



4

# Burðarþolshönnun

leiðbeiningar, LEI-3301, útg. 1



# Skýrsla unnin á vegum Rannsóknarsjóðs Vegagerðarinnar.

## Verkefnahópur

Haraldur Sigursteinsson  
Halldór Torfason  
Kristján Kristjánsson  
Sigursteinn hjartarson  
Steinn Leó Sveinsson

Desember 2013

## Flokkun gagna innan Vegagerðarinnar

Flokkur	Efnissvið	Einkenni (litur)
1	Lög, reglugerðir, og önnur fyrirmæli stjórnvalda	Svartur
2	Stjórnunarleg fyrirmæli, skipurit, verkefnaskipting, númeraðar orðsendingar	Gulur
3	Reglur, alm. verklýsingar, sérskilmálar	Rauður
4	Handbækur, leiðbeiningar	Grænn
5	Greinargerðir, álitserðir, skýrslur, yfirlit	Blár
Ú	Útboðslýsingar	

---



## LEIÐBEININGAR UM BURÐARÞOLSHÖNNUN

Leiðbeiningarnar þessar eru byggðar á handbók norsku vegagerðarinnar númer 018 ásamt viðmiðunarreglum Reykjavíkurborgar um malbikun og uppbyggingu vega í borginni. Leiðbeiningarnar eru að nokkru leyti staðfærðar miðað við íslenskar aðstæður. Við burðarþolshönnun hjá Vegagerðinni er gengið út frá þessum leiðbeiningum.

Hefti þetta er unnið hjá Hönnunardeild Vegagerðarinnar í Reykjavík en yfirfarið og endurskoðað af starfshópi sem í voru:

Haraldur Sigursteinsson  
Halldór Torfason  
Kristján Kristjánsson  
Sigursteinn hjartarson  
Steinn Leó Sveinsson

Umsjón:

Haraldur Sigursteinsson  
has@vegagerdin.is

Nánari upplýsingar m.a. um efnismál er að finna á heimasíðu Vegagerðarinnar:

<http://www.vegagerdin.is> undir:

Upplýsingar og útgáfa /  
Leiðbeiningar og staðlar

eða nánar um efnismálin:

<http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/leidbeiningar-og-stadlar/efnisrannsoknir/>

Desember 2013

# 2 UPPBYGGING VEGA

## ALMENNT

### 201 Inngangur

---

Kafla 2, uppbygging vega, er skipt í þrjá undirkafla:

- 20 Almenn
- 21 Hönnun yfirbyggingar
- 22 Efnisval og útfærsla
- 23 Styrking vega

### 202 Gæðatrygging

---

Til þess að tryggja gæði hönnunar þurfa að liggja fyrir góðar upplýsingar um inngangsstærðir ákveðinna atriða varðandi hönnunina. Þetta innifelur m.a. en takmarkast ekki við eftirfarandi:

- Umferðaralag
- Veðurfarsaðstæður
- Jarðvegs- og umhverfisaðstæður
- Eiginleikar efna í yfirbygginguna
- Innbyrðis virkni mismunandi efna
- Samþætting við núverandi veg

Eftir að hönnun hefur verið gerð, skal rýna hönnun og tillögu að uppbyggingu stærra verka sérstaklega.

Við framkvæmd skal tryggt að efni uppfylli fyrirskrifaðar kröfur.

Almennt gildir Gæðahandbók Vegagerðarinnar varðandi gæðatryggingu burðarþolshönnunar.

# 21 BURÐARÞOLSHÖNNUN NÝBYGGINGA

## 210. Almenn

### 210.1 Hönnun

#### Kröfur til yfirbyggingar

Yfirbyggingunni er ætlað að dreifa álaginu frá umferðinni yfir á undirstöðuna þannig að ekki komi upp skemmdir á veginum og óviðunandi formbreytingar verði á slitlaginu. Yfirbyggingin skal byggjast upp af burðarmiklum, frostöruggum efnum sem ekki eru næm fyrir háu rakainnihaldi og hafa nægjanlegt burðarþol allt árið. Efnisval og þykktir eru háð umferðarálaginu, undirstöðunni og veðurfræðilegum aðstæðum.

#### Umferð

Umferðarálagið, hönnunarumferðin N, er mikilvægur liður í burðarþolshönnun vega. N er heildarfjöldi ása pr. akrein á hönnunartímanum, sem jafngilda 10 tonna ás miðað við fjórðaveldisregluna. Hægt er að finna N út frá mynd 212.4.

Áspungi (tonn)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Jafngildisstuðull	0,001	,0016	0,008	0,026	0,063	0,13	0,24	0,41	0,66	1,00	1,46	2,07	2,86	3,84	5,06
Áspungadreifing fyrir 8 tonna veg	6	14	20	18	11	7	6	5,5	5	3,5	2	1,2	0,5	0,2	0,1
Áspungadreifing fyrir 10 tonna veg	4	8	11	14	11	10	9	8	7	6,5	5,5	3,5	1,6	0,6	0,3

Jafngildisstuðlar og hlutfallsleg dreifing þungra ökutækja skv. hb018

Stofn- og tengivegi skal að öllu jöfnu hanna fyrir 10 tonna áspunga og 20 ára hönnunartíma. Við val á veguppbyggingu og efnum í yfirbyggingu vegarins verður að hafa hliðsjón af umferðarálaginu.

#### Undirstaða/efni

Undirstöðum er skipt í sjö burðarþolsflokka sbr. mynd 210.1b en burðarþolsflokkar eru tengdir burðarþoli og frostnæmi efnanna.

Gera skal jarðvegslýsingu fyrir vegsvæðið og skipta því niður í kafla út frá sýnatöku úr undirbyggingu og flokkun jarðefna sbr. lið 210.2.

Skipta skal veginum í nokkuð einsleita kafla. Þess skal þó gætt að kaflaskipting verði ekki svo mikil að það komi niður á eðlilegum framkvæmdum. Það er talið viðsættanlegt að ca. 10% hvers kafla geti haft lélegri undirstöðu en sú sem notuð er til viðmiðunnar við hönnun. Gera skal sérstaka grein fyrir aðgerðum ef um er að ræða stutta kafla á lélegri undirstöðu.

#### Burðargildi undirbyggingar

Burðargildi undirbyggingar og einstakra laga í yfirbyggingunni, E-gildi, skerstyrk o.fl. er hægt að ákvarða beint með mælingum. Slik gildi eru þó háð aðstæðum hverju sinni og geta verið breytileg miðað við árstíma og verður að hafa þetta í huga við hönnunina.

#### Rakaviðkvæm efni

Malarefni er að öllu jöfnu orðið rakaviðkvæmt ef hlutfall finefna, minni en 63 µm af efnismassa undir 20 mm er orðið meira en 8%. Við skoðun kornadreifingar þarf því að huga að þessu, annaðhvort að hafa 20 mm sigti í sigtaröðinni eða „interpolera“ á milli sigta.

#### 10 tonna áspungi

Í forsendunum fyrir „hönnun fyrir 10 tonna áspunga“ er m.a. gert ráð fyrir að leyfilegt álag á drifás sé 11,5 tonn, álag á tvíás 19 tonn og loftþrýstingur 0,9 MPa.

#### Undirstaða

Efni í undirbyggingu eru flokkuð eftir styrk og gerð í fjóra frostflokka og sjö burðarþolsflokka eins og sýnt er í töflu 210.1. Flokkunin byggir aðallega á frostnæmi efnisins og sérstakt tillit er tekið til burðarþols á þíðutímabilinu.

Flokkun undirbyggingar ásamt umferðarálagi ákvarðar burðarjafngildi allrar yfirbyggingarinnar (*styrkeindeks*). Þannig fæst heildarþykkt yfirbyggingarinnar í grófum dráttum, sem er að sjálfsgöðu háð því hvaða efni (álagsdreifistuðlar) eru valin.

Tafla 210.1a . Frostflokkun undirbyggingarefna

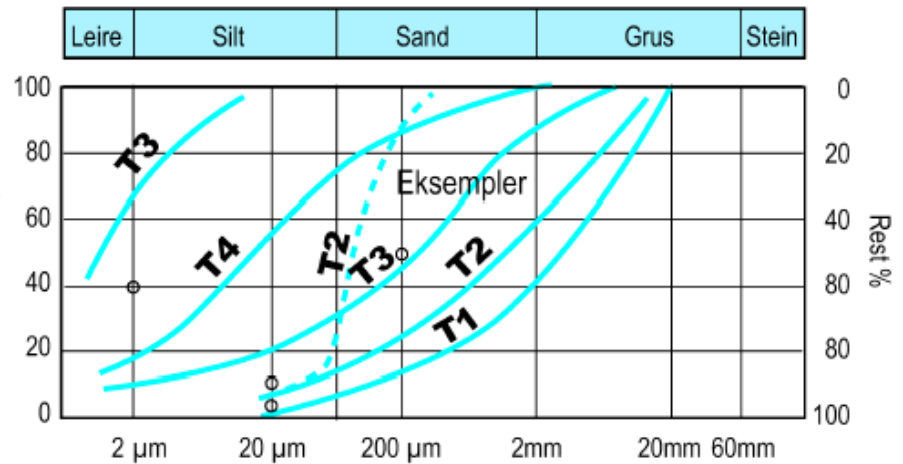
Frostflokkun				
Frostflokkar		% fínefna af efni < 20 mm		
		< 2 μm	< 20 μm	< 200 μm
T1	frostfrítt efni		< 3	
T2	lítið frostnæmt efni		3 – 12	
T3	meðal frostnæmt efni		> 12	< 50
T4	mikið frostnæmt efni	< 40	> 12	> 50

Efni sem hefur meira en 40% < 2 μm telst vera meðal frostnæmt og er í frostflokki T3. Slík efni eru að verulegum hluta leir sem finnst aðeins í undantekningatilfellum hér á landi.

