT, 1630). Ei ole mitään perusteita suosia jotain kaupallista tuotetta sen laatuvaatimuksia alentamalla, vaikka kyseessä on osittain ajan myötä lujittuva materiaali.

5. Kappalekuonaa ei saa käyttää tien kantavassa kerroksessa sen liian karkean ja avonaisen rakeisuuden sekä alhaisen materiaalimoduulin (E=200 MN/m²) vuoksi (ks. kommentti 1.).

6. Katso kohdat 1 ja 5.

7. Kuonatuotteita käytettäessä ei ole syytä, eikä perusteita poiketa tavanomaisista, "RAKSU"-ohjeiden mukaisista siirtymäkiilojen kaltevuuksista.

8. Kuonatuotteiden kohdalla ei ole mitään perusteita poiketa yleisistä tiiviysvaatimuksista, joita on annettu sekä sitomattomille että lujitetuille rakenteille (ks. TYT 1600).

9. Maalaatikon pohja on tiivistettävä uusittavan TYT 1500 ohjeiden mukaisesti A...D luokissa 90 % tiiviyyteen ja E luokassa 87 % tiiviyyteen. F ja G luokille ei ole annettu niiden märkyyden vuoksi tiiviysvaatimuksia.

ISBN 951-47-1650-7

VALTION PAINATUSKESKUS
Valtioneuvoston monistamo

Helsinki 1989

ISBN 951-47-1650-7

VALTION PAINATUSKESKUS
Valtioneuvoston monistamo

Helsinki 1989