



Efnisrannsóknir og efniskröfur

Leiðbeiningar við hönnun, framleiðslu og framkvæmd

Kaflí 1	Formáli
Kaflí 2	Inngangur
Kaflí 3	Fylling
Kaflí 4	Styrktarlag
Kaflí 5	Burðarlag (janúar 2012)
Kaflí 6	Slitlag
Kaflí 7	Steinsteypa

Viðauki 1	Lýsing á prófunaraðferðum
Viðauki 2	Efnisgerðir sem notaðar eru við vega- og gatnagerð
Viðauki 3	Jarðmyndanir og notkunarhæfni þeirra til vegagerðar
Viðauki 4	Upphafsprófanir, framleiðslueftirlit og frávíkskröfur
Viðauki 5	Sýnataka
Viðauki 6	Vinnsluaðferðir
Viðauki 7	Orðalisti – skilgreiningar og skýringar
Viðauki 8	Ýtarefni um malbik



Efnisyfirlit

	bls.
5 Burðarlag	5-1
5.1 Hlutverk, lagskipting, eiginleikar og efnisgerðir.....	5-1
5.2 Próf við hönnun.....	5-4
5.2.1 Verkferlar.....	5-4
5.2.2 Steinefnapróf.....	5-10
5.2.3 Próf á efnismassa.....	5-13
5.2.4 Fjöldi prófa við hönnun.....	5-14
5.3 Próf við framleiðslu.....	5-15
5.3.1 Verkferlar.....	5-15
5.3.2 Steinefnapróf.....	5-16
5.3.3 Próf á efnismassa.....	5-16
5.3.4 Tíðni prófa við framleiðslu.....	5-17
5.4 Próf og mælingar við framkvæmd.....	5-18
5.4.1 Verkferlar.....	5-18
5.4.2 Steinefnapróf.....	5-19
5.4.3 Próf og mælingar.....	5-20
5.4.4 Tíðni prófa við framkvæmd.....	5-22
5.5 Kröfur.....	5-24
5.5.1 Kröfur til steinefna.....	5-24
5.5.2 Kröfur til efnismassa.....	5-40
5.5.3 Kröfur við framkvæmd.....	5-41

5 Burðarlag**5.1 Hlutverk, lagskipting, eiginleikar og efnisgerðir**

Burðarlagið er næsta lag undir slitlaginu og tekur upp álagið af umferðinni og dreifir því niður á styrktarlagið, og þau saman niður á fyllinguna. Hlutverk burðarlagsins er að koma í veg fyrir formbreytingar í slitlaginu og því þarf það að vera stíft og stöðugt. Jafnframt þarf burðarlagið að vera nægilega lekt til að ekki safnist í það vatn og það verður einnig að vera ónæmt fyrir frostáhrifum. Það gildir þó ekki um burðarlag malarvega, en mikilvægt er að það sé þétt með hæfilegu fínefnamagni (en þó ekki frostnæmt) til að raki haldist í slitlaginu.

Burðarlagið er gjarnan unnið í tveimur hlutum, efri og neðri hluta, þar sem efni í neðri hlutanum getur verið grófara en efnið í efri hlutanum. Almennt gildir um efri flokkunarstærð hvors hluta fyrir sig að hún sé ekki meiri en helmingur lagsins. Einnig er æskilegt að efri flokkunarstærðin sé ekki minni en fjórðungur lagþykktar til að tryggja stæðni og þjöppun lagsins. Þetta má setja fram á eftirfarandi hátt og hafa til viðmiðunar: $h/4 \leq D \leq h/2$, þar sem “h” er lagþykktin sem þjappa á og “D” er efri flokkunarstærð efnisins. Æskilegt er að hámarks-kornastærð neðri hluta burðarlags sé sem næst efri mörkum, miðað við lagþykkt en val á kornastærð efri hluta burðarlags er háð gerð slitlags. Efri hluti burðarlagsins er stundum bundinn, annað hvort með sementi eða biki til að auka styrk og endingu þess. Stundum er burðarlagsmalbik notað í stað efri hluta burðarlags. Fjallað er um burðarlagsmalbik í kafla 6.

Efni sem notað er í burðarlag vega er yfirleitt unnið á einhvern hátt með mólun og sigtun. Skipta má efni niður í þrjár gerðir (sjá viðauka um efnisgerðir og

jarðmyndanir). Þær eru set (laust efni), berg og endurunnið efni. Hver efnisgerð getur svo verið mismunandi eftir vinnsluaðferð, s.s. hvernig efnið er malað og hvort það er unnið frekar á einhvern hátt. Sem dæmi má nefna, eins og fram kemur hér á eftir, að hægt er að mylja berg gróft í púkk eða í aðrar kornastærðir og verður þá efnisgerðin háð vinnsluaðferðinni.

Gerð og uppbygging burðarlags er verulega háð því slitlagi sem ætlað er að nota á veginn. Burðarlag undir klæðingu þarf að vera þéttara og sléttara og þess vegna gert úr smærra efni en burðarlag undir malbik eða steinsteypu. Auk þess þarf burðarlag undir klæðingu að vera gert úr mjög sterku steinefni þar sem klæðingin eykur burðarþol vegarins lítið og álag frá umferð er að mestu borið af burðarlaginu. Burðarlag undir malarslitlagi þarf að vera rakaheldið en samt ekki fínefnaríkara en svo að það haldist frostþolið.

Yfirleitt er gerð krafa um að efni úr seti sé malað í burðarlag, þannig að hlutfall steina sem eru að meiri hluta brotnir sé hærra en 50%. Í kröfum (sjá kafla 5.5) kemur einnig fram hversu mikill hluti efnisins má vera núinn. Í seinni tíð hefur orðið aukning á því að mala berg í burðarlög vega. Ástæða þess er að hæf setlög hafa sums staðar gengið til þurrðar, en einnig er auðveldara að tryggja berggæði í góðri bergnámu, en í setnámu þar sem setið er blanda af mörgum berggerðum. Kostir bergs í burðarlög umfram set, er að brothlutfallið er mun hærra og yfirborðseiginleikar því hagstæðari varðandi stöðugleika þjappaðs efnis.

Malað efni er flokkað í stærðarflokka samkvæmt markalínum völdum úr staðli ÍST EN 13285 Markalínurnar tiltaka neðri og efri flokkunarstærðir í mm (d/D), tölugildi efnis sem smýgur einstök sigti og einnig yfir- og undirstærðir. Fyrir 80 mm þykkann efri hluta burðarlags undir klæðingu koma stærðarflokkarnir 0/22 (sem sagt d/D) og 0/32 til greina. Til að auðvelda fínjöfnun á yfirborði burðarlagsins með veghefli getur verið æskilegt að efri flokkunarstærð sé 22 mm, m.ö.o. að D'_{98} fari ekki yfir 32 mm. Slíkt efni er einnig gjarnan með vel lokað yfirborð sem er æskilegt fyrir lagningu klæðingar. Fyrir 125 mm þykkann neðri hluta burðarlags koma stærðarflokkarnir 0/32, 0/45, og 0/63 til greina. Undir malbik og steinsteypu er gjarnan notað burðarlag með stærri steinastærðum, til dæmis stærðarflokkarnir 0/63 og 0/90. Í staðlinum eru ekki skilgreindar markalínur fyrir grófara efni en 0/80, en samkvæmt honum er verkkaupa þó heimilt að skilgreina markalínur fyrir grófara efni. Í burðarlag undir malarslitlag er hæfilegt að nota stærðarflokkinn 0/32 eða 0/45. Þegar burðarlag er gert úr grófu efni getur verið nauðsynlegt að loka yfirborðinu og jafna það með smærra efni.

Fyrir malað eða flokkað efni, t.d. 22/63 mm, skal miða við að efri flokkunarstærð (D) sé ekki meiri en helmingur af lagþykktinni og æskilegt er að hún sé ekki minni en fjórðungur lagþykktar. Ef notað er flokkað eða harpað púkk (t.d. 0/90 mm) í neðri hluta burðarlags getur komið til greina að miða við D'_{98} ¹ sem má mest vera 2/3 af lagþykktinni.

Hægt er að vinna ofangreindar efnisgerðir frekar til notkunar í burðarlag, til dæmis er hægt að binda þær á mismunandi hátt, s.s. með biki eða sementi.

¹ D'_{98} tengist ekki D sem er efri flokkunarstærð í framleiðslustaðli ÍST EN 13242. D'_{98} táknar möskvastærð (mm) í sigti sem minnst 98 % steinefnisins smjúga og er hentugt mat á stærð stærstu steina í efninu.

Endurrunnið efni er ekki mikið notað hér í burðarlög, en þó má segja að þegar gamall vegur er fræstur upp og styrktur með biki eða sementi, er verið að endurvinnna efnið sem í honum er.

Efnisgerðir og vinnsla efnis sem á við í hvert sinn ræðst að nokkru af umferðarþunga á þeim vegi sem verið er að byggja. Kröfur um gæði efnis og vinnslu aukast eftir því sem þungaumferðin er meiri. Með þungaumferð er átt við bíla sem eru þyngri en 3,5 tonn og ÁDU_p miðast við tveggja akreina veg.

Í skýrslunni „Notkun bergs til vegagerðar – vinnsla, efniskröfu og útlögn“ er ýtarleg umfjöllun um notkun sprengds bergs sem ekki er endurtekin hér nema að litlu leyti. Í skýrslunni eru einnig upplýsingar um síukröfur, en þær eru einnig settar fram í inngangskafli þessa rits.

5.2 Próf við hönnun

Próf við hönnun, annars vegar steinefnapróf og hins vegar próf á efnismassanum (efnisheildinni), eru gerð til að fá upplýsingar um eiginleika efnisins með tilliti til notkunar í burðarlag. Mikilvægt er að framkvæma ýtarlegar prófanir þegar fyrirhuguð er efnistaka á nýjum efnistöku. Ef efnisnám er fyrirhugað á námusvæði sem er í stöðugri vinnslu skulu nýlegar niðurstöður efnisrannsókna liggja fyrir á hönnunarstigi. Á forhönnunarstigi getur þurft að velja milli mögulegra námusvæða og er það gert á grundvelli efnisgæða en ávalt er mikilvægt að taka fullt tillit til umhverfissjónarmiða við val á efnistöku og áætlun um tilhögun efnistöku.

Steinefnapróf eru gerð til að fá upplýsingar um almenna eiginleika efnisins. Eiginleikum má skipta í tvennt, annars vegar bergbrigði og ásýnd bergs og hins vegar berggæði. Með steinefnaprófum eru skoðuð gæði einstakra korna eða hóps korna í efninu og út frá niðurstöðum þeirra er hægt að meta almennt gæði efnisins með tilliti til notkunar í burðarlag.

Próf á efnismassa eru gerð til að fá upplýsingar um hvernig efnið hegðar sér sem heild við þjöppun og eftir að það hefur verið þjappað.

Benda má á að með því að breyta vinnsluáðferðum má hafa áhrif á ýmsa eiginleika efnisins, sjá viðauka 6 og áður nefnda skýrslu um notkun bergs til vegagerðar. Hér á eftir er gerð grein fyrir verkferlum vegna prófa við hönnun og fjallað um mismunandi steinefnapróf og próf á efnismassa.

5.2.1 Verkferlar

Við mat á steinefnasýni efnis sem nota á í burðarlag, er farið eftir flæðiritinu sem sýnt er á mynd 5-1. Kröfur eru settar fram í kafla 5.5. Fyrsta skrefið er að sjónmeta efnið og kanna hvort það standist kröfur um húmus og þjálni. Ef augljóst er að svo er ekki, til dæmis ef mold eða fínefni er til staðar í miklum mæli, er ekki þörf frekari prófana. Ef vafi er á þessu er hægt að gera húmus eða þjálnipróf og niðurstöðurnar geta útilokað notkun efnisins. Næsta skref er að mæla kornadreifingu sýnisins, en hún gefur til kynna hvort dreifingin er innan tilskilinna marka. Ef magn fínefna minni en 0,063 mm er á bilinu 5-6 % (6-7% fyrir burðarlag malarvega) af efni 0/63, getur það bent til þess að frostnæmt fínefni, minna en 0,02 mm í kornastærð, er til staðar í of miklum mæli. Til þess að fá úr því skorið er hægt að setja efnið í hydrometerpróf eða laserpróf sem gefur til kynna hvort skaðlegar kornastærðir í fínefni eru yfir mörkum, þ.e.a.s. hvort meira en 3% er af efni minna en 0,02 mm í stærðarfloknum 0/22 mm. Sé of mikið af fínefnum til staðar í efninu sem verið er að skoða, er möguleiki á að nota það, með því að blanda það með biki eða sementi, eins og vikið er að hér á eftir.

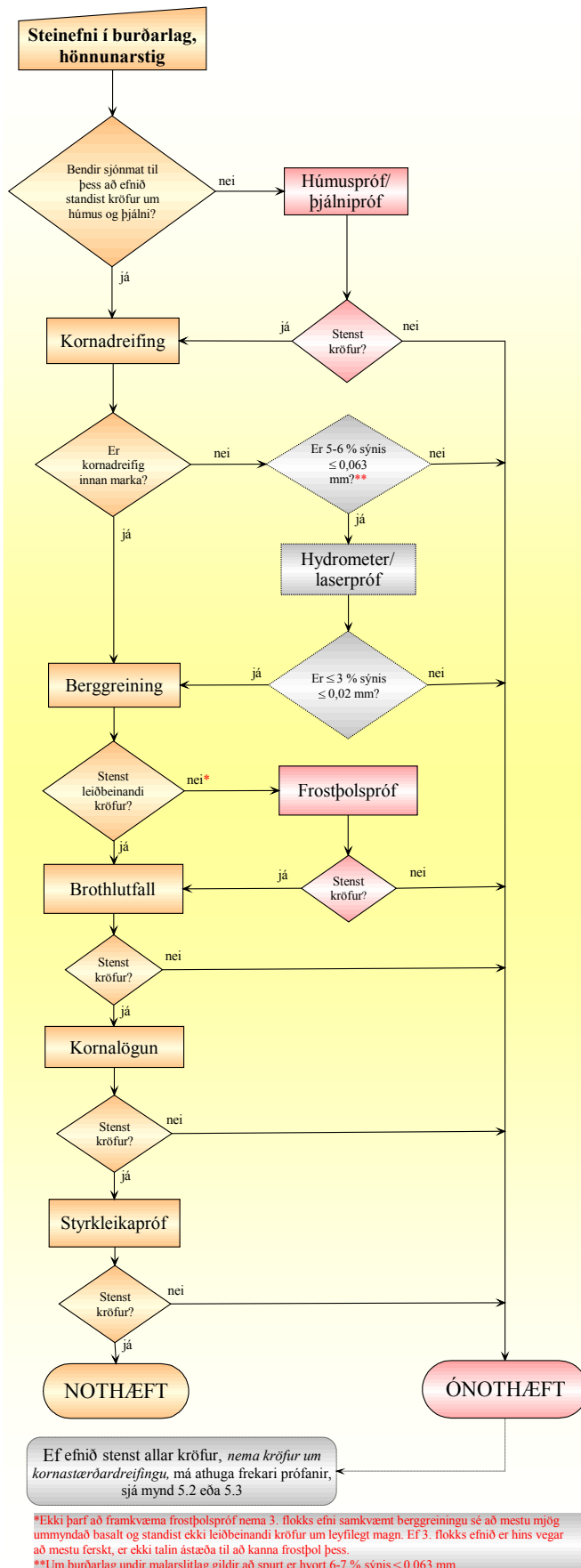
Ef efnið stenst kröfur um kornadreifingu er það berggreint. Berggreiningin gefur vísbendingar um það hvort hætta er á að óæskileg bergbrigði séu til staðar í sýninu í of miklu magni. Ef svo er, á að athuga hvort sýnið er frostþolið, en niðurstöður frostþolsprófs gefa vísbendingar um hvort hætta er á að efnið brotni mikið niður vegna veðrunar þegar fram líða stundir. Ef steinefnasýnið sem um ræðir kemur vel út úr ofangreindum prófum, eru líkur á að það henti sem burðarlagsefni. Þó eru nokkur atriði sem þarf að athuga nánar til þess að fá betri mynd af efniseiginleikum. Samkvæmt flæðiritinu á mynd 5-1 skal næst athuga brothlutfall sýnisins. Brothlutfallsprófið segir til um hvort efnið er nægilega brotið til þess að burðargeta þess sé í lagi, en skrið getur myndast í óbrotnu efni. Oft er hægt að auka brothlutfall efnis með bættum vinnsluáðferðum.

Ef ljóst er að kornadreifing, bergsamsetning og brothlutfall eru ásættanleg, er kornalögun sýnisins könnuð og gerð kornalögunarmæling, til að kanna hvort það er kleyfið eða flögótt, en lögunin getur haft áhrif á stæðni lagsins og þjöppunareiginleika. Ef allir þessir eiginleikar eru innan tilskilinna marka, er styrkleiki efnisins kannaður. Það er gert með einföldu, aflrænu styrkleikaprófi (Los Angeles próf eða modified BG próf) sem gefur upplýsingar um hvort hætta er á að efnið brotni óæskilega mikið niður á vinnslutíma eða undir umferðarálagi.

Hafi efnið staðist öll ofangreind próf og athuganir telst það hæft til notkunar í burðarlag vegna.

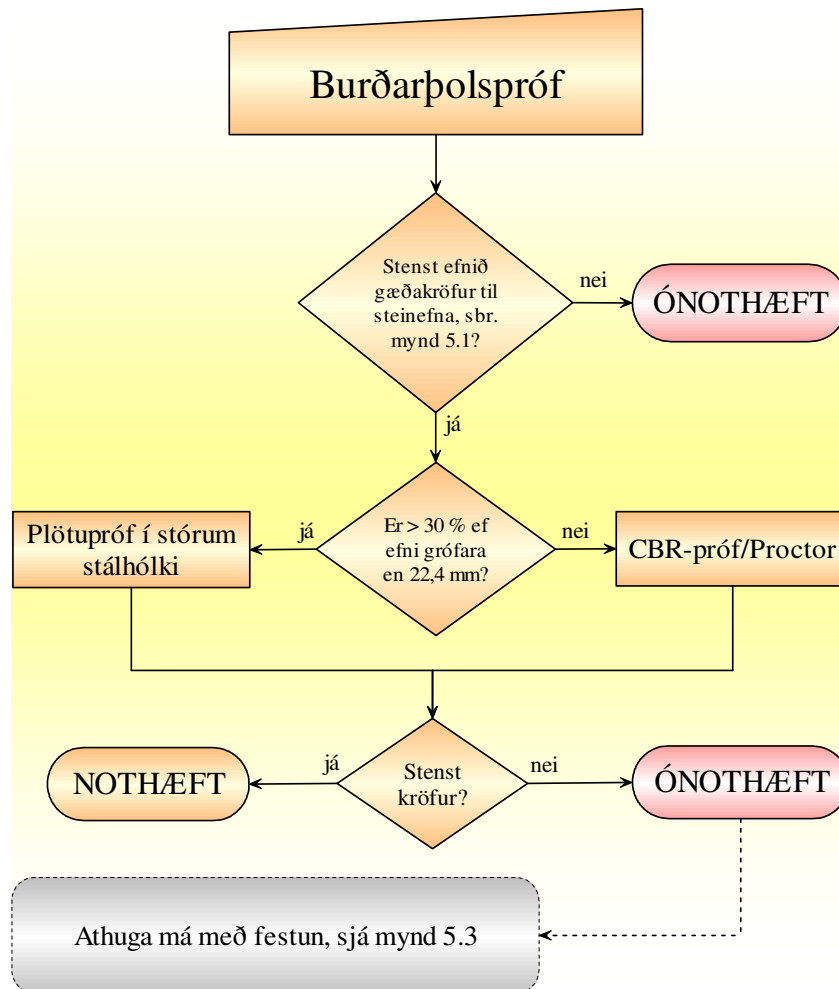
Burðarlagsefni verða sem sagt að standast þær almennu kröfur til steinefna sem flæðiritið sýnir og gerð er nánari grein fyrir í kafla 5.1. Ef kornadreifing er hins vegar utan við markalínur og önnur vinnsluáðferð eða annað efni eru ekki fyrir hendi, er hugsanlegt að hægt sé að nota efnið ef:

- Burðarlagið stenst kröfur um burðarþol (sjá mynd 5-2)
- Burðarlagið er bikbundið eða sementsbundið (sjá mynd 5-3)



Ef efnið telst ónothæft, samkvæmt mynd 5-1, vegna þess að það uppfyllir ekki kröfur um kornadreifingu er hægt að samþykka notkun þess, ef það stenst kröfur til burðarþolsprófana. Leiðin sem farin er í því sambandi, er sýnd á mynd 5-2. Skilyrði fyrir því að þessi leið sé farin er eins og áður segir, að aðrar kröfur til steinefna séu uppfylltar, sjá mynd 5-1.

Til greina kemur að fylgja ekki staðli fyrir CBR-próf hvað varðar efri flokkunarstærð og gera prófið þótt meira en 30% af efni sé grófara en 22,4 mm. Þá er sá hluti efnisins sem smýgur 22,4 mm prófaður og ef það stenst kröfur er niðurstaðan látin gilda fyrir allt efnið og plötuprófi í stórum stálhólki þar með sleppt. Þetta er helst gert í þeim tilfellum að kornastærð fer ekki mikið út fyrir mörk til að spara dýrara plötupróf í stórum stálhólki.