Í flokkun efna er grófleikatalan Cu skv. USCS flokkunarkerfinu

$$Cu = D_{60}/D_{10}$$

Þar sem D60 er sú kornastærð sem 60% af efninu er undir og D10 er sú kornastærð sem 10% af efninu er undir.



Mynd 210.2 Dæmi um frostflokkun kornakúrfa, úr hb018.

Tafla 210.1b Flokkun undirbyggingarefna

Efni	Frost-flokkur	Burðarþols-flokkur	E-gildi MPa
Klökk og sprengt grjót	T1	1	
Möl, Cu ≥ 15	T1	2	110
Möl, Cu < 15	T1	3	100
Bergskering, grjótfylling	T2	3	75
Sandur, Cu ≥ 15	T1	3	75
Sandur, Cu < 15	T1	4	60
Möl, sandur, jökulruðningur	T2	4	50
Möl, sandur, jökulruðningur	T3	5	30
Leir, silt, jökulruðningur	T4	6	20
Mór		7	

## 210.2 Jarðvegsrannsóknir

Umfang sýnatöku úr undirbyggingu skal minnst vera eins og greint er frá í töflu 210.3. Auk þess skal minnst eitt sýnatökusnið á hverjum einsleitum kafla.

Nánari leiðbeiningar um jarðvegsathuganir eru í viðauka 5 í handbók 018.

Tafla 210.3 Fjöldi sýnatökusniða.

Vegflokkur	Fjöldi sýnatökusniða á km
Stofnvegir	8
Safn- og tengivegir	4

## 210.3 Efnisval

Í töflum 210.4 og 210.5 eru leiðbeiningar um val efna í burðarlög miðað við umferð.

Í burðarlög er æskilegt að velja mulið berg, púkk eða bundin efni. Mulda grús með lágt brothlutfall ætti að takmarka í samræmi við töflu 210.4.

Þegar burðarlagi er skipt í tvö lög, á efra lagið að hafa a.m.k. 50% af burðargildi alls burðarlagsins.

Tafla 210.4 Leiðbeiningar um val efna í burðarlög

Gerð burðarlags		Efri hluti burðarlags				Neðri hluti burðarlags			
		ÁDU 1)				ÁDU 1)			
		300	1500	3000	15000	300	1500	3000	15000
Mulin mól 2)	$G_k$	[Bar chart showing ranges for Mulin mól]				[Bar chart showing ranges for Mulin mól]			
Mulið berg	$F_k$	[Bar chart showing ranges for Mulið berg]				[Bar chart showing ranges for Mulið berg]			
Kílt púkk	$F_p$	[Bar chart showing ranges for Kílt púkk]				[Bar chart showing ranges for Kílt púkk]			
Bikþeytu púkk	$E_p$	[Bar chart showing ranges for Bikþeytu púkk]				[Bar chart showing ranges for Bikþeytu púkk]			
Bikfyllt púkk	$P_p$	[Bar chart showing ranges for Bikfyllt púkk]				[Bar chart showing ranges for Bikfyllt púkk]			
Bikþeytu mól	$E_g$	[Bar chart showing ranges for Bikþeytu mól]				[Bar chart showing ranges for Bikþeytu mól]			
Froðubik	$S_g$	[Bar chart showing ranges for Froðubik]				[Bar chart showing ranges for Froðubik]			
Bikbundin mól	$B_g$	[Bar chart showing ranges for Bikbundin mól]				[Bar chart showing ranges for Bikbundin mól]			
Endurnotað malb. 3)	$G_{ja}$	[Bar chart showing ranges for Endurnotað malb. 3)]				[Bar chart showing ranges for Endurnotað malb. 3)]			
Asfaltb. sandur	$A_s$	[Bar chart showing ranges for Asfaltb. sandur]				[Bar chart showing ranges for Asfaltb. sandur]			
Asfaltb. púkk	$A_p$	[Bar chart showing ranges for Asfaltb. púkk]				[Bar chart showing ranges for Asfaltb. púkk]			
Asfaltb. mól	$A_g$	[Bar chart showing ranges for Asfaltb. mól]				[Bar chart showing ranges for Asfaltb. mól]			
Sementsb. púkk 4)	$C_p$	[Bar chart showing ranges for Sementsb. púkk 4)]				[Bar chart showing ranges for Sementsb. púkk 4)]			
Sementsb. mól 4)	$C_g$	[Bar chart showing ranges for Sementsb. mól 4)]				[Bar chart showing ranges for Sementsb. mól 4)]			

- 1) Neðri mörk ÁDU eru af hagkvæmnisástæðum, en efri mörk af hæfi efna.
- 2) Hentar ekki á „Stamvegum“ (vegum með mikilvæg þjónustuhlutverk) eða sem burðarlög á vegum með  $N > 0,2$  mill.
- 3)  $G_{ja}$  á við um mjög breytilegan flokk efna og skal meta hvert tilfelli sérstaklega
- 4) Sama efnisgerð er ætluð bæði í burðar- og styrkingarlög.

### Efnisval

- Hvaða efni eru aðgengileg á hverjum stað ?
- Hvaða reynsla er af notkun þess ?
- Hefur efnið verið rannsakað ?
- Hver eru gæði efnisins ?
- Hver er heildarkostnaður efnisins komið í veg ?

### Burðarlög

Burðarlagi er oft skipt í tvö lög, efri og neðri hluta

Tafla 210.5 Leiðbeiningar um val á styrkingarlagi

Gerð efnis	300	1500	5000	10000	15000
	Möl, sandur 1)	■	■	■	■
Púkk, grófmulið efni	■	■	■	■	■
Sprengt grjót 2)	■	■	■	■	■

1) Á ekki að notast sem efra styrktarlag ef  $ADU > 10000$ .

2) Jöfnunarlag úr muldu bergi getur þurft til þess að uppfylla kröfur um sléttleika og til þess að koma í veg fyrir að bikbundið burðarlag sé lagt beint á gróft yfirborð. Varðandi notkun á sprengdu grjóti á veikt undirlag vístast til kafla 521 og 522 í handbók 018.

## 210.4 Gæðatrygging

### 210.41 Almenn

Um almennar gæðakröfur vísast til Gæðahandbókar Vegagerðarinnar. Eftirfarandi ber að athuga sérstaklega.

#### Staðbundnar aðstæður

Sá sem vinnur að áætlanagerð og hönnun verður að vita hvaða efni eru aðgengileg á svæðinu og hvaða reynsla er af notkun þeirra. Einnig þurfa að vera til skráðar upplýsingar um burðarþolsvandamál sem upp hafa komið og hver orsök þeirra hefur verið.

#### Val uppbyggingar

Leitast skal við að í sama verki sé uppbyggingin sem mest sömu gerðar, þykktir geta þó verið breytilegar. Þegar um er að ræða lítil verk ætti að velja uppbyggingu sem er einföld í framkvæmd.

#### Gæðakröfur

Athugað skal hvort allir vegir sem tengjast hverju verkefni sé hannaðir í samræmi við kafla 2 í leiðbeiningum þessum.

Sé á einhvern hátt vikið frá kröfum (leiðbeiningum) í þessum kafla skal gera sérstaka rökstudda grein fyrir slíkum frávikum.

### 210.42 Greinargerð um framkvæmd hönnunar

Í greinargerð um framkvæmd hönnunar skal að minnsta kosti skrá eftirfarandi:

- Hönnun fyrir mismunandi kafla vegarins
  - hönnunaraðferðir
  - jarðvegsrannsóknir sem gerðar hafa verið ásamt burðarþolsflokkun efna
  - ársdagsumferð léttra og þungra ökutækja
- Úrlausnir fyrir sérstakar aðstæður.

#### Allir vegir í sama verkefni

Þegar hér er talað um alla vegi er átt við veg, veghluta, stíga, plön og aðra vegbyggingu sem tengist verkefninu.

## **211. Hönnun vega með malarlitlagi**

---

### **211.0 Hönnunarforsendur**

Þetta gæti t.d. átt við um landsvegir með  $\text{ÁDU} < 300$  og safnvegir með  $\text{ÁDU} < 100$ .

Hönnunartaflan, tafla 211.1, byggist á eftirfarandi:

- 10 tonna áspunga
- Eingöngu séu gerðar kröfur til styrktargildis,  $SI_k$ . Tölugildi styrkingar er það sama og fyrir umferðarflokk A að frádregnum 20, sjá mynd 212.5. Kröfum um burðarlagsgildi,  $BI_k$ , í mynd 212.5 á einnig að vera uppfyllt.
- Malarslitlag 50 mm.

