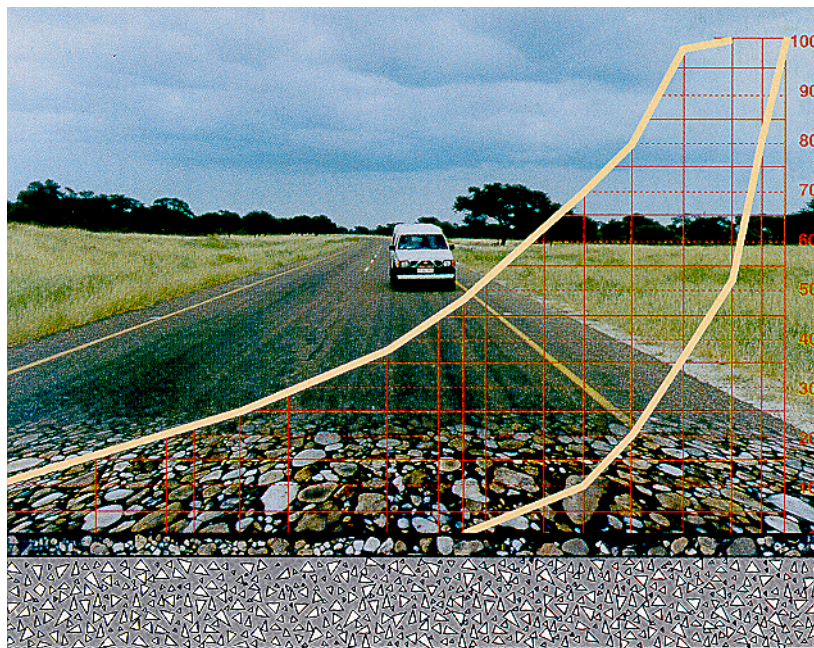


NORRA MAANTEEAMET

OTTA PINDKATETE KASUTAMISE JUHEND



Oslo, 1999

OTTA PINDKATETE KASUTAMISE JUHEND

Tõlgitud väljaandest

C. Øverby “**A Guide to the use of Otta Seals**”

Directorate of Public Roads. Road Technology Department. International Division.

Oslo, August 1999

EESSÕNA

Esimesed Otta pindamiskatted ehitati Norras aastatel 1963 – 1965, mis põhinesid innovatiivsel ja eksperimentaalsel lähenemisel. Peaesmärgiks oli arendada meetod, mis parandaks efektiivselt kruusateede kvaliteeti vastavuses kruusateede korrashoiu kuludega. Aastal 1965 töötas Norra Teeduurimise Labor edukalt välja pihustatud bituumeniga katte, kasutades selleks pideva sõelkõveraga kruusa ja pehmet sideainet, suhteliselt kõrge sideaine sisaldusega. Järgmise 20 aasta jooksul ehitati katted Otta pindamise meetodil enam kui 12000 km katteta teedele, hõlmates ligikaudu 20 % Norra kogu kattega teede võrgust. Otta pindamine osutus kiiresti väga ökonoomseks ja vastupidavaks ning meetodi jõudlus oluliselt paremaks, kui esialgselt loodeti.

Alates 1970-ndate lõpust on Norra insenerid edendanud seda tüüpi pihustatud bituumeniga katete ehitamist maailma mitmeis paigus, rakendades kohaliku keskkonnaga sobivaid tehnilisi tingimusi. Avaldatud kogemused on kahtlemata olnud väga edukad, ulatudes sulamis/külmumisaladelt kuni kuuma/märja ja kuiva/väga kuuma kliimani. Paljudel juhtudel range kinnipidamine bituumenkatete tavalisematest standarditest muudab projekti võimatuks või teeb selle asjatult kalliks. Kuid info vähesus Otta pindkatete kohta – omadused, projekteerimine (esialgselt põhines Otta pindkatete projekteerimine pigem empiirilistel meetoditel kui killustikpindamisteks kasutatud ratsionaalsematel meetoditel), ehitamine ja teostus ning ehitustööstuse vastuseis uue tehnoloogia omandamisele – on kaua piiranud seda tüüpi pihustatud bituumeniga katete ehitamist.

Käesoleva trükise kaks põhieesmärki on:

- anda valmis, praktiline soovitus inseneridele ja tehnikutele, kes projekteerivad ja teostavad bituumenpihustusega töid;
- üldistada Otta pindkatete globaalse kasutamise 25 aasta kogemusi, andes tehnilisi tõendusmaterjale ja majanduslikke õigustusi tõestamaks, et Otta pindkatted ei oma muid piiranguid kui teised pihustatud bituumeniga katted.

Minu siiras soov on, et käesolev trükis annaks vajaliku kindluse seda liiki uuenduslikku tüüpi pihustatud bituumeniga katte kasutamiseks, samuti oleks juhendiks praktikutele, valitsuse inseneridele ja tehnikutele, töövõtjatele ja konsultantidele seda tüüpi pihustatud bituumeniga katete kasutusele võtmisel.

Oslo, 10.august 1999

Olav Sjøfteland

Norra Maanteeameti peadirektor

Käesolev trükis nr. 93 esitati (Norra) Maanteeameti tehnoloogiaosakonna poolt ülemaailmsel PIARC XXI Teede Kongressil Kuala Lumpuris, Malaisias 3. - 9.oktoobril 1999.

SISUKORD

	Eessõna	4
1	SISSEJUHATUS	
	1.1 Taust	7
	1.2 Trükis, eesmärk, ulatus	7
	1.3 Trükise struktuur	8
2	BITUUMENPINDKATTED	
	2.1 Roll ja funktsioon	9
	2.2 Pindkatete tüübid	9
	2.3 Valikutegurid	10
3	OTTA PINDKATETE TEKKELOO	
	3.1 Taust	11
4	TEHNOLOOGIA PARAMEETRID	
	4.1 Kirjeldus ja tüübid	12
	4.2 Tehnoloogia	12
	4.3 Tehnoloogia parameetrid	13
	4.4 Suhtelised eelised ja puudused	14
5	KIVIMATERJAL	
	5.1 Võtmeomadused	16
	5.2 Sõelatud ja purustatud kivimaterjal	16
	5.3 Kivimaterjal liivpuistekihiks	17
	5.4 Nõuded kivimaterjalidele	17
6	SIDEAINED	
	6.1 Soovitud omadused	19
	6.2 Liigid	19
	6.3 Omadused	20
	6.4 Segamine välitingimustes	21
	6.5 Ladustamise ja pihustamise temperatuurid	23
	6.6 Nakkeparandajad	23
	6.7 Krunn	24
7	PINDAMISE VALIKUKRITEERIUMID	
	7.1 Pindamise valikut mõjutavad tegurid	25
	7.2 Oodatav eluiga	25
	7.3 Otta pindkatete ja killustikpindamise majanduslik võrdlus	26
8	PROJEKTEERIMINE	
	8.1 Projekteerimist mõjutavad tegurid	28
	8.2 Otta pindkatte tüübi valik	28
	8.3 Kivimaterjali eelistatud terakoostis	30
	8.4 Sideaine liik	30
	8.5 Sideaine kulunorm	30
	8.6 Kivimaterjali kulunorm	32

9	EHITAMINE	
9.1	Üldist	33
9.2	Aluse ettevalmistamine	33
9.3	Pindamistööd	33
9.4	Järgnev ülevaatus	34
9.5	Vahetu ehitusjärgne hooldus	34
9.6	Liikluse korraldamine	35
9.7	Lisaasjaolud kahekordsele Otta pindkattele ja kombineeritud kattele	35
9.8	Olulised ehituse üksikasjad	36
10	KORRASHOID	
10.1	Üldist	37
10.2	Otta pindkatted korduspindamistena	37
11	LEPINGUKÜSIMUSED	
11.1	Üldist	38
11.2	Lepinguküsimused	38
12	GLOBAALNE KASUTAMINE	
12.1	Üldist	40
12.2	Norra	41
12.3	Rootsi	42
12.4	Island	42
12.5	Keenia	43
12.6	Botswana	45
12.7	Zimbabwe	46
12.8	Bangladesh	46
12.9	Lõuna-Aafrika	47
12.10	Austraalia	47
12.11	Ajalooline kokkuvõte	48
	KASUTATUD KIRJANDUS	49
	LISAD	
A	Massi/mahu ülemineku tabelid	51
B	Lühendid	55

SISSEJUHATUS

1.1 Taust

Eelarvelised piirangud katendi ehitamiseks madala liikluskoormusega teedele nii tööstuslikes kui ka arengumaades on palju aastaid sundinud teedeinsenere uurima ja arendama uusi meetodeid teede projekteerimiseks, ehitamiseks ja hooldeks, et optimeerida võimalike rahaliste vahendite kasutamist. Sellisel juhul arvestatakse väga sageli kohalike materjalide kasutamisega, kuigi materjal võib olla mittestandardne või väheväärtuslik rangemate tehniliste nõuete suhtes. Täpne kinnipidamine tavalisematest normidest muudab projekti võimatuks või teeb selle asjatult kalliks.

Üks võimalus tee-ehituse maksumuse vähendamiseks on bituumenkatete kaalutletud valimine. Tavaliselt kõige efektiivsema maksumusega katte valik põhineb sobiva kattetüübi eluea analüüsil, milles on uuritud rea tegurite mõju. Üks katte tüüp, mis on tõestanud, et on silmapaistvalt efektiivse maksumusega sobivates olukordades, on Otta pindkate, milles on kasutatud pideva sõelkõveraga kivimaterjali. Rohkem kui kolm kümnendit on see bituumenkatte tüüp tõestanud, et on väga ökonoomne nii Skandinaavias, Islandil, Ida- ja Lõuna-Aafrikas ning osaliselt ka Bangladeshis.

1.2 Trükis, eesmärk ja ulatus

Käesoleva trükise peamine eesmärk on anda praktilisi juhiseid Otta pindkatete projekteerimiseks, ehituseks ja hooldeks. Trükis üldistab ka kogemusi, mis on saavutatud Otta pindkatete kasutamisel viimase kolme kümnendi jooksul globaalses plaanis. On tahetud parandada arusaamist sellist tüüpi teekattest ning edendada selle kasutamist sarnastes keskkondades, kus teede ehituseks ja korrashoiuks tuleb piiratud rahaliste võimaluste juures teha optimaalne valik.

Tuleb rõhutada, et käesolevat trükist tuleks kasutada ettenähtud otstarbel, s.t. kui juhendit ja mitte kui ettekirjutust või standardit Otta pindkatete projekteerimiseks, ehitamiseks või korrashoiuks. Alati tuleb kasutada mitut hinnangut otsustele jõudmiseks parameetrite osas, mis on seotud eraldi projekteerimisega.

Trükis on mõeldud kasutamiseks Otta pindkatete projekteerimise, ehituse ja korrashoiuga seotud erinevatele organisatsioonidele. Need hõlmavad tööandjaid, konsultante, töövõtjaid ja materjalide tarnijaid.



Kruusateedel on väga sageli sõitmine ebamugav ning nende korrashoiu ja ekspluatatsioonikulud on kõrged. Ka tolmuga saastamine on asulates probleem. (Lõuna- Aafrika).



Pindamine kaitseb aluskihti ja annab hea sõidumugavuse. Seega madalad ekspluatatsioonikulud. (Zimbabwe).

1.3 Trükise struktuur

Trükis koosneb kaheteistkümnest peatükist, mis järgnevad käesoleva peatüki sissejuhatusele, peatükk 2 annab ülevaate pindamiste rollist ja funktsioonist. Otta pindkatte teke ja arenemine on antud peatükis 3. Peatükk 4 määrab Otta pindamise detailid, kirjelduse ja tehnoloogia parameetrid. Järgnevad peatükid 5 ja 6, mis kirjeldavad Otta pindkatete koostismaterjale. Peatükk 7 visandab erinevad valikukriteeriumid, mis mõjutavad katte valikut. Järgnevad peatükid 8, 9 ja 10, mis käsitlevad vastavalt Otta pindkatete projekteerimist, ehitust ja korrashoidu. Mitmed töövõtu probleemid, mis seonduvad Otta pindkatete kasutamisega, on kirjeldatud peatükis 11. Lõpuks, peatükk 12 kirjeldab Otta pindkatete ülemaailmse kasutamise kogemusi ning teeb ajaloolise kokkuvõtte.

On antud kaks lisa – lisa A on massi/mahu ülemineku tabelid ja lisa B lühendid.

BITUUMENPINDKATTED

2.1 Roll ja funktsioon

Bituumenpindkatted (pindamine) on kattega teede koostisosad ning täidavad mitmeid funktsioone, mis annavad palju eeliseid katteta teede ees. Need on:

- Kindlustab vastupidava, veekindla katte, mis isoleerib ja kaitseb katendikihte niiskuse sissepääsu ja sellele järgneva katendi tugevuse kao ja vähenemise eest.
- Annab kareda pinna, mis kindlustab vastupanu liiklusest ja keskkonnast tulenevatele abrasiivsetele ja lõhestusjõududele.
- Vältib kurdude, tolmu ja muda teket, mistõttu üldiselt lubab suhteliselt ohutut liiklust suuremal kiirusel ning sõidukite madalamaid ekspluatatsiooni- ja korrashoiu kulusid.

Nagu kõikide pinnatud teede puhul, peab katendi tugevus olema vastavuses oodatavale liikluskoormusele.

2.2 Pindkatete tüübid

Maailma üldkasutatavate teede võrgus on kasutatud ja kasutatakse mitmeid pindkatete tüüpe. Need on:

- Liivpindamine
- Killustikpindamine
- Killustikmöss
- Otta pindkate
- Asfaltbetoon (erinevate paksustega)

Ülaltoodud pindkatete tüüpide illustatsioonid on joonisel 2.1.

LIIVPINDAMINE

- 1 Krun
- 2 Sideaine
- 3 Liiv

ÜHEKORDNE KILLUSTIKPINDAMINE

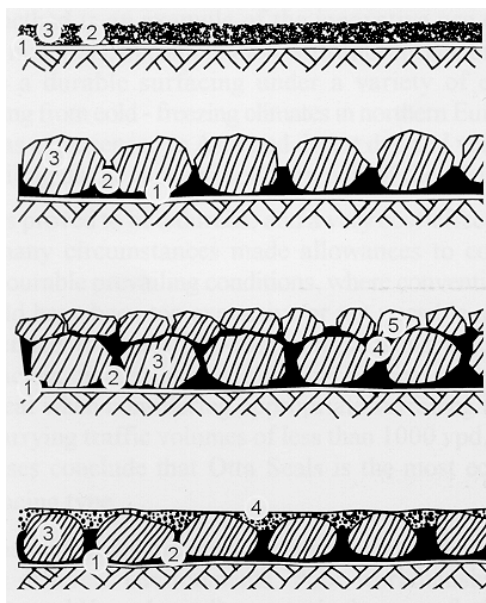
- 1 Krun
- 2 Sideaine
- 3 Killustik

KAHEKORDNE KILLUSTIKPINDAMINE

- 1 Krun
- 2 Sideaine
- 3 Jämekillustik
- 4 Sideaine
- 5 Peenkillustik

KILLUSTIKMÖSS

- 1 Krun
- 2 Sideaine
- 3 Killustik
- 4 Möss



ÜHEKORDNE OTTA PINDKATE

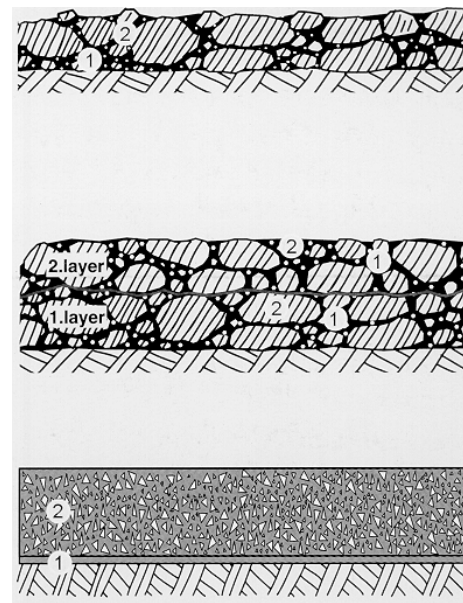
- Krun puudub
- 1 Sideaine
 - 2 Ridakillustik

KAHEKORDNE OTTA PINDKATE

- Krun puudub
- 1 Sideaine
 - 2 Ridakillustik

ASFALTBETON

- 1 Krun
- 2 Asfaltsegu



2.3 Valikutegurid

Bituumenpindkatte valimine mistahes olukorra tarbeks sõltub mitmetest teguritest, mis sisaldavad järgmist:

- katendi tüüp (tugevus, elastsed omadused jne.);
- majanduslikud ja rahalised tegurid (rahalised võimalused, elueakulud, jne.);
- nõutavad sõiduomadused;
- eksploatatsiooni tegurid (liiklus, kattepinged, geomeetria jne.);
- ohutus (pinna tekstuur, koosmõju liidlusele jne.);
- keskkonnavalasid kaalutlused (kliima, müra jne.)
- ehituse ja korrashoiu strateegia;
- võimalike materjalide omadused (kivimaterjal, sideaine jne.).

Pindkate peab vastama mitmetele tehnilistele ja keskkonnanõuetele, alternatiivsete pindamisviiside eluea kulude võrdlus on aluseks maksumuselt kõige efektiivsema lahenduse määramisel. Selline võrdlus peaks sisaldama mitte ainult esialgset ehitusmaksumust, vaid ka korrashoiu ja sõidukite eksploatatsioonikuluseid.

OTTA PINDKATETE TEKKELUGU

3.1 Taust

Kuuekümnendate algul oli ligikaudu 50 % ehk 40 000 km Norra üldkasutatavatest teedest madala kandevõimega katteta kruusateed, aasta keskmise ööpäevase liiklussagedusega (AADT) 50 – 500 sõidukit. Kevadise sula ajal olid paljud teelõigud läbipääsmatud nii kergetele kui ka rasketele sõidukitele. Tol ajal oleks pidanud need teed praeguse praktika kohaselt enne bituumenpindkatte ehitamist täielikult rekonstrueerima. Kuid taastusprogrammi edenemine oli aeglane tänu eelarvelistele ja raskete ehitusmasinate piiratud võimalustele. 1963. aastal selgus Norra maanteeameti juhtidele vajadus arendada välja meetod või töötlus, mis võiks efektiivselt parandada kruusateede kvaliteeti vastavuses kruusateede korrashoiu kuludega. Tuli saavutada järgmised kaks peamist, majanduslikel ja tehnilistel aspektidel baseeruvat eesmärki:

- investeeringud peaksid ennast tasuma mõne aastaga ainult vähendatud korrashoiukulude arvel;
- tee kasutaja tunnetaks teekatte kvaliteeti ja toimet sarnasena teisele tavalisele bituumenkattele.