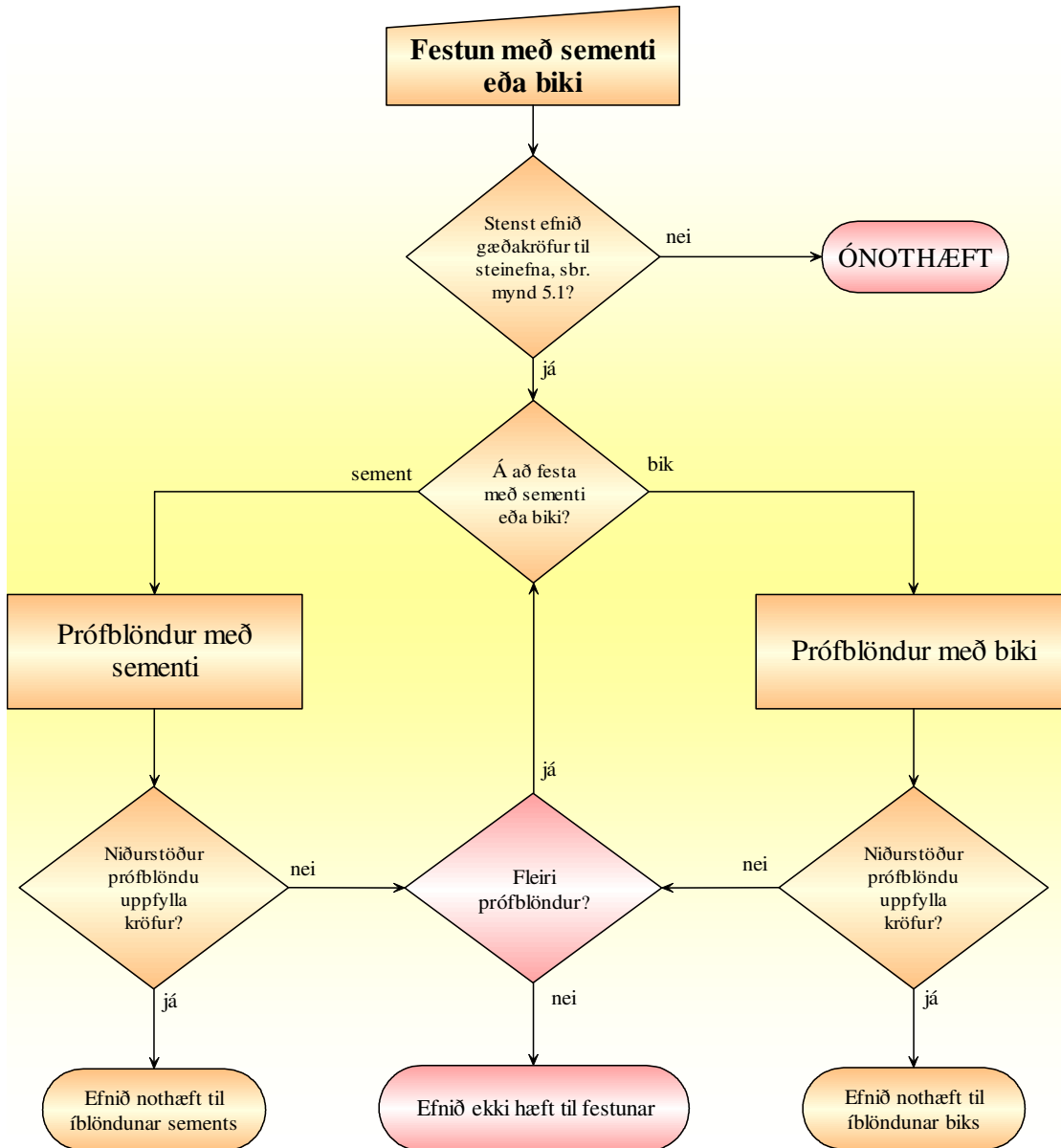


Mynd 5-2: Flæðirit fyrir burðarþolspróf

Bik- eða sementsfestun burðarlags getur verið nauðsynleg ef umferðarálag er mikið á veginum en kemur einnig til greina ef burðarlagsefnið uppfyllir ekki kröfur um kornadreifingu. Við mikið umferðarálag kemur einnig til greina að nota burðarlagsmalbik, en fjallað er um það í kafla 6.

Það er háð aðstæðum hverju sinni hvaða aðferð og efni eru valin til að festa burðarlag. Ef efnið er fínefnasnautt og stefnt er að því að auka burðarþol þess, er

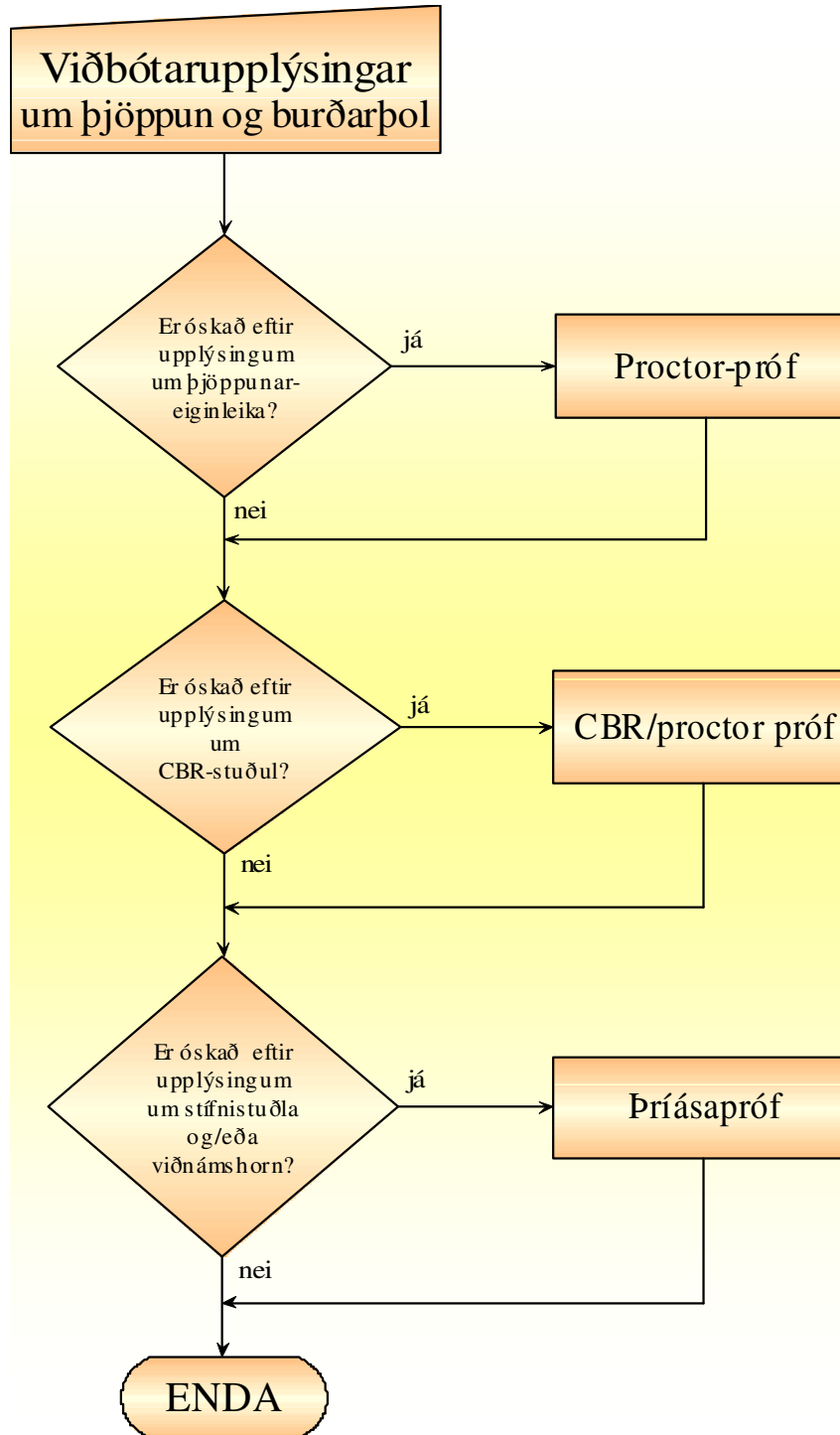
bikþeyta heppilegri en froðubik, meðan hið síðarnefnda getur verið hentugra við fínefnaríkari efni, þó bikþeyta komi þá einnig til greina. Sement er einnig notað sem bindiefni og er notað þar sem þörf er á sérstaklega sterku burðarlagi. Óháð því hvaða aðferð er valin, þarf að gera prófblöndur, sjá lýsingu á aðferðum í viðauka 1. Með prófblöndunum (samanber flæðiritið á mynd 5-3) fást upplýsingar um væntanlega eiginleika bundna efnisins, meðal annars burðarþol. Einnig fást upplýsingar um hve mikið þarf að nota af bindiefninu í hverju tilviki fyrir sig.



Mynd 5-3: Flæðirit fyrir próf ef binda á burðarlagsefni

Þegar búið er að samþykkja efni sem burðarlagsefni samkvæmt ofangreindum aðferðum, er oft einnig þörf á að fá fleiri upplýsingar um eiginleika þess, einkum efnismassans í heild. Flæðirit á mynd 5-4 sýnir hvaða próf eru gerði í því sambandi. Proctorpróf gefur upplýsingar um þjöppunareiginleika efnisins, en mikilvægt getur verið að hafa þær upplýsingar til að tryggja að efnið þjappist eins og best verður á kosið. Ef þykkt burðarлага er hönnuð samkvæmt 2. þrepi í norsku handbókinni

(Vegbygging, H-018), getur verið þörf á að gera CBR-próf. Sé það gert, fást jafnframt upplýsingar um þjöppunareiginleika efnisins eins og í proctorprófinu. Upplýsingar um stífniustuðla, sem notaðir eru ef fræðilegar aðferðir eru notaðar við þykktarhönnun (3. þrep samkvæmt norsku handbókinni), fást úr kviku þríasaprófi. Þríasapróf (stöðugt) gefur upplýsingar um viðnámshorn (ϕ) og samloðun (c), ef þess er óskað.



Mynd 5-4: Flæðirit fyrir próf til að kanna eiginleika burðarlagsefna

Að lokinni yfirferð prófana með hliðsjón af ofangreindu er hægt að veða og meta hæfi viðkomandi efnisnámu til notkunar í burðarlag. Segja má að allir helstu eiginleikar efnisins sem máli skipta varðandi hæfi sem burðarlagsefni hafi verið kortlagðir, auk þess sem niðurstöðurnar geta nýst vel við val á efni í slitlag.

5.2.2 Steinefnapróf

Með steinefnaprófum eru skoðuð gæði einstakra korna eða hóps korna í efninu og út frá niðurstöðum þeirra er hægt að meta almennt gæði efnisins til notkunar í burðarlag. Til að fá marktæk sýni til prófana þarf að vinna efnið sem getur falið í sér að flytja stór sýni til tilraunamölunar fjarri fyrirhuguðum efnistökuastað. Mikilvægt er að efnið sé malað á þann hátt sem gert er ráð fyrir að vinna það, enda hefur mölun áhrif á niðurstöður prófa á efniseiginleikum. Til samanburðar eru svo tekin fleiri sýni úr námunni, sem eru prófuð óunnin, til að kanna einsleitni hennar, sjá viðauka um sýnatöku.

Prófanir á steinefnum má flokka niður eftir því hvaða eiginleikum verið er að leita eftir í steinefninu, eins og fram kemur í millifyrirsögnum hér á eftir. Kröfur fyrir burðarlagsefni er að finna í kafla 5.5.1 Prófunaraðferðum er lýst í viðauka 1.

Kornadreifing

Mæling á *kornadreifingu* er yfirleitt fyrsta prófið sem gert er á steinefnasýni sem ætlað er til nota í burðarlag. Þegar kornadreifing er skoðuð almennt, þarf að gæta að því hvort of mikið er af yfir- og undirstærðum í hverju tilfelli miðað við þá flokkunarstærð sem leitað er eftir. Við vinnslu burðarlags er hægt að hafa veruleg áhrif á kornadreifingu, til dæmis með því að þvo fínefni burtu, bæta við eða taka frá ákveðnar kornastærðir, eða blanda saman mismunandi kornastærðum. Niðurstöður kornadreifingar eru settar fram á eyðublaði, þar sem lesa má þyngdarhluta efnis sem smýgur ákveðið sigti. Dæmigert malað set (laust efni) í burðarlag hefur gjarnan nokkuð jöfn hlutföll kornastærða, þannig að efnið þakast og þjappast vel og verður stöðugt eftir lögn og þjöppun. Sérstaklega er litið til þess hvort magn efnis $< 0,063$ mm, er innan tilskilinna marka. Fínefni ($< 0,02$ mm), þótt í litlum mæli sé, getur haft afgerandi áhrif á efniseiginleika steinefna, t.d. frostnæmi. Hlutfall fínefna er mælt með *hydrometerprófi eða laserprófi*. Einnig er þess gætt að samræmi sé á milli efri flokkunarstærðar steina í lagi og lagþykktar, samanber viðmið sem sett eru fram þar að lútandi í kafla 5.1. Gerðar eru kröfur um magn fínefna, og einnig að efnið í heild sé innan marka fyrir kornadreifingu burðarlagsefnis, þ.e.a.s. innan markalína eða ákvæða um undir- og yfirstærðir. Sprengt malað berg getur haft aðra kornadreifingu en set. Ef kornadreifing sprengds og malaðs bergs er of einskorna og uppfyllir ekki kröfur um kornastærðir, getur lausnin verið sú að jafna yfirborðið við útlögn með því að fylla í holrými (kíla) til dæmis með sandi.

Berggerð og ásýnd bergs

Berggreining:

Tilgangur berggreiningar er fyrst og fremst að ákvarða berggerð og bergbrigði steinefnis, til að leggja mat á gæði þess til viðkomandi mannvirkjagerðar. Berggreiningin er leiðbeinandi og gefur m.a. upplýsingar um þéttleika og ummyndunarstig efnis, en það gefur vísbendingar um hvort hætta er á að efnið brotni niður og hvort of mikið fínefni myndist við þjöppun og vegna umferðarlags á veginum. Yfirleitt eru nokkur hundruð korn af ákveðinni kornastærð tekin til greiningar. Lögun kornanna og aðrir grunneiginleikar eru greindir lauslega. Að því

búnu eru kornin flokkuð í mismunandi bergbrigði eftir bergtegund, ummyndun, þéttleika og öðrum einkennum.

Í niðurstöðum kemur fram hlutfall bergbrigða, lauslegt mat á lögun og hreinleika korna, fjöldi talinna korna, jarðfræðilegar upplýsingar um steinefnið og loks athugasemdir eftir því sem við á.

Það krefst nokkurrar þjálfunar og þekkingar að lesa úr berggreiningum um gæði viðkomandi steinefnis til notkunar í vegagerð. Því er venjan hérlendis að flokka bergbrigði í þrjá gæðaflokka, en sú flokkun byggir á reynslu af hæfi þeirra hérlendis. Gæðaflokkunin, oftast magn 3. flokks efnis, er notuð til að meta efnisgæðin almennt, en einnig er hún ákvarðandi í sumum tilfellum um framhaldsprófanir og kröfur.

Kornalögun: Lögun einstakra korna hefur áhrif á tæknilega eiginleika þeirra. Oft er lögun korna lýst með hugtökum svo sem teningslaga (kúbísk), hnöttótt, flöt, plötulaga, ílöng og staflaga. Þegar korn eru berggreind er lögun þeirra lýst í almennum orðum (þ.e.a.s. tekið er fram að meiri hluti sýnis sé teningslaga, flatur eða ílangur), en til þess að fá samanburð á milli efna svo og töluleg gildi á kornalögun er nauðsynlegt að mæla hana á vissan hátt.

Lögun steina hefur áhrif á notkunarmöguleika þeirra. Brotstyrkur teningslaga korna er að öðru jöfnu meiri en styrkur flatra og ílangra korna. Einnig má nefna að stæðni óbundinnar malar er betri ef efni er teningslaga en ef það er flatt og ílangt, þar sem fyrrnefndu kornin raða sér strax, en flötu og ílöngu kornin geta þurft tíma til þess að leggjast flöt. Því skal velja vinnsluáferðir (til dæmis val á brjótum) fyrir burðarlagsefni sem stuðla að teningslögun korna við framleiðslu. Rétt er að benda á að hér er ekki átt við að efni skuli vera kúlulaga, heldur teningslaga, þótt kornalögunarmælingin gefi í raun ekki upplýsingar um hvort er að ræða. Fullyrðingin um stæðni teningslaga korna á ekki við um stæðni kúlulaga korna. Einnig er rétt að hafa í huga að fleiri þættir ráða stæðni efnis, svo sem yfirborðsáferð korna, en brotin korn eru að jafnaði hrjúfari en óbrotin.

Brothlutfall: Mæling á brothlutfalli gefur upplýsingar um hlutfall brotinna og óbrotinna korna í sýni sem greint er. Í brothlutfallsmælingu kemur fram hversu stór hluti einstakra korna hefur brotflöt. Einnig er mælt hversu hátt hlutfall korna eru alveg núin (óbrotin). Brothlutfall hefur áhrif á notkunarmöguleika steinefna vegna þess að tæknilegir eiginleikar ráðast að hluta til af yfirborðsáferð korna. Þegar gerð er krafa um að steinefnakorn séu að mestu teningslaga (kúbísk), er mikilvægt að hluti yfirborðs þeirra hafi einnig ferska brotflæti. Ástæðan fyrir því er að slétt og núin steinefnakorn hafa ekki mikla stæðni og renna til hvert á öðru. Brotflæti á kornum varna því að slíkt skrið eigi sér stað. Þetta á bæði við um grófa hluta efnisins og sandstærðirnar. Mikilvægt er að burðarlagsefni séu með nokkuð hátt hlutfall brotinna korna til þess að stuðla að viðunandi burðarþoli.

Berggæði

Styrkur: Styrkur korna í burðarlagsefni er mikilvægur eiginleiki, enda getur álag á slíkt efni verið mikið við útlögn (vinnuumferð, völtun), en einnig eftir að vegur hefur verið tekinn í notkun, sérstaklega efst í burðarlagi undir þungri umferð, ef slitlagið er þunnt (t.d. klæðing). Ef styrkur steinefna er ekki nægilegur er hætta á að þau molni niður undan álagi. Ef bergið er mikið ummyndað myndast fínefni við niðurbrotið, sem getur gert efnið frostnæmt.

Tvenns konar próf eru notuð hérlendis til þess að mæla styrk steinefna. Annað þeirra er Los Angeles-próf (LA próf), en það er blandað álagspróf sem veldur bæði

núningi og höggáraun. Niðurstaða prófsins er gefin upp sem hluti sýnis af stærðarbilinu 10-14 mm sem brotnar niður fyrir 1,6 mm möskvastærð (%). Aðferðin hentar vel til mælinga á styrk malaðs grjóts. Hitt prófið sem notað er til að mæla styrk steinefna er Bg-stuðull (modified). Til þess að fá beinan samanburð milli steinefna hefur prófið verið útfært á þann hátt að sýni er sigtað í sundur og sett saman aftur með ákveðna kornadreifingu fyrir prófun. Um er að ræða lokaða kornakúrfu með ákveðið rakastig. Niðurstaðan er gefin upp sem mismunur á milli upphaflegrar kornakúrfu sýnis og kornakúrfu þess eftir Proctor þjöppun (modified). Aðferðin hentar vel til þess að mæla styrk malaðs sets.

Í Los Angeles prófi er sýnið þurrt þegar það er prófað. Það er hins vegar vel þekkt að raki í mikið ummynduðu steinefni getur veikt efnið verulega. Þar sem 5-10% raki er algengur í steinefni í vegum er því mikilvægt að meta niðurstöður LA prófsins með hliðsjón af berggreiningu. Þar sem steinefnið er prófað við 6% rakastig í Bg prófinu getur verið mikilvægt að prófa mikið ummynduð steinefni einnig með þeirri prófunaraðferð. Það verður hins vegar að hafa það hugfast að Bg prófið er ekki í Evrópustöðlum og því er það á valdi hönnuða að setja fram kröfur þar að lútandi í sérverklýsingum. Góð fylgni er milli niðurstaðna prófa með þessum tveimur aðferðum. Samkvæmt Evrópustaðli um eftirlitsprófanir (Evaluation of Conformity, EoC) er heimilt að nota prófunaraðferð við framleiðslueftirlit (FPC) ef sýnt hefur verið fram á góða fylgni niðurstaðna við niðurstöður þeirrar aðferðar sem er í prófunarstöðlum (Standard Reference Test).

Veðrunarþol (frostþolspróf): Í sumum tilfellum getur verið nauðsynlegt að gera frostþolspróf á steinefnum sem ætluð eru til nota í burðarlag. Það á helst við ef berggreining bendir til ummyndunar, þannig að frostnæm fínefni geti myndast við niðurbrot efnisins. Frostþolsprófum á lausum steinefnum er fyrst og fremst ætlað að gefa upplýsingar um hæfi þeirra til þess að standast endurteknar frost/þíðu-sveiflur án þess að eiginleikar þeirra breytist verulega.