Kröfur til slitlags eru sýndar í kafla x í ritinu um efnisgæði. Aðrar kröfur til efna í yfirbyggingunni eru þær sömu og fyrir styrkingarlög fyrir vegi með asfaltbundin slitlög sbr. kafla 22. Í efstu 15 cm undir slitlaginu skal að jafnaði nota 0–32 mm efni. Þegar notað er opið efni í styrkingarlagið, t.d. 22–120 mm brotið berg ( $F_k$ ), getur þurft að rétta yfirborðið af með 10 cm lagi, t.d. 0–63 mm af brotnu bergi.

### **211.1 Hönnun**

Yfirbyggingu, þ.e. burðar- og styrkingarlag fyrir veg með malarlitlagi, á að hanna samkvæmt mynd 211.1.

Þegar efni í undirstöðu eða fyllingu er í burðarþolsflokkki 1–3 (bergskering, grjótfylling, mól eða sandur í T1) er ekki þörf á styrkingarlagi. Það getur þó verið nauðsynlegt að nota sérstakt lag til afréttingar svo hægt sé að uppfylla kröfur um sléttleika.



## Hönnunartafla fyrir vegi með malarslitlagi

Lag	Burðarþols- flokkur undirbyggingar	Lagþykkt styrktarefnis cm
<b>Slitlag</b>		
• Malarslitlag		5*
<b>Yfirbygging</b>		
• Styrktarefni, mól $Cu \geq 15$ ofan á:		
Bergskeringu, grjótfyllingu í T1	1	10
Mól $Cu \geq 15$ , T1	2	10
Mól $Cu < 15$ , T1 Sandur $Cu \geq 15$ , T1 Bergskering, grjótfylling, T2	3	20
Sandur $Cu < 15$ , T1 Mól, sandur, jökulruðningur, T2	4	30 2)
Mól, sandur, jökulruðningur, T3	5	40 2)
Mold, silt, leir, T4, $Su = 50$ kPa	6	50 2) 3)
Mold, silt, leir, T4, $37,5 \leq Su < 50$ kPa	6	50 2) 3)
Mold, silt, leir, T4, $25 \leq Su < 37,5$ kPa	6	50+20 1) 2) 3)
Mold, silt, leir, T4, $Su < 25$ kPa	6	50+20 1) 2) 3)
Mór	7	

1) Tölur með + fyrir framan eiga við aðstæður á framkvæmdatíma sbr. lið 212.13

2) Þar sem notuð eru tveggja eða þriggja laga uppbygging úr sprengdu grjóti eða púkki í neðri lög, skal efsta lagið vera 15 cm þykkt. Síuskilyrði á milli laga skulu vera uppfyllt.

3) Ef notað er sprengt grjót í neðri lög eru lagþykkir háðar stærstu steinastærð sbr. mynd 222.1

### Vegir á mýrlendi

Við hönnun vega yfir mýrlendi, burðarþolsflokk 7, skal fara eftir leiðbeiningum í kafla 2 í hb018.

\* Hjá Vegagerðinni getur malarslitlag verið allt að 100 mm þykkt og getur verið háð umferð og efniseiginleikum.

Álag á framkvæmdatíma er oft ráðandi fyrir byggingu vega með malarslitlagi. Á mjög blautri undirstöðu verður að taka tillit til þessa, sbr. töflu 211.1.

Nánari lýsing á hönnun fyrir álag á framkvæmdatíma þar sem undirstaðan er í burðarþolsflokki 6 er gefin í lið 212.13, hönnun vega með bikbundnu slitlagi.

## **212 Hönnun vega með bikbundnu slitlagi**

### **Val á hönnunaraðferð**

Í norska staðlinum er gerð grein fyrir þrem mismunandi aðferðum sem eru miðaðar við þá vitneskju sem liggur fyrir um aðstæður, álag og efni í yfirbyggingunni. Þessar þrjár eru:

**Aðferð 1:** aðferð sem byggir á efnisgildum og föstum álagsdreifistuðlum, sjá lið 212.1.

**Aðferð 2:** aðferð sem byggir á efnisgildum og álagsdreifistuðlum sem ákvarðaðir eru með rannsóknum á þeim efnum sem notuð eru í hverju tilfelli fyrir sig.

**Aðferð 3:** byggir á fræðilegum útreikningum.

Venjulega er notuð aðferð 1 við hönnun og verður henni aðallega lýst í þessum leiðbeiningum og aðeins lítillega farið í aðrar aðferðir.

### **212.0 Hönnunarforsendur**

Hjá Vegagerðinni er gengið út frá eftirfarandi forsendum við hönnun þjóðvega.

#### **Hlutfall þungra bíla**

Ef ekki liggja fyrir upplýsingar um hærra hlutfall þungra bíla skal nota 10% á stofn- og tengivegum, en 5% á safn- og landsvegum.

#### **Leyfilegt umferðarálag**

Á stofn- og tengivegum skal hanna fyrir a.m.k. 10 tonna áspunga og allt að 13 tonnum á séstökum stóriðjuvegum. Á safn- og landsvegum skal hanna fyrir a.m.k. 8 tonna áspunga.

### **Hönnun miðað við fastákveðna álagsdreifistuðla**

**Aðferð 1** er almennt notuð en hún hefur verið notuð hjá Vegagerðinni undanfarin ár.

Aðferðin byggir á burðarþolshönnunartöflum sem hafa verið settar upp fyrir mismunandi vegflokka, þ.e. stofnvegi, tengivegi og safnvegi. Töflurnar eru settar upp fyrir fastákveðin gildi á álagsdreifistuðli fyrir hvert efni og staðlaðar aðstæður en álagsþáttinn, þ.e.a.s. umferðina má leiðrétta ef forsendur eru aðrar en hönnunartöflur ganga út frá. Hönnunin er háð eftirfarandi þáttum:

- Vegflokk (stofnvegir, tengivegir og safnvegir).
- ÁDU (ársdagsumferð).
- Gerð undirstöðu eða undirbyggingar.
- Slitlagsgerð, gerð burðarlags og styrkingarlags.

### **Burðarþolshönnun**

Við burðarþolshönnun er notuð tafla 212.1 á bls. 12. Fyrir safn- og landsvegi sem byggja á sem malarvegi er notuð tafla 211.1 á bls. 7.

**Stofn- og tengivegir**

- Hlutfall þungra ökutækja 10%, ef ekki eru upplýsingar um meiri þungaumferð.
- Ásþungi 10 tonn (11,5 tonn á drifás).
- Umferðaspá skv. Veghönnunarreglum Vg. Hönnunartími 20 ár.
- Fjöldi akreina og breidd axla er samkvæmt Veghönnunarreglum Vg.

**Safn- og landsvegir**

- Hlutfall þungra ökutækja 5%, ef ekki eru upplýsingar um meiri þungaumferð.
- Ásþungi 8 tonn.
- Árleg aukning umferðar 2%.
- Hönnunartími 20 ár.
- Fjöldi akreina og breidd axla er samkvæmt vegstaðli fyrir viðkomandi vegtegund.

**Hönnunartímabil**

Vegur skal hannaður til 20 ára. Það þurfa að vera sérstakar ástæður til þess að velja skemmri hönnunartíma .

**Ath!** Þó vegur hafi verið hannaður til 20 ára er ekki víst að slitlagið endist nema í 5 til 10 ár. Ekki er gert ráð fyrir annarri styrkingu á hönnunartímanum en endurnýjun eða viðhaldi á slitlaginu.

**Umferðaraukning**

Venjulega er miðað við að umferðaraukning verði 2 - 4% á ári ef ekki liggja fyrir sérstakar umferðarspár eða aðrar betri upplýsingar.

**Vegflokkur**

Það verður að vera ljóst í hvaða vegflokki vegurinn er í augnablikinu sem á að hanna.

- stofnvegur
- tengivegur
- safnvegur
- landsvegur

**Axlir**

Í Veghönnunarreglum eru axlir nú hvergi mjórri en 0,5 m nema á D4 sem er nánast undantekningartilvik og öxl og akrein einn og sami hluturinn. Ef axlir eru merktar mjórri en 0,50 m hefur það veruleg áhrif á álagforsendur í útreikningum. Ástæðan er að mjóar axlir hafa neikvæð áhrif á burðarþolið vegna lélegrar spennudreifingar. Axlir skulu hannaðar eftir sömu kröfum og burðarhluti vegarins.

## 212.1 Hönnun út frá ákveðnum álagsdreifistuðlum – aðferð 1

### 212.10 Almennt

Gerð slitlags er valin út frá ÁDU en burðar- og styrkingarlag er valið út frá umferðarflokkum eða fjölda 10 tonna öxulígilda á hönnunartímanum, sjá nánar á myndum 212.2, 212.4 og 212.5.

Þegar valin hefur verið uppbygging þarf að sannreyna  $BI_k$ .

### 212.11 Álagsdreifistuðlar efna

Við burðarþolshönnun vega eru notaðar burðarþolshönnunartöflur þar sem gengið er út frá ákveðnum álagsdreifistuðlum fyrir hvert efni. Efni í yfirbyggingu fá álagsdreifistuðla miðað við hlutfallslega eiginleika þeirra til að dreifa álaginu.

Viðmiðunarefni er mól með „góða kornastærðardreifingu“ í frostflokki T1 og með  $Cu \geq 10$ .

Slíkt efni hefur álagsdreifistuðul  $a = 1,0$ .