Et täita neid kahte valitsevat peamist eesmärki, peaks kate eelistatavalt rahuldama järgmisi nõudeid:

- olema odav ja kergesti teostatav kogu riigis;
- kasutama kohalikku, käepärast, sõelutud looduslikku kivimaterjali;
- olema veekindel, et vältida vee sattumist niiskustundlikku alusmaterjali;
- olema väga elastne, vastupidav ja kergesti hooldatav.

1963. aastal tehti Norra Teeduurimise Laborile (NRRL) ülesandeks töötada välja bituumenpindkatte tehnoloogia, mida saaks rakendada eelpool mainitud majanduslike ja tehniliste nõuete täitmiseks. Aastatel 1963 – 65 viidi läbi katsed Otta orus (Otta Valley), millest tulenes ka meetodi nimetus.

Esialgselt kavatsena kasutamiseks kui kruusateede ajutine “korrashoid bituumenpindamisega” viis selle hea teostus kasutamisele ka uutele ehitatavatele teedele ning olemasolevatele bituumenkatetega teedele, nii väikese kui ka keskmise liikluskõormusega teedele. Alates meetodi tekkimisest on see leidnud laia kasutamist kruusateede ökonoomselt korrashoiupindamisest kuni täieliku bituumenpindkatte ehituseni. See kattetiüp ei oma tänapäeval peale liiklusmahtude teisi piiranguid, mida tuleks arvesse võtta muude pihustatud bituumeniga pindkatete ehitamisel.



Katteta teede võrk oli Norras kuuekümnendate algul halvas seisukorras. Sula perioodil olid teed sageli läbitamatud nii kergetele kui ka rasketele sõidukitele. (Norra).



Otta pindamine sai alguse Norras Otta orus, kus seda kasutati esmakordselt. (Norra).

Info vähesus Otta pindkatte kohta – omadused, projekteerimine, ehitamine ja teostus ning ehitustööstuse vastuseis uue tehnoloogia omandamisele – on kaua piiranud seda tüüpi bituumenpindkatete ehitamist.

TEHNOLOOGIA PARAMEETRID

4.1 Kirjeldus ja tüübid

Otta pindkate koosneb põhiliselt 16 - 32 mm paksusest bituumen-pindamiskihist, mis on segu teatud terakoostisega kivimaterjalidest looduslikust kruusast kuni purustatud kivimini ja suhteliselt pehmest (madala viskoossusega) sideainest, ning kaetud liivpuistekihiga või ilma. See kattetüüp erineb tavalisest ehk killustikpindamisest, kus kasutatakse üht fraktsiooni killustikku ja suhteliselt sitket (kõrge viskoossusega) sideainet.

On mitmeid Otta pindkate tüüpe, sõltuvalt kasutatud kihtide arvust, kivimaterjali terakoostisest ja liivpuistekihi olemasolust. Üldiselt, kokkuvõttes on tüübid järgmised:

1. Ühekordne Otta pindkate
 - skelett poorne, keskmise poorsusega või tihe
 - liivpuistekihiga
 - liivpuistekihita
2. Kahekordne Otta pindkate
 - skelett poorne, keskmise poorsusega või tihe
 - liivpuistekihiga
 - liivpuistekihita

Otta pindkate tüübi valik sõltub mitmest tegurist, mida kirjeldatakse peatükis 7.

4.2 Tehnoloogia

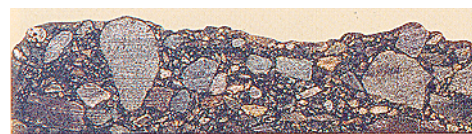
Otta pindkatete tehnoloogia on üsna erinev tavalisest killustikpindamisest. Kokkuvõttes on need erinevused järgmised.

Otta pindamine: Ridakillustik puistatakse suhteliselt õhukesele võrdlemisi pehme sideaine kihile, mis rullimise ja liikluse toimel tõuseb ülespoole läbi skeleti pooride. Sellisel moel toimub formeerumine kivimaterjali mehaanilise kiilumise ja bituumeniga sidumise kaudu – “üsna nagu” eelsegatud segu.

Kohe pärast rullimist on soovitatav avada liiklus, lõplik välimus pärast formeerumist 4 - 8 nädala jooksul sarnaneb rattajälgedes segatud segu omaga. Aluse kruntimine pole harilikult vajalik.

Killustikpindamine: Tavalise killustikpindamise puhul puistatakse killustik suhteliselt sitkele sideainele kihiga “liimida” eelnimetatu hiljem. Seega sõltub killustikpindamine väga palju sideaine ja kivimaterjali pinna vahelise nakke tugevusest. Kui see side on ebapiisav (näit. liiga õhukese sideaine kihi kasutamine või tee kasutamise käigus sideaine rabenemine oksüdeerumise tagajärjel), tekib murenemine. Pealegi, killustiku vastavate teramõõtude valimine on kriitiline, et kindlustada esimese ja teise kihi omavahelist kiilumist. Liiklust tuleb kattel hoolikalt kontrollida, kuni sideaine on lõplikult tardunud. Aluse kruntimine on tavaliselt vajalik.

Kõik ühekordse pindamise tüübid nõuavad teostuseks väga kõrget töömeesterikkust ja kannavad endas seetõttu ebarahuldava tulemuse kõrgemaid riske.

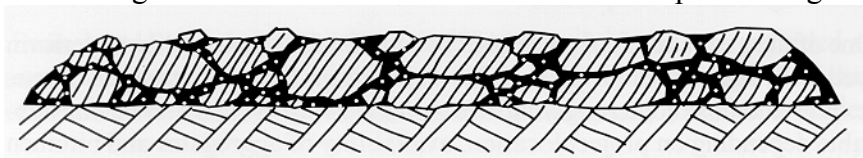


Mehaaniline kiilumine ja side bituumeniga on “üsna nagu” eelsegatud asfaltsegus. Kahekordne Otta pindkate.

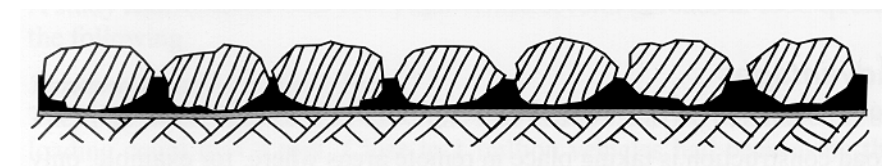
Higistamist tuleks Otta pindkatetel ja tavalisematel killustikpindamistel samuti vaadelda üsna erinevalt. Nagu eespool mainitud, kui üleliigne bituumen kerkib pinnale rullimise ja liikluse toimetel, saab seda lihtsalt varjata peenkillustiku või peenliiva puistega. Peenkillustik (või liiv) kattub üsna kiiresti suhteliselt pehme bituumeniga ja kandub skeleti pooridesse, andes tiheda, suletud pinna, mis on väga sarnane tavalise, eelsegatud segust kattega. Vastandina on killustikpindamise higistamine palju problemaatilisem raskuste tõttu, mis ilmnevad peenkillustiku (või liiva) sidumisel suhteliselt sitke sideainega.

Erinevuste tõttu Otta pindkatete ja killustikpindamiste tehnoloogias on oluline tõdeda, et nendele vastavaid projekteerimismeetodeid ja ehitust ei peetaks sarnasteks.

Joonis 4.1 illustreerib ühekordse Otta pindkatte koostise ja tehnoloogia erinevusi võrreldes ühekordse killustikpindamisega.



Ühekordne Otta pindkate (0 – 16 mm). Paksus: miinimum 16 mm.



Ühekordne killustikpindamine (13,2 mm). Paksus = keskmine vähim mõõde (8 kuni 10 mm).

Joonis 4.1 Ühekordse Otta pindkatte tehnoloogia võrdlus ühekordse killustikpindamisega.

4.3 Tehnoloogia parameetrid

Üldist

Otta pindamise tehnoloogia sõltub (nagu kõik teisedki pindamisliigid) reast teguritest nagu:

- Otta pindkatte tüüp (tekstuur, vastupidavus jne.);
- katendi kandevõime;
- liiklus teel.

Vastupidavus – tekstuur

Tihe, poorideta tekstuuriga Otta pindkate, mida tihendatakse veelgi liivpuistekihiga katmisega, omab eriti eeliseid kuumas kliimas, mis esineb paljudes maades. Sellistes tingimustes kiirendab kõrge päikese kiirgus oluliselt katte sideaine oksüdeerumist, mis Otta pindkattes toimub aeglasemalt kui tavalisemas killustikpindamiskihis.

Otta pindkatete tihe, poorideta tekstuur üldiselt soodustab veekindlust ning kaitseb sideainet otsese päikese kiirguse ja sellega kaasneva oksüdeerumise ning rabadaks muutumise eest.

Kui killustikpindamise projekteerimise ja ehitamise protseduurid on kohaldatud Otta pindkattele, on tulemus kohutav!



Ridakillustikust skeleti pooride sulgumine Otta pindkattes. Pange tähele tihedat mastiksit ja kiilumist. (Botswana).



Otta pindkate liivpuistekihiga, kus tihe mastiks on tõusnud kõrgemale. (Botswana).

Elastsus

Pikk kasutusiga, mida näitasid kogemused Norras ja Keenias Otta pindkatete ehitamisel katenditele, mis olid suhteliselt kõrge Benkelmani tala läbipaindega (rohkem kui 1,25 mm), tõendab, et seda tüüpi pindkate omab suurepärase elastsust.

Liiklus

Otta pindkatte kontseptsioonis ei pea arvesse võtma muid liiklusmahtude piiranguid, kui vaid neid, mida rakendatakse mistahes muude pihustatud bituumeniga pindkatete korral.

4.4 Suhtelised eelised ja puudused

Otta pindkatted erinevad mitmes suhtes tavalistest pihustatud bituumeniga pindkatetest nagu on killustikpindamine.

Üks suuremaid eeliseid, mida pakuvad Otta pindkatted, on võime anda hea tulemus koostöös suhteliselt madala kvaliteediga kivimaterjalidega tugevuse, terakuju, tekstuuri ja tolmusisalduse osas, võimaldades kulusid kokku hoida, mis suurel määral sõltuvad projekti asukohast, võimalikest kivimaterjalidest ja bituumeni hinnast. Siiski, nagu pindkatete muud tüübid, omavad Otta pindkatted nii eeliseid kui ka puudusi, mida on kirjeldatud allpool.

Eelised

Mõned tegurid, mis soosivad Otta pindkatete kasutamist, hõlmavad olukordi, kus:

- tee-ehitus toimub kõrvalistes kohtades, kus näiteks leidub ainult looduslikku kruusa ja kus võib olla tõkestavalt kallid purustusseadme ülesseadmine;
- töösused võivad olla keskpärase kvaliteediga;
- kate on vaja muuta elastsemaks ja vastupidavamaks, näiteks suhteliselt madala kvaliteedi, madala kandevõime, suure läbipaindega katendi puhul;
- on madal korrashoiu võime;
- valitseb kõrge päikesekiirguse tase.

Puudused

Otta pindkatete üks peamisi puudusi on nende esialgne ebaühtlane ja mõneti laiguline välimus nende kasutusaja esimese 4 - 6 kuu jooksul. Sel ajal võib pinnal ilmned palju bituumenit või isegi higistamist, tekitades vajaduse puistata kahjustatud kohale liiva või purustussõelmeid, et absorbeerida bituumeniliig. See võib tekitada eksliku mulje pindkatte ehitajale, et midagi on pindamisega valesti või et see on tavalisemast killustikpindamisest madalama kvaliteediga. Kuid see EI OLE kindlasti nii. Pärast 8 – 12 nädala möödumist liikluse all hakkab kate tihenema ning annab ühtlasema konsistentsiga välimuse, mis näeb mõneti välja nagu palju kulukam asfaltbetoon, mida üldiselt kasutatakse väga raske liiklusega teedel.

Killustiku terakuju, tugevuse ja terakoostise mõju on Otta pindkatete käitumismehhanismi tõttu mõõduka tähtsusega, vastandina nende omaduste olulisusele tavalise killustikpindamise puhul.

Otta pindkatete teostuse visuaalne hindamine erinevatel liiklustasemetel näitab, et pindamine on eelistatud tegelikult liiklusmahtudel üle 500 auto/ööpäevas.



Ümbruskonna loodusliku kruusa kasutamine koos peenosistega on üks tegureid, mis soodustab Otta pindkatete kasutamist. (Keenia).



Värskest laotatud, kõrge peenosiste sisaldusega Otta pindkate tolmab esimesed 2 – 4 nädalat. (Lõuna-Aafrika).



Otta pindkattel esineb mõne esimese kuu jooksul pärast liikluse avamist bituumenirohkust, näib esialgu ebaühtlane ja halvem kui tavaline killustikpindamine. (Botswana).



Mõni kuu pärast kasutamist on Otta pindkate kinnistunud ja näeb ühtlane välja. (Botswana).

Teine puudus Otta pindkatete kasutamisel on seotud vajadusega arvestada rea lepinguliste lisaküsimustega, mida on vaja eraldi käsitleda lepingudokumentides. Neid probleeme on arutatud peatükis 11.

Tabel 4.1 kirjeldab suhtelisi erinevusi Otta pindkatete ja tavakillustikpindamiste vahel ning annab kvalitatiivsed erinevused kahe pindkatte tüübi vahel.

Parameeter	Otta pindkate	Tavaline killustikpindamine
Kivimaterjali kvaliteet	Nõrgad nõuded: - tugevusele, - terakoostisele, - terakujule, - nakkele sideainega, - tolmusisaldusele. Võimaldab maksimaalselt kasutada kohalikku looduslikku kruusa või purustatud materjali.	Ranged nõuded: - tugevusele, - terakoostisele, - terakujule, - nakkele sideainega, - tolmusisaldusele. Purustatud materjali maksimaalne kasutamine on takistatud, loodusliku kruusa kasutamine praktiliselt ei sobi.
Sideaine	Nõutavad on suhteliselt pehmed (madala viskoossusega) sideained: sitke bituumen penetratsiooniga 150/200 või vedeldatud bituumenid MC 3000 või MC 800	Killustiku kinnihoidmiseks on vajalikud suhteliselt sitked sideained: sitke bituumen penetratsiooniga 80/100 kuumana.
Projekteerimine	Empiiriline lähenemine projekteerimisele. Toetub suurel määral varasemale kogemusele ja välikatsetele.	Empiiriliselt põhineb ratsionaalsetel projekteerimismeetoditel.
Ehitustehnika	Suhteliselt vähene tundlikkus tööoskuse nõuete suhtes. Kui vaja, on kerge rakendada intensiivseid töömeetodeid.	Tundlik tööoskuse nõuete suhtes. Intensiivseid töömeetodeid on raske rakendada.
Ehituskulud	Enamikel juhtudel on kulud madalamad kui killustikpindamisel, kuni 40 %, sõltuvalt võimalikust kivimaterjalist.	Kulud konkureerivad vaid seal, kus hea karjäär asub lähedal; bituumeni hind on kõrge ja liiklusmaht on kõrge (>500 auto/ööpäevas).
Lepingud	Lepingulised lisaküsimused vajavad lahendamist.	Lepingulised probleemid on hästitatud.
Esteetika	Meeldivat, ühtlast välimust on raske saavutada. Kuid selline tulemus ei ole Otta pindkatetele heade tulemuste vajalik indikaator.	Ulatus väga meeldiva ja kehva välimuse vahel sõltub ehitustööde kvaliteedist.
Hõõre märja ilmaga	Kehvem kui killustikpindamisel, mis on hästi projekteeritud ja ehitatud ning kasutatud jämedat killustikku. Kuid parem kui mössil ja asfaltbetoonil.	Äärmused suurepärase ja väga kehva vahel sõltuvad ehitustööde kvaliteedist.
Kasutamine värskel bituumeniga aluskihil	Ei sobi tingituna kõrgest bituumenisisaldusest, mis on vajalik sideaine kiireks tõusmiseks läbi skeleti pooride.	Sobib, kuid nõuab hoolikat projekteerimist ja ehitamist, kui tuleb vältida liigihigistamist.
Perioodiline korrashoid korduspindamiste vahel	Üldiselt väike vajadus perioodilisteks hooldetöödeks korduspindamiste vahel.	Värskendamine emulsiooniga piserdades korduspindamiste vahel on tavaliselt vajalik killustiku kinnihoidmiseks.
Vastupidavus	Suhteliselt pehme sideaine kasutamine ja tihe mastiks tõstavad pindkatte vastupidavust.	Suhteliselt sitke sideaine kasutamine vähendab pindkatte vastupidavust.
Tüüpiline eluiga	Tüüpiline eluiga: - kahekordsel Otta pindkattel 12 – 15 aastat, - ühekordsel liivpuistekihiga Otta pindkattel 9 – 11 aastat.	Tüüpiline eluiga: - kahekordsel killustik-pindamisel 8 – 10 aastat, - ühekordsel killustik-pindamisel 5 – 6 aastat. Adekvaatsed tööoskused on olulised.

Tabel 4.1 Suhtelised erinevused Otta pindkatete ja tavakillustikpindamiste vahel.

KIVIMATERJAL

5.1 Võtmeomadused

Väga mitmesuguseid lähtematerjale võib kasutada Otta pindkatetes vajaliku ühtlase terakoostisega kivimaterjali tootmiseks. Suure eduga on Otta pindamise kivimaterjalidena kasutatud järgmisi tüüpilisi materjale:

- sõelutud looduslik graniitsetest kivimitest kruus;
- purustatud ja sõelutud liivakivist ja järvelistest setetest kruus;
- sõelutud jõe/järve kruus ja liiv;
- purustatud, sõelutud kivimaterjal mitmetest kivimiliikidest nagu tardkivimid ja lubi-, räni- ning raudtsemendiga tsementeerunud kivimid;
- moreen, ainult sõelutud ja/või purustatud;
- lateriit ja porsunud graniit, ülemõõdulised kivid eraldatud;
- korallkivi.

Kivimaterjali tugevus

Otta pindkatetes võib kasutada suhteliselt madalama tugevusega kivimaterjale, võrreldes nendega, mis on tüüpiliselt määratud tavalise killustikpindamise jaoks (vt. tabel 5.2).

Terakoostis

Kivimaterjali terakoostis Otta pindamiseks on suhteliselt vaba ja lubab üsna laia sõelkõvera välja. Kuid kivimaterjali sõelkõver peaks langema projekteeritud alale ning peaks olema võimalikult sujuv ja välja piirjoontega paralleelne. Tabel 5.1 annab Otta pindkatte terakoostise üldnõuded.