Eiginleikar fínefna

Eins og fram kemur í flæðiritinu á mynd 5-1 er gert ráð fyrir að húmusinnihald og þjálmi verði metin með sjónmati og það látið nægja ef augljóst er að lífræn óhreinindi eða þjál efni eru ekki til staðar. Ef hins vegar leikur grunur á að mold eða skaðleg fínefni séu í burðarlagsefni skal framkvæma prófanir til að fá úr því skorið hvort slík efni eru innan marka.

Þjálmiþróf: Oft er hægt að meta hvort fínefni eru þjál með því að velta sýni á milli fingra sér og athuga þannig hvort fínefnið er leirkennt, þ.e.a.s. hægt er að hnoða það í kúlur. Ef grunur leikur á að þjál efni séu til staðar í sýninu skal gera þjálmiþróf á því. Þjálmiþróf, eða “Plasticity Index”, er gefinn upp sem munurinn á flæðimarki (hæsta rakagildi sem efni getur haft án þess að missa þjálmi sína og verða flotkennt) og þjálmiþróf (lægsta rakagildi sem efni getur haft án þess að molna í sundur við hnoðun).

Húmuspróf: Í flestum tilvikum er auðvelt að sjá hvort sýni er blandað lífrænum efnem. Ef grunur leikur á að lífræn óhreinindi geti verið í sýni er lagt til að gert verði húmuspróf á því. Prófið felst í því að setja sýni í NaOH lausn, en lífræn óhreinindi lita lausnina, mismikið eftir magni óhreininda. Til viðmiðunar er höfð staðallausn með ákveðinn litstyrk. Niðurstaða prófsins er hvort lausnin sem sýnið er sett í fær lit sem er sterkari eða veikari en staðallausnin og gefur það til kynna hvort um skaðlegt magn lífrænna óhreininda er að ræða.

5.2.3 Próf á efnismassa

Í kaflanum hér á undan er greint frá prófunum sem mæla magn eða eiginleika einstakra korna. Einnig er mikilvægt að vita hvernig efnið hegðar sér í heild, þ.e.a.s. hverjir eru eiginleikar efnismassans (efnisheildarinnar), samanber kafla 5.2.1.

Proctorpróf mælir þjöppunareiginleika efnismassa. Önnur próf eins og CBR-próf, stöðugt þríasapróf og plötupróf í stórum stálhólki meta burðarhæfi efnisins. Kleyfnibrotþolspróf á bikbundnum efnum og þrýstibrotþolspróf á sementsbundnum efnum gegna sama hlutverki. Slíkar mælingar eru einnig gerðar í tengslum við prófblöndur sem þarf að gera ef ákveðið er að festa efni í burðarlagi með biki eða sementi. Einnig er hægt að gera próf (kvik þríasapróf) til að fá upplýsingar sem nýtast við burðarþolshönnun, með fræðilegum aðferðum, en slíkar aðferðir hafa þó ekki rutt sér til rúms hérlendis til þessa.

Þær prófanir sem um er að ræða í þessu sambandi eru taldar upp hér á eftir, með upplýsingum um það hvers vegna hvert þeirra er gert. Kröfur til burðarlagsefna er að finna í kafla 5.5.2. Nánari lýsingar á prófunum má finna í viðauka 1.

Proctorpróf: Þetta próf er gert til að meta þjöppunareiginleika og tengsl þjöppunar og rakainnihalds. Ákvarðað er það rakastig sem heppilegast er að efnið hafi við þjöppun. Raki hefur lítil áhrif á þjöppun efnis ef það er fínefnasnautt og sandríkt. Niðurstöður proctorprófsins nýtast í tengslum við mat á þjöppun í vegi.

CBR-próf: Þetta próf er gert á efni sem smýgur 22,4 mm sigti og er mælikvarði á burðarhæfileika þess. CBR-prófið er gert á efni sem ekki uppfyllir kröfur um kornadreifingu. CBR-prófið má einnig gera í tengslum við mat á efni vegna burðarþolshönnunar samkvæmt 2. þrepi í norsku handbókinni (Vegbygging, 018). Við mat á niðurstöðum CBR-prófs, skal hafa hliðsjón af kröfum í kafla 5.5.2. Rétt er að hafa í huga að reynsla er fyrir því að fínefnaríkt efni getur haft hátt CBR-gildi, en varasamt er að nota það í burðarlag, vegna þess að það getur verið næmt fyrir áhrifum frosts (hætta á frostþenslu). Þá er einnig reynsla fyrir því að sandríkt efni fái lágt CBR-gildi en hafi samt reynst nothæft í burðarlög á vegi með litla umferð. Samkvæmt stöðlum fyrir CBR-prófið, er hægt að gera það á efni með allt að 30% korna sem ekki smjúga 22,4 mm sigti, að því tilskildu að kornakúrfan sé leiðrétt á ákveðinn hátt.

Plötupróf í stórum stálhólki: Prófið er mælikvarði á burðareiginleika efnisins og er hægt að gera á efni með stærstu steinastærð allt að 152 mm. Plötupróf í stórum stálhólki er ætlað fyrir efni sem er of gróft fyrir CBR-próf.

Prófblöndur á bikbundnu efni: Prófblöndur eru gerðar til að fá upplýsingar um heppilegasta bikinnihald og aðra eiginleika blöndunnar. Prófblöndur hefjast með því að gert er proctorpróf á efninu og í framhaldi af því er efnið blandað með mis miklu magni af biki, kjarnar steypfir og gert á þeim kleyfnibrotþolspróf. Það bikinnihald, sem gefur bestar niðurstöður úr kleyfnibrotþolsprófinu er valið, að því tilskildu að niðurstaðan uppfylli einnig lágmarkskröfur til kleyfnibrotþols.

Prófblöndur á sementsbundnu efni: Prófblöndur eru gerðar til að fá upplýsingar um hvaða sementsmagn og rakainnihald gefur besta eiginleika blöndunnar. Gerðar eru blöndur með mismunandi sementsmagni og rakainnihaldi, steypfir sívalningar og þrýstibrotþol þeirra mælt eftir 7 sólarhringa.

Þríasapróf: Þríasapróf geta verið tvenns konar. Annars vegar stöðuálagspróf (statísk) og er þá verið að finna hefðbundna jarðtæknilega eiginleika efna, s.s. viðnámshorn (ϕ) og samloðun (C), og einnig er hægt að fá fleiri upplýsingar, s.s. um

lekt efnisins, eftir því hvernig prófið er gert. Hins vegar er sveifluálagspróf (dynamískt), sem notað er til að meta stífnieiginleika efnis. Upplýsingar um stífnieiginleika er hægt að nota við burðarþolshönnun með greiningaraðferðum (analytical methods).

5.2.4 Fjöldi prófa við hönnun

Fjöldi prófa við hönnun fer eftir áætluðu efnismagni sem þarf til verksins. Við forrannsóknir, þegar valið stendur á milli nokkurra náma, er það í höndum hönnuðar hversu mörg próf hann telur að þurfi að gera á sýnum úr þeim. Þegar náma/efnistökustaður hefur verið valin, ræðst fjöldi prófa sem á að gera, af magni sem gert er ráð fyrir að vinna. Lágmarksfjöldi prófa miðað við magn, kemur fram í töflu 5-1. Mikilvægt er að hafa í huga að vönduð sýnataka vegna rannsókna á hönnunarstigi er stór þáttur í að vel takist til. Sýnin þurfa að gefa mynd af öllu því svæði sem gert er ráð fyrir að vinna efnið úr. Þau sýni sem fara í prófun þarf að vinna með svipuðum aðferðum og ætlunin er að nota á framleiðslustigi. Ef breytileiki er mikill getur verið þörf á fleiri prófunum en sýndar eru í töflunni. Breytileiki efnis getur verið talsvert mismunandi eftir jarðmyndunum.

Tafla 5-1: Lágmarksfjöldi prófana á burðarlagsefni úr námu, miðað við efnismagn sem áætlað er að vinna úr henni.

Efnismagn, þús. m ³	Korna-dreifing	Þjálmi/húmus (sjónmat)**	Berggreining	Brothlutfall og Kornalögun	Veðrunarþol (Frostþolspróf)*	Styrkur (Bg/LA)
0-10	4-5	4-5	1	1	(1)	1
10-20	5-7	5-7	1	1	(1)	1
20-30	7-8	7-8	1-2	1-2	(1-2)	2
30-40	8-10	8-10	2-3	2-3	(2-3)	1-2
40-60	10-12	10-12	3-4	3-4	(3-4)	2-3

* aðeins gert ef niðurstöður berggreiningar gefa tilefni til

** gert um leið og kornastærðarmæling

5.3 Próf við framleiðslu

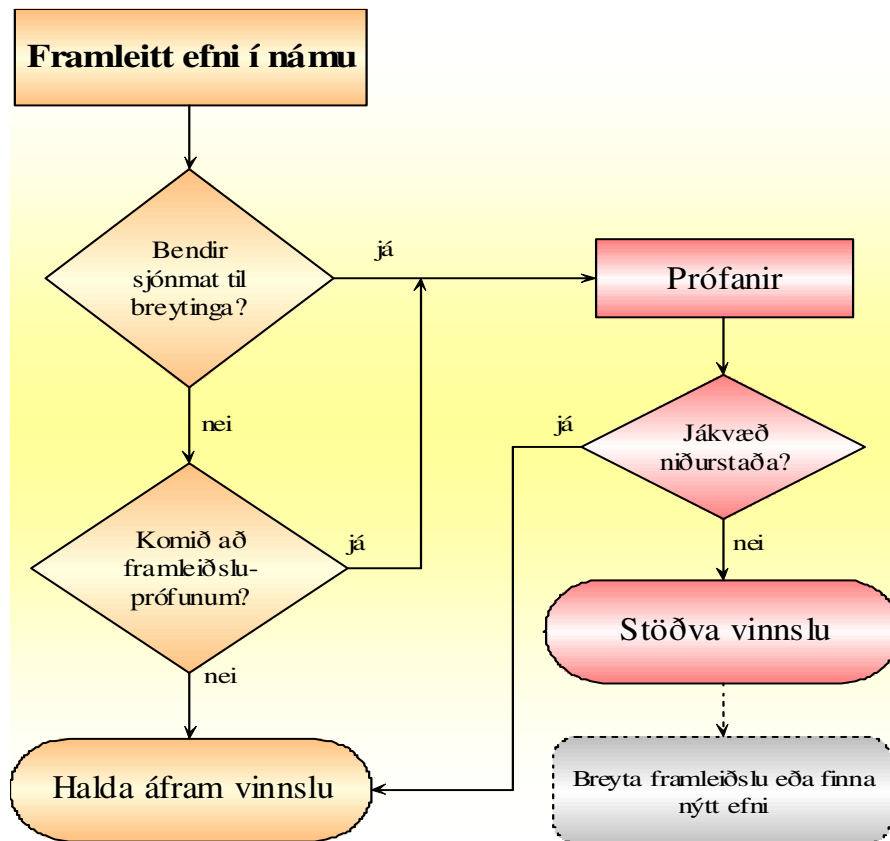
Tilgangur með efnisprófum við framleiðslu, er að fá fullvissu um að efni sem framleitt er, hafi þá eiginleika, sem stefnt var að á hönnunarstigi og til að tryggja að gæði efnisins haldist í samræmi við kröfur allt framleiðsluferlið. Með orðinu framleiðsla er hér átt við efnisöflun og aðra vinnslu efnis, svo sem mölun og flokkun.

Það er mismunandi eftir efnisgerð og hvernig framleiðslu er háttað, hvaða próf á að gera. Hér á eftir verður fjallað um þau próf sem verktaki á að framkvæma samhliða framleiðslu efnisins. Hér er átt við prófanir á efninu í námunni, þ.e.a.s. áður en því er ekið út í veg. Þar sem kröfur miðast við efni á framleiðslustað er mjög mikilvægt að ekki verði aðskilnaður kornastærða í efnishaugum. Mikil hætta er á aðskilnaði í keilulaga haugum og því er æskilegt að haugsetja efnið í láréttum lögum sem ekki eru meira en 1 m á þykkt til að forðast aðskilnað. Slíkir haugar geta þó skapað ákveðin vandamál á framleiðslustað, þar sem þeir þurfa verulegt rými á haugsvæðinu, sjá nánari umfjöllun í skýrslunni „Notkun bergs til vegagerðar – vinnsla, efniskröfur og útlögn“.

5.3.1 Verkferlar

Við framleiðslu er mikilvægt að fylgjast með því að efnið sé ekki að breytast frá því sem gert var ráð fyrir við hönnun. Það er gert með því að prófa efnin reglulega og skal ávalt gera framleiðsluprófanir að lágmarki með þeirri tíðni sem tilgreind er í töflu 5-2. Mikilvægt er að nota einnig sjónmat til að fylgjast með vinnslu eða framleiðslu efnis og meta breytingar á efninu allt framleiðsluferlið. Í flæðiriti á mynd 5-5 er sýndur verkferill fyrir próf við framleiðslu.

Ef niðurstöður framleiðsluprófa eru neikvæðar, þarf að stöðva vinnsluna og gera ráðstafanir til að breyta henni. Ef kornadreifing er ekki innan marka, er oft hægt að breyta vinnsluaðferðum með hörpun, þvotti eða íblöndun. Ef of mikið lífrænt efni er til staðar er mögulega hægt að losna við það með þvotti. Þá kemur hugsanlega til greina að hægt sé að nota efnið ef það stenst kröfur til burðarþolsprófa, eins og nefnt er í kafla 5.3.3. Einnig má kanna hvort hægt sé að nota efnið með því að binda það með sementi eða biki. Í köflunum hér á eftir er gerð nánari grein fyrir einstökum prófum.



Mynd 5-5: Flæðirit fyrir framleiðslupróf.

5.3.2 Steinefnapróf

Í töflu 5-2 eru taldar upp þær prófanir sem gerðar eru á burðarlagsefnum við framleiðslu. Kröfur til efnis í burðarlag koma fram í kafla 5.5.1. Það próf sem oftast er gert til að fylgjast með framleiðslu efnisins er mæling á kornadreifingu. Samhliða mælingu á kornadreifingu er gert sjónmat á lífrænum óhreinindum og þjálni fínefna, en prófanir á þessum eiginleikum þarf einungis að gera ef grunur leikur á að efnið standist ekki kröfur. Berggreining og mæling á brothlutfalli og kornalögun er framkvæmd nokkrum sinnum í hverju verki (sjá töflu 5-2). Þessar prófanir eru mikilvægar, sérstaklega þar sem prófanir við hönnun eru oft ekki gerðar á efni sem hefur verið unnið að öllu leyti með sama hætti og við framleiðslu. Niðurstaða berggreiningar getur kallað á prófanir á styrkleika efnisins og frostþoli þess.

Ef ákveðið var að nota efni sem ekki stóðst kröfur til kornadreifingar, en stóðust aðrar kröfur til steinefnis og kröfur um burðarþol (samanber mynd 5-2), er kannað hvort kornadreifing eða aðrir eiginleikar séu að breytast frá því sem mældist á hönnunarstigi.

5.3.3 Próf á efnismassa

Prófanir á efnismassa efnis í burðarlag á framleiðslustigi eru sjaldgæfar. Ef sjónmat, eða niðurstöður steinefnaprófa benda til breytinga á efni sem ákveðið var að nota að undangengnu burðarþolsprófi, sjá mynd 5-2, þarf að endurtaka burðarþolsmælingarnar til að kanna hvort efnið stenst enn kröfur til þeirra.

Þegar efni í burðarlag er blandað með biki eða sementi í stöð, er fylgst með framleiðslunni samkvæmt kafla 5.3.4.

Fyrir bikblandað efni skulu tekin sýni til að mæla bikinnihald og jafnframt skal steypa kjarna og mæla kleyfnibrotþol þeirra, a.m.k. einu sinni í hverju verki. Ef notað er froðubik til festunar skal athuga hvornig bikið freyðir. Um kröfur til gæða froðubiks, vísast í kafla 5.5.3

Fyrir sementsblandað efni eru tekin sýni og þau þjöppuð í mót til að mæla rúmþyngd þeirra og þrýstibrotþol eftir 7 daga.

5.3.4 Tíðni prófa við framleiðslu

Tíðni prófa við framleiðslu, er háð magni sem framleitt er og umferðarpunga. Tafla 5-2 sýnir tíðni prófa miðað við framleitt magn steinefnis og fjölda þungra ökutækja, til dæmis ein kornastærðarmæling fyrir hverja 1 þúsund rúmmetra og ein berggreining fyrir hverja 9 þúsund rúmmetra. Alltaf skal gera eitt próf við upphaf framleiðslu og síðan með þeirri tíðni sem taflan tilgreinir.

Tafla 5-2: Lágmarkstíðni steinefnaprófa á burðarlagsefni á framleiðslustigi.

Próf	Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU _p		
	≥400	≥10	<10
Kornadreifing	1000	1000	2000
Húmus (sjónmat)			
Þjálmi (sjónmat)			
Berggreining	6000	9000	9000
Kornalögun			
Brothlutfall	1500	3000	3000
Frostþol*	-	-	-
Styrkleikapróf	6000	9000	9000
Gera skal eitt próf fyrir það magn sem tilgreint er í töflunni (m ³). Auka þarf tíðni prófana ef prófanir á hönnunarstigi voru ekki gerðar í samræmi við leiðbeiningar.			
* Ef of mikið er af 3. flokks efni skv. berggreiningu, getur það kallað á að einnig sé gert frostþolspróf.			

Ekkert af þessum prófunum skal gera sjaldnar en einu sinni í verki, einu sinni í námu eða tvisvar á því ári sem vinnsla fer fram.

Þegar efni í burðarlag er blandað með biki (froðubiki eða bikþeytu) í blöndunarstöð skal taka sýni fyrir hver 500 tonn sem framleidd eru. Fyrstu tvo dagana skal taka a.m.k. 8 sýni ef verið er að blanda viðkomandi efni í fyrsta sinn, eða ef verið er að nota viðkomandi blöndunarstöð í fyrsta sinn. Kjarnar eru steiptir og kleyfnibrotþol þeirra mælt.

Ef froðubik er notað í bikblöndur skal gera athuganir á gæðum þess a.m.k. einu sinni á dag.

Ef sementi er blandað í efni í blöndunarstöð skal mæla kornadreifingu steinefnis, húmusinnihald (sjónmat), sementsmagn sem notað er og þjöppun sýna fyrir hver 500 tonn sem framleidd eru.

5.4 Próf og mælingar við framkvæmd

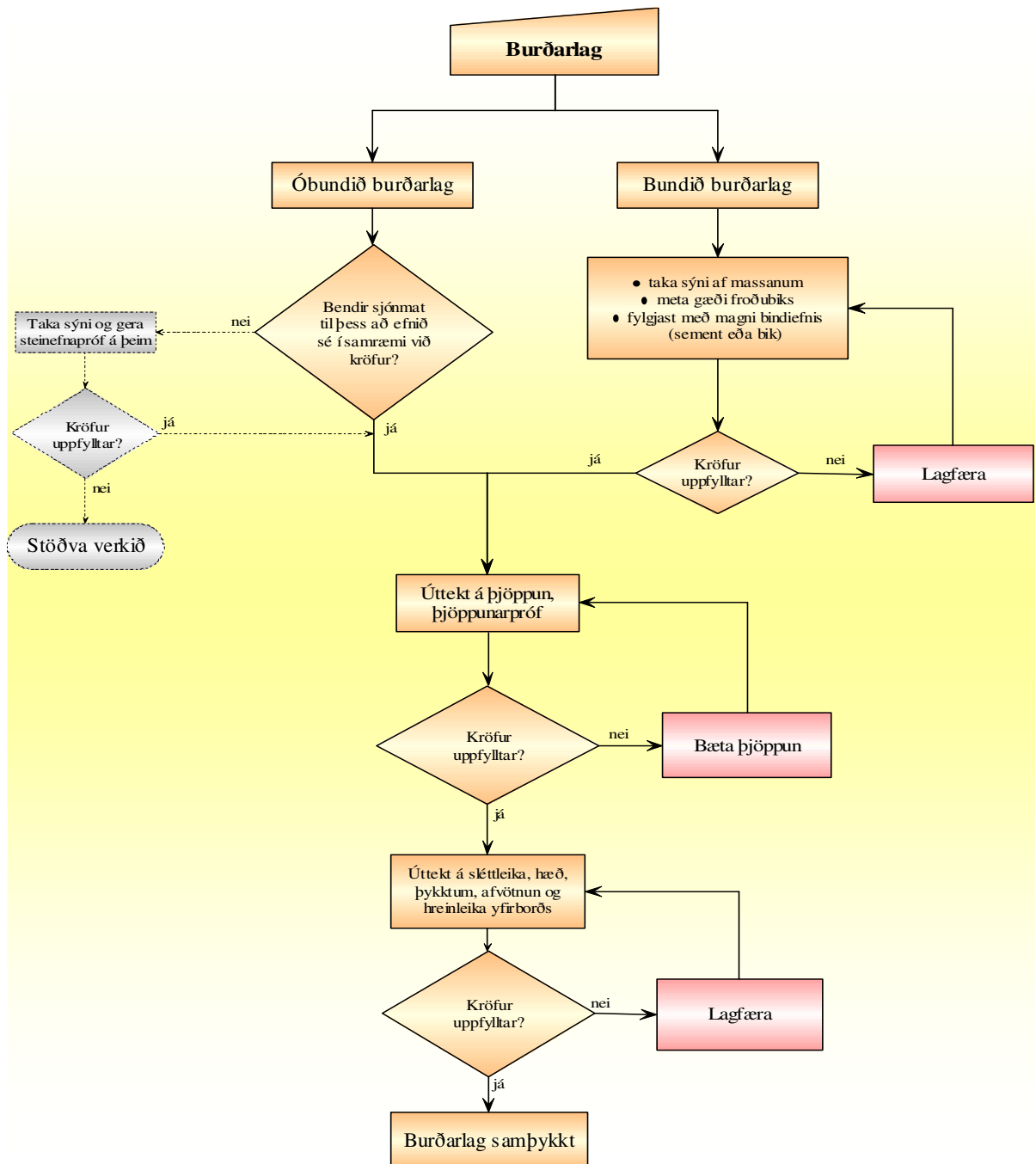
5.4.1 Verkferlar

Flæðirit á mynd 5-6 sýnir feril athugana og mælinga sem gerðar eru þegar unnið er að byggingu burðarlaga. Verkferillinn gengur út á að sannreyna að verkið sé unnið í samræmi við kröfur og einnig að tryggja að efnið sem notað er hafi ekki breyst frá framleiðslu þar til það er komið í veginn.