Ekki skal reikna með slitlaginu sem burðarefni í veginum.

Bikbundið burðarlag og bindilag skal reikna með fullri álagsdreifingu

Hönnunartaflan á mynd 212.5 er í meginatriðum grundvölluð á álagsdreifistuðlum sem sýndir eru á mynd 212.1.

Undirstrikuðu gildin eru staðalgildi sem almennt eru notuð ef aðrar upplýsingar um styrk efnis eru ekki fyrirleggjandi.

Fyrir einstök asfaltbundin efni eru gefin upp mismunandi gildi en þau eru breytileg eftir því hvaða bindiefni er notað.

Notkun stífra bindiefna í slitlag sem sett er á mjúkt undirlag getur orðið til þess að sprungur myndast fyrr en ella og niðurbrot vegarins gerist hraðar en ef notað væri mýkra bindiefni.

### Púkkmulningur

Púkkmulningur er notað sem samheiti fyrir efni sem er m.a. mikið notað á höfuðborgarsvæðinu. Efnið er unnið úr gropnu gosefni sem bæði er laust og fast í náttúrunni. Algenget er að nota púkkmulning 0 til 63 mm eða 0 til 100 mm og yfirleitt er um að ræða malað bólstraberg, kubbaberg eða sprengt þétt berg. Sjá nánar á bls. 20.

## Hönnunarferli – lýsing

### Ákvörðun á hönnunarumferð

- Fundin er ársdagsumferð ADU samkvæmt talningu, sjá vef Vg.
- Athugað með vegflokk og kennisnið. sjá vegaskrá á vef Vg.

Eftirfarandi atriði verður að athuga:

- Hlutfall þungra ökutækja.
- Leyfilegur áspungi.
- Árleg aukning umferðar.
- Hönnunartími.
- Fjöldi akreina.

⇒ Farið í mynd 212.4

### Ákvarða burðarþols- og frostflokk undirbyggingar

- Hugsanlega þarf að athuga ódreneraðan skúfstyrk efnis í undirbyggingu.
- Hafa þarf upplýsingar um hvort lagþykkt undirbyggingar er nægjanleg en ef svo er ekki þarf að taka tillit til neðri laga í undirbyggingunni.
- Hanna á hvert lag, það sem þarf mesta styrkingu ræður þykkt.

### Efnisval

Hvaða valkostir eru fyrir hendi varðandi slitlag, burðarlag, styrkingarlag og fyllingarefni.

### Val uppbyggingar

Velja þykkt og gerð burðar- og styrkingarlaga út frá töflu 212.5.

Tafla 211.1 á bls. 7 er notuð ef um er að ræða safnveg eða landsveg með malarslitlagi.

Velja þykkt og gerð slitlags út frá töflu 212.2 á bls. 11

Athuga að þykktir malbikslaga við útlögn hér á landi eru ekki þær sömu og í norska staðlinum.

### Endurskoðun

Athuga kröfur um burðargildi vegarins neðst í töflunum.

Reikna út burðargildi fyrir valda uppbyggingu og bera saman við kröfur.

Noti hönnuður slitlag sem burðarlag í hönnuninni má aðeins reikna með 1/3 af þykkt lagsins til álagsdreifingar vegna slits á notkunartímanum

Tafla 212.1 Álagsdreifistuðlar mismunandi efna, a

EFNI	Skammstafanir efna		Bindiefni, pen seigja	Álagsdreifistuðlar, staðalgildi			
	íslenskar	norskar		Heilt	Sprungio	Fínefni < 63 µm	
						9–15%	>15%
Heitblandað asfalt, malbik ekki drenmalbik	YFL, BNL SMA	Sta, Top <u>Ab</u> , <u>Agb</u> <u>Ska</u>	35/50, 50/70–160/220 >250/300	3,50 <b>3,00</b> 2,50	1,50 1,50 1,50		
Drenmalbik		Da	Allar pen. °	2,00	1,50		
Mjúkbik		Ma	V ≥ 6000 V < 6000	<b>1,50</b> 1,25	1,25 1,25		
Mjúkt, drenmalbik		Mda	V	1,25	1,25		
Bikþeyta, þétt		Egt	Allar pen. ° V > 6000 V < 6000	2,00 <b>1,50</b> 1,25	1,25 1,25 1,25		
Bikþeyta, drenerandi		Egd	Allar pen. ° V	1,75 <b>1,25</b>	1,25 1,25		
Froðubik		Asg	Allar pen. ° V > 6000 V < 6000	1,75 <b>1,50</b> 1,25	1,25 1,25 1,25		
Olíumöl		Og	VO	1,25	1,25		
Klæðing, einföld/tvöföld		Eo/Do	Allar pen. ° V	1,50 <b>1,25</b>	1,25 1,25		
Klæðing með mól einföld/tvöföld		Eog/Dog	V > 6000 V < 6000	<b>1,50</b> 1,25	1,25 1,25		
Endurnotað malbik, kaldunnið		Gja	Allar pen. ° V ≥ 10000	<b>1,75</b> 1,50	1,25 1,25		
Sementsbundið efni		Cg, Cp		2,25			
Asfaltbundin mól	BRL	<u>Ag</u>	50/70–160/220 250/300–330/430	<b>3,00</b> 2,75	1,50 1,50		
Asfaltbundinn sandur		As	Allar pen. °	2,00	1,25		
Asfaltbundið þúkk		Ap	Allar pen. °	2,00			
Biksmigið þúkk		Pp		1,50			
Bikþeytu þúkk		Ep	Allar pen. ° V > 6000 V < 6000	<b>1,75</b> 1,50 1,25	1,25 1,25 1,25		
Bikþeytt mól og froðubik		Eg, Sg		<b>2,00</b> <sup>1)</sup> <b>1,75</b> <sup>2)</sup> 1,50 <sup>3)</sup>	1,25 1,25 1,25		
Bikbundin mól		Bg		1,75 <sup>2)</sup> <b>1,50</b> <sup>3)</sup> 1,25	1,25 1,25 1,25		
Fræst og bikblandað í vegi (Ísl)				<b>1,50</b>			
Endurnotuð asfaltbundin mól, kalt		Gja	Allar pen. ° V ≥ 10000	<b>1,75</b> 1,50	1,25 1,25		
Endurnotuð steinsteypa		Gjb I		1,35			
Kílt þúkk		Fp		1,25			
Þúkk mulningur, sterkt berg veikt berg	Pm		Cu ≥ 15	<b>1,35</b> 1,25			
Mulið berg		Fk		1,35			
Mulið malbik		Ak		1,35		0,75	0,50
Mulin grús		Gk		1,25		0,75	0,50
Sandur, mól, Cu < 10				0,75		0,50	0,50
Sandur, mól, Cu ≥ 10				1,00		0,75	0,50
Sprengt efni, d <sub>max</sub> > 1/2 lagþykktin				1,00 0,75		0,75 0,75	0,50 0,50
Endurnotuð steinsteypa		Gjb I Gbj II		1,10 1,00			

- 1) Kleifni brotþol > 145 kPa eða E-gildi > 860 MPa (v/25°C) (Kleifni brotþol = indirekte strekkstyrki)
- 2) Kleifni brotþol > 100 kPa eða E-gildi > 580 MPa (v/25°C)
- 3) Kleifni brotþol > 60 kPa eða E-gildi > 360 MPa (v/25°C)
- 4) Þar sem D<sub>max</sub> > 1/2 lagþykktin.
- 5) Þúkkmulningur er samheiti yfir brotið gosefni, sjá nánar bl. 10 og 20.

## 212.12 Slitlag

Slitlag er valið miðað við ÁDU á opunarári, sjá mynd 212.2. Á myndinni eru sýndar algengar lausnir til þess að ná nauðsynlegri þykkt malbiks fyrir breytilega umferðarflokka. Við umreikning á efnisnotkun frá cm yfir í kg/m<sup>2</sup> er stuðst við eftirfarandi: 1 cm samsvarar ca. 25 kg/m<sup>2</sup>.

Gerð slitlags	ÁDU á opunarári			
	0–1500	1500–3000	3000–5000	>5000
Dog	3	3		
Agb	3	3,5 yfir 2,5	-	-
Ma	4	4	-	-
Ab yfir Ab, Agb	-	3,5 yfir 2,5	3,5 yfir 2,5	4,5 yfir 3,5
Ska yfir Ab	-	-	-	4,5 yfir 3,5

Mynd 212.2 Val slitlags, lagþykkir eru í cm (fer eftir steinatærð).

- **ATH.** Vegna of mikillar kólnunar við útlögn og þjöppun er malbik almennt ekki lagt út í 2,5 eða 3,5 cm þykkt hér á landi eins og gert er ráð fyrir í handbók 018. Reikna skal með að útlögð þykkt malbiks sé ekki minni en 3,3–6 cm. Rvk.borg leggur út 3-3.5 cm. þykk malbik en leggur sérstaka áherslu á að velja sem hagstæðast veður við útlögn 3 cm yfirlags (8 mm).