5.2 Sõelutud ja purustatud kivimaterjal

“Terine” kruus tuleks sõeluda, et eemaldada ülemõõdulised kivid ja liigne tolm. Niiskuse sisaldus materjalis peaks olema madal, vältimaks sõelte peenemate avade ummistumist. Kui niisket materjali pole võimalik vältida, tuleks kasutada suuremate avadega sõelavõrke. Tolmu olemasolu sõelutud materjalis on lubatud eeldusel, et see kompenseeritakse sobivalt sideaine viskoossuse, sideaine hulga ja ehitustehnoloogiaga.

Purustatud kruus

Otta pindkatetele nõutav sõelkõverate lai väli võimaldab kasutada suhteliselt laia terakoostisega purustatud materjali, võrreldes killustikpindamisega. Purustamine lubab paremini kasutada lähtekruusa ja üldiselt parandab kivimaterjali kvaliteeti. Kogu purustatud kruusa toodang kasutatakse Otta pindkatetes tavaliselt väheste või täiesti ilma kadudeta. Kuid kõrged soetamiskulud võivad takistada kruusa purustamist väiksemate projektide tarbeks.

Purustatud kivim

Purustatud kivim on tavaliselt kõige laiemalt kasutatav kivimaterjali liik mistahes pindamiseks, kaasaarvatud Otta

Üldine lähenemisviis on valida vajaliku viskoossusega sideaine liik ja sideainesisaldus, mis sobivad olemasoleva kivimaterjaliga. Kuigi tugevusnõuded kivimaterjalile on nõrgad, on alati hea valida parim materjal, mis on projekti piirkonnas majanduslikult võimalik.

Kogemused on näidanud, et Otta pindkatte parim teostus saavutatakse juhul, kui 30 % kivimaterjalist on purustatud. Kuid seda ei tuleks võtta rusikareeglina.



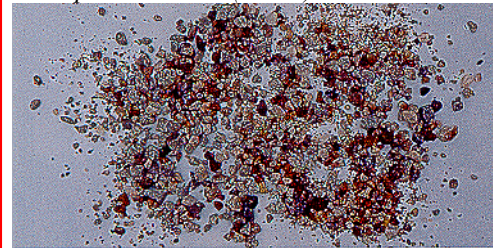
“Terist” kruusa, mis paljudel juhtudel vajab ainult ülemõõdulise materjali väljasõelumist, saab edukalt kasutada Otta pindkatetes. (Keenia).



Inimtööjõul põhinevaid meetodeid saab edukalt kasutada Otta pindkatetes vajaliku kivimaterjali tootmiseks. (Bangladesh).



Killustiku tootmiseks killustikpindamise tarbeks on tavaliselt vajalik keerukas ja kallid purustussõlm. (Norra).



Otta pindkattes kasutatava kivimaterjali terasuurus lubab mööndusi laias ulatuses, teramõõt alates 6 mm ja väiksemast.

pindamised. Üldine rusikareegel on, et igasugune purustatud materjal, mis sobib kasutamiseks aluskihis, sobib Otta pindkatetes vajaliku kivimaterjali tootmiseks.

5.3 Kivimaterjal liivpuistekihiks

Tavaliselt soovitatakse madala liiklussagedusega teedel (< 500 auto/ööpäevas) kahekordse Otta pindkatte kasutamise asemel puistata liivakiht ühekordsele Otta pindkattele. Liivpuistekihi kivimaterjaliks on tavaliselt purustussõelmed või sõelutud jõeliiv, või alternatiivina karjääri peenliiv, kui paremat materjali pole läheduses võtta.

5.4 Nõuded kivimaterjalidele

Üldist

Kivimaterjali eelistatum terakoostis sõltub mõningal määral liiklusmahust ehituse ajal, aga ka vahetult järgneva kahe kuu jooksul pärast pindamist, kuna see mõjutab oluliselt Otta pindkatte formeerumist.

Maksimaalne terasuurus

Eelistatum maksimaalne terasuurus on 16 mm, kuid kahekordse pindkatte ehitamisel võib esimeses kihis kasutada 19 mm.

Peenosiste sisaldus

Peenosiste (< 0,075 mm) hulk pigem ei peaks ületama 10 %. Kõrgema tolmu sisalduse tagajärjeks võivad olla ehitusprobleemid, kuna sideaine katab enne peenosised kui suuremad osakesed ning tulemuseks on halvemate pinnaomadustega nõrgem kate. Ent kivimaterjal tolmu sisaldusega kuni 15 % on mõnes projektis andnud häid tulemusi – pinnadefekte tingituna ülemäärasest peenosiste sisaldusest ei ole üheski nendest projektidest tuvastatud.

Üldine sõelkõveraväli ja kivimaterjali tugevus

Tabelis 5.1 on Otta pindkatte materjalide üldnõuded ning joonisel 5.1 sõelkõveraväli. Kivimaterjali tugevusnõuded on tabelis 5.2.

Kui liivpuistekihis kasutatakse karjääri peenliiva, võib selle tulemusel kate näida esialgu rasvane. Kuid aja jooksul ja liikluse tulemusena pinna tekstuur paraneb. Peenliiva puistekiht jätkab kivimaterjali aluskihi kaitsmist ja tõstab ühekordse Otta pindkatte vastupidavust kogu eluea jooksul. Purustussõelmetest või jõeliivast liivpuistekiht on märksa vastupidavam kui karjääri peenliivast kiht ning annab suurepärase viimistluse.

Suurema kui 16 mm teramõõduga kivimaterjali kasutamist peaks vältima kus võimalik, sest see võib viia jämedate terade eraldumisele kattest. See on eriti oluline liivpuistega ühekordse Otta pindkatte puhul.

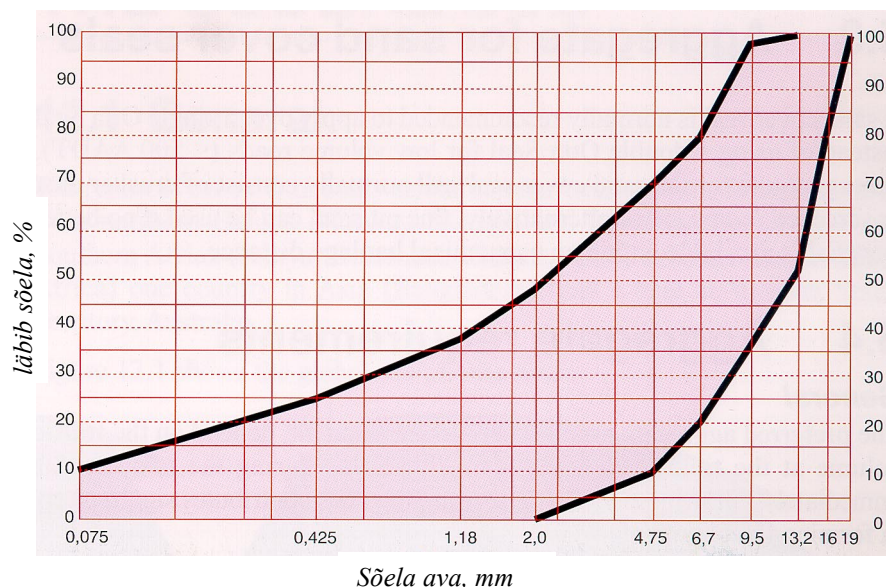


Idealselt ei tohiks peenosiste sisaldus olla üle 10 %. Kuid kivimaterjal tolmu sisaldusega kuni 15 % on andnud Otta pindkattes hea tulemuse. (Botswana).

Pehme bituumen (näit. vedeldatud bituumen MC 800) on eelistatud juhul, kui peenosiste sisaldus on suhteliselt kõrge.

Materjali omadused	Nõuded	AASHTO või BS katsemeetodi tähis
Plastsustegur	maks 10	T 90-61
Plaatsustegur	maks 30 (ainult purustatud materjalile)	BS 812
Sõela ava (mm)	Nõuded terakoostisele (läbiva materjali %)	
19	100	T 146-49
16	80 – 100	
13,2	52 – 100	
9,5	36 – 98	
607	20 – 80	
4,75	10 – 70	
2,00	0 – 48	
1,18	0 – 38	
0,425	0 – 25	
0,075	0 – 10	

Tabel 5.1 Nõuded Otta pindkatete materjalidele.



Joonis 5.1 Otta pindkatte kivimaterjalide sõelkõveraväli.

Kivimaterjali tugevusnõuded on Otta pindkatetele madalamad kui killustikpindamisele. Madalamat tugevust võib lubada pideva sõelkõveraga skeleti tõttu, sest sisemine surve kivimaterjali terade kokkupuutes on seal väiksem. Lisaks, pehme sideaine Otta pindkatetes ümbritseb, katab ja hoiab kinni osakesi, mis võivad murduda rullimise käigus.

Kivimaterjali tugevusnõuded	Liiklussagedus ehitamise ajal, autot/ööp.		BS katsemeetodi tähis
	< 100	> 100	
Peenosiste väärtus FACT 10 %, kuiv, min	90 kN	110 kN	BS 812
Veekindlus, märja/kuiva tugevuse suhe, min	0,60	0,75	

Tabel 5.2 Otta pindkatte kivimaterjalide tugevusnõuded.

Plaatsus

Looduslikule kruusale või loodusliku ja purustatud kruusa segule Otta pindkatetes ei esitata nõudeid terakuju osas plaatsuse järgi. Purustatud kivimi korral on soovitatav, et kaalutud keskmine plaatsustegur ei ületaks 30. Kaalutud keskmine plaatsustegur määratakse järgmistele fraktsioonidele:

9,5 – 13,2 mm 6,7 – 9,5 mm ja 4,75 – 6,7 mm

Liivpuistekihid

Otta pindkatete liivpuistekihi materjalideks võivad olla purustussõelmed, jõeliiv või karjääri peenliiv või kombinatsioon nendest materjalidest. Materjal ei tohiks sisaldada huumust ja savitükke ning ei tohiks olla plastne. Kogu materjal peaks eelistatavalt läbima sõela avaga 6,7 mm.

SIDEAINED

6.1 Soovitud omadused

Sideaine korrektne valik Otta pindkatetele on otsustav toiming ja hea tulemus nõuab, et mõlemad, sideaine liik ja kogus, sobitatakse kivimaterjali omadustega. Sideaine Otta pindkatete jaoks peaks:

1. olema piisavalt pehme katmaks esialgu kivimaterjali peenosised;
2. olema piisavalt pehme, et tõusta kiiresti rullimise ja liigluse toimel läbi skeleti pooride;
3. jääma piisavalt pehmeks, et jätkata tõusu läbi skeleti pooride 4 kuni 8 nädala jooksul;
4. peaks võimaldama pihustada ühe operatsiooniga piisavalt suurt kogust.

Lisaks ülaltoodule on järgmised sideaine omadused soovitatavad mistahes pindamistel. Sideaine peab:

- olema piisavalt viskoosne, et anda küllaldast stabiilsust pärast pindkatte esialgset töötlemist;
- olema piisavalt vastupidav, et anda loodetud eluiga;
- olema kasutatav võimalike seadmetega ja vastavate kogemustega;
- olema võimalikult suuremal määral keskkonnasõbralik;
- olema kasutamisel ökonoomne.

6.2 Liigid

Valik sideaineliike ja nende potentsiaalse kasutamise üldkirjeldus Otta pindamistel on antud alljärgnevalt.

Sitke bituumen

Sitked bituumenid penetratsiooniga 80/100 või 150/200, mida reeglina kasutatakse tavalisel killustikpindamisel, ei vasta Otta pindkatete nõuetele ja neid ei tohiks IIALGI kasutada niisugusteks pindamisteks. Kõige sitkem bituumen, mida võib kasutada Otta pindkatetes, on penetratsiooniga 150/200, seda saab kasutada kuumas kliimas (sarnane Aafrika kontinendi suveperioodiga).

Vedeldatud bituumen

Vedeldatud bituumenid MC 3000 ja MC 800 viskoossuste skaalas on kõige tavalisemad sideained Otta pindamistel. MC 800 on sagedasem Põhja-Euroopas.

Bituumenemulsioon

Emulsioone ei ole kunagi kasutatud Otta pindkatetes Aafrika kontinendil, ehkki Skandinaavia maades on neid kasutatud mõningase eduga. Emulsiooni on tavaliselt raske kasutada piisavalt suures koguses, ilma et see ei valguks tee languse või

Sideaine liigi valimine sõltub kivimaterjali omadustest, aga ka valitsevatest temperatuuritingimustest, rullimisvõimsusest ja liikluse mahust.

Otta pindkatetes kasutatav pideva sõelkõveraga kivimaterjal omab loomupärast stabiilsust, mis võimaldab kergesti saavutada pindkatte vajaliku stabiilsuse, võtmata abiks kõva bituumeni kasutamise.

Sideaine mark on suurima tähtsusega.

Täpsustada viskoossuse ulatus:
tavaliselt MC 3000 või MC 800,
kuid ka sitke bituumen pen 150/200

**Sitket bituumenit pen 80/100
ei tohi KUNAGI kasutada.**

tõusu suunas ja et see ei jääks pikaks ajaks piisavalt pehmeks, kuigi on toodetud peamiselt sellel eesmärgil. Spetsiaalselt valmistatud emulsioonid hankijatelt ei ole siiski majanduslikult otstarbekad. Pealegi on mistahes liiki emulsiooni tootmine välitingimustes spetsialiseeritud tegevus, mis toob kaasa kvaliteedi kontrolli probleeme, mistõttu see tehnoloogia pole soovitatav.

Tõrv

Tõrva ei ole Otta pindkatetes kasutatud, sest see kipub kõvenema kiiremini kui bituumen, seades nõndaviisi ohtu katte eluea. Pealegi omavad tõrvad tõsiseid keskkonna alaseid puudusi ning nende kasutamine teekatetes ei ole soovitatav.

Modifitseeritud bituumen

Bituumeneid, modifitseeritud kummi, SBS (stüreenbutadieen-stüreeni), SBR (stüreenbutadieenkummi), PVA (polüvinüül-atsetaadi) või teiste lisanditega ei ole proovitud kasutada Otta pindkatetes. Turul tuntud mistahes modifitseeritud bituumenid on Otta pindamiseks liiga kõrge viskoossusega ja on seetõttu üldiselt ebasobivad. Teoreetiliselt siiski ei ole põhjust, miks modifitseeritud sideainele ei saaks spetsiaalselt välja töötada omadusi, mis on vajalikud Otta pindkatetele, kuid selliseid rakendusi võib soovitada ainult katsetöödena.

6.3 Omadused

Sobivad sideained Otta pindkatetele

Otta pindkatetele sobivate sideainete viskoossuste piirid on ette nähtud järgmiste standardmarkidega:

- vedeldatud bituumen MC 800 (kõige pehmem)
- vedeldatud bituumen MC 3000 (keskmise)
- sitke bituumen penetratsiooniga 150/200 (kõige kõvem)

Need sideained sobivad väga sageli ja on hangitavad otse naftatöötlemistehastest. Tootmisprotsess tehastes on erinev. Mark 150/200 on tihti margi 80/100 pehmendatud (segunenud toorõliga) destilleeritud bituumen. Vedeldatud margid toodetakse sageli oksüdatsioonikolonnist tuleva kõvema kui 80/100 bituumeni vedeldamisel petrooliga, kohalikult tuntud kui kütteõli (*power paraffin*), et saada vajalik viskoossus.

Vedeldatud bituumeni vastupidavus

Kohapeal kättesaadaval tööstuslikult toodetud vedeldatud bituumenil (MC 3000 ja MC 800) on pikaajaline vastupidavus, kuid see pole alati aktsepteeritav. See tuleneb tootmisprotsessist, mis nõuab segamiseks kõva baasbituumenit.

Parendatud vastupidavus saavutatakse pigem bituumeni vedeldamisel välitingimustes pehmema bituumeni, penetratsiooniga 150/200 või 80/100 baasil, kui et kasutades otse tööstusest toodud vedeldatud bituumenit.

Lõuna-Aafrika hiljutistes raportites (Louw & Jacobs, 1999) on ettepanek, et modifitseeritud pool-kruntimise sideaine (SPMB – semi-priming modified binder) võib olla sobiv Otta pindamiseks ja võib pakkuda mõningaid eeliseid, võrreldes tavaliste sideainetega.



Vedeldamine sideaine viskoossuse ja omaduste parandamiseks on võimalik isegi "primitiivsetes" tingimustes. (Bangladesh).

6.4 Segamine välitingimustes

Üldist

Bituumeni segamine kohapeal võib olla soovitatav ühel või enamal järgmistest põhjustest:

- saavutada vedeldatud bituumenile nõutav viskoossus (vedeldades sobiva vedeldiga);
- teha võimalikuks eelistatud marki baasbituumeni kasutamine;
- “püsivalt” pehmenada liiga kõva sitket bituumenit (segamine pehmenadiga);
- parandada bituumeni vastupidavust (segamine pehmenadiga);
- lihtsustada käsitlemist ja ladustamist, kui samas kohas vajatakse mitut marki bituumenit (vedeldamise või pehmenamisega).

Vedeldid

Vedeldamine on lenduvate naftafraktsioonide lisamine eesmärgiga ajutiselt vähendada sideaine viskoossust. Kasutatava vedeldi lenduvus mõjutab vedeldatud bituumeni liiki, tulemuseks on kiiresti, keskmise kiirusega või aeglaselt hanguv bituumen.

Tabelis 6.1 on vedeldid, mida kasutatakse soovitud liiki vedeldatud bituumeni valmistamiseks.

Vedeldatud bituumeni liik	Vedeldi	Märkused
RC (kiiresti hanguv)	Bensiin	Ohtlik, ei peaks kasutama
MC (keskmiselt hanguv)	Petrol (küttepetrol, valgustuspetrol, avioturbiinmootorikütus JetA1)	Sobib Otta pindamisteks
SC (aeglaselt hanguv)	Diiselmootorikütus või raske kütteõli	Hangumisprotsess on Otta pindamisteks liiga aeglane

Tabel 6.1 Vedeldid.

Enamikel juhtudel nõuab Otta pindkate vedeldit, mis annab keskmise kiirusega hanguva (MC) vedeldatud bituumeni. Vedelditest eelistatakse tavaliselt küttepetrooli, mis annab MC klassi vedeldatud bituumeni. Valgustuspetrooli ja Jet A1 võib samuti kasutada sõltuvalt valitsevast hinnast.

Pehmendi

Pehmendamine on raskeõli lisamine, mille tulemusena säilib kauem sideaine viskoossus ja aeglustub vananemine. Pehmendamine aeglustab bituumeni kõvenemisprotsessi ja annab teatud piires vastupidavama katte. Mootoriõli, kasutamata või kasutatud, on sellel eesmärgil sobiv. Pehmendamist tuleb läbi viia mõõdukalt, kuna liigselt pehmenatud bituumen tekitab pindkatte lagunemise riski.