Eins og fram kemur í flæðiritinu skal ávallt sjónmeta efnið eftir að það hefur verið lagt út og ef einhver grunur leikur á að það sé gallað á einhvern hátt, eða standist ekki kröfur sem gerðar eru til gæða þess, skal taka sýni af efninu og prófa það. Þetta á við ef efnið í burðalaginu er ekki bundið með biki eða sementi. Ef efnið er bundið skal taka sýni af útlögðu efni, samanber það sem fram kemur síðar í flæðiritinu. Fyrir óbundið efni ætti aðeins að þurfa að taka sýni í undantekningartilvikum ef farið hefur verið eftir þeim leiðum sem fjallað er um hér að framan varðandi prófanir á hönnunarstigi og framleiðslustigi. Til að leggja áherslu á þetta, er sá hluti flæðiritsins á mynd 5-6 hafður grár með strikálínum.

Þegar búið er að leggja efnið út og þjappa það, er kannað hvort þjöppunin sé nægileg með aðferðum sem lýst er hér á eftir. Einnig eru gerðar kröfur til sléttleika yfirborðsins, afvötnunar og hreinleika þess, sem skal kanna og mæla eftir því sem við á.

Hér á eftir er gerð grein fyrir helstu prófunum og mælingum sem gerðar eru í tengslum við þennan verkferil.



Mynd 5-6: Flæðirit fyrir próf og mælingar við gerð burðarlags.

5.4.2 Steinefnaþróf

Ef undirbúningi verksins hefur verið háttað í samræmi við þær áherslur sem nefndar eru í köflunum hér að framan hvað varðar prófanir við hönnun og framleiðslu burðarlagsefnis, ætti ekki að þurfa að gera nein steinefnaþróf á efni eftir að það hefur verið lagt út, nema ef sjónmat bendir til að efnið standist ekki kröfur. Ef um slíkt er að ræða eru gerð sömu próf og nefnd er í köflum 5.2.2 og 5.3.2, háð því hver ástæðan er fyrir því að ákvörðun er tekin um prófanir. Vísast því í þessa kafla og um kröfur til steinefna er fjallað í kafla 5.5.1.

5.4.3 Próf og mælingar

Hér er fjallað um þau próf, mælingar og athuganir sem gerðar eru eftir að efni hefur verið lagt út og þjappað. Um er að ræða þjöppunarpróf, mælingar á sléttleika og þykktum og sjónmat á yfirborði burðarlags, en einnig er gerð grein fyrir prófunum á bundnum burðarlögum og athugun á froðubiki. Um kröfur til niðurstaðna prófa og mælinga vísast í kafla 5.5.3.

Þjöppunarmæling: Meta má árangur þjöppunar á nokkra mismunandi vegu eins og greint er frá hér á eftir.

Þegar óbundið burðarlag er þjappað skal ávallt **telja fjölda yfirferða valta** og miða við lágmarksgildi í samræmi við efnið og lagþykktir, eins og fram kemur í töflu 5-3. Töfluna má einnig hafa til hliðsjónar, þegar valtar og völtunaraðferðir eru valdar fyrir mismunandi efni og lagþykktir. Æskilegt er að valtar séu búnir tölvubúnaði sem tengdur er við GPS staðsetningarbúnað þegar umferðir valta eru taldar. Slíkur búnaður eykur verulega líkur á því að allt yfirborð vegarins hafi verið þjappað með fullnægjandi hætti. Rétt er að hafa í huga að ekki er heppilegt að nota mjög þunga valta á þunn lög, eða ef hætta er á að efni brotni mikið niður. Stjórnandi valta skal skila skýrslu, þar sem fram kemur:

- dagsetning
- gerð og stærð valta
- þyngd og breidd tromlu
- hvaða vegarkafli var valtaður
- hvaða lag í vegi
- lagþykkt
- hraði valta og fjölda yfirferða.

Hraði valta skal vera milli 3 og 6 km/klst. Auk þess þarf að gera einhver þeirra prófa sem nefnd eru hér á eftir til að meta árangur þjöppunarinnar.

Tafla 5-3: Val á valta, lagþykkt og fjölda yfirferða fyrir óbundin burðarlög

Gerð valta	Heildar þyngd [t]	Statísk þyngd [kg/cm]	Lag þykkt [mm]	Malað set og berg [lágmarksfj. yfirferða]	Púkkulningur [lágmarksfjöldi – hámarksfjöldi yfirferða]
<i>Dreginn titurvalti</i>	3-5	15-25	200	5	3-6
	5-8	25-35	200	4	3-6
	>8	>35	200	3	
<i>Akandi titurvalti</i>	6-8	15-25	200	5	3-6
	8-10	25-35	200	4	3-5
	10-13	35-45	200	4	
<i>Tveggja tromlu titurvalti</i>	2-4	<5-25x2	200	7	3-10
	4-8	<5-25x2	200	5	3-6
	8-13	25-35x2	200	4	3-5
<i>Gúmmihjólavalti</i>	12-18		200		6-8
	18-25		200		6-8
	25-32		200		6-8
	>32		200		6-8

Árangur þjöppunar má einnig meta með *þjöppunarmæli í valta*. Því er æskilegt að valti sé búinn þjöppunarmæli og að mæliaflestur sé skráður reglulega. Sumir slíkir valtar eru búnir tölvu, sem sér um skráninguna og jafnvel er hægt að fá skýrslu um þjöppunina strax á staðnum. Til að hægt sé að vinna með þjöppunarmæli í völtum skal gera tilraunaþjöppun á efninu sem notað er, mæla það og bera saman við aðrar „hefðbundnari“ mælingar á þjöppun. Þjöppunarmælar sýna hversu mikil aukning verður á þjöppun fyrir eina viðbótarumferð.

Ef ekki er þjöppunarmælir í völtum, ætti að meta árangur þjöppunarinnar með *rúmþyngdarmælingum (geislamælingum eða sandkeiluprófi)*, *plötuprófi* eða í undantekningartilvikum *hæðarmælingum*.

Þegar valið er hver af ofangreindum aðferðum er notuð, má hafa upplýsingar í töflu 5-4 til hliðsjónar.

Tafla 5-4: Aðferðir til mælinga á þjöppun

Aðferð	Notkunarsvið og athugasemdir
<i>Telja fjölda umferða</i>	Notað við allar aðstæður
<i>Þjöppunarmælir í valta</i>	Hægt að nota við allar aðstæður
<i>Plötupróf</i>	Notað til eftirlits þar sem umferð þungra bíla er meiri en 400 ÁDU _p en einnig á umferðarminni vegum til kvörðunar á þjöppumælum í völtum
<i>Rúmþyngdarmæling (sandkeilupróf)</i>	Takmarkast við burðarlög með hámarks-kornastærð 25-30 mm. Prófið er tímafrekt og niðurstöður liggja ekki fyrir fyrir en á þriðja degi eftir að það er gert.
<i>Rúmþyngdarmæling (geislamælingar)</i>	Takmarkast við hámarks-kornastærð 25-30 mm, en hefur stundum verið notað á efni með allt að 50 mm stærstu kornastærð með viðunandi árangri.
<i>Hæðarmæling</i>	Hægt að nota við allar aðstæður, er þó <u>einungis notað í undantekningartilvikum</u>

Þegar burðarlag er bundið með biki eða sementi þarf á sama hátt og fyrir óbundin efni að tryggja nægilega þjöppun. Þjöppunin er oftast mæld með *geislamælingum* (Troxler) þar sem rúmþyngd efnisins er mæld og fylgst með hvernig hún breytist á milli umferða valtans. Um kröfur til niðurstaðna þessara mælinga, vísast í kafla 5.5.3.

Sérprófanir fyrir bundin burðarlög: Þegar burðarlag er bundið með biki eða sementi á staðnum (þ.e.a.s. ekki blandað í stöð), hvort sem það er gamall vegur eða nýbygging, skal taka sýni af efninu eftir að búíð er að leggja það, til að geta metið hversu vel blöndunin hefur tekist. Sýnin, eitt úr hvorri akrein, eru tekin eftir íblöndun biks eða sements og jöfnun með hefli, en áður en þjöppun fer fram. Þegar um fræsun og bikfestun er að ræða, á að færa sýnið á rannsóknastofu og mæla bikinnihald þess. Niðurstöður gefa m.a. til kynna hvort blöndun sé nægilega góð (þ.e.a.s. hvort of mikil dreifing er á niðurstöðunum). Steypa skal kjarna úr hluta af sýnum (a.m.k. einu í hverju verki og fleiri ef um stórt verkefni er að ræða) og mæla kleyfnibrotþol þeirra. Þetta er gert til að afla upplýsinga um líklegan styrk burðarlagsins, en verður ekki notað til beins eftirlits. Ef efni er bundið með froðubiki skal fylgjast með gæðum froðubiksins með því að athuga hvernig bikið freyðir. Er það gert á þann hátt að froðubiki er sprautað í fötu og kannað hversu mikið það þenst út, auk þess sem fylgst er með hversu hratt rúmmálið minnkar aftur.

Ef burðarlagsefni er blandað sementi skal steypa kjarna úr sýninu strax, með því að þjappa það í mót með Kango-hamri og þrýstibrotþol er síðan prófað á rannsóknastofu eftir 7 daga hörðnun.

Þegar um er að ræða fræslu og festun skal fylgjast með bikmagninu sem notað er (aðfluttum förmum af bindiefni), bera bikmagnið saman við rúmmál þess efnis sem fræst er og kanna hvort það er í samræmi við fyrirskrifað bikinnihald.

Fyrir sementsfestun er ákvörðun á notuðu sementsmagni gerð þannig að 1 m² plata er sett á milli sementsdreifara og fræsara. Magn sements sem situr á plötunni er vigtað og borið saman við fyrirskrifað magn.

Sléttleiki, hannað yfirborð, þverhalli og þykktir: Gerðar eru kröfur um sléttleika yfirborðs þegar gengið er frá burðarlagi. Kröfur eru gerðar til mesta fráviks frá hönnuðu yfirborði sem er hæðarmælt í þriggja punkta þversniðum. Einnig eru gerðar kröfur til sléttleika, annars vegar þvert á akstursstefnu og hins vegar langs eftir akstursstefnu, mælt með 3 m langri réttsskeið. Þá eru kröfur um að þykktir séu innan marka.

Sjónmat á yfirborði burðarlags: Þegar burðarlag hefur verið lagt skal yfirborð þess vera þannig að það hafi fullnægjandi afvötnun. Það mega ekki vera rastir í yfirborðinu og vatn má ekki safnast í polla á því. Yfirborðið skal vera laust við óhreinindi.

5.4.4 Tíðni prófa við framkvæmd

Við þjöppun er fjöldi yfirferða valtans ávallt talinn og skráður, en einnig þarf að gera aðrar mælingar (s.s. plötupróf, rúmþyngdarmælingar eða hæðarmælingar) til að staðfesta árangur þjöppunarinnar. Tíðni þeirra mælinga kemur fram í töflu 5-5.

Æskilegt er að valti sé búinn þjöppunarmæli, sjá kafla 5.4.3. Með því móti fæst mælikvarði í þjöppun alls yfirborðsins sem unnið er með. Slíka mæla þarf þó að kvarða með einhverju af ofangreindum prófum, en fækka má öðrum mælingum sem gerðar eru til staðfestingar á árangri. Ef valti telur umferðir sjálfkrafa þá má minnka tíðni staðfestingarmælinga niður í 75% af því sem fram kemur í töflu 5-5 og ef valtinn mælir burðarþolsgildi þá dugar að gera tvær staðfestingarmælingar fyrir hverja efnisgerð og gerð undirstöðu í hverju verki.

Tafla 5-5: Tíðni mælinga á þjöppun óbundinna burðarlaga

Aðferð	Fjöldi þungra ökutækja, ADU_b		
	≥ 400	≥ 100	≥ 10
Plötupróf	Á 100 m bili	Á 300 m bili	Á 500 m bili
Rúmþyngdarmæling			
Hæðarmæling (bil milli svæða, sjá lýsingu í viðauka)			

Ef burðarlagið er bundið er þjöppun oftast eingöngu metin með rúmþyngdarmælingum (geislamælum) og skal hún þá mæld á 100 m bili.

Í töflu 5-6 eru tekin saman helstu próf (önnur en þjöppunarpróf) og mælingar sem gerðar eru þegar gamall vegur er fræstur og styrktur með íblöndun biks eða sements. Taflan á einnig við í nýbyggingum ef bindiefni er blandað í burðarlagið á staðnum.

Tafla 5-6: Tíðni prófa á efni ef bindiefni er blandað í burðarlagið á staðnum.

Gerð bindiefnis	Próf / Aðgerð	Tíðni
<i>Sement eða bik</i>	Sýni af bik- og sementsbundnu burðarlagi, eftir útlögn	Tekið á 500 m fresti, eitt sýni úr hvorri akrein.
<i>Bik</i>	Mæling á bikinnihaldi sýna úr bikbundnu burðarlagi	Öll sýni sem tekin eru
	Mæling á kleyfniþoli bikbundinna efna	Eftir vali, a.m.k. eitt sýni úr hverju verki.
	Athugun á freyðieiginleikum froðubiks	Í upphafi verks og a.m.k. einu sinni á dag.
	Magn biks sem notað er við bikfestun	Reikna fyrir hvern 18-20 tonna farm af aðfluttu biki
<i>Sement</i>	Mæling á þrýstibrotþoli sementsbundinna efna	Öll sýni sem tekin eru
	Mæling á sementsmagni við fræsingu og festun	Í upphafi verks og a.m.k. einu sinni á dag

Úttekt á sléttleika og þykktum skal gera áður en slitlag er lagt. Til þess eru gerðar hæðarmælingar með 20 m millibili í þriggja punkta sniðum, þ.e.a.s. á útbrúnum og miðju, fyrir alla umferðarflokka. Sléttleiki langs og þvers er mældur með 3 m réttsskeið á 20 m bili fyrir alla umferðarflokka.

5.5 Kröfur

Við framsetningu á kröfum til steinefna og efnismassa hér á eftir, er almennt miðað við kröfuflokka sem settir eru fram í evrópskum framleiðslustöðlum, það er ÍST EN 13242 “*Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction*”, sem fjallar um kröfur til einstakra korna og ÍST EN 13285 “*Unbound mixtures – Specification*”, sem fjallar um kröfur til efnismassa. Rétt er að taka fram að fleiri kröfur eru í þessum stöðlum en teknar eru upp hér og að auki er skerpt á sumum þeirra í samræmi við reynslu hérlendis.

Kröfur til efnisgæða miðast við áætlaðan fjölda þungra bíla (ÁDU_p) á opunarári vegarins þannig að krafist er betri efnisgæða eftir því sem vegurinn hefur meira hlutverki að gegna í þjóðvegakerfi landsins. Þannig eru gerðar mestar kröfur til efnisgæða burðarlags þar sem þungaumferð er mikil, enda er hún ráðandi hvað varðar álag á burðarlag. Þungir bílar teljast vera bílar með heildarþyngd $>3,5$ t. Miðað er við þungaumferð á tveggja akreina vegi. Mikilvægt er að umferðarmestu vegir landsins hafi mjög gott burðarþol og að vegyfirborð þeirra haldi góðum sléttleika allan líftíma vegarins. Einnig er meiri vandkvæðum bundið að sinna viðhaldi vega eftir því sem umferðin er meiri og því mikilvægt að umferðarmestu vegirnir séu í upphafi byggðir úr gæðaeftnum. Malarslitlög þola meiri formbreytingar en malbiksslitlög á vegum í hærri umferðarflokkum og steipt slitlög þola mjög litlar formbreytingar. Sú grundvallarkrafa er gerð til burðarlagsefnis að það sé frostfrítt þannig að í efninu verði ekki frostlyftingar. Þetta á einnig við um malarvegi, þó að malarslitlög þoli miklar hreyfingar, enda er vegakerfið í stöðugri uppbyggingu og malarvegur í dag getur verið lagður klæðingu á morgun. Þegar malarvegir eru styrktir fyrir lögn klæðingar er malarslitlagið fyrst hreinsað af veginum en síðan er vegurinn yfirleitt styrktur með nýju burðarlagi þannig að gamla burðarlagið gegnir eftirleiðis hlutverki styrktarlags. Af þessum ástæðum er látið nægja að gera sömu kröfur til efnisgæða burðarlaga á malarvegum og styrktarlaga samsvarandi vega sem lagðir eru klæðingu.

Þær kröfur sem hér eru settar fram gilda fyrir efni í námu en gera má ráð fyrir og rétt að hafa í huga, að breytingar verða á eiginleikum efnisins við frágang í vegi.

Almennt gildir að eitt sýni af hverjum fimm (20%) má víkja frá gildandi kröfu en þó má ekkert frávík vera meira en 10 % af tölugildi kröfuflokksins í átt til lakari efnisgæða. Þannig mætti mest eitt sýni af fimm mælast með LA gildi 22 ef kröfuflokkurinn er LA_{20} .

Verktaki skal í upphafi verks leggja fram nákvæma áætlun um gæðaeftirlit og skal eftirlitskerfi verktaka tryggja að gæði steinefna og verkgaði séu skráð með fullnægjandi hætti. Ef efni er fengið úr námu framleiðanda sem selur steinefni á markaði er heimilt að telja skjalfest framleiðslueftirlit með í heildarumfangi eftirlits með gæðum steinefna í viðkomandi verk.

5.5.1 Kröfur til steinefna

Kornadreifing

Kröfur til kornadreifingar óbundinna burðarlagsefna þar sem $d=0$ miðast við staðalinn ÍST EN 13285 “*Unbound mixtures – Specification*”. Hönnuður/verkkaupi velur stærðarflokk sem hentar viðkomandi notkun efnisins (sjá töflu 1 “*Mixture designation*” í staðlinum). Alls eru 14 stærðarflokkar í staðlinum en hér verða birtar markalínur 5 stærðarflokka fyrir burðarlagsefni þ.e. 0/22, 0/32, 0/45, 0/63 og 0/90. Í

staðlinum eru einnig settir fram flokkar fyrir hámark og lágmark fínafna minni en 0,063 mm (sjá töflur 2 og 3 í staðlinum) og um yfirstærðir, þ.e. hversu stórt hlutfall sýnis má vera yfir efri flokkunarstærð (sjá töflu 4 í staðlinum). Þá er kornadreifingin valin með tilliti til taflna 5 og 6 í staðlinum, þar sem ytri (“Overall grading”) og innri (“Suppliers declared value”) markalínur eru settar fram á almennan hátt. Fyrirnefndu markalínurnar sýna hvar allar kornagreiningar skulu liggja, en þær síðarnefndu sýna hvar meðaltal allra kornagreininga skal liggja. Það sem að ofan er talið má setja fram á einfaldan hátt eins og dæmið hér á eftir sýnir:

0/32: UF₅, LF₂, OC₈₅, G₀

þar sem:

0/32 er kornastærðarbilið d/D

UF₅ þýðir að fínafni skuli að hámarki vera 5% (UF = upper fines)

LF₂ þýðir að fínafni skuli að lágmarki vera 2% (LF = lower fines)

OC₈₅ þýðir að 85 til 99 % efnisins skuli smjúga 31,5 mm sigtið (efra flokkunarsigtið)

G₀ lýsir kúrfunni í heild með kornastærðarbilum á viðkomandi sigtum (markalínum)

Kröfur til kornadreifingar burðarlagsefna miðast flokk G₀ fyrir mulið set og G_p fyrir malað grjót. Lágmarks magn fínafna (< 0,063 mm) skal vera 2%, þ.e. efnið falli í flokk LF₂ samkvæmt ÍST EN 13285, en hámarks magn fínafna skal vera 5%, þ.e. efnið falli í flokk UF₅. Ef fínafnainnihald (≤0,063 mm) sýnishluta undir 63 mm er á bilinu 5-6 % (6-7 % fyrir burðarlag malarvega) skal þó einnig mæla kornadreifingu fínafnis og skal hlutfall efnis ≤0,02 mm vera ≤3 %. Ekki eru þó gerðar kröfur um lágmark fínafna (LF_N) í púkkmulningi undir *malbiki* eða *steypu* í stærðarflokkum 0/45 og 0/63. Kröfur um yfirstærð miðast við flokk OC₈₅ þannig að á bilinu 1 - 15% efnisins geta verið á bilinu D (efri flokkunarstærð) til 1,4xD. Þessar kröfur eru miðaðar við efni í námu, en gera má ráð fyrir að fínafnainnihald sé 1 til 2% hærra í frágengnu efni í vegi.