Malbik	Gerð malbiks, stærsta steinatærð og þykkt í cm			
	Húsagötur	Safngötur	Tengibrautir	Stofnbrautir
1. lag	Y11 eða 16 - 5	Y16 - 6	Y16 - 6	U16 - 5,5
2. lag ÁDU > 12000	Y8 eða 11 - 3- 3,5	Y11 - 3,5 Y16 - 4,5	Y11 - 4 Y16 - 4,5	Y16 - 4,5
3. lag				Y16 - 4,5

Mynd 212.2a Aðferð Reykjavíkurborgar við val á malbiki.

Algengt er að annað eða seinna lagið er lagt á 2–10 árum eftir útlögn fyrsta lags nema á stofnbrautum, þar kemur annað lag strax.

Malbik	Gerð malbiks, stærsta steinatærð og þykkt í cm			
	Innanbæjar		Utanbæjar	
	Hraði ≤ 60	Hraði ≥ 60	Tengivegir	Stofnvegir
1. lag	Y16 - 5	Y16 - 6	Y16 - 6	U16 - 6 SMA16-5
2. lag	Y11 - 4	Y16 - 5	Y11 - 4 (Y16 - 5)	SMA16 - 5 (Y16-5)
3. lag				Y16 - 5

Mynd 212.2a Aðferð Vegagerðarinnar við val á malbiki.

## 212.13 Burðarlag og styrkingarlag

Burðarlag og styrkingarlag er ákveðið út frá umferðaflokkum eða jafngildi 10 tonna ása á hönnunartíma. ÁDU-þb, meðalársdags-umferð þungra bíla.

Breytistærðir	Stofn- og tengivegir	Safn- og landsvegir
Fjöldi þungra bíla (%)	10 (15)	5
Hönnunartími (ár)	20	20
Umferðaraukning (%)	4	4
Áspungi (tonn)	10 (13)	8 (10)

Mynd 212.3 Staðalgildi inngangsstærða í mynd 212.4

## BUSL skýrsla S-16

tillögur verkefnahóps árið 2000

YFL = slitlag.

SMA = slitlag, mikið slitþol gagnvart negldum hjólbörðum og mikið skriðþol.

BNL 11 eða 16 = bindilag eða slitlag.

BNL verður ekki notað sem slitlag nema umferðin sé lítil og ekki ástæða til að gera strangar kröfur um slitþol og skriðþol, ÁDU < 3000.

BRL 16 og BRL 22 =

burðarlag eða bindilag. Undantekning bráðabirgðaslitlag – yfirlag komi ári eftir útlögn.

BRL 32 = burðarlag undir bindilag eða slitlag.

## Malbik – aðferð Reykjavíkurborgar

Y16 táknar yfirlagsmalbik með 16 mm mestu kornastærð.

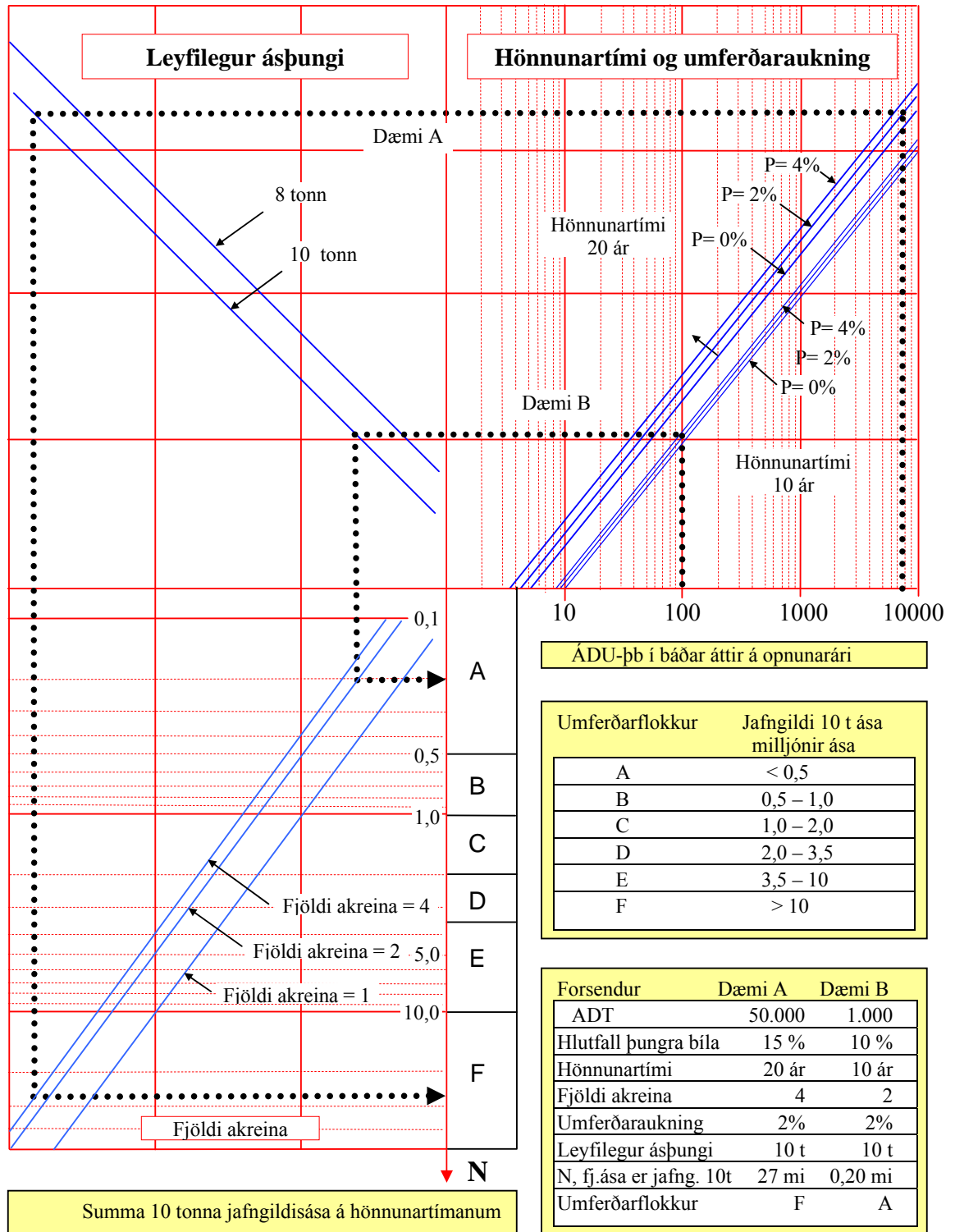
U16 táknar undirlagsmalbik með mestu kornastærð 16 mm og minni kröfur eru gerðar til steinefna og lægra bikhlutfall en yfirlagsmalbik.

## Malbik á húsagötur

Á húsagötur er ýmist lagt malbik með 8 eða 11 mm kornastærð, háð umferð og hvort um er að ræða fyrsta eða annað lag. Þykkt seinna lags á húsagötur er frá 3–3,5 cm

## Malbik á safngötur og tengibrautir

Fyrir umferðameiri safngötur og tengibrautir er yfirlag lagt á 5–10 árum eftir að fyrsta malbikslag er lagt. Ef um strætisvagnagötu er að ræða er yfirlagið lagt 2–5 árum eftir að fyrsta malbikslag er lagt.



Mynd 212.4 Útreikningur umferðaálags

# Hönnunartafla fyrir vegi með bikbundnu slitlagi

Umferðaflokkur		A	B	C	D	E	F	
Fjöldi þb, staðalforsendur		< 100	100–110	110–135				
Fjöldi 10 tonna öxulígilda (N, mill.)		<0,5	0,5–1	1–2	2–3,5	3,5–10	> 10	
Burðarlag								
Gerð burðarlags		Þykkt (cm)						
Ag		9	10	11	12	13	14	
Ag yfir Ap		5 yfir 6	5 yfir 8	5 yfir 9	5 yfir 10	6 yfir 10	7 yfir 10	
Ag yfir Pp		4 yfir 10	5 yfir 10	6 yfir 10	7 yfir 10	8 yfir 10	9 yfir 10	
Ag yfir Fk		5 yfir 10	6 yfir 10	7 yfir 10	7 yfir 11	-	-	
Ag yfir Gja 4)		6 yfir 5	6 yfir 7	6 yfir 9	6 yfir 10	-	-	
Sg, Eg, Gja, yfir Fk 4)		6 yfir 12	8 yfir 12	10 yfir 12	-	-	-	
Fk		20	20	-	-	-	-	
Styrkingarefni (a=1,0)								
Efni í undirstöðu	Frost flokkur	Burðarþols-flokkur	Þykkt (cm)					
Bergskering, steinfylling	T1	1	Afrétting					
Möl, Cu >15	T1	2	0	0	0	0	0	0
Möl, Cu <15	T1	3	20	20	20	30	40	40
Sandur, Cu >15	T1							
Bergskering, steinfylling	T2	4	30	30	40	50	60	70
Sandur, Cu <15	T1							
Möl, sandur, jökulruðningur	T2	5	40	50	60	60	70	80
Möl, sandur, jökulruðningur	T3							
Silt, leir, Su >50 kPa	T4	6	50	60	70	70	80	90
Silt, leir, Su 37,5 – 50 kPa		6	50	60	70	70	80	90
Silt, leir, Su 25 – 37,5 kPa		6	50+20 1)	60+10 1)	70	70	80	90
Silt, leir, Su <25 kPa		6	50+50 1)	60+40 1)	70+30 1)	70+30 1)	80+20 1)	90+10 1)
Kröfur til B <sub>ik</sub> 6)			39 3)	45 3)	50 3)	54	62	65
Kröfur til B <sub>ik</sub> fyrir klæðingu 6)			31	35	38			

Mynd 212.5. Hönnunartafla fyrir stofn- og tengivegi með bikbundnu slitlagi.