Keskmise kiirusega hanguva (MC) vedeldatud bituumeni (näit. MC 3000, MC 800, MC 70, MC 30) viskoossus määratakse kasutatud vedeldi hulga, mitte selle liigi järgi.

Kasutatud vedeldi liik määrab ära aja pikkuse, mille jooksul toimub (kiiresti, keskmise kiirusega või aeglaselt) lenduva osa aurustumine, andes vedeldatud bituumeni margiks RC, MC või SC.

Tavalistes tingimustes MC vedeldi aurustub katte 8 – 12 nädala jooksul.

Diiselmootorikütus kui vedeldi annab aeglaselt hanguva (SC) vedeldatud bituumeni, mis püsib pehmena kaua aega. Aurustumine toimub rohkem kui kuue kuu jooksul ja põhjustab kestva leemendamist, halvimal juhul katte ebastabiilsust.

Segamiskogused

Vedeldite kogused tabelis 6.2 on antud segamiseks sitketele bituumenitele vastavalt margile 80/100 või 150/200.

Vajalik toode	Vedeldi (küttepetrool), % kogu segust	
	Baasbituumen 80/100	Baasbituumen 150/200
150/200	3 – 5 % (vedeldi asemel kasutatakse pehmenti)	-
MC 3000	8 – 10 % *)	5 – 8 %
MC 800	18 – 20 % *)	15 – 18 %

*) Sideaine vastupidavust saab parandada, asendades 3 %-punkti vedeldit pehmendiga, kui baasbituumenina kasutatakse marki 80/100.

Tabel 6.2 Tüüpilised segamiskogused keskmise kiirusega hanguva vedeldatud bituumeni valmistamiseks.

Ohutusnõuded

Vedeldatud bituumenite segamine välitingimustes võib olla ohtlik. Tuleb järgida korrektseid segamisprotseduure ja vastavaid tuleohutusnõudeid ning kasutada kaitsevahendeid, kaitsmaks operaatoreid kuuma bituumeni pritsmete eest. Abinõud on vajalikud ka rahva hoidmiseks segamisseadmetest ohutus kauguses.

Tuleks kinni pidada järgmistest ohutusnõuetest:

- Segamisplats peab asuma vähemalt 100 meetri kaugusel seadmetest, elumajadest või kohtadest, kus inimesed liiguvad.
- Segamisoperatsioonide ajal ei tohi lubada lahtist tuld ega suitsetamist 100 meetri raadiuses. See haarab ka kuumutusseadmeid bituumenimahutites.
- Segamisplats peab olema vähemalt 100 meetrit eemal vedeldi ja kütuse mahutitest.

Tuleb rõhutada, et segamisprotsess peab toimuma kvalifitseeritud personali täielikul vastutusel.

Segamisoperatsioonid

Vedeldit või pehmenti ei tohi lisada bituumenile, mille temperatuur on üle 140 °C. See on oluline süttimisohtlike gaaside eraldumise ohu tõttu mahutist. Korrektne protseduur on eelsoojendada bituumen 140 °C-ni, seejärel kas pumbata vedeldi või pehmenti läbi konstruktsioonis oleva vooliku ja kraani mahuti põhja, või pumbata kuum bituumen ümber uude, külma mahutisse, mis juba sisaldab vedeldit või pehmenti. Alljärgnevatest abinõudest tuleb rangelt kinni pidada, sest segamisoperatsioon kätkeb endas suurt plahvatus- ja tuleohtu.

- Käsivoolikut ei tohiks KUNAGI kasutada vedeldi või pehmenti lisamiseks kuuma bituumenisse.
- Vedeldit või pehmenti ei tohiks KUNAGI pumbata tühja mahutisse, mis on veel soe eelmisest bituumenist.



Alati tuleb järgida korrektseid protseduure, sest need operatsioonid võivad olla ohtlikud. Vastasel korral võib puhkeda tulekahju. (Bangladesh).

Pehmendusõlid on vähem süttimisohtlikud kui vedeldid, sellele vaatamata tuleks ohutuse põhjustel käsitleda mõlemaid – pehmendusõlisid ja vedeldeid – alati samasuguse ettevaatlikkusega.

Pihustustemperatuuri saavutamiseks pärast bituumeni segamist võib olla vajalik täiendav kuumutamine. Kuid kui eesmärgiks on kruntbituumen, ei ole lisakuumutamine tavaliselt vajalik.

- Bituumeni taset mahutis, kui küttekehad on sisse lülitatud, ei tohiks KUNAGI lubada langeda alla mahuti tootja poolt ettenähtud nivoo. See on tavaliselt vähemalt 150 mm üle kütetorude kõrgeima punkti.

Pärast bituumeni kokkuvalamist vedeldi või pehmendiga tuleb segul kohe lasta 1 tund tsirkuleerida, et tagada homogeenne produkt.

6.5 Ladustamise ja pihustamise temperatuurid

Sideainete ladustamise ja pihustamise soovitatavad temperatuurid on antud tabelis 6.3.

Bituumen	Ladustamistemp. °C		Pihustustemp. °C
	< 24 tunni	> 24 tunni	
150/200	165	115	165 – 180
MC 3000	155	100	135 – 155
MC 800	120	75	110 - 135

Tabel 6.3 Soovitatavad ladustamise ja pihustamise temperatuurid.

6.6 Nakkeparendajad

Üldist

Nake bituumeni ja kivimaterjali pinna vahel sõltub tihedast sidemest kahe materjali vahel. Kooremine on adhesioonisideme katkemine kivimaterjali pinna ja bituumeni vahel, tavaliselt vesi tõrjub bituumeni välja, sest vesi omab suuremat pindpinevust kui bituumen. Lisades bituumenile suhteliselt väikese koguse nakkeparendajat, väheneb vee pindpinevus ja bituumen on võimeline märgama kivimaterjali pinda. Üldiselt on adhesiooniained ettenähtud selleks, et:

- parandada sideaine naket niiske kivimaterjaliga;
- vältida nakke kadu vahetult ehitusjärgse vihma mõjul;
- tagada rahuldav nake ehitamise ajal.

Nakkeparendajaid on alati soovitatav lisada, kui kasutatakse suure tolmu- ja saadusaldusega kruusa. Ent on saavutatud ka häid tulemusi ilma lisandeid kasutamata. Kui kasutatakse purustatud materjali, tuleks läbi viia vastavad laborikatsed, et kindlaks määrata nakkeparendaja vajadus.

Nakkeparendajate käsitlemine ja doseerimine

Nakkeparendajad on tavaliselt söövitavad ning nõuavad käsitlemise ajal kaitsekinnaste ja -prillide kasutamist. Vedelad lisandid võivad kergesti pritsida ja nõuavad erilist hoolt. Mõned "tahked" lisandid võivad muutuda vedelaks sõltuvalt ümbritsevast temperatuurist ja tuleks seega käsitseda samasuguse ettevaatusega.

Vedeldatud bituumenit ei tohiks hoida pihustamistemperatuuril üle 12 tunni. See põhjustab kergete naftafraktsioonide kadu ja bituumeni omaduste ebasoovitavat muutust.

Nakkeparendajad on kallid tooted ja neid võiks kasutada ainult äärmise vajaduse korral.

Nakkeparendajaid müüakse erinevate firmanimetuste all.

Gudronaatorisse riputatud traatkorv vähendab kasutatava tahke nakkeparendaja lahustamisprobleemi.

Turul on mitmekesine valik nakkeparendajaid, milledest mõni on kõrge temperatuuri suhtes vähemtundlik.

Nakkeparendaja normaalne kogus on 0,5 kuni 0,8 % bituumeni massist. Lisas A on massi/ mahu ülemineku tabelid.

Kõige tavalisem meetod lisandi hea segunemise saavutamiseks on valada ettenähtud kogus lisandit gudronaatorisse vahetult enne pihustamise alustamist ja lasta tsirkuleerida 30 minutit, et kindlustada homogeenne segu.

Nakkeparendajat, mida on hoitud gudronaatoris kuumas bituumenis üle viie tunni, tuleb pidada liisunuks. Sel juhul on vaja täiendavalt lisada pool esialgsest määratud kogusest.

6.7 Krunnt

Üldist

Mittelubjasest kivimaterjalist aluskihti pole tavaliselt vaja Otta pindkatete puhul krunntida. Kuid kui aluskihis kasutatakse mistahes liiki lubitsemendiga tsementeerunud kivimaterjali, on krunntimine suure hulga bituumeni absorbeerumise tõttu hädavajalik.

Krunnti liigid

Krunntimiseks kasutatakse tavaliselt vedeldatud bituumenit viskoossusega 30 – 140 cSt (MC 30 või MC 70). Tõrvkrunntidel on tõsised keskkonnavalased puudused ja ei soovitata kasutada krunntimiseks.

Kulunorm

Krunnti kasutatakse tavaliselt koguses 0,8 kuni 1,2 l/m². Lubjalisest materjalist aluskiht nõuab krunnti suuremat kulunormi ja madalamat viskoossust kui muud tüüpi alusmaterjalid. Kõrge lahustuvate soolade sisaldus aluskihis nõuab suuremat kulunormi või krunntimist emulsiooniga.

Ma imestan,
miks on vaja
krunntida, lõppude
lõpuks teevad nad ju
Otta pindamist ????



Krunntimine võib mõnel juhul olla praktiliselt kasulik sellistel põhjustel nagu näiteks märjad ilmastikutingimused, probleemid liikluse ohjamisega või kui tehnoloogiliselt eelistatum ehitusprotseduur.

PINDAMISE VALIKUKRITEERIUMID

7.1 Pindamise valikut mõjutavad tegurid

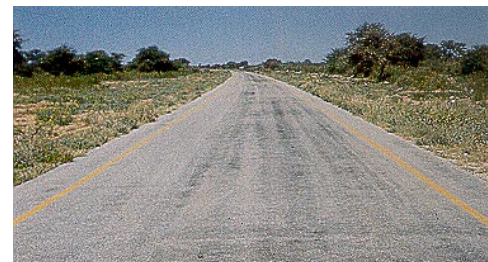
On olemas rida tegureid, mida tuleb arvesse võtta kõige sobivamat tüüpi bituumenpindkatte valimisel. Alati on oluline, kas on tegemist uusehituse, taastusremondi või korduspindamisega. Erinevate bituumenpindkatete esialgne ehitusmaksumus sõltub mitmest tegurist, kaasa arvatud kivimaterjalide uurimise ja kohaldatava ehitusmeetodi maksumus. Lisaks esialgsele ehitusmaksumusele tuleb arvesse võtta ka korrashoiu ja sõidukikulud (näit. eluea kulud) kui aluseid maksumuselt kõige efektiivsema pinnatüübi valimisel.

7.2 Oodatav eluiga

Erinevad pindkatete tüübid annavad antud tingimustel erineva kasutusea. Tabel 7.1 näitab mitut tüüpi Otta pindkatete ja kahekordse killustikpindamise oodatavat eluiga. Andmed on pärit Norrast, Keeniast ja Botswanast saadud kogemustest.

Otta pindkatte tüüp		Oodatav kasutusiga [aastates]
Ühekordne Otta pindkate	Puistekatteta	5 – 6 *, kuid võib varieeruda sõltuvalt pindkatte tüübist ja töö kvaliteedist
Ühekordne Otta pindkate liivpuistekihiga	Peenliivast puistekihiga	9 – 11
	Purustustolmust või jõeliivast puistekihiga	10 – 12
Kahekordne Otta pindkate		12 – 15
Kahekordne Otta pindkate uuendamise (sideaine pihustamise) sagedus		6 – 10 2 – 3
* Norra kogemuste järgi		

Tabel 7.1 Erinevat tüüpi Otta pindkatete ja kahekordse killustikpindamise oodatav eluiga.



Ühekordne Otta pindkate liivpuistega. Pärast rohkem kui 9 aastat kasutust ja ilma igasuguse korduspindamiseta on kate suurepärase. (Botswana).

Sobivates olukordades on Otta pindkate osutunud vastupidavamaks kui teised tavapindamised.

7.3 Otta pindkatete ja killustikpindamise majanduslik võrdlus

Alternatiivsete pindkatete majanduslik hindamine peaks alati olema läbi viidud selleks, et valida välja maksumuselt kõige efektiivsem lahendus.

Kuna erinevad pindkatted varieeruvad ehitusmaksumuselt ja annavad erineva korrashoiuvaba perioodi, peaks majandusvõrdlus kahekordse killustikpindamise ja mitut tüüpi Otta pindkatete vahel sisaldama mitte ainult ehituse algmaksumust, vaid arvestama ka teatud arvestusperioodi jooksul tulevikus tehtavaid kulutusi nõutavale korrashoiule nagu uuenduskihid (sideaine pihustamine) ja teekatte märgistus.

Et saada alternatiivsete pindamistüüpide eluea tsükli maksumust, on kalkulasiooniks vaja järgnevat:

- ehituse algmaksumus;
- korduspihustamine (nõutav arv ja maksumus);
- korduspindamine (nõutav arv ja maksumus);
- uued teemärgistused pärast igat remonti (nõutav arv ja maksumus);
- diskonto määr ja inflatsioon.

Liivpuistekihiga kahekordse Otta pindkatte suhtelist ehitusmaksumust võrrelduna kahekordse killustikpindamisega (kulutegur 1,0) võib üldiselt kujutada nagu antud tabelis 7.2. Kuid selline suhteline ehitusmaksumuse võrdlus võib riigist riiki oluliselt erineda, nagu ka projektid. Tabeli 7.2 näidud baseeruvad Botswana andmetel.

Projekti tunnusjoon	Suur liiklus > 500 auto/ööp.	Väike liiklus < 500 auto/ööp.
Sobiva killustiku kauge vedu (> 100 km)	0,8	0,7
Killustikukarjäärid on objekti lähedal (< 25 km)	1,1	1,0

Märkus: Killustikpindamise maksumus = 1,0

Tabel 7.2 Kahekordse Otta pindkatte ja kahekordse killustikpindamise suhteline ehitusmaksumus.

Kõigile pindamistüüpidele sobivad tavaliselt lihtsad, kuigi erinevad korrashoiu viisid, nagu pihustamine, korduspindamine või mössiga katmine. Pihustamine vedela emulsiooniga on leitud olevat ökonoomne killustikpindamise puhul, kus kattekiht hakkab murenema. Kui seda tehakse enne, kui killustik hakkab eralduma, saab katte eluiga pikendada.

Käesolev trükis ei kirjelda detailselt protseduure, mis on vajalikud kogu eluea tsükli maksumuse kalkuleerimisel, kuid niisugused kalkuleerimismudelid on kättesaadavad katete haldamise ja taastusremondi käsiraamatutes.

Otta pindkatete ja killustikpindamise elutsükli korrashoiustrateegia võrdlus ja üldkirjeldus on antud tabelis 7.3. Jällegi, see võib oluliselt erineda eri maade vahel. Näidud tabelis 7.3 baseeruvad Lõuna-Aafrikas kohaldatud korrashoiutööde etappidel.

Oodatav eluiga, hooldetööd ja ehitusmaksumus	Otta pindkatted		Kahekordne killustikpindamine
	ühekordne + liivpuiste	kahekordne	
Oodatav eluiga (aastad)	11	15	7
Korrashoiu tööd (aastad)	Korduskate 10 aasta pärast. Teemärgistus 5, 10 ja 15 aasta pärast.	Ei	Pihustamine 3 ja 10 aasta pärast. Korduspindamine 8 aasta pärast. Teemärgistus iga remondi järel (4 korda).
Esialgne suhteline ehitusmaksumus	1,0	1,2	1,2
Killustiku teramõõdud, kasutatud 11- ja 15-aastaseks arvestusperioodiks, on vastavalt 13,2 mm + 6,7 mm ja 19,0 mm + 13,2 mm.			
Eluea maksumuse analüüsi lihtsustamiseks on eeldatud, et muid hooldetöid pole vaadeldaval perioodil tehtud ning sõidukikulud on Otta pindkatetele ja kahekordsele killustikpindamisele samad.			

Tabel 7.3 Korrashoiu tööd erinevate pindamistüüpide eluea maksumuse võrdlemiseks.

Elutsükli maksumuse arvestuses 20 aastase perioodi kohta, toodud tabelis 7.3, mis baseerub Botswana (august 1999) korrashoiu tööde andmetel, on kasutatud diskonteeritud rahavoogude menetlust ja rakendatud majandusanalüüsi nüüdisväärtuse meetodit. See meetod sisaldab kõikide kulude konverteerimist 1999. aasta nüüdisväärtuse hinna (NPV) tasemele, haarates ehituse ja pärastise katte korrashoiu, kaasa arvatud teekatte märgistamise varu. On eeldatud, et sõidukikulud on mõlemal pindamisel samad.

See kalkulatsioon andis tavalise kahekordse killustikpindamise elutsükli maksumuse, mis oli ligikaudu 80% kõrgem kui liivpuistekihiga ühekordsel Otta pindkattel. On ilmne, et viimati mainitu maksumuse eelis eelnimetatu suhtes on saadud peamiselt madalamate algkulude, katte pikema eluea ja vähemate korrashoiu sekkumiste tulemusena. Erinevused oleksid isegi suuremad, kui arvestataks sisse igasugune kivimaterjali vedu või kui Otta pindkattes kasutataks pigem projekti piirkonnas olevat sõelutud looduslikku kruusa kui purustatud kivimaterjali.

PROJEKTEERIMINE

8.1 Projekteerimist mõjutavad tegurid

Otta pindkatete projekteerimine põhineb pigem empiirilistel meetoditel kui killustikpindamisel kasutatavatel ratsionaalsematel meetoditel.

Otta pindkatete projekteerimise juhtpõhimõtted baseeruvad kasutatava kivimaterjali ning sideaine viskoossuse ja selle kulunormi tihedas seoses, mis tähendab, et kasutatav sideaine tuleb alati kohandada toodetud kivimaterjali tüübiga.

Otta pindkatted võib ehitada ühe- või kahekordse kattena, liivpuistekihiga või ilma, ning Otta pindkatte tüübi täpne valik põhineb tavaliselt järgmistel kaalutlustel:

- võimaliku kivimaterjali omadused;
- liiklusmaht;
- ehituskulud;
- nõutav eluiga.

Otta pindkatete projekteerimisel kehtestatakse algul bituumeni mark ja pihustamise kulunorm, põhinedes põhiparameetrite tüüpilistel väärtustel, mis otsustavad projekteerimise. Välitingimuste või kivimaterjali terakoostise muutumised ehitamise ajal võivad nõuda pihustamise kulunormi reguleerimist objektil. Sideaine viskoossuse muutmine võib samuti olla vajalik, kui kohalike tingimuste või materjalide varieerumised on mõjukad.