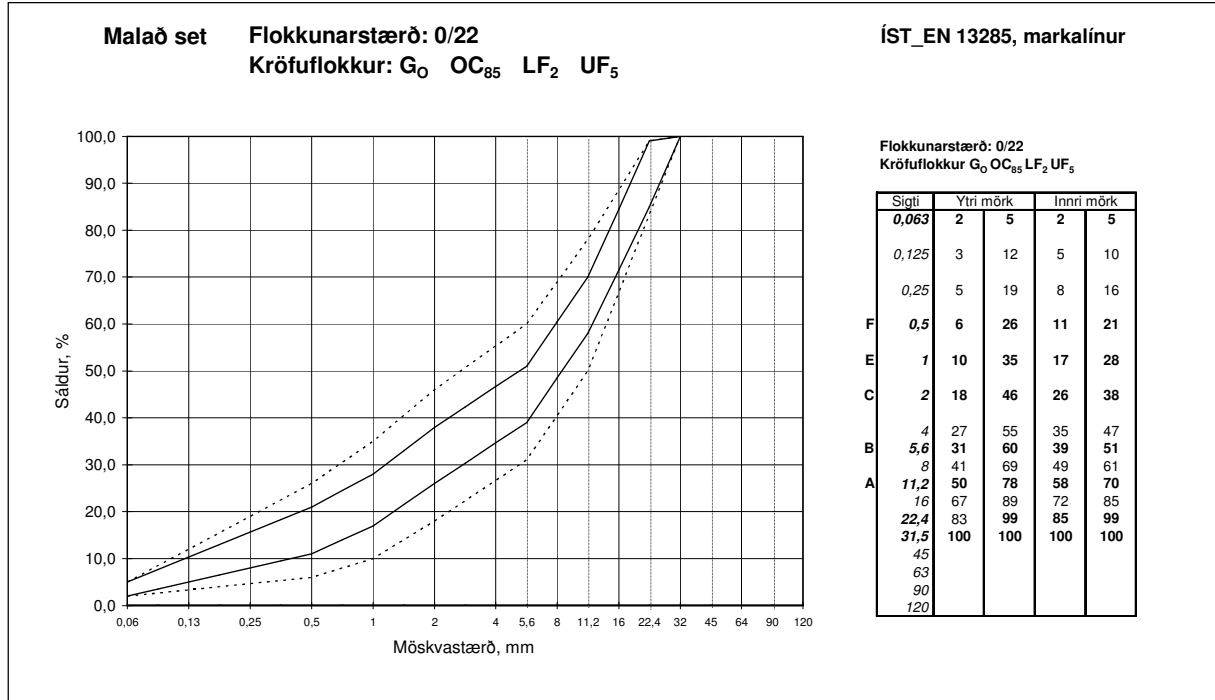
Fínafnakröfur fyrir burðarlög malarvega eru þó LF₄ og UF₇ til að rakapéttleiki gagnvart malarslitlaginu sé tryggður en efnið þó væntanlega frostfrítt.

Í efri hluta burðarlags undir klæðingu skal ekki vera grófara efni en í stærðarflokki 0/32. Hafa ber þó í huga að allt að 15 % efnis getur verið yfir efri flokkunarstærð og því getur í mörgum tilfellum hentað betur að velja 0/22 efni með allt að 15 % á bilinu 22-32 mm. Í neðri hluta burðarlagsins er oft grófara efni notað en í efri hlutanum, t.d. í stærðarflokkum 0/45 eða 0/63. Ef slitlagsgerðin er *malbik* eða *steypa* er efni í efri hluta burðarlagsins oft í stærðarflokkum 0/45 eða 0/63. Burðarlag undir malarslitlag getur verið af stærðarflokkum 0/32 eða 0/45.

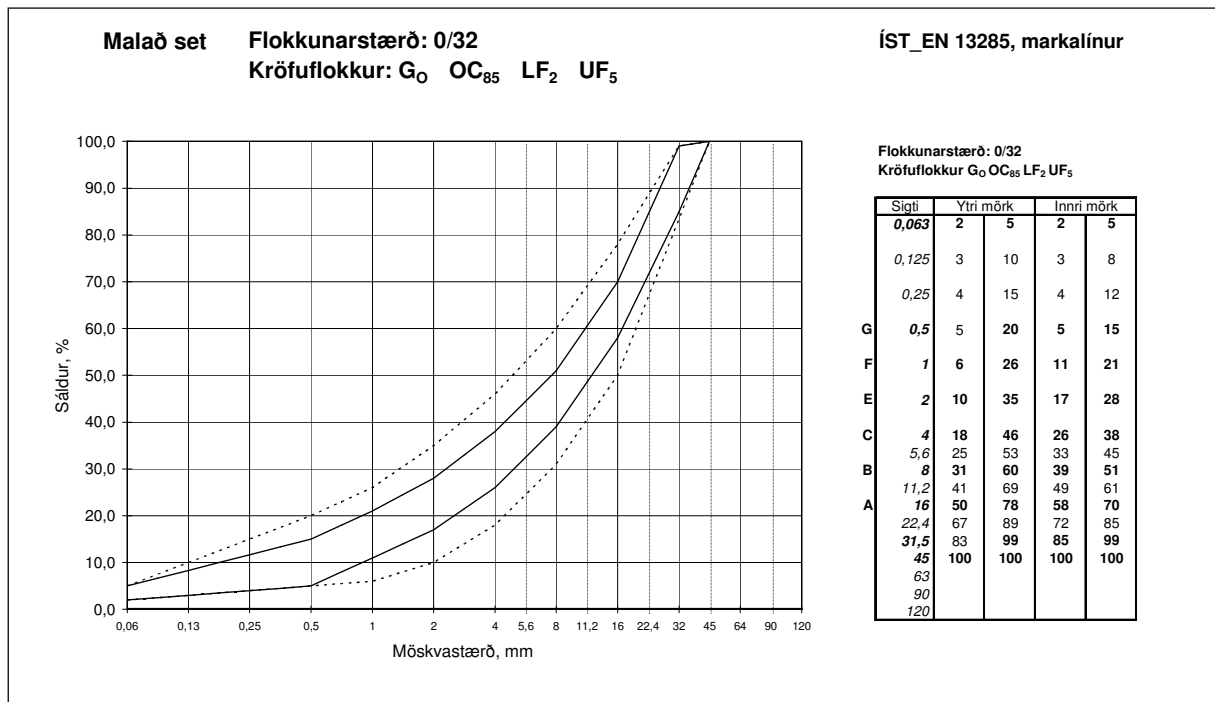
Púkkmulningur í burðarlagi er oft af stærðarflokkum 0/63 eða 0/90. ÍST EN 13285 skilgreinir ekki grófara efni en 0/80, en ef púkkmulningur er grófari en 0/80 er heimilt samkvæmt staðlinum að verkkaupi skilgreini eigin markalínur.

Markalínur fyrir burðarlagsefni samkvæmt áðurnefndum kröfum eru sýndar á myndum 5-7 til 5-15. Á myndunum eru sýndar markalínur fyrir stærðarflokkana 0/22, 0/32, 0/45, 0/63 og 0/90. Meðaltal allra mælinga skal liggja innan við innri markalínurnar en einstakar mælingar mega liggja utan þeirra en þó skal engin kornadreifing liggja utan við ytri markalínur. Markalínur fyrir burðarlag malarvega eru sýndar á myndum 5-16 til 5-19 og á myndum 5-20 til 5-23 eru sýndar leiðbeinandi markalínur fyrir bikbundin burðarlög blönduð í námu. Í töflum á myndunum eru sýndar tölugildi kornadreifingar og eru sýndar sáldurtölur samkvæmt staðlinum (sigti A, B,

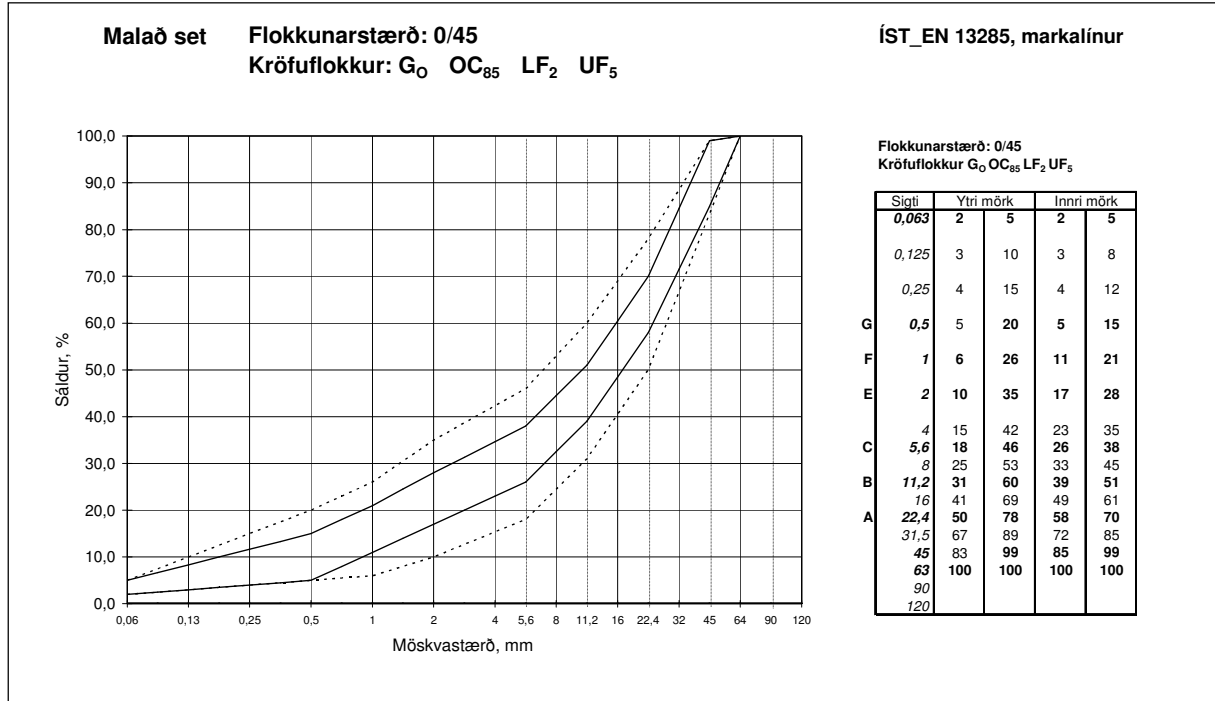
C, D, F og G á myndunum) en einnig millitölur á völdum sigtum. Aðrar millitölur eru reiknaðar til að hægt sé að teikna samfellda kornadreifingu. Staðallinn skilgreinir því einungis sáldurgildi fyrir flokkana A – G sem gilda fyrir mismunandi möskvastærðir háð grófleika efnisins, en markalínur með öllum sigtum eru ekki dregnar upp í staðlinum.



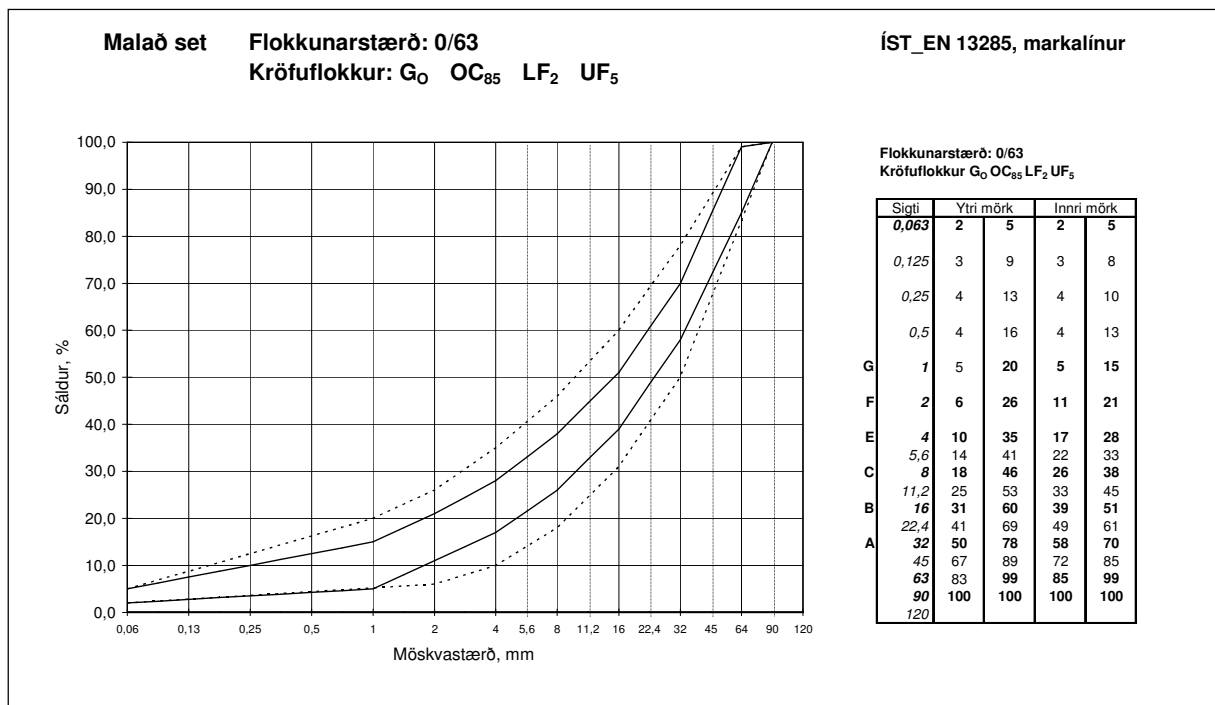
Mynd 5-7: Markalínur fyrir malað 22 mm set í burðarlag



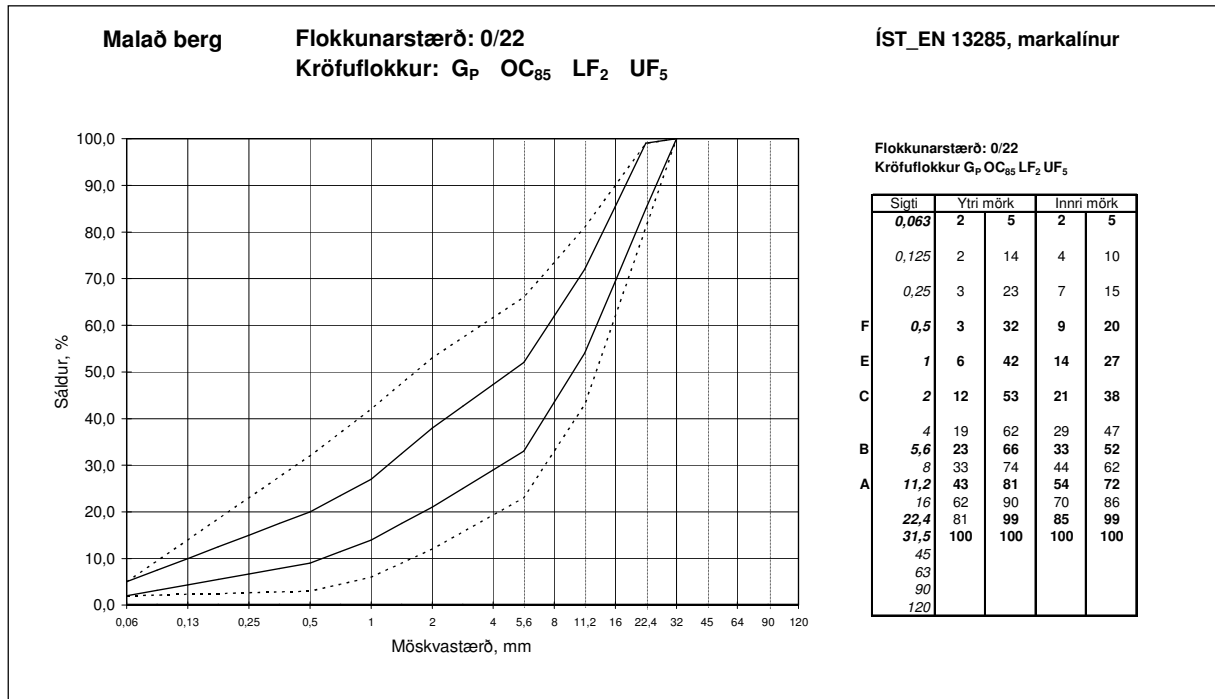
Mynd 5-8: Markalínur fyrir malað 32 mm set í burðarlag.



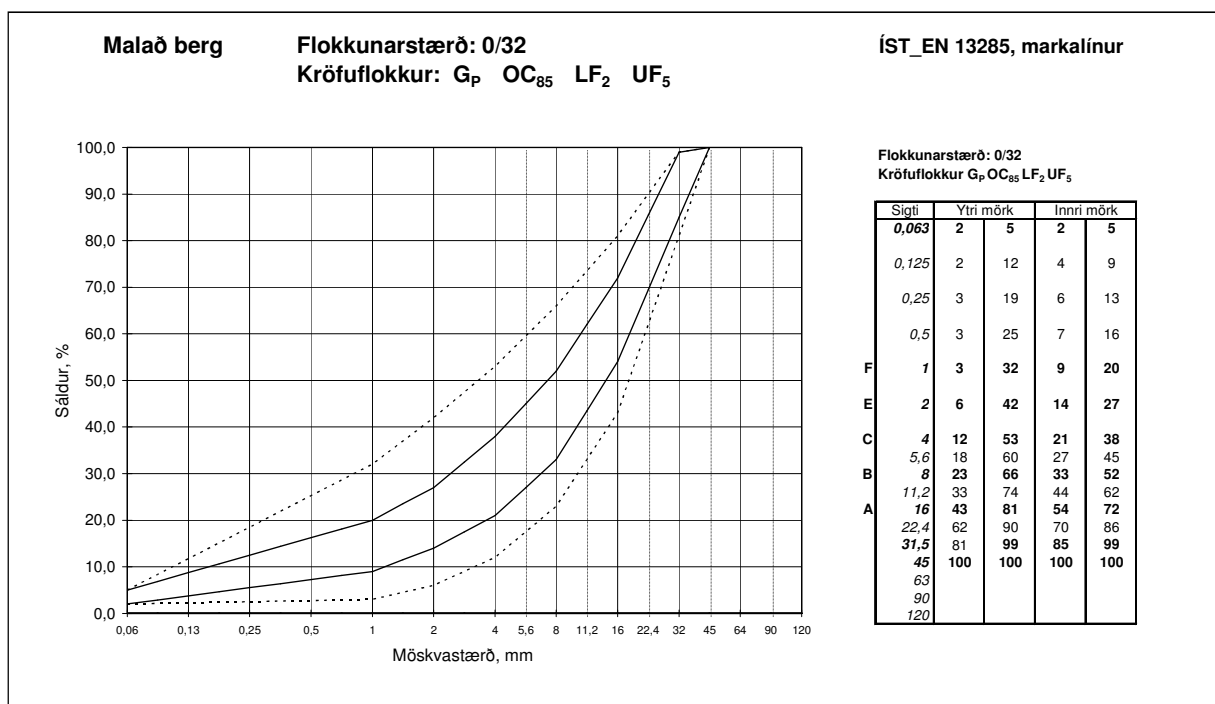
Mynd 5-9: Markalínur fyrir malað 45 mm set í burðarlag



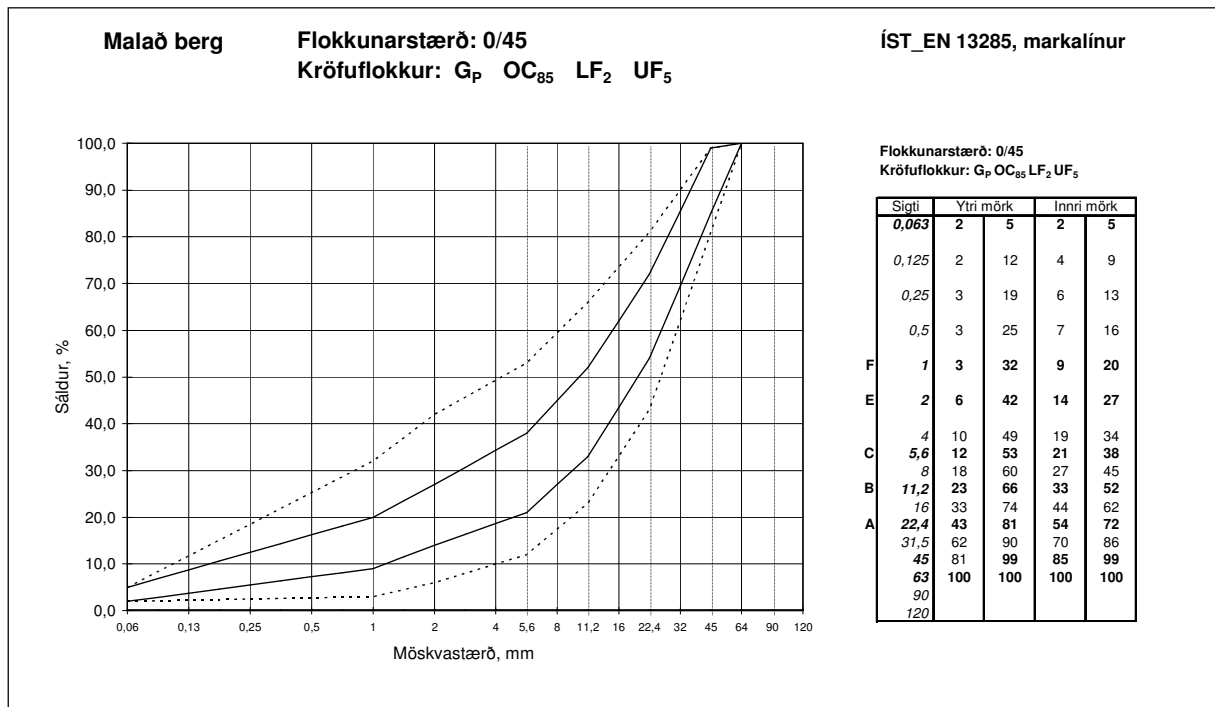
Mynd 5-10: Markalínur fyrir malað 63 mm set í burðarlag