### Skýringar:

- 1) Tölur með + fyrir framan eiga við álag á framkvæmdatíma
- 2) Þegar undirstaðan er mjög burðarlítill skal meta þykkt styrkingarefnis og hættu á broti sérstaklega.
- 3) Þegar umferðarálagið, N < 2 mill. má lækka kröfuna til burðarlagsgildis eins og sýnt er á mynd 212.6 þegar notað er „mjúkt“ slitlag.
- 4) Krafa um efnisstuðul  $\geq 1,75$
- 5) Meta skal sand með Cu < 5 sérstaklega.
- 6)  $S_{ik} = B_{ik} + \text{þykkt styrkingarlags}$ .
- 7) Á „stamvegum“ (vegum með mikilvæg þjónustuhlutverk) skal auka þykkt styrkingarlags um 10 cm.
- 8) Slitlag er valið sbr. mynd 212.2



Tafla 212.6 Heimilaður frádráttur frá kröfum um burðarlagsgildi,  $B_{ik}$ , þegar notuð eru mjúk slitlög.

Slitlag	Umferðaflokkur		
	A	B	C
Ma, Egt, Egd	6	8	10
Dog, klæðing með mól	8	10	12
Do, klæðing - flokkuð	9	11	13

#### 212.14 Fyllingarefni sem styrking á undirstöðu

Við vegagerð eru oft til staðar efni í veglínunni sem ekki uppfylla kröfur til efna í yfirbyggingu vegarins. Þessi efni er hægt að nýta í fyllingar og til styrkingar á lélegri undirstöðu. Þetta á sérstaklega við um efni eins og gangnastein, mól eða sand í frostflokki T2 eða T3. Til þess að heimilt sé að reikna með þessum efnum í burðarþolshönnun yfirbyggingar verður lágmarksþykkt þeirra að vera í samræmi við mynd 212.7. Til þess að forðast mismunandi frostlyftingar verður styrkingin úr slíkum efnum að vera vel afvötnuð.

Tafla 212.7 Nauðsynleg þykkt fyllingarefna svo þau geti talist sem undirstaða við hönnun yfirbyggingar

Undirbygging	Þykkt fyllingarefnis, cm		
	Mól, $C_u < 10$ , T1 Sandur, $C_u \geq 10$ , T1 Sprengt grjót Grjótþylling T2 (3)	Sandur, $C_u < 10$ , T1 Mól, sandur eða jökulruðningur, T2 (4)	Mól, sandur eða jökulruðningur, T3 (5)
$S_u \geq 37,5$ kPa	40	40	40
$25$ kPa $\leq S_u < 37,5$ kPa	60	50	40
$S_u < 25$ kPa	90	80	70

( ) Tölur í svigum eru burðarþolsflokkar.

Ath. að þrátt fyrir að skilyrðum um lágmarksþykkt sé fullnægt verður alltaf að athuga hannaðar þykkir á hvert lag í uppbyggingunni.

## Nýbyggingardæmi

### Dæmi (sjá dæmi B á bls. 13).

Hanna á uppbyggingu á kafla á Hringveginum => stofnvegur, vegflokkur C1

#### **Forsendur:**

ÁDU =	1000
Hlutfall þungra ökutækja	10%
Áætluð umferðaaukning	2%
Hönnunartími	20 ár
Leyfilegur áspungi	10 tonn
Fjöldi akreina	2

Undirstaðan er melur í frostflokki T3 og burðarþolsfl. 5.

#### **1) Útreiknað umferðarálag**

Farið er í mynd 212.4 á bls. 13  
ÁDU-þb er 100

Dregin er lína frá umferðaás frá ÁDU-þb = 100 bíla umferð.  
Fundnir skurðpunktar við skálinur miðað við uppgefnar forsendur.

Niðurstaðan er  $N = 0,2$  og umferðaflokkur A.

#### **2) Valin uppbygging**

##### Valin þykkt styrktarlags

Notuð verður mól í frostflokki T1 með  $C_u \geq 15$ ;  $a = 1,0$   
Út frá töflu 212.5 fæst að þykkt styrktarlags ofan á malarefni í T3 og burðarþolsflokk 5 er 40 cm.

##### Valið burðarlag

Samkvæmt töflu 210.4 er ekki gert ráð fyrir að nota mulda grús í vegi sem hafa ÁDU yfir 300. Valið stendur því um mulið berg eða bundið efni ofan á mulið berg.

Valið: mulið berg, 20 cm

##### Valið slitlag

Valið er að nota tvöfalda klæðingu úr óflokkaðri mól.

##### Endurskoðun

Krafa um burðarlagsgildi er  $B_{ik} = 31$  sbr. töflu 212.5

Valin uppbygging gefur eftirfarandi gildi:

Slitlagið gefur;  $D_i \cong 2,5 \times 1,5 = 3,75$

burðarlagsgildið er því:

$$B_i = 3,75 + 20 \times 1,35 = 30,75 \cong 31 \Rightarrow \text{í lagi}$$

## Dæmi 2

Umferðalítill tengivegur með klæðingu og óbundnu burðarlagi.  
Vegflokkur C<sub>72</sub> (axlir eru nú 0,5 m)

### Forsendur

ÁDU =	250
Hlutfall þungra ökutækja er	10%
Leyfilegur áspungi	10 tonn
Hönnunartími	20 ár
Fjöldi akreina	2

Undirstaðan er melur í frostflokk T3 og burðarþolsflokk 5.

Leiðrétt þarf vegna breidd axla ( $k_s = 2$ ) og hlutfalls þungra bíla ( $k_t = 0,64$ ) en aðrar forsendur falla innan staðalskilyrða.

$$\begin{aligned} \dot{A}DU_k &= \dot{A}DU \cdot k_t \cdot k_a \cdot k_{\dot{a}} \cdot k_d \cdot k_k \cdot k_s \\ &=> \dot{A}DU_k = 250 \cdot 0,64 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2 = 320 \end{aligned}$$

### Efnismöguleikar

Ákveðið er að nota klæðingu sem slitlag. Krafa er um mulið berg en val er á grófri og sterkri mól til vinnslu í burðarlag. Við vinnslu skal uppfylla kröfur um brothlutfall. Mól í frostflokk T1 er notuð í styrkingarlag.

### Valin þykkt styrkingarlags

Notuð verður mól í frostflokk T1 með  $C_u \geq 10$ ;  $a = 1,0$   
Línan sem dregin er á mynd 512.3 fyrir  $\dot{A}DU_k = 320$  gefur okkur 40 cm sem nauðsynlega þykkt styrkingarlags.

### Valið burðarlag

Notað verður mól með 90% brot og það talið jafngilda muldu bergi.

Valið burðarlag, mulið berg 20 cm,  $a = 1,35$ .

### Valið slitlag

Ákveðið er að nota tvöfalda klæðingu úr óflokkaðri mól.

Valið er slitlag fyrir  $\dot{A}DU = 250$ , tvöföld klæðing 2,5 cm,  $a = 1,25$ .

### Kröfur um burðarþolsgildi uppbyggingar sbr. töflu 212.5

$DI_k = 11,9$  ekki krafa  $\dot{A}DU < 3000$ ,

valið slitlag gefur  $DI = 3,1$

$BI_k \cong 35,2$

## Malarefni og berg í burðarlög

Algengustu gerðir burðarlaga eru byggð upp með malarefnum, mulinni möl,  $G_k$  í hb018, mulið berg,  $F_k$  í hb018, flokkuðu bergi og því sem skilgreint hefur verið hér sem púkkmulningur.

Steinastærðir geta verið 0–32 mm, hugsanlega 0–63 mm. Burðarlagið er einnig hægt að byggja upp með kíldu púkki, t.d. mulið berg í stærðunum 22–63 mm sem kemur vel út í 10 cm lagþykkt. Norðmenn eru ekki vanir að skipta buðarlagi úr muldri möl eða bergi, þeir horfa meira til þess að nota eitt lag í flokkunum 0/32 og 0/45.

Í Alverk er fjallað um stærðarflokka steinefna og umframstærðir í hverjum flokk.

*ALVERK, úr töflu 14.4.2 Stærðarflokkun steinefna*

Heiti flokks	Stærðarfl. ISO-sigti	Hámark %	Allt skal smjúga sigti
mm	mm	Yfir	mm
0 - 20	0 - 22,4	15	31,5
0 - 25	0 - 25	15	31,5
0 - 32	0 - 31,5	15	37,5
0 - 53	0 - 53	15	63
0 - 64	0 - 63	15	75
0 - 100	0 - 120	15	160

*Almennt skal forðast að nota mulda möl í burðarlög. Það kemur þó til álita ef  $\dot{A}DU_h < 300$ . Sama gildir um neðri hluta burðarlagsins ef  $300 < \dot{A}DU < 1000$ .*

Í framkvæmd getur verið hætt á aðskilnaði kornastærða í mulinni möl. Efnið er mjög viðkvæmt fyrir breytingum á kornastærðardreifingu og minniháttar breytingar geta haf veruleg áhrif á burðarþolseiginleika efnisins. Til þess að ná fullnægjandi stöðugleika þarf grófari hluti efnisins, stærri en 8 mm, að vera með brotnin korn.