Otta pindkatete projekteerimise järjestikused protseduurid on näidatud tehnoloogilisel kaardil joonisel 8.1.

Otta pindkatted lubavad kasutada erineva terakoostisega kivimaterjale. Sideaine viskoossus ja kulunorm valitakse sobivalt kivimaterjali sõelkõverale, liiklustingimustele ning õhutemperatuurile ehitamise ajal. Ehitamise ajal vastuvõetud otsused määravad suuresti Otta pindkatte käitumise tema eluea jooksul.

8.2 Otta pindkatte tüübi valik

Kahekordne Otta pindkate

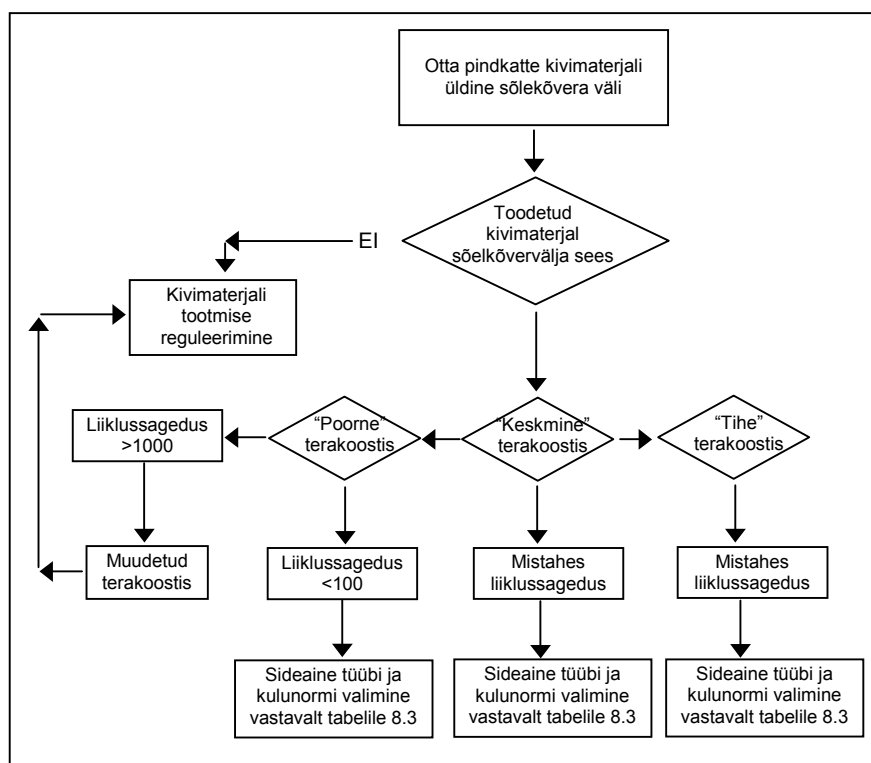
Kahekordne Otta pindkate on kõige vastupidavam, kuid ka kõige kallim ning soovitakse suure liiklussagedusega peateedele. Liivpuistega kahekordset Otta pindkatet määratakse harva selle kõrge maksumuse ja vähese kasu tõttu.

Liivpuistega ühekordne Otta pindkate

Ühekordne Otta pindkate kombinatsioonis liivpuistega on odavam valikuvõimalus kui kahekordne Otta pindkate. Eluiga on küll lühem, kuid ta annab maksumuselt väga efektiivse lahenduse teedele liiklussagedusega peamiselt alla 500 auto/ööpäevas. Liivpuistekihi kasutamisest tulenev kasu on järgmine:

- aluskihi kivimaterjali parem säilitamine;
- kõrgendatud vastupidavus suurema sideaine paksuse ja tiheda pinnatekstuuri moodustumise tõttu;

- aluskihi kivimaterjali kaitsmine, kui materjal on madala kvaliteediga;
- kahjustuste madal risk, kui aluskihis on ebakvaliteetseid kohti.



Joonis 8.1 Otta pindkatete projekteerimise protseduuride tehnoloogiline kaart.

Ühekordne Otta pindkate

Ühekordset Otta pindamist tavaliselt ei kasutata Aafrika kontinendil. Kuid Põhja-Euroopas ja Bangladeshis seda kasutatakse.

Tabelis 8.1 on näidatud Otta pindkatte tüübid sõltuvalt liiklustasemest ja vajalikud pindamistööd. Kuid tabeli andmed on soovituslikud ning sõltuvad projektist.

Liiklustase ja tööde liigid	Otta pindkatte tüüp
Ajutine pindkate (übersõit, auklikud teed, ajutised juurdesõiduteed jne.)	Ühekordne Otta pindkate
Korduspindamine (kõik liiklusklassid, millede puhul on rakendatav pihustamisega pindamine)	Ühekordne Otta pindkate
Liiklussagedus alla 500 auto/ööpäevas	Ühekordne Otta pindkate + liivpuistekiht
Liiklussagedus üle 500 auto/ööpäevas	Kahekordne Otta pindkate

Tabel 8.1 Otta pindkatete soovitatavad tüübid sõltuvalt liiklustasemest.

8.3 Kivimaterjali eelistatud terakoostis

Otta pindkatete projekteerimine võimaldab kasutada kivimaterjalide varieeruvaid terakoostisi niivõrd, kuivõrd sõelkõver langeb üldise sõelkõveravälja määratud alasse (vt. joonis 5.1) ning jookseb võimalikult “sujuvana” ja välja piiridega paralleelsena.

Otta pindkatete projekteerimisjuhendis antud kolm sõelkõveravälja, sõltuvalt liiklusest, võimaldavad ratsionaalsemat projekteerimist. Kuid projekteerija peab alati meeles pidama, et üldiselt saab kasutada kõiki kivimaterjale, millede sõelkõverad langevad üldise sõelkõveravälja sisse, tingimusel, et vastavalt sobitatakse sideaine viskoossus ja kulunorm.

Ainus piirang Otta pindamisel kasutatava kivimaterjali terakoostise suhtes on poorse terakoostise korral, mida ei tohiks kasutada teedel liiklussagedusega üle 1000 auto/ööpäevas.

Tabelis 8.2 on antud projekteerimise eesmärkidest tulenevalt eelistatud kivimaterjalide koostistüübid sõltuvalt liiklusmahust.

Keskmine liiklussagedus, autot/ööpäevas	Sobivaim terakoostis
Alla 100	“Poorne”
100 - 1000	“Keskmine”
Üle 1000	“Tihe”

Tabel 8.2 Otta pindkatete eelistatud terakoostiste tüübid.

8.4 Sideaine liik

Tabelis 8.3 on antud sideainete soovitatavad tüübid Otta pindkatetele, mis on ehitatud kolmest vastava terakoostisega kivimaterjalist tüüpilistes välitingimustes Aafrika kontinendil. Skandinaavia normaalsetes välitingimustes sitket bituumenit penetratsiooniga 150/200 Otta pindkatetes ei kasutata.

Kui kasutatakse üsna suure tolmu- ja tolmuühaldusega “nõrka” kruusa, on sobivaks sideaine tüübiks vedeldatud bituumen MC 3000 või isegi MC 800, sõltuvalt ilmastikutingimustest.

Tuleb märkida, et tabelis 8.3a antud vedeldatud bituumenit MC 3000 on soovitatav kasutada koos keskmise terakoostisega kivimaterjaliga külmades tingimustes (temperatuur alla 15 °C).

8.5 Sideaine kulunorm

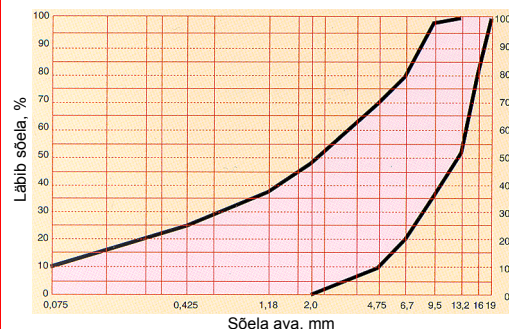
Sideaine nõutav kulunorm Otta pindkatetes varieerub vastavalt järgmistele parameetritele:

- liiklussagedus (autot/ööpäevas)
- kivimaterjali terakoostis (poorne / keskmine / tihe)

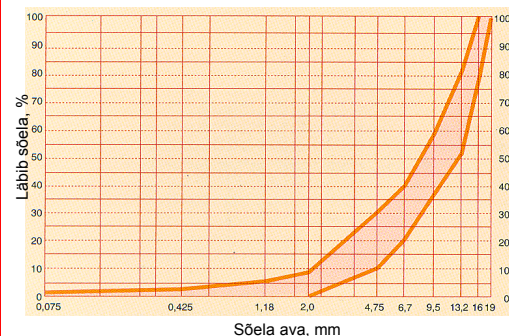
Jämedateralisema kivimaterjali kasutamisel Otta pindkattes võib olla kasulik kasta kivimaterjali staablit 3 – 4 päeva enne kasutamist.

Otta pindkatte kivimaterjali kulu võib näida ülemäärasena võrreldes tavalise puiste-pindamise materjalikuluga.

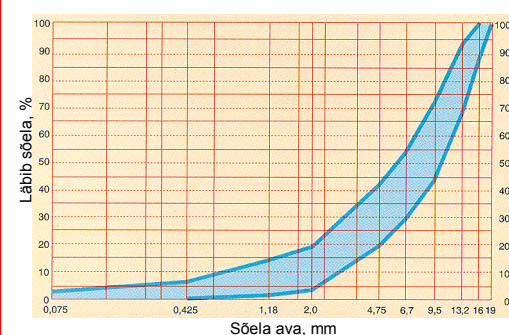
Kivimaterjali üldterakoostise nõuded



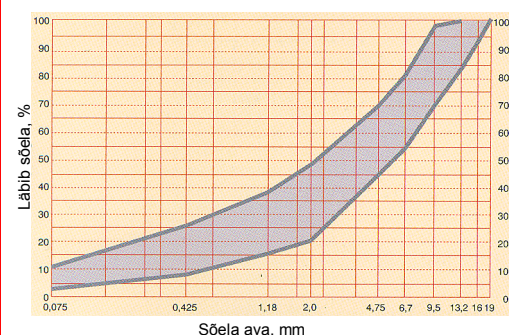
Poorne terakoostis



Keskmine terakoostis



Tihe terakoostis



- kivimaterjali terade absorptsioonivõime
- aluskiht on krunditud või mitte.

Kuumpihustamise kulunorm alla $1,5 \text{ l/m}^2$ ei ole lubatud.

Kivimaterjalile veeimavusega üle 2 % tuleb kuumpihustamise kulunormi suurendada $0,3 \text{ l/m}^2$.

Juhul, kui alus on krunditud, tuleb kuumpihustamise kulunormi esimesele kihile vähendada $0,2 \text{ l/m}^2$.

Tabel 8.3b annab Otta pindamiste kuumpihustamise nominaalkulunormid.



Sideaine kulunorm on Otta pindamisel suhteliselt kõrgem kui tavalisel killustik-pindamisel. Sideaine kuumpihustamise kulunorm langeb $1,6 - 2,0 \text{ l/m}^2$ vahemikku. (Keenia).

1. ALTERNATIIVSED TERAKOOSTISED				
Sõela ava (mm)	Poorne koostis	Keskmine koostis	Tihe koostis	AASHTO või BS katsemeetod
	(läbiv %)	(läbiv %)	(läbiv %)	
19	100	100	100	T 146-49 BS 1377
16	80 – 100	84 – 100	93 – 100	
13,2	52 – 82	68 – 94	84 – 100	
9,5	36 – 58	44 – 73	70 – 98	
6,7	20 – 40	29 – 54	54 – 80	
4,75	10 – 30	19 – 42	44 – 70	
2,00	0 – 8	1 – 18	20 – 49	
1,18	0 – 5	1 – 14	15 – 38	
0,425	0 – 2	0 – 6	5 – 25	
0,075	0 – 1	0 – 2	3 – 10	

Igat materjali, mille terakoostis langeb poorse, keskmise või tiheda terakoostise välja sisse, võib kasutada Otta pindkatte kivimaterjalina. Siiski, liiklussagedusega üle 1000 auto/ööpäevas ehitamise ajal ei tohi poorse terakoostisega materjali kasutada.

2. BITUUMENI VALIK SÕLTUVALT LIIKLUSEST JA TERAKOOSTISEST				
Liiklussagedus ehitamise ajal	Bituumeni liik			
	Poorne koostis	Keskmine koostis	Tihe koostis	
Üle 1000	Pole rakendatav	Pen 150/200	MC 3000 MC 800 külmas kliimas	
100 – 1000	Pen 150/200	Pen 150/200 külmas kliimas	MC 3000 MC 800 külmas kliimas	
Alla 100	Pen 150/200	MC 3000	MC 800	

Sitket bituumenit penetratsiooniga 80/100 ei tohi KUNAGI Otta pindkatetes kasutada, kuigi pehmendatuna või vedeldatuna võib viskoossus vastata ülaltoodud nõuetele.

Vedeldatud bituumenit võib valmistada sitkest bituumenist pen 80/100 kohapeal segamisega järgmistes proportsioonides:

Pen 150/200 valmistamiseks: 1 – 5 % pehmentit segatud 95 – 97 % pen 80/100-ga.
Pehmendi võib olla sihtotstarbeline naftadestillaat, alternatiivina mootoriõli, vana või uus. Lisada võib 3 %-punkti küttepetrooli.

Vedeldatud bituumenit võib valmistada sitkest bituumenist pen 150/200 kohapeal segamisega järgmistes proportsioonides:

MC 3000 valmistamiseks: 5 – 8 % küttepetrooli segatud 92 – 95 % pen 150/200-ga.
MC 800 valmistamiseks: 15 – 18 % küttepetrooli segatud 82 – 85 % pen 150/200-ga.

Pärast segamist tuleb mahutis lasta bituumenil tsirkuleerida vähemalt 1 tund.

Tabel 8.3a Otta pindkatete projekteerimise protseduurid.

3. BITUUMENI KULUNORM					
Kuumpihustatud bituumeni kulunorm kruntimata alusele (l/m ²)					
Terakoostis Otta pindkatte tüüp		Poorne	Keskmine	Tihe	
				< 100 auto/ööp.	> 100 auto/ööp.
Kahekordne	1. kiht	1,6	1,7	1,8	1,7
	2. kiht (*)	1,5	1,6	2,0	1,9
Ühekordne, liivpuiste- kihiga	Peenliiv	0,7	0,7		0,6
	Purustussõelmed või jäme jõeliiv	0,9	0,8		0,7
	1. kiht (*)	1,6	1,7	2,0	1,9
Ühekordne (*)		1,7	1,8	2,0	1,9
Korduspindamine (ühekordne)		1,5	1,6	1,8	1,7

(*) Krunditud aluse korral tuleb esimese kihi kulunormi vähendada 0,2 l/m².
Märkused: Kui kivimaterjali veeimavus on üle 2 %, tuleb bituumeni kulunormi suurendada 0,3 l/m².
Sideaine liivpuistekihi jaoks on purustussõelmete ja jämeda jõeliiva korral MC 3000, peenliiva puhul MC 800.

4. KIVIMATERJALI KULUNORM			
Katte tüüp	Kivimaterjali kulunorm (m ³ /m ²)		
	Poorne koostis	Keskmine koostis	Tihe koostis
Otta pindkate	0,013 – 0,016	0,013 – 0,016	0,016 – 0,020
Liivpuistekiht	0,010 – 0,012		

Praktikas väga sageli kivimaterjali kulunormi suurendatakse, et vähendada "higistamise" riski.

Tabel 8.3b Otta pindkatete projekteerimise protseduurid.

8.6 Kivimaterjali kulunorm

On oluline kasutada küllaldast kogust kivimaterjali, et kindlustada mõningane materjali liig rullimise ja esialgse hooldusperioodi tarbeks. Kui täiteks on kasutatud purustatud kivimaterjali, võtab 2 – 3 nädalat aega, enne kui liigse kivimaterjali võib ära pühkida. Kui kasutatakse looduslikku kruusa, on alghooldusperiood tunduvalt pikem.

Kivimaterjalide kulunormid peaksid langema tabelis 8.3b antud piiridesse.

Tabel 8.3b annab kriteeriumid bituumeni tüübi ja kulunormi valimiseks Otta pindkatete projekteerimisel. Bituumeni kulunormis ei tohiks projekteerimisel teha korrekture vedeldatud bituumenis kasutatava lahusti kompenseerimisega.

Vastupidiselt killustikpindamise peenarde projekteerimisele ei ole Otta pindkatete peenraid vaja eraldi projekteerida.



Kivimaterjali liialdane kulunorm. (Botswana).



EHITAMINE

9.1 Üldist

Otta pindkatete ehitamine on üldiselt sarnane tavalise killustikpindamisega. Sideaine pihustatakse pinnale, järgnevalt puistatakse kivimaterjal ja rullitakse. Ent kruntimine ei ole Otta pindamisel vajalik.

9.2 Aluse ettevalmistamine

Üldist

Hea side aluskihi ja katte vahel on Otta pindkatete puhul oluline nagu mistahes bituumenkatte korral.

Kruntimata alus

Alus peaks olema enne pindamistööde alustamist tolmust ja igasugusest muust prahist puhtaks puhitud. Et täielikult puhastada tolmust ja soodustada osalt alusesse imbumist, on vaja enne sideaine pihustamist kergelt veega kasta. Pärast veega kastmist tuleks lasta alusel kuivada niiskunud olekuni, enne kui pihustatakse sideaine.

9.3 Pindmistööd

Üldist

Otta pindkatete ehitamisel tuleb erilist tähelepanu osutada järgmistele teguritele.

Ehitamise päeval

Rusikareegliks on eeldada, et hea tulemus võidakse saavutada, kui killustikupuisturi või veoauto rattajälgedes on näha kivimaterjali osakeste vahelt ülessurutavat hõredalt jaotunud bituumenit.

Otta pindkatte küllaldast rullimist ei tohi üle tähtsustada. Minimaalselt kaks pneumorulli miinimumkaaluga 12 tonni või rohkem on oluline ehitamise päeval, kuna neil on parem võime “sõtkuda” sideaine läbi kivimaterjali osakeste ülespoole ja rakendada survet kogu pinnale. Minimaalselt 15 pneumorulli käiku on nõutav ehitamise päeval üle kogu katte, kaasa arvatud peenrad.

Pärast esialgse rullimise lõpetamist (ehitamise päeval) võib olla kasulik teha üks rullikäik 10 – 12 tonnise staatilise tandemvaltsrulliga, parandades jämedama killustiku kinnistumist. Selle protsessi käigus purunevad nõrgad killustikuterad ning aitavad kaasa tiheda mastikstekstuuri moodustumisele.