Mynd 5-11: Markalínur fyrir malað 22 mm berg í burðarlag

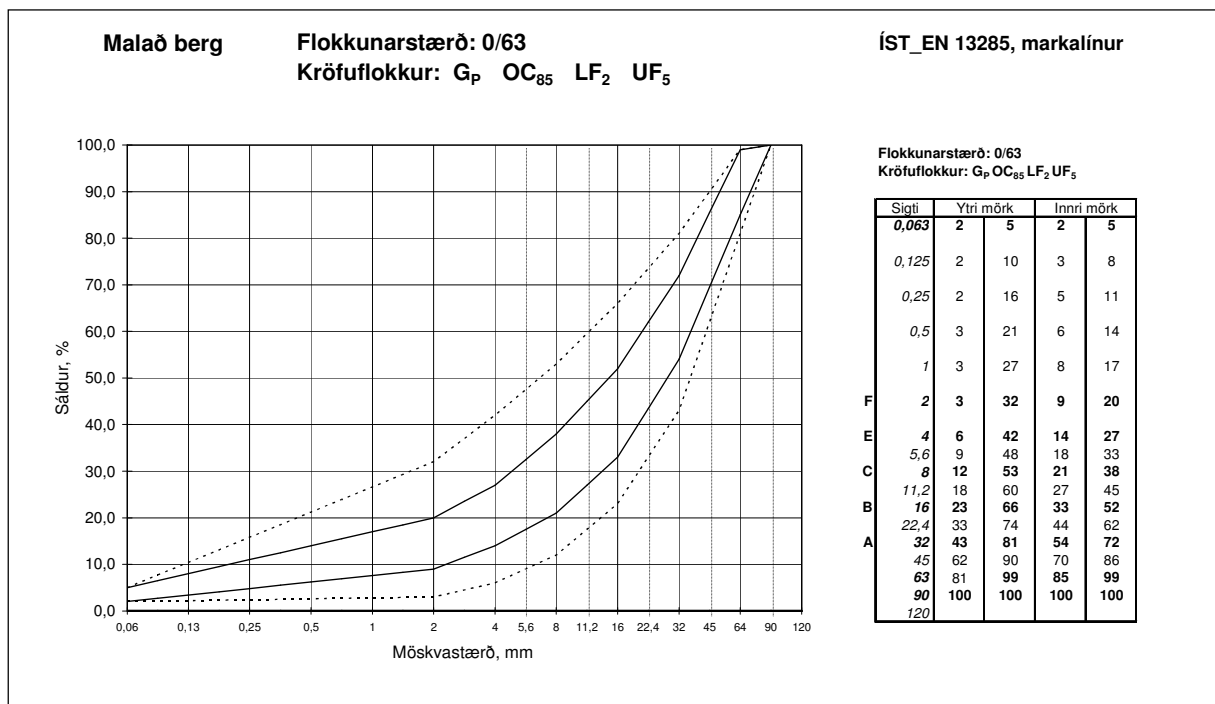


Mynd 5-12: Markalínur fyrir malað 32 mm berg í burðarlag



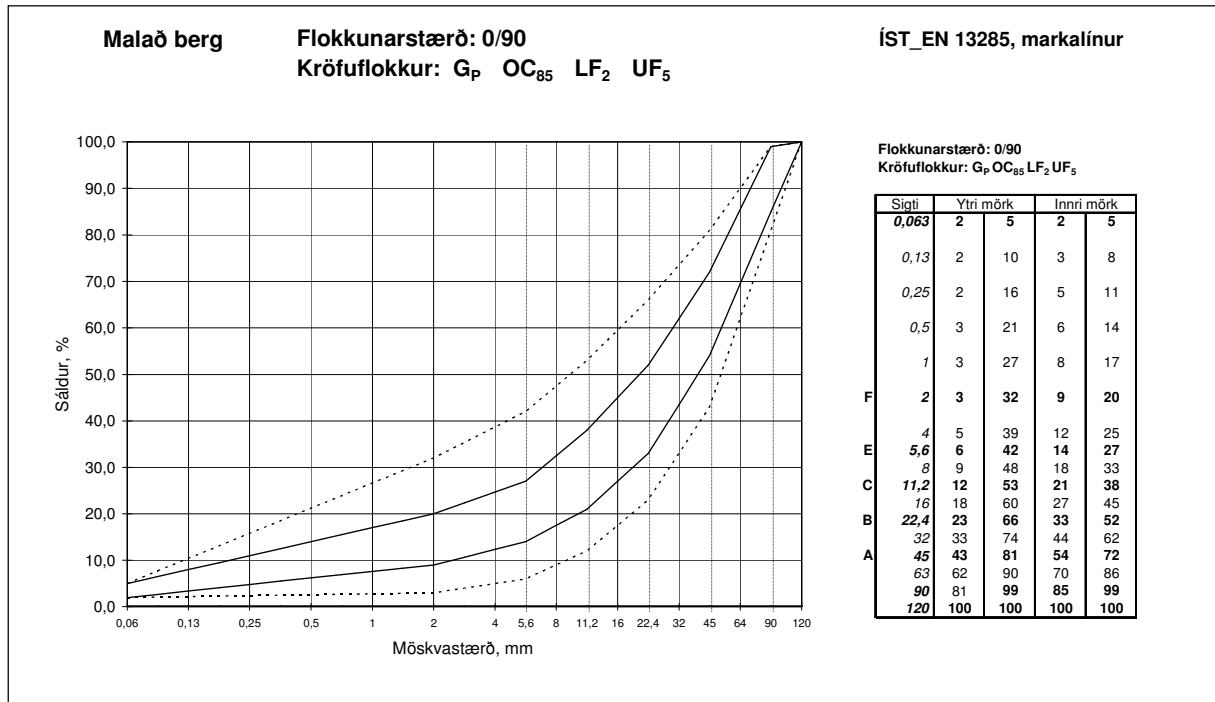
Ef slitlagið er malbik eða steypa er ekki gerð krafa um LF.

Mynd 5-13: Markalínur fyrir malað 45 mm berg í burðarlag



Ef slitlagið er malbik eða steypa er ekki gerð krafa um LF.

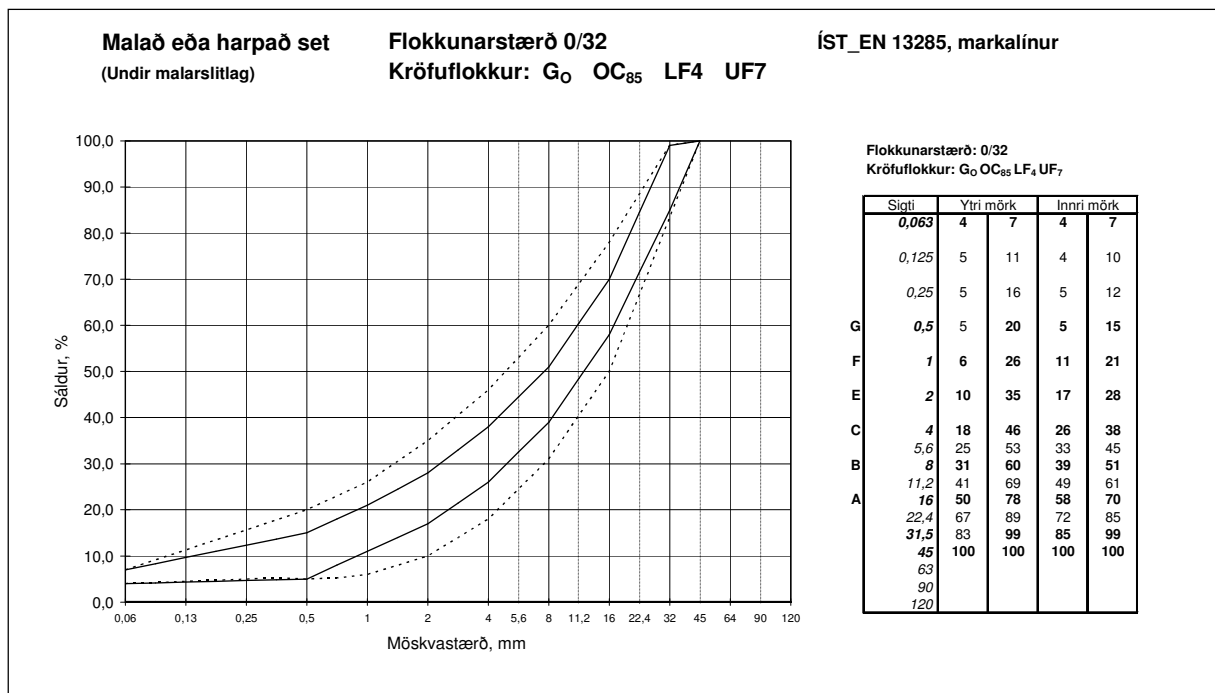
Mynd 5-14: Markalínur fyrir malað 63 mm berg og púkk í burðarlag



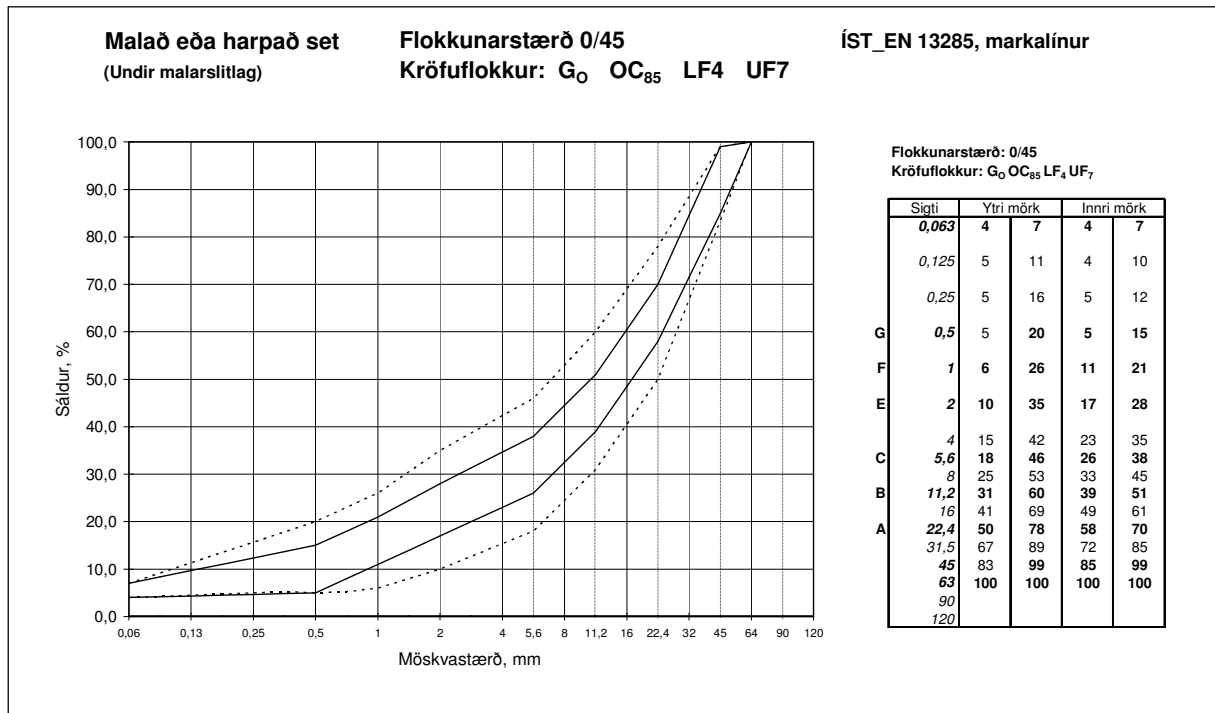
Ekki er gerð krafa um LF fyrir púkk.

Mynd 5-15: Markalínur fyrir malað 90 mm berg og púkk í burðarlag

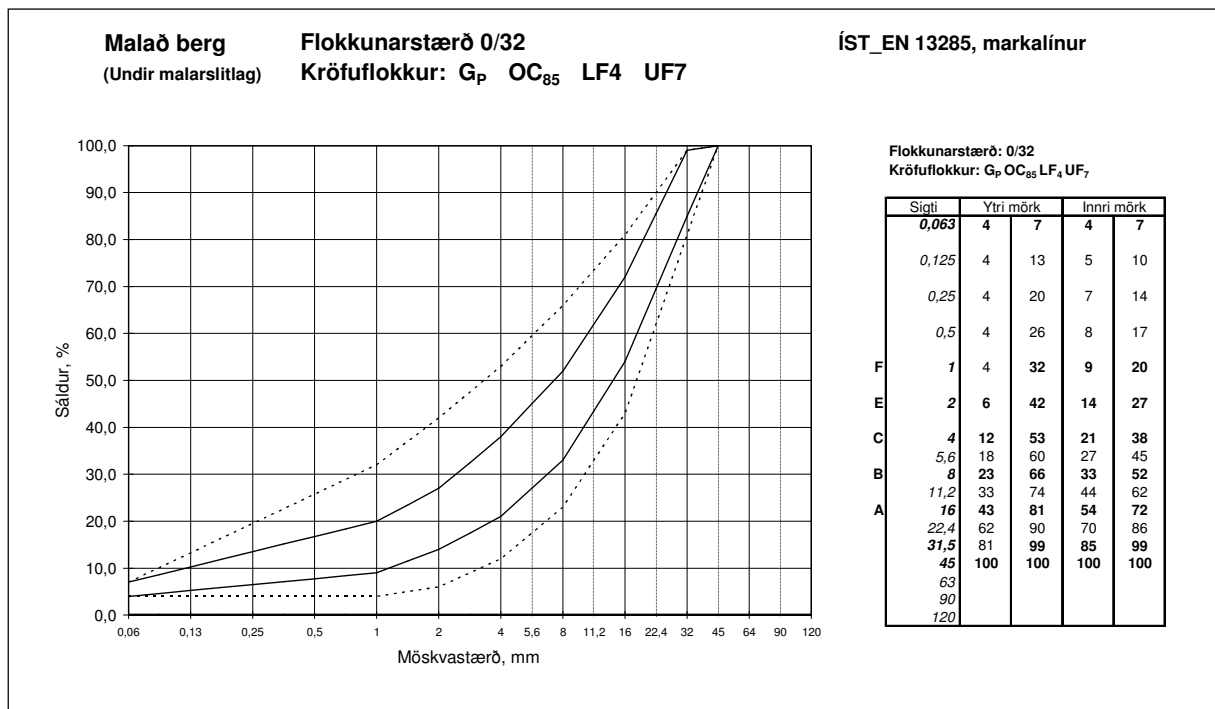
Á myndum 5-16 til 5-19 eru sýndar markalínur fyrir burðarlag sem ætlað er til nota undir malarslitlag.



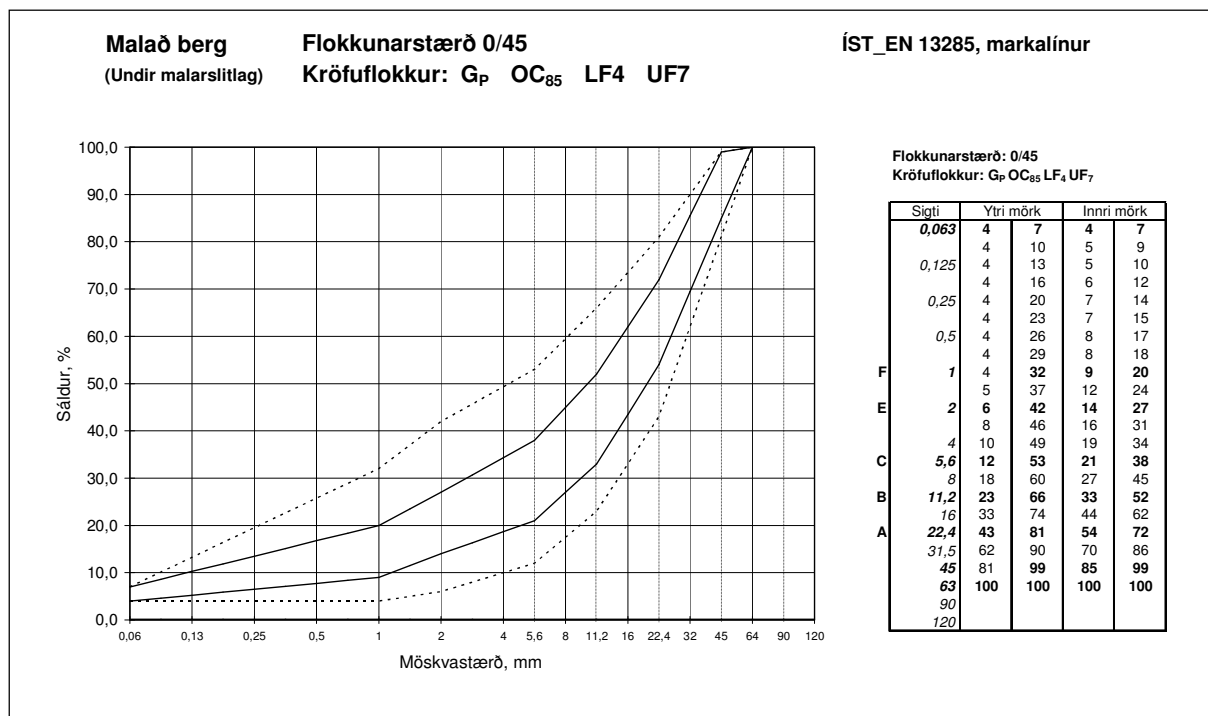
Mynd 5-16: Markalínur fyrir 32 mm malað eða harpað set í burðarlag malarvega