Mulið berg er mun betra í burðarlög en mulin möl. Í muldu bergi eru öll korn með brotna fleti og þjappað getur efni náð miklum stöðugleika. Hlutfall finefna verður yfirleitt minna í muldu bergi heldur en í mölinni, efnið hefur meiri lekt og meira holrými til að taka við niðurbroti korna.

Burðarlög sem unnin eru úr kíldu púkki (Fp), bikfestu púkki (Pp) eða púkk mulningi gefa yfirleitt sterkari burðargrind og burðarmeiri veg heldur en efni með jafna kornastærðardreifingu. Þetta á sérstaklega við um samanburð við mulda möl og að því tilskildu að efnið sé nógu sterkt en getur verið óvíst með blöðrótt gosefni. Mesta hættan liggur í finefnaaukningu og takmarkaðri lekt í efnunum með jafna kornastærðardreifingu.

### MÖL EÐA BERG

Efni sem mulið er úr steinum stærri en 60 mm flokkast sem mulið berg.

### ALVERK

Kornastærðir og lagþykktir í burðarlögum.

### BURÐARLAG

Hámarks steinastærð skal vera minni en  $\frac{1}{2}$  lagþykkt.

Lagþykkt skal ekki vera meiri en fjórföld steinastærð.

### Lagþykktir miðað við

#### kornastærð:

25 mm efni,	5–10 cm lag.
32 mm efni,	7–13 cm lag.
50 mm efni,	10–20 cm lag.
63 mm efni,	13–25 cm lag.

### NEÐRA BURÐARLAG

Hámarks steinastærð skal vera minni en  $\frac{2}{3}$  hlutar lagþykktar.

### VAL Á KORNASTÆRÐUM

Við val á kornastærðum í burðarlag skiptir máli hvaða slitlag kemur á veginn og sérstakra aðgerða getur verið þörf ef notuð er klæðing sem slitlag.

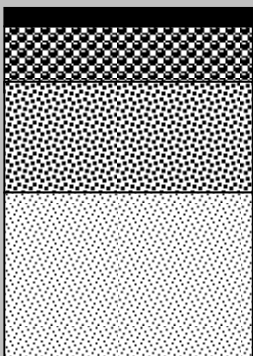
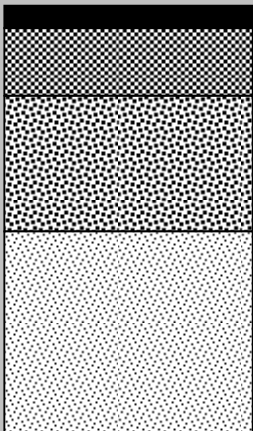
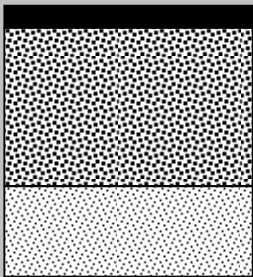
- Það þarf að vera hægt að jafna veginn á fullnægjandi hátt undir slitlagið, þetta getur kallað á 25 mm efni í efri hluta burðarlagsins.
- Það þarf að tryggja lokun á yfirborði burðarlagsins þannig að bik leki ekki niður í burðarlagið og „hreiður“ mindist ekki í klæðingunni. Þetta getur kallað á kílingu með 25

## Algengar uppbyggingar burðarlaga

Algengast er að burðarlag sé um 20 cm þykkt en það fer síðan eftir álági hvaða efni er notað sem burðarlag.

Áður fyrr var mest notuð mulin mól í burðarlag og var þykktin yfirleitt 15–20 cm.

- 3 cm slitlag, tvöföld klæðing.
- 20 cm burðarlag, 0–25 mm, mulin grús / berg.



Burðarlög úr óbundnu muldu bergi kilt með bikbundnu.

16 – 32 mm  
22 – 63 mm, kilt 0-16 eða 0-22  
22 – 80 mm, kilt 0-16 eða 0-22

Það getur verið hagkvæmt að endurnýta gamalt klæðingarslitlag, með því að blanda viðbótarbiki í uppfræstan massa og nota hann síðan til kilingar og jöfnunnar á óbundnu burðarlagi úr þúkki.

### TVÍSKIPT BURÐARLAG

#### – MULIÐ BERG

- Slitlag, tvöföld klæðing
- Burðarlag I, 0–25 mm mulið berg, 8 cm þykkt.
- Burðarlag II, 0–50 mm mulið berg, 12 cm þykkt.

Þessi uppbygging er algeng í dag, sumir vilja þó hafa lagþykktirnar 5+15, en aðrir telja að efra lagið verði að vera að lámarki 8 cm til þess að hægt sé að vinna efnið. Áður var talið að lámarks lagþykkt þyrfti að vera 10 cm ef hægt ætti að vera að jafna efnið og valta á viðunnandi hátt.

Neðra lagið er yfirleitt í stærðarflokkunum 0/45 (max 50–63 mm). Í einhverjum tilfellum hefur 0/32 verið notað undir klæðingu og 0/45 er talið í lagi undir malbik.

Ath. við útlögn þunnra laga er talið hagkvæmara og til mikilla bóta að nota útlagningavél. Það er þó spurning hvort það sé ekki á ábyrgð verktakans hverju sinni hvernig hann framkvæmir verkið.

Með því að nota 25 mm efni í efra lagið fæst efni sem gefur lokað yfirborð og einfaldara að finjafna það undir klæðingu.

### TVÍSKIPT BURÐARLAG

#### – ÞÚKK / BIKFEST + MULIÐ BERG

- Slitlag, tvöföld klæðing / malbik
- Burðarlag I, bikbundið mulið berg, 8 cm þykkt.
- Burðarlag II, mulið berg eða kilt þúkk, 12 cm.

Með sterkum efsta hluta burðarlags er reynt að mæta háum spennum sem verða efst í veginum, koma í veg fyrir skrið og niðurbrot.

**427 Suðurstrandarvegur  
- tenging við Þorlákshöfn,**

**Kaflí 1, stöð 370 - 1840**

Slitlag,	25 mm,	tvöföld klæðing, 8–16 mm.
Burðarl. ehl.	100 mm,	mulið hraun 0–25 mm
Burðarl. nhl.	120 mm,	mulið hraun 0–53 mm
Styrking	300 mm,	forbrotið hraun, 0–100 mm

Burðarl. þjappað með 10 yfirf. 13 tonna valtari.  
Styrkingarl. þjappað með 12 yfirf. 13 tonna valtari.

*Burðarþolsgildi* í mars 2008, 10,1 tonn  
*Meðaltalsgildi* burðarþols er 11,6 tonn

**Kaflí 2 að stöð 400 og kaflí 3 að stöð 737**

Slitlag,	50 mm,	<b>malbik Y12</b>
Burðarl. ehl.	100 mm,	mulið hraun 0–25 mm
Burðarl. nhl.	120 mm,	mulið hraun 0–53 mm
Styrking bl.	300 mm,	forbrotið hraun, 0–100 mm

*Burðarþolsgildi* í mars 2008, 10,7 tonn  
*Meðaltalsgildi* burðarþols er 11,7 tonn

**Hringtorg og að stöð 370 á kafla 1, að stöð 400 á kafla 2 og að stöð 737 á kafla 3.**

Slitlag,	40 mm,	<b>malbik Y12</b>
	60 mm,	<b>malbik U16, undirlagsmalbik</b>
Burðarl. ehl.	100 mm,	mulið hraun 0–25 mm
Burðarl. nhl.	120 mm,	mulið hraun 0–53 mm
Styrkingarl.	300 mm,	forbrotið hraun, 0–100 mm

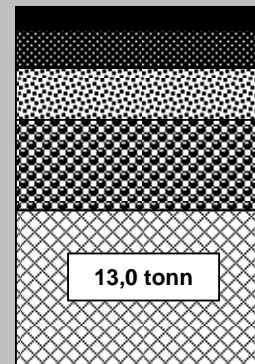
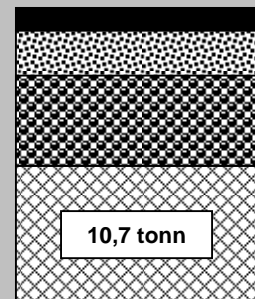
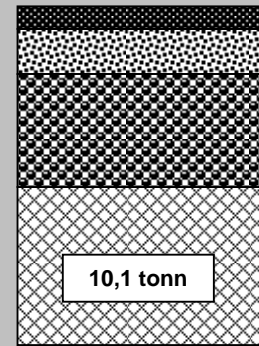
*Burðarþolsgildi* í mars 2008, 13,0 tonn  
*Meðaltalsgildi* burðarþols er 15,9 tonn

Undirbyggingin er einkorna sandur sem skríður mikið en ekkert er talið því til fyrirstöðu að nota 0-100 efníð beint á sandinn. Þó er talið að reikna þurfi með um 10% aukningu efnis vegna þess sem sekkur í sandinn og verktaki telur að það þurfi að vera minnst 350 mm þykkt til þess að vinnuumferðin komist eftir fyllingunni.