Nagu kõik teised pinnatöötused, ei mõjuta Otta pindkatted otseselt katendi struktuuri-tugevust. Seetõttu peab katend olema õigesti projekteeritud ja ehitatud, et vastu pidada eeldatud liikluskoormusele projekteeritud eluea jooksul.

Otta pindkatte esimese kihi ehitamise ettevalmistustööd, kui pole kasutatud kruntimist, on sarnased tavalise killustikpindamise ettevalmistustöödele enne kruntimistööd. Kuival või tolmusel aluskihil tõmbub sideaine kokku (moodustab “kuulikesi”) ja jätab kohad bituumeniga katmata, põhjustades aukude arenemist.



Ettevalmistustööd enne pindamist, lahtise materjali puhastamine aluselt. (Lõuna-Aafrika).



Puhitud aluse kerge kastmine veega enne sideaine pihustamist parandab sidet aluse ja Otta pindkatte vahel. (Lõuna-Aafrika).

Kattmaterjali liig on Otta pindamistöödel alati vajalik ning on tähtis kindlustada, et kivimaterjali kulunorm oleks piisav selle nõude täitmiseks (vt. peatükk 8.6).



Otta pindamistööde teostus. Küllaldane kivimaterjali hulk on oluline, et sideaine saaks ülespoole tõustes katta kõik osakesed. (Botswana).

Rullimine pärast töötlust	Miimumnõuded
Ehitamise päeval	15 käiku pneumorulliga (kaal >12 tonni) + 1 käik staatilise valtsrulliga
Iga järgneva kahe päeva järel pärast ehitamist	15 käiku pneumorulliga (kaal >12 tonni)
2 – 3 nädalat pärast ehitamist	Harjata ära liigne kivimaterjal
Märkus: Ehitamise ajal on nõutav minimaalselt kaks pneumorulli. Üks pneumorull venitab või halvendab pindamistöid, suutmata küllaldaselt rullida uut laotatud kihti.	

Tabel 9.1 Rullimise miimumnõuded.

Kommertsliikluse võiks lubada pinnatud alale kohe pärast pnemorulli(de)ga esialgse rullimise lõpetamist. See aitab kaasa sideaine/kivimaterjali edasisele segunemisele.

Maksimaalse kiirusepiirangu 40 – 50 km/tunnis võiks kehtestada kohe pärast ehitamist ja hoida 2 – 3 nädalat, mil kogu materjaliliig harjatakse ära.

9.4 Järgnev ülevaatus

On oluline, et Otta pindkattele teostataks järgnev ülevaatus, kindlustamaks pindamistöde käigus tekkida võinud mistahes defektide parandamise.

Ülevaatus tuleb teha pindamisele järgneva esimese 6 – 7 päeva jooksul, eriti kui ilmastikutingimused oluliselt muutuvad, näiteks vihm või äärmuslik temperatuurimuutus. Liikluskooormuse järsk muutus võib samuti mõjutada värskelt ehitatud katet.

9.5 Vahetu ehitusjärgne hooldus

Et Otta pindkatet õnnestunult ehitada, on tähtis ehitusjärgne vahetu hooldus, mida ei tohiks unarusse jätta. See sisaldab täiendavat rullimist ja liikluse poolt välja löödud killustiku tagasipühkimist.

Kaks esimest päeva pärast ehitamist

Kahe esimese päeva jooksul pärast pindamist tuleb pneumorullidega ulatuslikult rullida, tagamaks, et kõik sideainesse kinnistunud osakesed saaksid korralikult kaetud. Minimaalselt 15 käiku pneumorulliga tuleks teha iga päev üle kogu katte pindala.

Järgnevad 2 – 3 nädalat pärast ehitamist

Killustik, mis on liikluse mõjul välja löödud vahetult ehitusjärgsel perioodil, tuleks rattajälgedesse tagasi harjata, nagu nõutud, esimese 2 – 3 nädala jooksul. See kindlustab maksimaalse hulga killustikuosakeste kinnistumise pehmesse sideainesse. Värskelt ehitatud Otta pindkate võib tolmata ja eraldada “lendavaid kivikesi” esimeste nädalate jooksul pärast ehitust.

2 – 3 nädalat pärast ehitamist võib lahtise kivimaterjali ära harjata ja liikluskiiiruse piirangu kõrvaldada. Kui kasutatakse üsna kõrge tolmusisaldusega looduslikku kruusa, võiks perioodi pikendada.



Ulatuslik rullimine pneumorullidega on heade tulemuste saavutamiseks oluline. (Lõuna-Aafrika).



Üks käik staatilise tandemrulliga parandab jämedama killustiku kinnistumist. (Botswana).



Pneumorullide puudumisel või neile lisaks võib tihendamiseks edukalt kasutada koormatud veoautosid, vastavalt eelnevalt määratletud rullimismudelile, haarates kogu pinnatud ala. (Botswana).



Otta pindkate 2 – 3 päeva pärast ehitamist, kus kohe pärast ehitust lubati peale katte moodustumisele kaasaaitav liiklus. (Botswana).



Killustik, mis on liikluse mõjul välja löödud, tuleks rattajälgedesse tagasi harjata. See kindlustab killustiku maksimaalse kinnistumise pehmesse sideainesse. (Botswana).

Periood kuni 12 nädalat pärast ehitamist

Minimaalne periood esimese ja teise kihi ehitamise vahel peaks olema 8 - 12 nädalat. See on vajalik pindamiskihi töötlemiseks liiklusvoo võimalikult ristsuunalisel reguleerimisel ja võimaldab ka lahusti väljaaurumist. Selle perioodi jooksul kattekiht tiheneb ja rattajälgedes, kus kivimaterjal on kinnistunud liikluse toimel, hakkab ilmnema eelsegatud segu sarnane kate.

Esialgne leemendamise esinemine ja eraldi rasvased laigud ei peaks olema muretsemise põhjuseks, need saab varjata kivimaterjaliga ja eelistatult kattesse rullimisega. Kerge leemendamise märgid kinnitavad, et kivimaterjali/sideaine suhe on olnud optimaalne.

Kui kasutatakse üsna kõrge tolmusisaldusega looduslikku kruusa, peaks periood enne liigse kruusa harjamist olema nii palju pikem kui võimalik ja mitte vähem kui 6 – 8 nädalat.

Leemendamine

Mõningane leemendamine paiguti ja rattajälgedes on Otta pindkatete formeerumisprotsessis normaalne nähtus. Igasugust võimalikku peenmaterjali saab kasutada leemendamise kõrvaldamiseks, nagu seda on purustussõelmed, jõeliiv või karjääri peenliiv. Kui leemendamine on ulatuslik, võib kasutada jämedamat kivimaterjali. Pinna parandamisel on soovitatav rakendada rullimist ja selleks tööks valida päeva kuum aeg.

9.6 Liikluse korraldamine

Liikluse kontrollimine on tähtis aspekt, millele ei saa vaadata läbi sõrmede, kuna varane liiklus on väärtuslik kaastöö katte hooldamisel, andes parema tulemuse.

Liiklust tuleks korraldada selliselt, et kogu pinnatud ala, kaasa arvatud peenrad, oleks võrdselt liiklusega kaetud. Seda on võimalik saavutada liikluse suunamisega kunstlikult loodud radadele, mis on märgistatud tähiskoonuste või muu sarnasega.

9.7 Lisaasjaolud kahekordsele Otta pindkattele ja kombineeritud kattele

Üldist

Kahekordse Otta pindkatte ja liivpuistekihiga kombineeritud katete ehitamise käigus tuleb kindlatele üksikasjadele pöörata erilist tähelepanu.

Hooldamine

On tähtis, et esimese kihi hooldustöid lubataks jätkata vähemalt 8 – 12 nädalat, sõltuvalt hooldustingimustest ja sideaine liigist, enne kui alustatakse järgmise kihi ehitamist. See on nõutav seetõttu, et lühendada “rasvase” välimuse kauast kestvust vedeldi väljaaurustamise pikaajalise protsessi tõttu sideainest.



8 – 10 nädala pärast (sõltuvalt liiklusest) on Otta pindkate formeerunud ja näeb välja nagu eelsegatud segust asfaltbetoon. (Botswana).



8 – 10 nädala pärast kivimaterjal kinnistub. (Botswana).



Mõningane leemendamine paiguti ja rattajälgedes on formeerumisprotsessis normaalne nähtus. Tugevat leemendmist saab parandada liiva või täiendava kivimaterjali rullimisega leemendavale alale. (Botswana).

Üleliigne kivimaterjal on väärtuslik materjal, mis tuleks koguda ja uuesti kasutada pärastistel pindamistöodel.



Otta pindkate tuleks eelistatult katta liiklusega võrdselt kogu pinnatud alal, kuna see tõstab välimuse ühtlust. Seda on võimalik saavutada liikluse suunamisega tähiskoonuste abil alale, mis vajab liiklust. (Botswana).

Liivpuistega kate

Kõige tähtsamad tegurid, mida liivpuistega katte ehitamisel tuleb silmas pida, on kindlustada piisava koguse kivimaterjali kasutamine, ja liikluse mõjul eraldunud kivimaterjali harjamine tagasi katmata alale, kui vaja. Tagasiharjamist tuleks korrata seni, kuni liiv on täielikult kinnistunud katte esimeses kihis. See toimub tavaliselt 4 nädala jooksul.

9.8 Olulised ehituse üksikasjad

Üldist

Lisaks tavalisele heale ehitustavale nõuavad teatud ehitamise üksikasjad erilist tähelepanu, kui ehitamisel on bituumenpihustusega katted, kaasa arvatud Otta pindkatted.

Vuugid

On tarvis erilist hoolt, et tagada kõikidel vuukidel, nii piki- kui põikvuukidel, küllaldase hulga bituumeni pihustamine, piisav rullimine ja liikluse kohaldamine. On vaja tagada, et pikivuugi üleulatuv pikkus oleks minimaalselt 150 mm ja et täiendava raskerullimisega tasandataks vuugid ning kuhjunud vallid, mis tekkisid seoses bituumeni üledoseerimisega.

Pikivuukide vältimiseks on eelistatav pihustada ühe käiguga tee kogu laiuses, kui see on võimalik olemasoleva seadmega.

Kui pikivuugid on vajalikud, tuleks need paigutada väljapoole rattajälgi, s.o. piki rajajoont või keskjoonele.

Põikvuugid tuleks ehitada tavalise hea pindamistehnoloogia järgi, kus kasutatakse alustamise ja lõpetamise plaate ning eelmine osa eemaldatakse, et teha korralik stardijoon uue osa jaoks. Igasugune ülestikku või vahega jätkamine põhjustab vastavalt kas kühmu või kivimaterjali koorumise. Põikvuuke ei tohiks kunagi asetada üksteisega otsakuti. Need peaks siksakiliselt asetama ligikaudu 50 meetriste vahedega.

Vahelõigud “anna teed” märgiga, ringristmikud ja järsud pikikalded

Suhteliselt pehme bituumeni ja suure sideaine kulunormi tõttu võivad rasked veokid algul lükata värske katte sõiduraja külgedele. See võib tekitada valle, kus bituumen peab formeeruma, paljastades aluse roobaste põhjas.

Järskudel pikikalletel, sarnaselt killustikpindamise projekteerimisele, vajab Otta pindkate sideaine kulu reguleerimist järskudel tõusudel, vältimaks liigset leemendamist ja ebastabiilsust uuel kattel. Sama rakendatakse järskude kurvidega langustel, kus sõidukid kalduvad tugevalt valle tekitama.

Aladel, kus see võib olla probleemiks, tuleks sideaine sisaldust vähendada 0,3 l/m² võrra ja kasutada jämedama terakoostisega kivimaterjali. Juhul, kui seda peetakse suuremaks probleemiks, peaks sideaine penetratsioon olema 150/200 või kui võimalik, veidi kõvem kui 150/200. See saadakse sitkele bituumenile pen 80/100 2 – 3 % petrooli (kütte- või valgustuspetrooli) lisamisega.



Liiva liia kasutamine on oluline, kui ühekordne Otta pindkate kaetakse liivpuistekihiga. (Botswana).



Liiklusega ärapuhutud liiv tuleks harjata tagasi kogu pinnale, kuni on saavutatud täielik kinnistumine. (Botswana).



Otta pindkattes on visuaalselt näha peenarde ja sõidutee silmnähtavalt oluline erinevus. Liikluse toime tõuseb sõidureal sideaine ülespoole pinnale ja siit tuleneb värvuse erinevus. See värvide erinevus parandab liiklusohutust. (Botswana).



Mõne kuu pärast on liivpuistekihiga Otta pindkate täielikult formeerunud ja näeb suurepärase välja. (Botswana).

KORRASHOID

10.1 Üldist

Kuna Otta pindkatted omavad kõrgendatud vastupidavust, ei ole korrashoiu sekkumised vajalikud sel määral kui tavapindamiste puhul. Nõnda on selline hooldetöö nagu sideainega pritsimine, mis on killustikpindamistel nõutav iga 3 – 4 aasta järel, Otta pindkatetele mittevajalik. Edasi, korduspindamise sagedus Otta pindkattel varieerub 9 – 15 aasta vahel, sõltuvalt pindkatte tüübist, samas kui killustikpindamiste kordus on 7 aasta järel.

Igasuguste paiksete pinnadefektide parandamine ja ülepindamine on Otta pindkatetele sarnased mistahes teist tüüpi pihustuskatetele.

10.2 Otta pindkatted korduspindamistena

Otta pindamised korduspindamistena ei erine teistest bituumenpihustusega ülekatedest, mida tavaliselt kasutatakse. Ettevalmistustööd, mis on vajalikud korduspindamiseks tavalise killustikpindamisega, on vajalikud ka Otta pindamistel. Kuid vastupidi tavalistele killustikpindamistele, kus nõuded killustiku teramõõdule on olulised sõltuvalt olemasolevast killustikpindamisest, ei ole kivimaterjali selle nõude sobitamine vajalik Otta pindamistel. Võib kasutada igasugust kivimaterjali, mille terakoostise sõelkõver mahub üldsõelkõveravälja piiridesse.

Otta pindamine kui ülekate sobib hästi teedele, mis on ulatuslikult pragunenud/lapitud, kuid mis on konstruktsioonilt veel heas korras. Sobib seetõttu, et kasutatakse madala viskoossusega sideainet, kõrget sideaine sisaldust ning paksude kivimaterjalikihtide paljude osakeste vahel on hea haardumine, tehes Otta pindkatte suhteliselt elastseks.

Otta ülekatete soovitatavad kulunormid on antud tabelis 8.3b.



Väga lagunenud katetele on Otta pindamine tema hea vastupidavuse tõttu (kõrge bituumeni sisaldus ja sideaine madal viskoossus, mis teeb Otta pindkatte väga elastseks) kui ülekate sellistele katetele hästi sobiv. (Malawi).

LEPINGUKÜSIMUSED

11.1 Üldist

Käesolev peatükk käsitleb mõnda olulist lepinguküsimust, mida peaks arvesse võtma Otta pindkatete spetsifitseerimisel, eriti kus see vastandub tavalise killustikpindamisega. Lähenemine kindlatele lepinguküsimustele erineb tavalise killustikpindamise lepingutest ja oluliseks peetakse järgmist:

- Vajadus täpsustada rullikäikude miinimumarv;
- Nõue hoida Otta pindkatet liikluse all vähemalt 8 – 12 nädalat, enne kui paigaldatakse teine kiht või liivpuistekiht;
- Eraldunud purustussõelmete/liiva tagasiharjamine kogu kattele;
- Nõue, et teemärgistust ei kantaks peale enne, kui teine kiht on formeerunud, tavaliselt mõni kuu pärast esimese kihi ehitamist. Sellistes olukordades vajatakse ajutist teemärgistust;
- Üksikute kohtade “leemendamine” ja nende katmine võivad nõuda väikest meeskonda, kes peab olema võimeline tegelema selliste operatsioonidega, need võivad aset leida esimesel kuumal aastaajal pärast lepingu täitmist;
- Tuleks teha mõõndusi Materjalimahtudes lisapunktina katteliiva ärapühkimine kohta esimese kihi ekstreemse leemendamise juhtudel, enne teise kihi või liivpuistekihi pahapanemist.

Ülaltoetletud punktid võivad tekitada lepingulisi probleeme, kuigi nendega on lepingudokumentides ühetähenduslikult tegeldud. Järgnev peatükk tegeleb abinõudega, mis puudutavad neid punkte, mis erinevad tavalise killustikpindamise lepingutest.

11.2 Lepinguküsimused

Rullimine pneumorulliga

“Spetsiaalsed tehnilised tingimused”, mis moodustavad lepingudokumentide osa, peaksid sisaldama järgmist teksti:

- Mistahes pinnatud ala osa, kaasa arvatud peenrad, peab saama pindamise päeval vähemalt 15 rullikäiku pneumorulliga kogukaaluga vähemalt 12 tonni, ning ühe rullikäigu staatilise valtsrulliga pärast esialgse rullimise lõpetamist pneumorulliga. Kahel järgneval päeval on nõutav lisaks 15 rullikäiku pneumorulliga kummalgi päeval.

Töövõtjal peab olema piisav rullide võimsus objektil, et rahulda ülaltoodud nõudeid. Tegelikus töös vajatakse vähemalt 2 pnemorulli lisaks valtsrullile.

Igasugune täiendav rullimine tuleb vastavalt “lisarullikäikude maksumuse punktile”.

Otta pindkate peab olema liikluse all vähemalt 8 – 12 nädalat enne teise kihi või liivpuistekihi paigaldamist.

See punkt võib põhjustada lepinguliselt probleeme ja võiks käsitleda järgmiselt:

“Ehitusobjekti võib põhiliselt üle anda” siis, kui Otta pindkate avatakse liiklusele, eeldusel, et ei ole pinnadefekte ega muid tegemata töid, mis viivad vastuollu “Liikluseeskirjaga” (stoppmärgid, kiiruse piirangu märgid jne.). Ohutuse tagamiseks võib olla vajalik kasutada ajutist teemärgistust (sõltuvalt projektist).

Edaspidi ühe kuu jooksul (s.o. ligikaudu 4 kuud pärast “ehitusobjekti põhilist üleandmist” kogu lepingu ulatuses) kannab Töövõtja teekattele püsitemärgistuse ja maksmine püsitemärgistuse eest toimub ainult selles järgus.

Eraldunud kivimaterjali tagasiharjamine

Eraldi punkt lahtitulnud kivimaterjali tagasiharjamise maksmise kohta peaks lepingudokumentides olema, võib-olla suhtena kilomeetri kohta.

Teemärgistus

Teemärgistust tuleks võtta eraldi lepinguna, kuna head tulemust on raske saavutada enne pikka aega pärast ehituse lõpetamist (see kehtib vähemal määral ka tavakillustikpindamise kohta). Sellist praktikat võiks laiendada nii kapitaalehituse kui ka korrashoiu pindamisprojektidele.