Mynd 5-17: Markalínur fyrir 45 mm malað eða harpað set í burðarlag malarvega

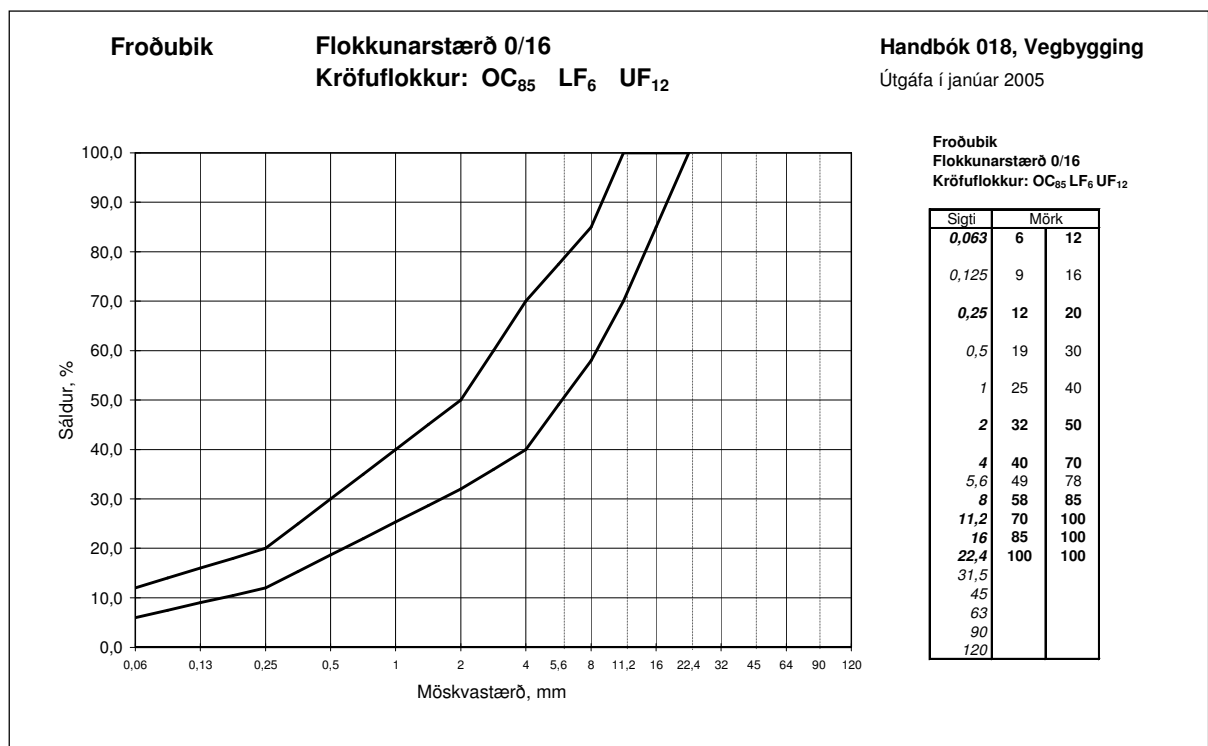


Mynd 5-18: Markalínur fyrir 32 mm malað berg í burðarlag malarvega

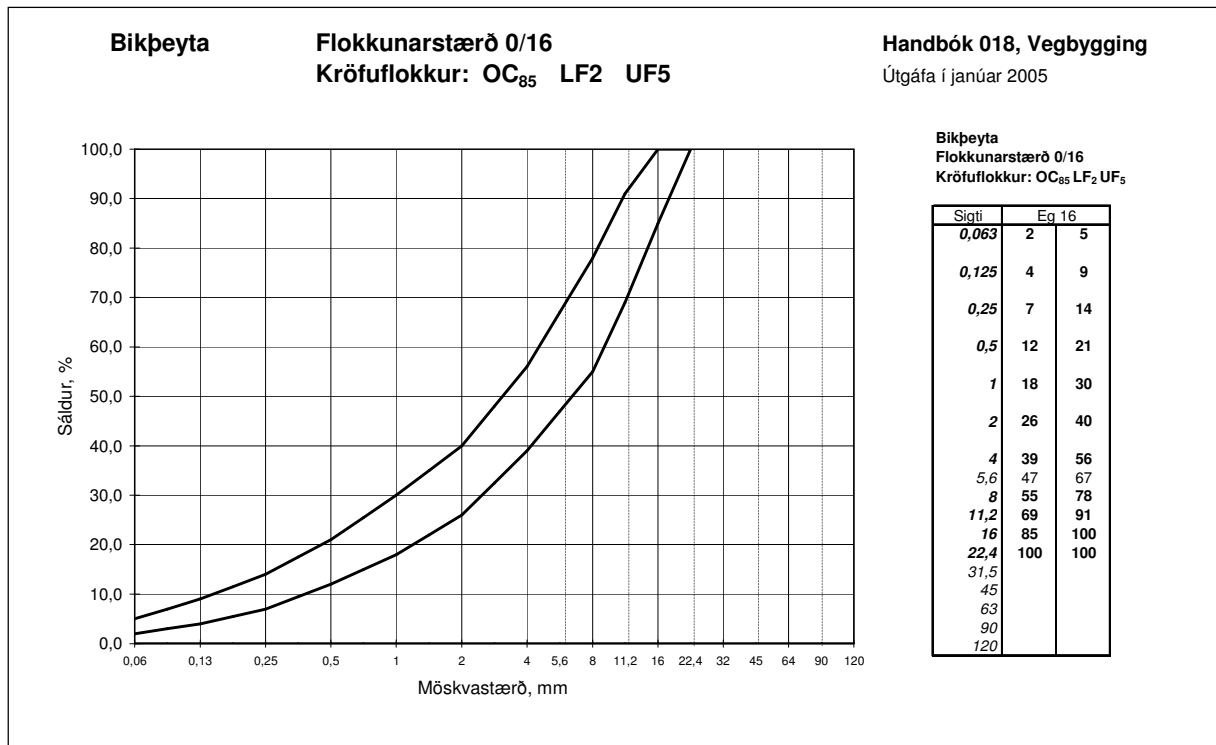


Mynd 5-19: Markalínur fyrir 45 mm malað berg í burðarlag malarvega

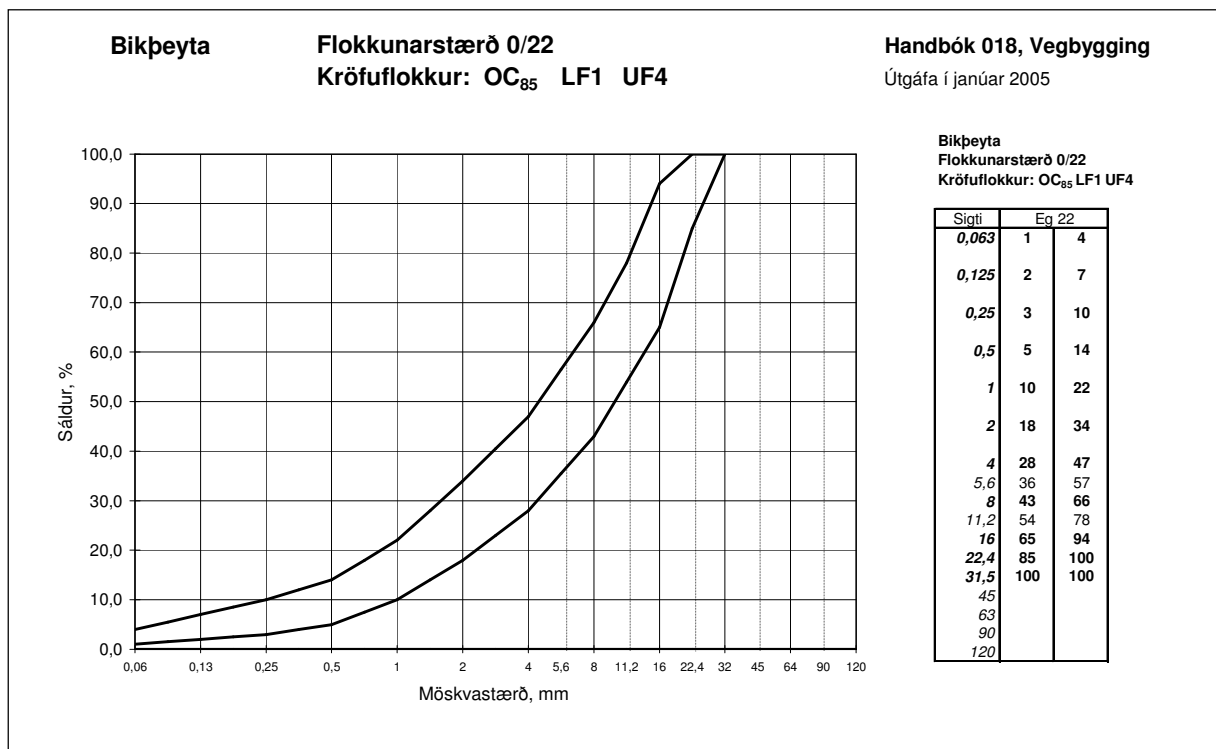
Á myndum 5-20 til 5-23 eru sýndar leiðbeinandi markalínur fyrir bikbundin burðarlög blönduð í námu. Víkja má frá þessum leiðbeinandi mörkum, ef blandan stenst kröfur um kleyfnibrotþol.



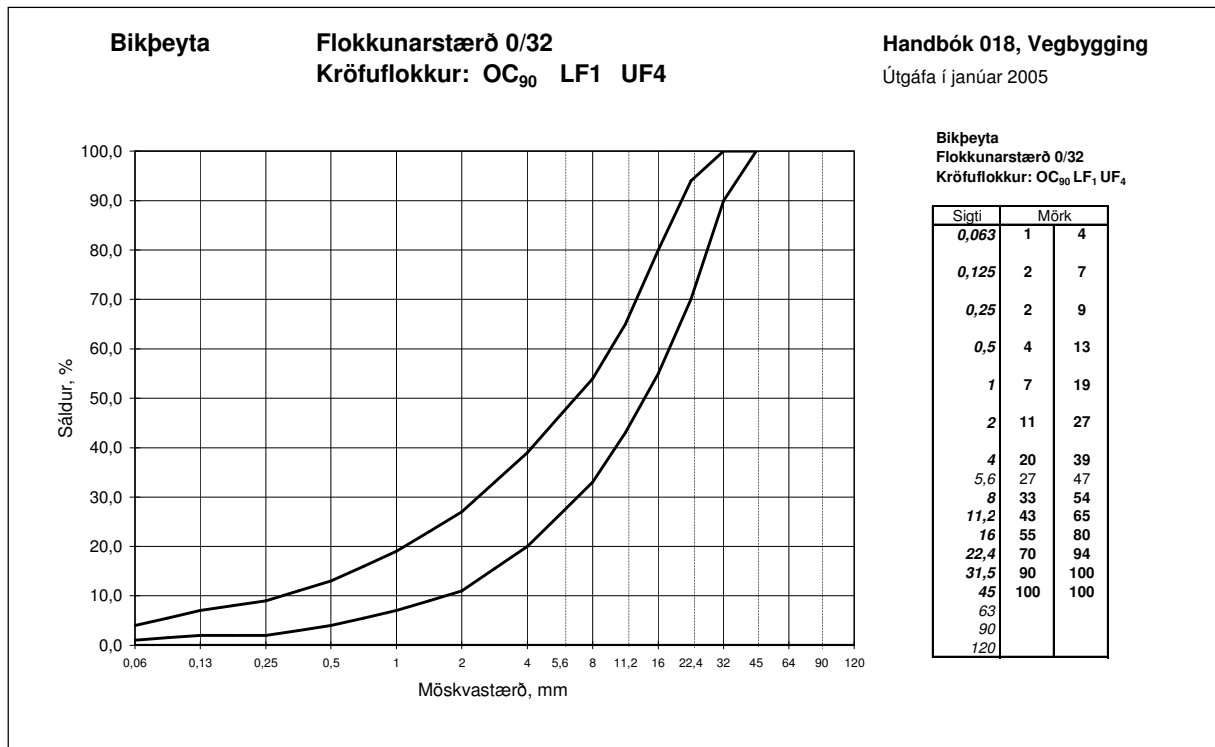
Mynd 5-20: Markalínur steinefnis (leiðbeinandi), fyrir froðumalbik blandað í námu



Mynd 5-21: Markalínur fyrir 16 mm steinefni (leiðbeinandi), fyrir þeytumalbik blandað í námu

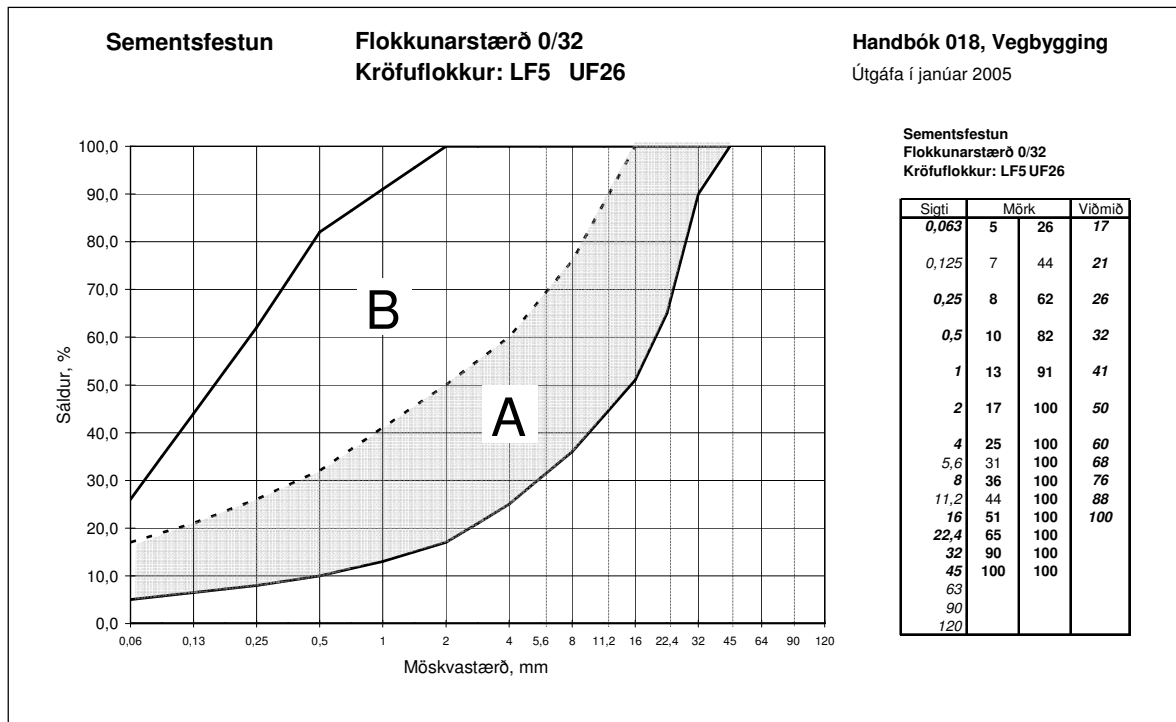


Mynd 5-22: Markalínur fyrir 22 mm steinefni (leiðbeinandi), fyrir þeytumalbik blandað í námu



Mynd 5-23: Markalínur fyrir 32 mm steinefni (leiðbeinandi), fyrir þeytumalbik blandað í námu

Viðmiðun fyrir kornadreifingu efnis í sementsbundin burðarlög eru sýnd á mynd 5-24. Efni innan svæðis merkt A, er heppilegast, en einnig er hægt að festa efni sem lendir á svæði B, en þá þarf meira sementsmagn.



Mynd 5-24: Markalínur steinefnis fyrir sementsbundin burðarlög.

Hér á eftir eru sett fram ákvæði um undir- og yfirstærðir kornadreifingar sem koma til álita þegar ekki er valið að gera kröfur samkvæmt markalínum, t.d. þegar nota skal þúkk í burðarlag.

Í staðli ÍST EN 13242 eru settar fram kröfur um leyfilegar undir- og yfirstærðir flokkaðs efnis og óflokkaðs efnis, sjá töflu 5-7. Í töflunni stendur d fyrir neðri flokkunarstærð og D fyrir efri flokkunarstærð, t.d. 16/45 (d/D). Nokkrir valkostir eru fyrir undir- og yfirstærðir í flokkuðu efni, til dæmis kröfuflokkur G_C 85/15 þar sem G_C X/Y táknar að minnst X % efnisins eiga að smjúga grófara sigtið (efri flokkunarstærð) og mest Y % mega smjúga það fínna (neðri flokkunarstærð). Auk þess eru samsvarandi ákvæði fyrir $d/2$, $1,4 D$ og $2 D$.

Fyrir óflokkað efni þ.e.a.s. 0/X efni þar sem $d = 0$ (t.d. 0/63) má velja milli kröfuflokka G_A úr töflu 5-7 um yfirstærðir þar sem G_A X táknar að minnst X % eiga að smjúga sigti efri flokkunarstærðar, auk samsvarandi ákvæða um $1,4 D$ og $2 D$, en þar sem neðri flokkunarstærð er 0 eru engir kröfuflokkar um undirstærðir.

Tafla 5-7: Kröfuflokkar með leyfilegum yfir- og undirstærðum samkvæmt staðli ÍST EN 13242

Gerð steinefnis	Stærð, mm	Sáldur, % af þyngd					Kröfuflokkur G
		2 D ^a	1,4 D	D ^b	d ^c	d/2	
Flokkað efni*	d ≥ 1 og D > 4	100	100	90-99	0-10	0-2	G _C 90/10
		100	98-100	90-99	0-15	0-5	G _C 90/15
		100	98-100	85-99 ^b	0-15	0-5	G _C 85/15
Óflokkað efni*	d = 0 og D > 4	100	98-100	90-99	-	-	G _A 90
		100	98-100	85-99	-	-	G _A 85

Skýringar við töfluna:

^a Steinefni með D>63 mm (t.d. 90 mm) er undanþegið ákvæðinu um sáldur á sigti með möskvastærð 2D, þar sem sigtaröð ISO 565/R20 takmarkast að ofan við 125 mm sigti. Ákvæðið varðandi 1,4D gildir hinsvegar.

^b Ef hlutfallið D/d er minna en 2 (flokkað efni) og kröfuflokkurinn er G_C 85/15, má minnka hlutfallið sem smýgur sigti með möskvastærðina D um 5 %, að teknu tilliti til fyrirhugaðrar notkunar steinefnisins.

^c Mörkunum fyrir þann hluta steinefnanna sem smjúga sigti með möskvastærð d má breyta og tilgreina í staðinn tölu t.d. á bilinu 1-15 fyrir G_C 85/15 ef það er nauðsynlegt til að tryggja heppilega stærðadreifingu steinefnisins.

**Það sem nefnt er flokkað efni hér kallast „Coarse“ í staðlinum, samanber C í kröfuflokki G_C. All-in í staðlinum samanber A í G_A er nefnt óflokkað efni hér.*

Sem dæmi um notkun á töflu 5-7 má taka flokkað efni 22/63 þ.e. d = 22 og D = 63. Ef valinn er kröfuflokkur G_C 85/15 þá mega 0 – 15% af efninu smjúga 22 mm sigti (d) og 85 – 99% af efninu skal smjúga 63 mm sigti (D). Þannig verður að lágmarki 1% af efninu að sitja á 63 mm sigtinu sem er mikilvægt til að tryggja að efnið nái þeirri efri flokkunarstærð (þ.e. D = 63). Samkvæmt kröfuflokki G_C 85/15 mega 0 – 5% af efninu smjúga 11 mm sigti (d/2 = 11) og 98 – 100% verða að smjúga 90 mm sigti (1,4 × D = 90). Að lokum verður allt efnið að smjúga 125 mm sigti (2 × D = 125).

Sem dæmi um óflokkað efni má taka flokkunarstærðir 0/90 þ.e. d = 0 og D = 90. Ef valinn er kröfuflokkur G_A 80 þá skulu 80 – 99% af efninu smjúga 90 mm sigti (D) og eins og í dæminu hér fyrir ofan verður að lágmarki 1% af efninu að sitja á 90 mm sigtinu. Á bilinu 98 – 100 verða að smjúga 125 mm sigti (1,4 × D = 125). Að lokum verður allt efnið að smjúga 180 mm sigti (2 × D = 180).

Auk ákvæðanna um yfirstærðir og undirstærðir eru í staðli ÍST EN 13242 ákvæði, fyrir flokkað efni (D/d > 2), um millistærðir D/1,4 og D/2, sjá töflu 5-8. Sem dæmi má taka að fyrir flokkað efni 22/63 (D/d < 4) þá má á bilinu 20-70% af efninu smjúga 45 mm sigti (D/1,4) ef neðri valkosturinn er valinn.

Tafla 5-8: Ákvæði um sáldurdreifingu millistærða

Hlutfall, D/d	Stærð millisigtis, mm	Sáldur, %
<4	D/1,4	25-80
		20-70
≥4	D/2	20-70

Húmus

Efni sem nota á í burðarlag skal vera laust við lífræn óhreinindi. Yfirleitt er sjónmat látið nægja til að meta hvort lífrænt efni sé innan marka, en í vafatilfellum skal prófa samkvæmt staðli ÍST EN 1744-1 og er miðað við að efnið standist kröfur samkvæmt staðallaun í NaOH prófi samkvæmt staðli ÍST EN 13242.

Þjálni

Efni sem nota á í burðarlag má ekki flokkast sem þjálnt efni. Sjónmat er almennt látið nægja til að meta þjálni en í vafatilfellum skal efnið prófað með tilliti til þjálni. Ef fínefni (þ.e. efni minna en 0,063 mm) er minna en 3% er ekki ástæða til að prófa þjálni efnisins.

Heimilt er að gera kröfu um þjálnipróf samkvæmt grein 4.5 í staðli ÍST EN 13285

Stærðargreining fínefna

Almennt er krafa um að fínefni minna en 0,063 mm sé undir 5% (7% fyrir burðarlög malarvega). Hins vegar má nota efnið þó að fínefnið sé á bilinu 5-6% (7%) ef þyngdarhluti sýnis undir 0,02 mm er minni en 3% miðað við stærðarflokk 0/22 mm). Stærðargreining fínefna er gerð með hydrometer eða lasertæki.

Heimilt er að gera kröfu um slíkt próf til að meta frostnæmi efna samkvæmt grein 4.5 í staðli ÍST EN 13285.

Berggreining

Leiðbeinandi kröfur um leyfilegt magn steinefna í 3. gæðaflokki fyrir burðarlag, eru sýndar í töflu 5-9. Kröfurnar miðast við sýni af 5,6-11,2 mm steinefni.

Tafla 5-9: Leiðbeinandi kröfur um leyfilegt magn steinefna í gæðaflokkum við berggreiningu.

	Hluti sýnis (%) í 3. gæðaflokki samkvæmt berggreiningu	
Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU_b	Mjög ummyndað efni	Ferskt, fínblöðrótt efni*
≥400	≤ 7	≤ 12
≥100	≤ 10	≤ 20
≥10	≤ 15 (20)	≤ 30 (35)
<10	≤ 15 (25)	≤ 30 (40)

* Miðað er við að meirihluti þess efnis sem lendir í 3. gæðaflokki sé af viðkomandi berggerð. Kröfur innan sviga gilda fyrir burðarlag vega með malarlitalagi.