Rúmmálrýrnun var mikil í burðarlögum og telur verktaki að rúmmálsminnkun frá haug í valtað efní í vegi sé um 25%.

Völtun með 12 yfirferðum með 13 tonna valta virðist vera of mikið og of mikið niðurbrot verður í efninu.

Ekki þarf að hafa áhyggjur af síukröfum á milli 0-100 og 0-53 mm efnanna, efníð lokast vel enda bergið ekki sterkt.

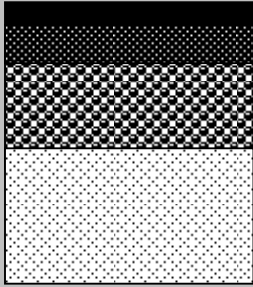


Greinileg aukning er á burðargildi miðað við aukna þykkt á asfaltbundnum lögum.

Auka má burðargildi vegarins um 3 tonn með því að leggja um 7 cm malbikslag ofan á klæðinguna.

Gera má ráð fyrir verulegri aukningu á líftíma, verði spennur, í frekar veikum burðarlögum, minnkaðar með aukinni malbiksþykkt.

## **Algengar uppbyggingar burðarlaga úr óbundnu púkki.**



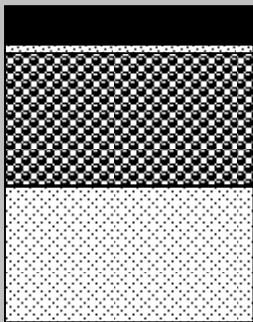
---

### **1H Hringvegur Víkurvegur – Skarhólabraut**

ADU = 34500

Slitlag, 45 mm, malbik Y16  
60 mm, malbik U16, undirlagsmalbik  
Burðarl. 200 mm, púckm. 0–63 mm  
Styrking steinefni 2

Burðarþolsgildi



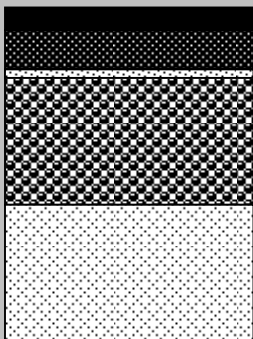
---

### **1H Hringvegur Svínahraun – Hveradalabrekka**

ADU = 6600

Slitlag, 60 mm, malbik Y16  
mulið berg 0–25 mm, jöfnun / kíling  
Burðarl. 200 mm, púckm. 0–63 mm  
Styrking steinefni 3, max steinar <40% af lagþykkt.

Burðarþolsgildi



---

### **41 Reykjanesbraut og Nesbraut (49) Álftanesvegur - Lækjargata**

ADU = 19200 / 34000

Slitlag, 50 mm, malbik Y16  
60 mm, malbik U16, undirlagsmalbik  
mulið berg 0–25 mm, jöfnun / kíling  
Burðarl. 200 mm, púckm. 0–63 mm  
Styrking steinefni 2

Burðarþolsgildi

## PÚKKMULNINGUR

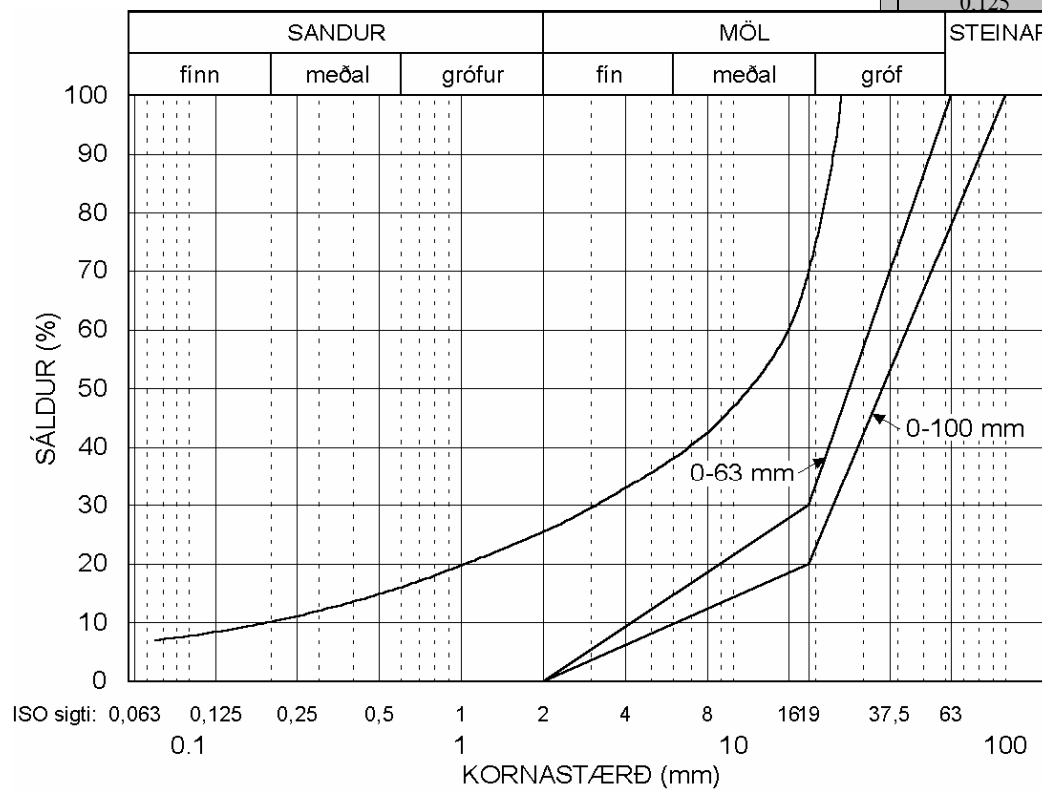
Púkkmulningur er notað sem samheiti fyrir efni unnið úr gropnu gosefni sem bæði finnst laust og fast í náttúrunni. Algengt er að nota púkkmulning 0 til 63 mm og yfirleitt er um að ræða malað bólstraberg, kubbaberg eða sprengt þétt berg. Allir fletir efniskorna eru brotflatir. Sáldurferillinn skal liggja innan markalínu sbr. meðfylgjandi mynd og töflu. Sáldurferill skal vera sem mest samsíða markalínunum og grófleikatalan  $C_u = D_{60}/D_{10} > 10$ . Sáldurferlar miðast við efni í haug. Sé sýni tekið eftir völtun má markalína fyrir finefnainnihald hliðrast lóðrétt upp um 2% að hámarki (t.d. 10% verða 12%) miðað við sýni tekið í námu.

Efnið skal vera frostþolið. Miðað er við að efnið sé frostþolið ef hlutfall efniskorna minni en 0,075 mm er lægra en 6,5% af þurri þyngd. Sé sýni tekið úr vegi eftir völtun hækka mörkin um 2%.

### Tafla

Markalínur fyrir 0 til 63mm efni.

Sigti mm	Sáldur % 0 til 63mm burðarlag
100	100
63	100
53	90 – 100
37,5	70 – 100
19	30 – 70
16	27,5 – 60
8	18,5 – 42,5
4	9 – 32,5
2	0 – 25,5
1	0 – 20
0,5	0 – 15
0,25	0 – 11
0,125	0 – 8
	0 – 6,5



### ALMENNT UM MEÐHÖNDLUN PÚKKMULNINGS

Burðarlagið skal almennt vera 200 mm þykkt og lagt með hefli eða útlagningarvél. Varast skal að brjóta burðarlagsefnið með of þungum valta. Ef yfirborð burðarlagsins er ójafnt eða opið eftir þjöppun skal sáldra finu burðarlagsefni 0–25 mm yfir yfirborðið og valta yfir með léttum valta.

Þjöppunarpróf skal framkvæmt með plötuprófi á yfirborði púkkmulnings og skal ná gildum:  $E_2 > 160$  MPa og  $E_2/E_1 < 2,2$ . Plötupróf skal framkvæmt með 300 mm plötu og hámarks álag 0,5 MPa. Tíðni eftirlitsprófa er samkvæmt Alverk '95 gr. I.6.1.



## **Dæmi úr útboðslýsingum um uppbyggingar burðarlaga.**

---

### **1 Hringvegur Gljúfurá - Brekka**

ADU = 2000

Slitlag, 25 mm, tvöföld klæðing, 11–16 mm  
Burðarl. 1 100 mm, mulið berg 0–25 mm  
Burðarl. 2 150 mm, mulið berg 0–63 mm  
Styrking 1 250 mm, forbrotið berg 0–100 mm  
Styrking 2 250 mm, steinefni 4



---

### **1 Hringvegur um Þjórsá**

ADU = 2100

Slitlag, 25 mm, tvöföld klæðing, 11–16 mm  
Burðarl. 1 100 mm, mulið berg 0–25 mm  
Burðarl. 2 120 mm, mulið berg 0–50 mm  
Styrking 1 580 mm, forbrotið berg 0–100 mm



---

### **1 Lyngdalsheiðarvegur**

ADU  $\cong$  500

Slitlag, 25 mm, tvöföld klæðing, 11–16 mm  
Burðarl. 1 100 mm, mulið berg 0–25 mm  
Burðarl. 2 120 mm, mulið berg 0–50 mm  
Styrking 1 580 mm, forbrotið berg 0–100 mm