Kui on otsustatud hõlmata teemärgistus põhilepingusse, tuleks töövõtjat informeerida sellest viivituse nõudest lepingudokumentides. Ohutuse mõttes võiks esialgsel perioodil kanda tee mõningase eelmärgistuse või ajutised jooned.

Leemendamine ja katmine

Kogemused on näidanud, et mõnel juhul, eriti kus sideaine kulunorm on ülemisel piiril, võib olla vajalik katte rasvaste laikude mõningane katmine esimesel kuumal aastaajal pärast lepingu lõpetamist ja töövõtja lahkumist objektilt. Lepingus võiks teha mõõndusi katte parandamise meeskonna asutamiseks, kas ja millal on vaja, 4 kuni 8 nädalaks.

See punkt peab olema haaratud Materjalimahtudes eraldi punktina, vastasel korral võib maksmine olla Päevatööde all, mis on tunduvalt kallim. Maksumuse võiks esitada kilomeetri kohta (mitte ruutmeetri kohta).

Parandusliiva eemaldamine esimeselt ja teiselt kattekihilt

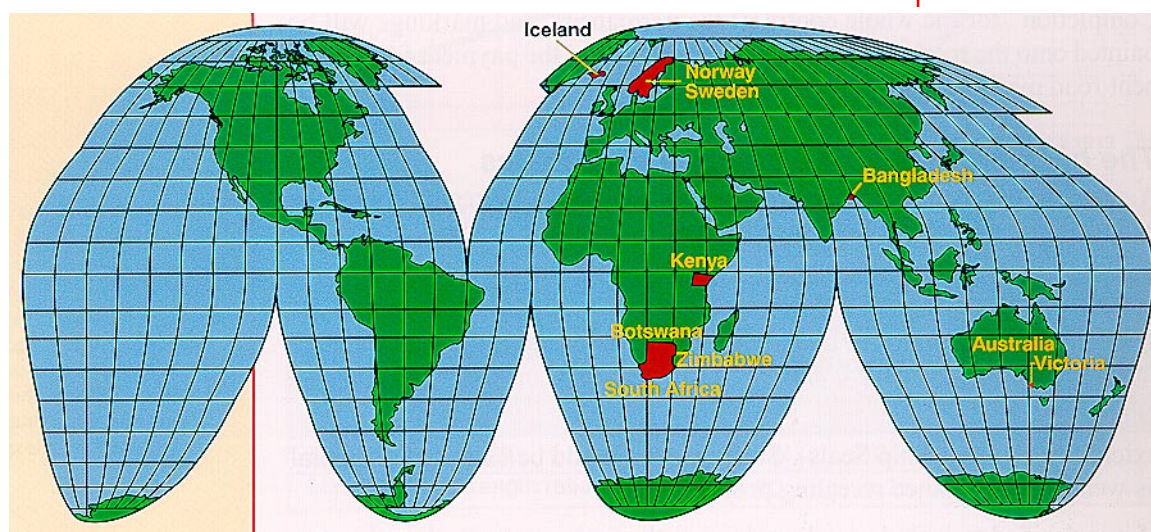
See peaks olema lepingudokumentides maksmise lisapunktina. Maksmine võiks eelistatult olla samuti kilomeetri kohta.

GLOBALNE KASUTAMINE

12.1 Üldist

Esitatud Otta pindkatete kasutamise võib kokku võtta üheksast riigist: kolm Põhja-Euroopast (Norra, Rootsi ja Island), neli Ida- ja Lõuna-Aafrikast (Keenia, Botswana, Zimbabwe ja hiljuti ka Lõuna-Aafrika), ühest riigist Aasias (Bangladesh) ja katselõigust Viktoria osariigis / Territory, Austraalia.

Joonisel 12.1 on näha Otta pindkatete ülemaailmne kasutamine.



Tabelis 12.1 on Otta pindkatete pikkus erinevates maades 1999. aasta kohta.

Riik	Pikkus	Märkused
Norra	4000 km	1985. aastal oli 12 000 km
Rootsi	4000 km	
Island	2000 km +	
Keenia	500 km	
Botswana	1300 km +	
Zimbabwe	80 km	Kaasa arvatud mitmed katselõigud
Lõuna-Aafrika	Üks katselõik, 2 km	100 km Otta pindamist aastail 1999-00
Bangladesh	20 km +	Tehti ainult käsitsitöö baasil
Austraalia	Kaks katselõiku	2,2 km Viktoria osariigis / Territory

Otta pindkatete kasutamine ei ole nii laialt levinud kui see võiks olla. Põhjuseid võib olla mitmeid, kuid peamised kitsendused võivad olla tingitud järgmisest:

- Esiteks - Ratsionaalseid projekteerimise protseduure pole olnud valmilt kasutada.
- Teiseks - Konsultandid ja töövõtjad ei tea Otta pindkatete kasutamist, seetõttu nad mõlemad tõrguvad esitamast ja pakkumast, ning kui pakutakse, tehakse seda väga sageli tavakillustikpindamise hindades;
- Kolmandaks - enamuses tänastes töödes, kuigi mitte alati, on segamised tehtud ehitusmasinate abil.

Siiski, Botswanas on olukord muutumas, sest maanteeamet avaldab survet nii konsultantidele kui töövõtjatele tegema usaldusväärseid hinnavõrdlusi.

12.2 Norra

Taust

Eluiga ja teostus sõltuvad nagu alati tugevasti kohalikest tingimustest, mitte spetsiifiliselt vaid Otta pindkatete puhul. Norras on kogemused, et teedel aasta keskmise liiklussagedusega ligikaudu 1000 autot/ööpäevas ja Benkelmani tala (80 kN) läbipaindega 1,25 mm annab kahekordne Otta pindkate suurepärase tulemuse 10 aastaks ja enam. Ühekordse Otta pindkatte iga on tavaliselt 5 – 6 aastat.

Kokku on tänaseks Otta pindkatteid ehitatud 4000 km, see teeb ligikaudu 7 % kogu bituumenkatetega teedevõrgust pikkusega 52 000 km, millest 26 000 km sisaldab peateid ja 26 000 km kõrvalteid.

Tabel 12.2 näitab ühekordse ja kahekordse Otta pindkatte kogupikkust Norras 1998.a. lõpus.

Otta pindkatte tüüp	Tee liik		
	Esimese järgu	Teise järgu	Suhe
Ühekordne Otta pindkate	500 km	1500 km	25 / 75
Kahekordne Otta pindkate	1000 km	1000 km	50 / 50

Tabel 12.2 Ühekordse ja kahekordse Otta pindkatte kogupikkus Norras 1998.a. lõpus.

Täna on Norras 65 km ühekordset ja 120 km kahekordset Otta pindkatet, mis on olnud kasutusel üle 20 aasta ja need on ikka veel rahuldavas seisukorras. Enamus neist teedest on osa kõrvalteede võrgust.

Norra spetsifikatsioon

Üldised tehnilised tingimused Otta pindkatetele Norras on järgmised:

Liiklus: < 2000 autot/ööpäevas

Kivimaterjal: Moreenkruus, sõelutud ja purustatud või kasutatakse kombineeritult. Gabbro on tavaline kasutatav kivim. Kogemused on näidanud, et purustatud / purustamata kivimaterjali segu vastavalt vahekorras 30/70 annab parima tulemuse.

Kivimaterjali klass 1 – 3

Plaatus / rabadus < 1,5

Terakoostis Nõuded sõelkõvera välja madalamasse osasse, nagu näidatud tabelis 5.1. Sõela avaga 4,0 mm läbiva materjali osa ei tohi olla alla 35 %. Sõela avaga 0,075 mm läbiva materjali osa ei tohi ületada 10 %.

Materjali kulu 1. kihis 0-16 mm 22-30 kg/m²; 2. kihis 0-11 mm 18-20 kg/m² (sageli eelistatud teistkordse pindamisena).



Otta pindkatteid on kasutatud ja kasutatakse veelgi laialdaselt Norras. (Norra).



Purustatud kivimaterjalist Otta pindkate esimese järgu teel pärast 6 kasutusaastat. (Norra).



Otta pindkatte sulgunud poorid. (Norra).

<i>Bituumen:</i>	Keskmiselt hanguv vedeldatud bituumen BL 1500M–BL 4500, emulsioon BE 70M bituumenite MB 3000–10 000 baasil. Üldine kulunorm BL vahemikus 1,7–1,9 l/m ² , BE vahemikus 1,9–2,1 l/m ² .
<i>Pindaktiivsed lisandid:</i>	Kasutatakse alati, 0,8 % bituumeni massist.

12.3 Roots

Üldist

Otta pindamist tutvustati Rootsis 1985.a. ringis. Otta pindamise tähistus Rootsis on Y1G ja nende kogemused on üldiselt sarnased Norra omadele. Tänapäevaks on ligikaudu 4000 km teid kaetud Otta pindkatetega. Suur osa nendest teedest olid Rootsi põhja ja ida osas (metsaalad) algselt teisejärgulised kruusateed, mis viidi vastavusse mustkatte standardiga. Rootsi Maanteeamet on kasutanud ühekordset Otta pindamist ka kruusateede tolmutõrjeks ilma katte tugevdamiseta (oodatav iga 3 – 5 aastat). Nagu viitavad Rootsi Maanteeameti andmed (ülevaade 1997), üldised kogemused Otta pindkatete kasutamisel on olnud ja on jätkuvalt head. Kuid Rootsi Maanteeameti reorganiseerimine ja nooremad insenerid on viinud faktini, et see pindamisliik on viimastel aastatel vähenenud. Paljudel juhtudel on Otta pindkate tehtud halvasti drenivatele, puuduliku kandevõimega kruusateedele, mille tulemuseks on katte palju varasemad kahjustused, kui ette nähti.

Rootsi spetsifikatsioon

Üldised tehnilised tingimused Otta pindkatetele (Y1G) on väga sarnased neile, mida rakendatakse Norras. Kuid aasta keskmise liiklussageduse maksimumpiiriks on < 500 auto/ööpäevas.

12.4 Island

Üldist

1978-ndal tutvustati Otta pindkatet Islandil kui alternatiivi seguri mustsegu vähesel liiklusega teedele. Suurte kauguste ja üsna piiratud vajaduse tõttu ei ole statsionaarsed või isegi mobiilsed asfaldisegistid olnud võimalikud ja seetõttu on ilmnenud, et Otta pindamine on maksumuselt soodne ja tehniliselt sobiv lahendus vähesel liiklusega teedele, eriti kõrvalistes piirkondades.

Tänapäevaks on rohkem kui 2000 km kaetud kahekordse Otta pindkattega ning teostus arvatakse olevat väga hea (ülevaade 1997).

Islandi spetsifikatsioon

Kõige tavalisem kasutatud kivimaterjal on basaltkruus, purustatud terade sisaldusega vähemalt 40 % liiklussageduse > 1000 auto/ööpäevas puhul, ja vähemalt 20 % liiklussageduse < 1000 auto/ööpäevas tarbeks. Terakoostise nõuded on samad, mis on antud tabelis 5.1. Kivimaterjali tugevuse näitajaks on LAA (Los Angelese) väärtus, mis tehnilistes tingimustes on rakendatud järgmiselt:



Värske Otta pindkate purustatud basaltkruusast. (Island).

Liiklussagedus, autot/ööpäevas	Los Angelese arv
< 200	< 30 %
200 – 1000	< 25 %
> 1000	< 20 %

Kõige tavalisem kasutatud bituumen on BL 1500R kulunormiga 3,0 l/m².

12

12.5 Keenia

Üldist

1970-ndate keskel leppisid Keenia ja Norra valitsused kokku ehitada 290 km kruusateid 50/50 võrdse osalusega. Projekt seoti uue Turkana teega Keenia põuases/poolpõuases loodeosas. Selles kliimas kerkisid järgmised tee viimistlemise ja korrashoiu probleemid. Arutati bituumenkatet, otsustati kasutada kahekordset Otta pindamist. Ajavahemiku 1978–1984 jooksul ehitati kate kogu tee pikkuses, kasutades sideainena MC 3000 ja kivimaterjalina ainult sõelutud (purustamata) alluviaalset kvartsiitkruusa. Kivimaterjali tugevusnäitajad olid vastavalt purustatavus silindris/Los Angelese arv (ACV/LAA) 32/49. Aluskihi paksus oli min 130 mm järgmiste nõuetega materjalidele:

- Kalifornia kandeteguri CBR_{märg} nimiväärtus min 50, kohati lubatud üksikväärtus 30;
- Plastsusindeks PI maks 20.

Benkelmani tala (80 kN) läbipainet vähem kui 1,25 mm enne pindamist peeti vastuvõetavaks (Hansen 1983). Kruntimist ei kasutatud ühelgi teelõigul, kuid sideainesse segati alati pindaktiivset lisandit.

Otta pindamiste teostused

Uurimisrühm (Mariki ja teised 1995), kes külastas mitmeid teid 1995, kinnitas järgmist:

Turkana tee Marich' ümbersõidul

Tee lõpetati 1978 ning 1995-ndaks oli tee vastu pidanud summaarselt 4,0 milj. E 80 koormusele. Ligi 1 miljon sõidukit olid teed kasutanud. Aastane sademete hulk on 1000 mm.

Teeosa kaeti uue (kolmanda kihi) Otta pindamisega, kasutades kvartsiitkruusa sarnaselt enam kui 15 aastat tagasi kasutatuga. Arvestamata mõnede kivide kadu oli tulemus hea.

Turkwell Gorge – Lodwar

See lõik lõpetati 1980 ning 1995-ndaks oli tee vastu pidanud summaarselt 2,1 milj. E 80 koormusele. Ligikaudu 700 000 sõidukit olid teed kasutanud. Aastane sademete hulk on vahemikus 300–400 mm.

Umbes pool teest kaeti Otta pindamisega ja selle tulemus oli hea. Need lõigud, mis ei olnud ülepinnatud (olnuna kasutusel üle 17 aasta ilma igasuguste hooldetöödeta), olid muutunud kasutamiskõlbmatuteks, üleni auklikeks. Teelõik, lõpetatud 1984, mil sademete hulk oli 170 mm, oli ikka veel suurepärase korras (pärast 17 aastat kasutust) ilma ühegi märgita aukude või muu pinnadefektide tekkest.



Turkana tee, umbes 20 km Marich' ümbersõidust põhja pool. Otta pindamise kivimaterjalina kasutati sõelutud kvartsiitkruusa. Pärast mitmeid aastaid kasutust nägi kate hea välja. (Keenia).

Kalokol – Ferguson'i laht

Lõpetati 1985 ning 1995-ndaks oli tee vastu pidanud summaarselt 0,16 miljonilisele E 80 koormusele ja ligikaudu 200 000 sõidukit olid teed kasutanud. Aastane sademete hulk oli ligikaudu 170 mm.

Aluskihi paksus oli 70 mm, $CBR_{m\ddot{a}rg}$ 50. Kahekordses Otta pindkattes kasutatud kivimaterjal (0 – 18 mm) oli kohalik looduslik purustamata kvartskruus tugevusnäitajatega purustatavus silindris / Los Angelese arv (ACV/LAA) 26/45. Olnuna kasutusel 10 aastat ilma hooldetöödeta, nägi kate välja eriti hea, ilma igasuguse märgita lagunemisest.

Mombasa, katsetöö Kwale's

1985. aasta alguses ehitati kaks teelõiku. Katse hõlmas kahte erinevat tüüpi põhimaterjali, stabiliseerimata lateriiti ja 6 % koralltolmuga stabiliseeritud lateriiti. Kahte tüüpi kivimaterjali kasutati kahekordsel Otta pindamisel. Kohalik looduslik lateriit kivimaterjali tugevusega (ACV/LAA) 42/54 ja millest 10 % läbis sõela avaga 0,075 mm. Ülemõdduline materjal sõeluti välja ja purustati.

Purustatud korallkivist materjal, millest 4 % läbis sõela avaga 0,075 mm, omas tugevust (ACV/LAA) 32/38.

Tavalisel killustikpindamisel oli kasutatud üsna kõva purustatud liivakivikillustikku tugevusega 22/36.

Kasutati vedeldatud bituumenit MC 3000, vedeldades kohapeal sitket bituumenit 80/100 diiselkütuse või petrooliga. Kulunorm 1,8 – 1,9 l/m² Otta pindkatte mõlemale kihile. Killustikpindamisel kasutati bituumenit 80/100 kulunormiga 1,7 ja 1,3 l/m² vastavalt esimeses ja teises kihis. Pärast 10 aastat kasutust oli tee vastu pidanud summaarselt 0,14 miljonilisele E 80 koormusele, ja ligikaudu 900 000 sõidukit olid teed kasutanud. Aastane sademete hulk on 820 mm. Kogu teelõigu välimus oli suurepärane. Märgiti siiski, et Otta pindkattel oli tihedam veekindel pinnatekstuur kui killustik-pindamisel. Killustikpindamisel oli poorsem pinnatekstuur ja näis bituumenivaene.

Tee C106, Kwale

See teelõik ehitati samuti 1985 ning liikluskoormus ja sademete hulk olid sarnased eelmisele lõigule. Kahekordse Otta pindkatte kivimaterjaliks oli segu purustamata ja purustatud korallkivist. Pärast 10 aastat kasutust nägi kate parem välja kui väga tiheda veekindla mastiksiga asfaltbetoonkate. Pisut rasvasust oli märgata rattajälgedes.

Keenia kogemus

Otta pindkatted, ehitatud Keenias alates 1978.aastast, on olnud kasutusel 10 kuni 17 aastat erinevatel kliimatilistel ja liiklustingimustel. Kokkuvõttes – nende teostus on olnud suurepärane hooldimata halvema kivimaterjali kasutamisest, nagu seda on purustamata kvarts- ja lateriitkruus, samuti purustamata/purustatud korallkivi.

Otta pindkatete käsitlemine on mahutatud Keenia teede projekteerimise juhendisse 1987.



Sulgunud pooridega Otta pindkate, kus kivimaterjalina kasutati looduslikku kohalikku lateriiti. (Keenia).



Teelõik, kus Otta pindkatte kivimaterjaliks kasutati korallkivi. Esimene lõik on olnud kasutusel mõned kuud - kivimaterjal on kinnistunud, moodustades meeldiva ja ühtlase välimuse. Teine lõik on värskest ehitatud – korallkivimaterjal vajab veel aega kinnistumiseks. Enam kui 14 kasutusaasta järel näevad need lõigud välja suurepärased. (Keenia).



Kohalike teede programmi raames kasutati Otta pindamist laialdaselt ning kombinatsioon käsitsitööga. Otta pindamise kivimaterjalina kasutatud looduslikku porsunud graniiti sõeluti ja kasutati käsitsi. (Botswana).