Athygli er vakin á tvenns konar kröfum um leyfilegt magn 3. flokks efnis samkvæmt berggreiningu. Munurinn liggur í því að bergbrigði með ólíka eiginleika lenda í sama gæðaflokki samkvæmt kerfinu. Þar sem ummynduð bergbrigði eru talin mun óæskilegri fyrir burðarlög en fersk, eru gerðar rýmri kröfur til ferskra efna en ummyndaðra, jafnvel þótt þau séu fínblöðrótt og brotni þar af leiðandi niður undan álagi. Ástæðan er sú að við niðurbrot mikið ummyndaðs bergs geta skaðlegar leirsteindir leyst úr læðingi, en við niðurbrot ferskra efna er afurð niðurbrotsins skaðlaus fyrir burðarlag.

Ef setberg er í efninu þarf að meta það sérstaklega hvort hætta sé á því að við niðurbrot þess hækki fínefni efnisins yfir leyfileg mörk.

Í framleiðslustaðli, ÍST EN 13242 eru ekki eiginlegar kröfur til niðurstöðu berggreiningar. Berggreiningin á aðeins að segja almennt til um berggerð sýnisins og fylgja með sem upplýsingar um efnið. Íslenska aðferðin hefur verið aðlöguð ÍST EN 932-3, en er mun ýtarlegri í skiptingu basalts eftir ummyndun og þéttleika. Íslenska gæðaflokkunin er hins vegar alveg óháð Evrópustöðlum og hefur enga tilvísun í þá, enda er ávallt talað um leiðbeinandi kröfur til gæðaflokkunar í þessu riti.

Frostþolspróf

Kröfur til niðurstaðna frostþolsprófs fyrir steinefni í burðarlög koma fram í töflu 5-10. Kröfurnar eru miðaðar við sýni af 8-16 mm steinefni og miðast við að prófið sé gert samkvæmt ÍST EN 1367-6 (frostþol í saltlausn).

Tafla 5-10: Kröfur til niðurstöðu frostþolsprófs fyrir steinefni í burðarlög.

Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU_b	Niðurbrot, % Flokkun skv. ÍST EN 13242
≥ 400	F_{EC8}
≥ 100	F_{EC14}
≥ 10	F_{EC14}
< 10	F_{ECNR}

NR merkir engin krafa. EC í F_{EC} stendur fyrir „extreme conditions“

Gera skal frostþolspróf ef 3. flokks efni samkvæmt berggreiningu er að mestu mjög ummyndað basalt og stenst ekki leiðbeinandi gæðaflokkun fyrir viðkomandi umferðarflokk.

Í framleiðslustaðli, ÍST EN 13242 er gert ráð fyrir að hægt sé að velja á milli staðals ÍST EN 1367-1 (frostþolspróf í ferskvatni), ÍST EN-1367-2 (magnesium-súlfatpróf) og ÍST EN 1367-6 (frostþolspróf í saltvatni) og hefur síðastnefnda prófið verið valið hérlendis.

Brothlutfall

Kröfur til niðurstaðna mælinga á brothlutfalli steinefnis í burðarlag koma fram í töflu 5-11. Prófið er gert á flokkuðu sýni samkvæmt staðli ÍST EN 933-5.

Tafla 5-11: Kröfur til niðurstöðu mælinga á brothlutfalli steinefna í burðarlög.

Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU_b	Malað set Flokkun skv. ÍST EN 13242	Malað berg Flokkun skv. ÍST EN 13242
≥ 400	$C_{50/10}$	$C_{95/1}$
≥ 100	$C_{50/10}$	$C_{95/1}$
≥ 10	$C_{50/30}$	$C_{95/1}$
< 10	$C_{NR/50}$	$C_{NR/NR}$

NR merkir engin krafa.

Í töflunni merkir $C_{X/Y}$ að $\geq X\%$ efnisins á að vera brotið, en $\leq Y\%$ má vera alnúið. Steinefnakorn telst vera brotið ef minnst helmingur yfirborðs kornsins er brotið. NR þýðir að ekki eru gerðar kröfur um hversu stór hluti efnisins sé brotinn. Ekki er gerð krafa um brothlutfall fyrir burðarlag vega með malarslitlagi.

Styrkleikapróf

Kröfur til niðurstöðu styrkleikaprófs á steinefni í burðarlag koma fram í töflu 5-12. Miðað er við að 10 -14 mm steinefni sé prófað samkvæmt staðli ÍST EN 1097-2.

Tafla 5-12: Kröfur til styrkleika steinefna í burðarlag.

Fjöldi þungra ökutækja, $\dot{A}DU_p$	LA flokkun skv. ÍST EN 13242	
	Ef 3. flokks efni skv. berggr. er mjög ummyndað	Ef 3. flokks efni skv. berggr. er ferskt, fínblöðrótt basalt
≥ 400	LA ₂₀	LA ₂₅
≥ 100	LA ₂₀	LA ₃₀
≥ 10	LA ₂₅ (30)	LA ₃₅ (40)
<10	LA ₃₀ (35)	LA ₄₀ (50)

Kröfur innan sviga gilda fyrir burðarlag vega með malarlitlagi.

Í töflunni þýðir LA_X að LA-stuðullinn skuli að hámarki vera X %.

Við mat á styrkleika steinefna hélendis hefur svokallaður Bg-stuðull einnig verið mældur, þar sem efni með samsetta lokaða kornakúrfu er prófað. Sú aðferð er þó ekki til sem Evrópustaðall, en miða má við kröfur í töflu 5-13 ef valið er að nota þá aðferð til viðbótar eða í staðinn fyrir LA prófið. Í kafla 5.2.2 er umfjöllun um það hvenær ráðlegt er að velja Bg próf til viðmiðunar við LA próf.

Tafla 5-13: Kröfur til styrkleika steinefna í burðarlag

Fjöldi þungra ökutækja, $\dot{A}DU_p$	Bg-stuðull - modified	
	Ef 3. flokks efnið er mjög ummyndað	Ef 3. flokks efni er ferskt, fínblöðrótt basalt
≥ 400	≤ 8	≤ 10
≥ 100	≤ 8	≤ 11
≥ 10	≤ 10 (12)	≤ 14 (16)
<10	≤ 12 (14)	≤ 16 (20)

Kröfur innan sviga gilda fyrir burðarlag vega með malarlitlagi.

Kornalögun

Kröfur til kornalögunar steinefna í burðarlög koma fram í töflu 5-14. Prófið er gert skv. staðli ÍST EN 933-3.

Tafla 5-14: Kröfur til kornalögunar steinefna í burðarlag.

Fjöldi þungra ökutækja, $\dot{A}DU_p$	Flokkun samkvæmt staðli ÍST EN 13242
≥ 400	FI ₂₀
≥ 100	FI ₂₀
≥ 10	FI ₃₅
<10	FI ₄₀

Í töflunni þýðir FI_X að kleyfnistuðullinn (flakiness index) skuli að hámarki vera $X\%$. Engar kröfur eru gerðar um kornalögun fyrir burðarlag vega með malarslitlagi.

5.5.2 Kröfur til efnismassa

Proctorpróf

Rúmþyngdarmælingar úr proctorprófi má nota sem mælikvarða á þjöppun, með því að bera þær saman við rúmþyngdir mældar með geislamælingum (Troxler) eða sandkeilu aðferð. Sandkeilupróf og geislamælingar eru ekki gerðar á grófkorna efni, þannig að notkunin takmarkast við að efnið í burðarlaginu sé með hámarks-kornastærð milli 20 og 30 mm. Ef miðað er við proctorpróf telst efnið nægilega þjappað þegar þurr rúmþyngd þess er hærri en rúmþyngd sem tilsvavar 98% af hæstu rúmþyngd við Modified Proctor þjöppun.

Í þeim tilvikum sem proctorprófið bendir til að þjöppun efnisins sé háð rakainnihaldi þess, eru niðurstöður þess notaðar til að ákveða við hvaða rakastig skal þjappa burðarlag. Er þá miðað við lægra gildið af tveimur, hagstæðasta rakastiginu (W_{obt}), sem er það rakastig sem gefur hæsta þurra rúmþyngd við proctorþjöppun, eða rakastig sem er þremur prósentum lægra en metunarrakinn samkvæmt proctorprófinu ($W_{mettad}-3\%$). Æskilegt er að þessar niðurstöður liggi fyrir við hönnun.

Í framleiðslustaðli, ÍST EN 13285, kemur fram að ákveða skal þurra rúmþyngd og heppilegasta rakastig (optimal water content) efnisins við þjöppun, en þessa þætti má meðal annars mæla með proctorprófi.

CBR-próf

Efni má nota í burðarlag þó kornakúrfa þess sé ekki innan marka, ef CBR-gildi á mettuðu sýni mælist við þurra rúmþyngd sem svarar til 98% af hæstu þurru rúmþyngd við Modified-Proctor þjöppun samkvæmt töflu 5-15.

Tafla 5-15: Kröfur til CBR gilda efnis í burðarlag vega.

Fjöldi þungra ökutækja, ΔDU_b	CBR
≥ 400	>80
≥ 100	>75
≥ 10	>70
<10	>65
<i>Í norsku handbókinni 018, bls. 269, er gerð lágmarks krafa um CBR gildi 100 og ef ΔDU er meiri en 1500 þá CBR 110.</i>	

Þó efnið sé of gróft fyrir CBR-próf (meira en 30% grófara en 22,4 mm) má heimila notkun þess ef fínni hluti þess (sá sem prófaður er í CBR-prófinu) uppfyllir ofanskráðar kröfur. Hins vegar er rétt að taka fram að samkvæmt staðli er ekki gert ráð fyrir að gera CBR próf á svo grófu efni. Engar kröfur eru gerðar til CBR gildis fyrir burðarlag vega með malarslitlagi.

Í framleiðslustaðli, ÍST EN 13285 eru engar kröfur um niðurstöður CBR-prófa.

Plötupróf í stórum stálhólki

Ef ákveðið hefur verið að meta hvort efni er hæft í burðarlag, með því að gera plötupróf í stórum stálhólki, er krafan sú að E_2 sé hærra en 220 MPa. Ekki eru gerðar kröfur um E gildi fyrir burðarlag vega með malarslitlagi.

Þetta próf er ekki til sem Evrópustaðall þannig að í Evrópustöðlum er því ekki að finna kröfur til niðurstöðu þess.

Kleyfnibrotþol bikbundinna efna

Við hönnun skal miða við að kleyfnibrotþol bikbundinna efna sé ≥ 100 kPa. Það samsvarar álagsdreifingarstuðli $a=1,75$, samkvæmt norska vegstaðlinum þegar hannað er samkvæmt aðferð 1. Breyta má út af þessum kröfum í sérstökum tilvikum og jafnframt má nota niðurstöðurnar á annan hátt, til dæmis ef hannað er samkvæmt aðferð 2 í norska staðlinum má reikna álagsdreifingarstuðulinn út frá líkingunni:

$$a = 0,38 * \sqrt[3]{p}$$

þar sem p er kleyfnibrotþolið við 25 °C.

Þetta próf er ekki gert samkvæmt Evrópustaðli.

Þrýstibrotþol sementsbundinna efna

Brotþol sementsbundins burðarlagsefnis, skal að lágmarki vera 5 MPa eftir 7 daga, fyrir sívalning 150 mm í þvermál og 150 mm að hæð.

5.5.3 Kröfur við framkvæmd

Burðarlag skal leggja út í rétta lagþykkt með þúkkdreifara og að útlögn lokinni á yfirborðið að standast kröfur sem gefnar eru upp í töflu 5-16. Við útlögn þarf að halda aðskilnaði kornastærða í skefjum eins og kostur er og því er mikilvægt að halda efninu hæfilega röku allan verktímann. Við útlögn burðarlagsins skal byrja fjærst efnishaugum hverju sinni til að halda vinnuumferð í lágmarki á efra burðarlaginu. Haga skal vinnu við útlögn burðarlags þannig, að ekki berist skaðleg efni eins og leir og mold inn á burðarlagið.

Ef notað er þúkk eða flokkað efni í burðarlag þarf að jafna yfirborðið og ef skortur er á millistærðum í efninu getur þurft að kíla það með fínna efni. Ef aðskilnaður kemur í ljós í útlögðu burðarlagi úr sprengdu og muldu bergi og lagið er laust við flekki með of miklu fínefni, má lagfæra gróf hreiður með því að strá í þau þunnu lagi af meðalgrófum sandi sem síðan er titraður niður á milli. Að öðrum kosti þarf að blanda efninu saman og leggja út að nýju. Efnið sem notað er til afréttingar þarf að uppfylla kröfur til burðarlags. Gæta verður þess að magn kílingarefnis sé hæfilegt þannig að ekki verði eftir á yfirborði umframmagn af fíngerðu efni eftir völtun.

Burðarlag skal þjappað við rakastig sem tryggir góða þjöppun samkvæmt Modified Proctor prófi í samræmi við kröfur sem eru tilgreindar í kafla 5.5.2.

Þess skal gætt að yfirborð burðarlags hafi verið hreinsað vel, losað við öll óhreinindi, jafnað, þjappað og frágengið áður en lagning slitlags hefst. Eftir að gengið hefur verið frá yfirborði má engin vinnuumferð vera á því. Fordast skal aðskilnað

kornastærða (separation) efnisins og bæta úr á fullnægjandi hátt þar sem aðskilnaður verður.

Útlögn slitlagslags má ekki hefjast fyrr en gerð burðarlags hefur verið tekin formlega út og samþykkt.

Þjöppunarmælingar

Í upphafi verks skal verktaki leggja fram áætlun um allan tækjabúnað sem hann áætlar að nota við þjöppun vegarins og um þær aðferðir sem hann hyggst beita við að mæla árangur þjöppunarinnar.

Æskilegt er að valtar séu búnir tölvubúnaði sem tengdur er við GPS staðsetningarbúnað þegar umferðir valta eru taldar. Slíkur búnaður tryggir að allt yfirborð vegarins hafi verið þjappað með fullnægjandi hætti. Einnig er æskilegt að valtar séu útbúnir með þjöppumæli. Hraði valta skal vera á bilinu 3 til 6 km/klst. Stjórnandi valta skal halda dagbækur um völtun, þar sem fram kemur:

- dagsetning
- gerð og stærð valta
- þyngd og breidd tromlu
- hvaða vegstæði var valtað
- hvaða lag í vegi
- lagþykkt
- hraði valta
- fjöldi yfirferða.

Tafla 5-3 í kafla 5.4.3 sýnir lágmarksfjölda umferða mismunandi valta miðað við lagþykkt.

Viðmiðunargildi **þjöppumælis á valta** skal ákveða út frá niðurstöðum plötuprófsmælinga við upphaf verks og skal miða við E_2 og gildin fyrir hlutfall E gilda í töflu 5-15. Framkvæma skal plötupróf á veikustu punktum hvers kafla vegarins sem hefur einsleita efnisgerð og undirstöðu. Endurtaka skal mælingu á tilraunafyllingu á minnst 2 mánaða fresti eða eftir hverja 15.000 m² sem unnir hafa verið. Halda skal skrá yfir lokaþjöppun þar sem er skráð stöð og hvaða lag er valtað. Gera má ráð fyrir að 5% viðbótarþjöppun mælist milli síðustu yfirferða valta á yfirborði burðarlags. Mælingar sýna þjöppunarstig og hve mikið þjöppun eykst í % fyrir eina viðbótarumferð. Völtun telst fullnægjandi þegar viðbótarþjöppun við eina viðbótarumferð er undir þeim gildum sem mælast við tilraunaþjöppunina.

Ef ekki er hægt að gera tilraunaþjöppun, má miða við reglur um val á valta, lagþykktir og meta fjölda yfirferða út frá niðurstöðum mælisins. Þá er miðað við að hægt sé að hætta ef munur milli umferða er innan við 5%.

Við athugun á niðurstöðum **plötuprófa** eru annars vegar gerðar kröfur um lágmark fyrir gildi E_2 og hins vegar kröfur um að hlutfallið milli gildanna E_2/E_1 sé ekki of hátt. Fyrri krafan er gerð til að tryggja að nægilegt burðarþol hafi náðst við þjöppunina, en hin síðari til að tryggja að þjöppun sé nægileg. Nauðsynlegt er að hafa báðar þessar kröfur saman, því fyrir getur komið, til dæmis ef vegur er byggður á mýri, að hlutfallið sé lágt og þjöppun þannig góð en E_2 sé líka lágt og burðarþolið því ekki nægilegt. Rétt er að taka fram að ekki er rétt að líta á þessi E-gildi, sem reiknuð eru út

frá niðurstöðum plötuprófa, út frá fræðilegu sjónarhorni sem upplýsingar um eðlisfræðilega eiginleika efnisins í burðarlaginu. Réttara er að skoða þau sem nokkurs konar “mótstöðustuðla”, sem gefa hugmynd um burðarþol út frá reynslu. Almenna krafan er að niðurstöður plötuprófa skulu að lágmarki ná gildunum $E_2 \geq 120$ MPa, en fyrir hraun er krafan ögn rýmri, eða að $E_2 \geq 100$ MPa. Krafa um hlutfall milli E-gilda kemur fram í töflu 5-16.

Tafla 5-16: Niðurstöður plötuprófa, kröfur til E_2 gildis og hlutfalls E-gilda úr plötuprófi með 300 mm plötu.

Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU _b	E_2 MPa	E_2/E_1
≥ 400	≥ 120 (100)	$\leq 2,5$
≥ 100	≥ 120 (100)	$\leq 3,0$
< 100	≥ 120 (100)	$\leq 3,5$
Í norsku handbókinni 018, bls. 254, töflu 520.7, er krafan fyrir alla vegi $E_2/E_1 \leq 2,5$ og $E_2 > 150$		

Mælingar á rúmþyngdum (*sandkeilupróf* eða *geislamæling*) skulu sýna að þurr rúmþyngd eftir þjöppun sé a.m.k. 98% af hæstu þurri rúmþyngd við Modified Proctor þjöppun.

Í undantekningartilvikum eru notaðar *hæðarmælingar*, þá telst þjöppun nægileg, ef meðal sig yfirborðs frá næst síðustu til síðustu umferðar valta, er minni en 10% af heildarsigi, sem þjöppunin hefur í för með sér.

Þegar **bikbundið burðarlag** er þjappað, er fylgst með þjöppuninni með *geislamæli* og telst hún nægileg þegar breytingar á rúmþyngd milli umferða er orðin ásættanlega lítil (minni en 5%), eða þegar kröfum um rúmþyngd er náð. Ef síðarnefnda viðmiðunin er notuð, ætti a.m.k. í stærri verkum að gera tilraunaþjöppun með viðkomandi valta og efni til að ákveða nauðsynlegan fjölda yfirferða. Ef valti er búinn þjöppunarmæli er hann notaður og miðað við að munur milli lokaumferða sé minni en 5%.

Sementsbundið burðarlag er þjappað þar til kröfum er náð. Kröfurnar eru miðaðar við að mæld rúmþyngd með *geislamæli* sé 97% af mældri rúmþyngd kjarna sem þjappaðir eru með Kango-hamri á rannsóknastofu. Líklegt er að þessar kröfur náist ef þjöppunin er gerð á þann hátt að fara fyrstu tvær umferðirnar með gúmmíhjólavalta en eftir það má nota stáltromluvalta án titrunar fyrstu umferðirnar. Þjöppun skal lokið á innan við 4 klukkustundum ef hiti er á bilinu 5-10°C en 3 klukkustundum ef hann er meiri en 10°C.

Prófanir fyrir bundin burðarlög

Þegar mælingar í bikinnihaldi sýna úr bikbundnum burðarlögum er metin, með tilliti til hvort **blöndun sé nægilega góð** skal ekki vera meira en 1,2% munur á mesta og minnsta mældu bikinnihaldi.

Þegar **þensla froðubiks** er metin á það að þenjast út, þannig að rúmmál þess 12 til 18 faldast. Miða á við að rúmmálspenslan sé a.m.k. 12 föld. Rúmmálið má svo ekki minnka um helming, fyrr en að minnsta kosti 15 sekúndum liðnum.

Þegar fylgst er með **bikmagni** sem notað er í bikbundin burðarlög við fræsingu og festun, skal frávikíð ekki vera meira en $\pm 0,4\%$ fyrir hvern 18-20 tonna farm bindiefnis og ekki meira en $\pm 0,2\%$ fyrir verkið í heild.

Þegar **sementsmagn** sem notað er við fræsingu og festun er metið, er miðað við að frávikíð sé mest $\pm 1 \text{ kg/m}^2$.

Sléttleiki, hannað yfirborð, þverhalli og þykktir

Kröfur um mesta frávik frá hönnuðu yfirborði, sléttleika þvers og langs og frávik frá hannaðri þykkt koma fram í töflu 5-17.

Tafla 5-17: Kröfur til sléttleika, hannaðs yfirborðs, þverhalla og þykkta burðarlags, mælt á 500 m kafla fyrir tveggja akreina veg og 1000 m á einnar akreinar vegi.

	Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU_p			
	≥ 100		< 100	
	<i>einstök mæling</i>	<i>meðaltal</i>	<i>einstök mæling</i>	<i>Meðaltal</i>
Hámarks frávik frá hönnuðu yfirborði (mm)	+20/-30	+5/-10	+30/-30	+10/-15
Sléttleiki í þverátt mældur með 3 m réttsskeið (mm)*	10		15	
Sléttleiki í langátt mældur með 3 m réttsskeið (mm)*	10		15	
Hámarksfrávik frá hannaðri lagþykkt (%)	+20/-10	/-5	+30/-15	/-10

*hámarks bil milli réttsskeiðar og yfirborðs, ekki mælt undir útkrögun.