12.6 Botswana

Kohalike teede programm

Aastail 1974/75 alustas Botswana maanteeamet kohalike teede programmi kruusateede ehitamiseks maapiirkondades Norra arengukoostöö agentuuri NORAD (Norwegian Agency for Development Co-operation) rahastamisel. Kuid 1977-ndal ilmnes, et põuases ja kuumas kliimas, nagu Botswanas on ülekaalus, on kruusateid raske hooldada.

1978-ndal ehitati Oodi teel esimesed 10 km Otta pindkatteid, nii ühe kui kahekordset (Ülevaade 1982 ja 1990). Kivimaterjaliks kasutati purustamata, kuid sõelutud (ülemõõdulised eraldatud) porsunud graniiti, mille purustatavus silindris ACV oli 40. Sideained olid MC 3000 ja MC 800 kulunormiga vahemikus 1,5 ja 2,0 l/m². Sideaine pihustati gudronaatori abil, kivimaterjal laotati käsitsi.

Otta pindkate näitas väga rahuldavat esialgset tulemust, mis andis tõuke bituumen-pindamisteks mitmetes teistes kohalike teede projektides. Kasutati mitmekesist kivimaterjali: järvelistest setetest kruus, mis koosnes räni-, kvarts- ja kõvadest mügarjatest lubitsemendiga tsementeerunud kivimitest segus vähese hulga lubialeuriitkiviga, tugevusega ACV 33 (ülevaade 1990); purustatud pehme ränitsementeerunud kivim ja väga erineva kvaliteediga liivakivi. Need ühekordsed Otta pindkatted pihustati alati kergelt üle sideainega MC 3000 või MC 800 kulunormiga piirides 0,7 – 0,9 l/m² ning kaeti Kalahari liivaga, mis on kergesti kättesaadav peaaegu kogu maal.

Botswana kogemus

Otta pindkatteid on Botswanas edukalt kasutatud viimased 20 aastat. Halbadest kivimaterjalidest pindkatted on hästi toiminud üle 15 aasta, kandes 250 – 300 sõidukit ööpäevas. Tänapäevaks on enam kui 1000 km teid pinnatud ühekordse Otta pindkattega Kalahari liivast puistekihiga. See moodustab ligikaudu 20 % bituumenkatetega teedevõrgust.

Kogemused Otta pindkatetega Botswanas kinnitavad, et madala liiklussagedusega (< 100 auto/ööpäevas) teede puhul tuleks kinni pidada sõelkõvera välja “poorsemast osast”. Kui liiklussagedus on > 100 auto/ööpäevas, on eelistatum keskmisest kuni tiheda terakoostisega välja osa.

Botswana teede projekteerimise käsiraamatus 1994 on Otta pindkate kasutamist käsitletud kui alternatiivset pindamist madala mahuga teedele < 500 auto/ööpäevas. Kuid hiljuti oli maanteeamet ehitanud Otta pindkatteid palju kõrgema liikluse mahuga teedele. Botswana juhendis “Otta pindkatete projekteerimine, ehitamine ja korrashoid” on arvestatud liiklustasemega üle 1000 auto/ööpäevas. Loodetav eluiga liivpuistekihiga ühekordsele Otta pindkatele on 9 – 12 aastat ja kahekordsele Otta pindkatele 12 – 15 aastat.



Vaade samast teest (ühekordne Otta pindamine) pärast enam kui 8 aastat kasutust. (Botswana).



Ühekordse Otta pindkate sulgunud poorid ülal pildil. Pöörake tähelepanu, et mõned nõrgad terad on liikluse all purunenud, kuid ehitusjärgses varases staadiumis on sideaine absorbeerinud purunenud materjali ning on moodustunud tihe veekindel pind. (Botswana).



Valmis tee pärast 8 kuud kasutust, ühekordne Otta pindkate (purustatud kivimaterjal) kaetud Kalahari liivast puistekihiga. (Botswana).



Sama tee, mis ülal, linnulennult. Pöörake tähelepanu meeldivale ühtlasele välimusele - parem kui asfaltbetoon. (Botswana).

12.7 Zimbabwe

Teisejärguliste ja kogumisteede arenguprogramm (SFRDP – Secondary and Feeder Road Development Programme) (Sida ja Sweroad 1995)

Aastatel 1990 kuni 1993 ehitati Otta pindkatetega rida katselõike. Liikluse tase varieerus ligikaudu 30-st ligemale 300 autoni/ööpäevas ja sademete hulk oli alla 300 kuni üle 1200 mm aastas. Materjalidena kasutati nii purustatud kui ka purustamata kvartsi/graniiti, millest materjal alla 2,0 mm sõeluti välja. Pärast 4 – 6 aastat kasutust käitus Otta pindkate suurepäraselt, kuigi mõned praod olid mõnel teelõigul ilmnunud, kuid nende tekkepõhjused ei olnud lõplikult määratletud. Summaarselt on Zimbabwe ehitatud ligikaudu 80 km Otta pindkatteid.

12.8 Bangladesh

Keskkonnavalade katsetee Faridpur'is

Kohalik valitsuse inseneriamet (LGED – Local Government Engineering Department) ehitas aastal 1992 Otta pindkatted osana keskkonnavalasest katsetest Faridpur'is, mille eesmärgiks oli leida elastsemat ja vastupidavamat bituumenkatet kui hiljuti kasutatud kogumisteedel. Tavaline protseduur koosnes tüüpilisest 25 mm paksuse bituumenkattega katmisest. Kivimaterjal Otta pindkatteks oli sõelatud jõeliiv 0 – 16 mm (kvarts või basalt), mis oli paigutatud piki teeserva väikestesse staablitesse ja puistati käsitsi kohe pärast bituumeni pihustamist. Sideaine sitke bituumen pen 80/100 saabus vaatides, mis eelnevalt kuumutati ja tühjendati traktoriga veetavasse gudronaatorisse.

Vedeldite (petrool) lisamisega viidi sideaine viskoossus ehitamise ajal nõuetega vastavusse. Pehmendi (mootoriõli) lisati sideaine pikaajalise vastupidavuse parandamiseks.

Sideaine kulunorm varieerus vahemikus 1,9–2,1 l/m². Poolkoormatud veokid teostasid rullimist, liikudes eelnevalt kindlaksmääratud rullimiskava kohaselt. Ei kasutatud kruntimist ega pindaktiivseid lisandeid.

Bangladeshi kogemus

Pärast 6 aastat kasutust toimib Otta pindkate hästi, kusjuures liiklus on 50 – 80 komertssõidukit ööpäevas (peamiselt bussid ja veokid). Need kogumisteed on ehitatud inimtööjõul intensiivmeetodil muldele kõrgusega 4 – 5 meetrit, ülaosa laiusega 6,0 meetrit. Suurema osa aastast on mulle ümbritsetud veega, vahel samal tasandil kattega ning katendi liikumised on paratamatud. Seetõttu on rahuldavaks teostuseks vajalik väga elastne kate.

Ka ehitamise vaatenurgast on Otta pindkattel eelised sellistes tingimustes nagu seda on Bangladeshis. Kogumisteedele on möödasõite raske või paljudel juhtudel võimatu ehitada mulde kitsa



Ümbruskonna katseteel Faridpur'is, bituumen vedeldati ja ka pehmendati, et anda bituumenile õige konsistents. See viidi edukalt läbi lihtsate, kuid sobivate meetoditega. (Bangladesh).



Otta pindkatte kivimaterjal laotati käsitsi meetodil, eelnevalt varudes vallidesse käsitsi purustatud kivimaterjali. 100 meetri pikkune ja 3,7 meetri laiune lõik kaeti kivimaterjaliga 7 minuti jooksul ning lõik avati liiklusele. (Bangladesh).



Pneumorullide puudumisel võib Otta pindkatte rullida koormatud veokitega, järgides eelnevalt kindlaksmääratud rullimiskava. (Bangladesh).

ülaosa ja kõrguse tõttu. On oluline, et tee ei oleks liiklusele suletud pikaks ajaks, tavaliselt maksimum üks tund. Otta pindkatte ehitamine lubab liikluse avada kohe pärast kivimaterjali puistamist, samal ajal killustikpindamine või asfaltkate vajavad rahuldavaks teostuseks krunditud alust. Krundimine sellistes tingimustes nõuaks tee sulgemist mitmeks tunniks ja lisaks oleks vaja enamikel juhtudel liivane krunt üle pühkida.

Inimtööjõul põhinev meetod, mida Bangladeshis laialdaselt kasutati, on soosinud Otta pindkatete kasutamist, kuna suure osa tööst saab teha inimtööjõul.

Täna on kaetud ligikaudu 20 km teid, kasutades inimtööjõu intensiivmeetodit ja Otta pindamist. On ettevalmistatud Bangladeshis Otta pindamistööde juhend ja selle spetsifikatsioon osana LGED standardi spetsifikatsioonist.

12.9 Lõuna-Aafrika

Katselõigud

KwaZulu's Natal'i provintsis Lõuna-Aafrikas toimus esimene Otta pindamise katse juunis 1999. Kasutati kahte tüüpi kivimaterjali:

- murenenud graniit madala kivimi tugevusega, purustatavus silindris (ACV) ligikaudu 40, ja sõela ava 0,075 mm läbiva peenosise sisaldusega 6 %;
- purustatud kvarts kõrge kivimi tugevusega (10 % FACT = 200), kuid kõrge peenosise sisaldusega (üle 20 % läbis sõela ava 0,075 mm).

Sideaine oli sitke bituumen penetratsiooniga 150/200, vedeldati kohapeal küttepetrooliga vajaliku viskoossuseni. Kuuma bituumeni pihustusnorm varieerus vahemikus 1,7 – 2,2 l/m² sõltuvalt kivimaterjali terakoostisest ja kas alus oli krunditud või mitte. Liiklusmaht oli 300 – 500 auto/ööpäevas.

Katsetöö käigus konstanteeris teedeamet, et Otta pindamisel kasutatud kivimaterjali tuleks ilma igasuguste tingimusteta kasutada bituumenkatete ehitamisel provintsis. Otta pindkatte esialgne teostus (pärast 3 kuud kasutust) näitas aga suurepärast tulemust ja vihjab kasutaja kulude märkimisväärsele kokkuhoiule kruusateede viimisel bituumenkatete standardi tasemele.

KwaZulu, Natal'i teedeamet planeerib alustada projekti täies ulatuses oktoobris 1999, et viia 100 km kruusateid Otta pindamisega vastavusse bituumenkatete standardiga.

12.10 Austraalia

1999 aasta alguses ehitati Otta pindamise väike katselõik Viktoria osariigis / Territory, kasutades purustatud kivimaterjali tolmu sisaldusega kuni 10 % (läbis sõela ava 0,075 mm). Alust ei krunditud ja kasutati ühekordset Otta pindamist. Pärast 7 kuud



Valmis tee, ühekordne Otta pindkate 2 aastat pärast kasutust. (Bangladesh).



Otta pindamise katsetöö, kasutatud suure tolmu sisaldusega purustatud kvartskivimaterjali. Kivimaterjal laotati iseliikva laoturiga. (Lõuna-Aafrika).



Vahetult pärast ühekordset Otta pindkatet puistati kivimaterjali. Selles järgus näeb pindamine välja nagu kruusatee. Kuid aja jooksul Otta pindkate kinnistub ja ilmneb veidi eelsegatud segu sarnane välimus. (Lõuna-Aafrika).



Sama tee, mis ülal, kuid pärast 3 kuud kasutust. (Lõuna-Aafrika).

kasutust ei olnud kattes märgata enneaegset halvenemist. Liiklustase sissesõiduteel on madal, kuid seda kasutavad raskelt koormatud veokid, liikudes karjäärast sisse ja välja.

Otta pindamise katselõik kogu ulatuses pikkusega 2 km võeti ette juunis 1999, kasutades vedeldatud bituumenit ja soovitatavale sõelkõverale vastavat kivimaterjali. Liiklussagedus sellel asulavälisel teel on ligikaudu 100 autot/ööpäevas. Viktoria osariik / Territory kavatseb lähitulevikus ehitada rohkem Otta pindkatteid.

12.11 Ajalooline kokkuvõte

Alates Norras Otta orus alustamisest, on Otta pindamismeetod omandanud laialdase kasutuse ökonoomsest korrashoiu pindamisest kuni täielikult iseseisva bituumenkatte menetluseni ilma muude piiranguteta liiklusele, kui neid võidakse rakendada mistahes muu pihustatud bituumeniga pindamise korral.

Otta pindamismeetod on kui näide innovatiivsest kohalike, sageli alaväärtuslike materjalide kasutamisest kombinatsioonis sobivate bituumensideainetega vastupidavate katete tootmiseks erinevates keskkonnatingimustes. Ulatudes külma/sula kliimast Põhja-Euroopas kuni troopilise kuuma/märja kliimani, nagu kogetud, Aasias ning kuni kõrbe kuiva ja väga kuuma kliimani, mis oli ülekaalus Aafrika mandri ida- ja lõunaosas.

Otta pindkate on tõestanud, et on vastupidav ja maksumuselt väga ökonoomne kate. Selle kasutamine on paljudes olukordades teinud võimalikuks ehitada teid väga ebasoodsates tingimustes, kus tavalise pindamisega lähenemine oleks olnud liiga kulukas või üldse võimatu. Seetõttu soovitatakse teha eluea kulude võrdlused teiste pihustatud bituumeniga katete suhtes, hinnates kohalike materjalide kasutamise võimalikkust Otta pindkattes, kui kaalutlusel on sobiva katte valik teedale (madala mahuga teed), mille liiklusmaht on alla 1000 auto/ööpäevas. Sellisest ülesandest võib paljudel juhtudel järelduda, et Otta pindkate on kõige ökonoomsem ja sobivam pindkattetüüp.

Otta pindkate on korduvalt tõestanud, et on väga tänuväärne pihustuspindamise liik üsna erinevates keskkondades. Napp tööosavus jne. ehitamise ajal, mis oleks killustikpindamisele võinud olla hukatuslik, annab paljudel juhtudel Otta pindkatete puhul rahuldava tulemuse.



Ülaltoodud Otta pindkatte sulgunud poorid. Pöörake tähelepanu tihedale pinnatekstuurile, mis moodustab veekindla katte. (Lõuna-aafrika).

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Thurmann - Moe, T. 1966. Intern rapport A2/66. Veglaboratoriet** Billig eksprimendekke lagt I Rodberg og Ottadalen sommerne 1963 og 1965. (In Norwegian).
2. **Thurmann - Moe, T. 1979.** Otta surfacing - A Low Cost Flexible Surfacing for Rural Roads. PIARC Congress.
3. **Hansen, E. K., Refsdal, G., Thurmann - Moe, T. 1980.** Surfacing for Low Volume Roads in semi arid areas. RF 5th African Highway Conference. Nairobi, Kenya.
4. **Ministry of Transport and Communication, Kenya and the Norwegian Road Research Laboratory. April 1981.** Low cost surfacing for semi arid areas. Specifications for the Turkana road, Phase D, Marich Pass - Ferguson Gulf.
5. **Thurmann - Moe, T. 1981.** The Otta surfacing method for improved gravel road maintenance. Eurobitume Symposium, Cannes.
6. **Overby, C. 1982.** Material and Pavement Design for Sealed Low Traffic Roads in Botswana. Nonvegian Road Research Laboratory. Report no.1042, Oslo 44 pp.
7. **Overby, C. 1983.** The use of Low Quality Calcrete under a Bituminous Seal in the Kalahari region. XVII PIARC Congress, Sydney.
8. **Overby, C.1983.** Vth IRF African Highway Conference. Libreville, Gabon. "Pavement Design for Bitumen Sealed Low Traffic Roads in Botswana".
9. **Hansen, E. 1983.** The Turkana Road. The Vth IRF African Highway Conference, Libreville. Gabon.
10. **Olsen, K. Thurmann - Moe. T. and Ruistuen. H. 1984.** Golden Jubilee, Indian Highways Magazine.
11. **Ministry of Transport and Communication, Roads Department 1987.** Road Design Manual Part III, Materials and Pavement Design for New Roads. Nairobi, Kenya.
12. **Overby, C. 1990.** Monitoring of Scaled Low Trafficc Roads in Botswana 1980 - 89. Project roads Sehitwa - Tsau, Oodi - Modipane, Selebi Phikwe - Mmadinare and Sebina - Tutume. Norwegian Road Research Laboratory. Reports Nos. 1476 and 1478.
13. **ANON.1990.** Otta Seals - Amendment to the Botswana Design Manual on the Design and Construction of Bituminous Surfacing using Graded Aggregates. Materials and Research Division, Roads Department.
14. **LGED 1994.** Monitoring report, Environmental Road Trial, Faridpur. Bangladesh.
15. **Ministry of Works, Transport and Communications, Roads Department. 1994.** Botswana Road Design Manual, Materials and Pavement Design, Volume 3, Gaborone, Botswana.
16. **Mariki, D. J., Shila. E. W., Mataka. M. O. and Overby. C.1995.** Report on Performance of Otta Seals in Kenya. Ministry of Works, Communication and Transport, Tanzania.
17. **Department of State Roads, Zimbabwe, Sida and Sweroad 1995.** Secondan, and Feeder Road Development programme. Final report.
18. **Overby, C.1996.** Sprayed Sealing Guide, OTTA SEALS in Bangladesh. Norwegian Road Research Laboratory, Oslo. Project N-009A. Report no.1, 48 pp.

19. **Pinard, M. I. and Obika. B.1997.** Optimal use of marginal aggregates for achieving cost effective surfacing on low volume roads in developing countries. 1997 XIIIth IRF World Meeting, Toronto, Canada.
20. **Overby, C.1998.** Otta Seal - A Durable and Cost Effective Global Solution for Low Volume Sealed Roads. 9th REAAA Conference, "An International Focus on Roads: Strategies for the Future". Wellington, New Zealand.
21. **Louw, J. G. and Jacobs, A. L. 1999.** The use of semi-priming polymer modified binder and graded aggregate for the surfacing of gravel roads. Draft of paper intended for 7th Conference on Asphalt Pavement for Southern Africa.
22. **Roads Department, Ministry of Works, Transport and Communications, Botswana, February 1999.** A Note on the use of Otta Seals on the Botswana Public Highway Network.
23. **Overby, C., et al. Roads Department, Ministry of Works and Communications, Botswana, June 1999.** The Design, Construction and Maintenance of Otta Seals, (in print).
24. **Green, G Shell South Africa (Pty) Ltd.1991 Edition.** Shell Bitumen Handbook. South Africa.
25. **Overby, C., Personal Communication,1999.** KwaZulu, Natal, Road Authorities and CSIR, Transportek, South Africa.
26. **Overby, C., Personal Communication,1999.** Pinard. M. I. Gaborone, Botswana.