

3

Reglur um hönnun brúa

LEI-3312, útg. 2



Útgáfa 2
Nóvember 2018

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, álitsgerðir, skýrslur, yfirlit	Blár
Ú	Útboðslýsingar	

Formáli 2. útgáfu 2018

Eins og fram kemur í formála 1. útgáfu var lagt upp með að um lifandi vefútgáfu yrði að ræða. Við gerð 1. útgáfu var stuðst við Håndbok N400, Bruprojektering, sem Norska Vegagerðin gefur út og þegar hún var uppfærð var talið tímabært að uppfæra [Reglur um hönnun brúa](#) einnig.

Í þessari útgáfu á [Reglum um hönnun brúa](#) hafa eins og áður verið tekin inn atriði sem hafa skírskotun til almennra verklýsinga fyrir vega- og brúargerð og er það gert til þess að þeir hlutar verði sem aðgengilegastir.

Formáli 1. útgáfu 2015

Ísland er eitt 33 landa, sem er aðili að Evrópska staðlaráðinu (European Committee for Standardization (CEN)), sem var falið að undirbúa og gefa út Evrópustaðlana (European Standard (EN)). Sem eitt aðildarríkjanna hefur Ísland undirgengist að innleiða þá. Fyrsta útgáfa Evrópustaðlanna, ENV – útgáfur, forstaðlarnir, birtust á árunum 1989 – 1990 og í framhaldinu var afráðið að flytja undirbúninginn og útgáfuna til CEN með það að markmiði að þeir fengju stöðu Evrópustaðla í framtíðinni.

Evrópustaðlar um hönnun brúa tóku formlega gildi á Íslandi í lok árs 2011 með útgáfu þjóðarviðauka.

Innleiðing Evrópustaðla, þannig að þeir verði að þjóðarstöðlum, fylgir fyrirfram ákveðinni aðferðafræði:

- Þjóðarstaðallinn er EN – staðallinn eins og hann kemur frá CEN, e.t.v. með þjóðarforsíðu og þjóðarformála og hugsanlega að viðbættu þjóðarviðauka (NA)
- Í þjóðarviðauka eru m.a.:
 - Val milli gilda eða flokka þar sem kostur er gefinn á því í viðkomandi EN – staðli
 - Gögn sem eru sérstök fyrir landið t.d. varðandi snjó, vind, jarðskjálfta o.fl.
 - Ákvörðun um notkun viðauka sem eru m.a. settir fram til að upplýsa eða skýra
 - Tilvísanir í viðbótar upplýsingar / leiðbeiningar sem stangast ekki á við viðkomandi EN – staðal og hjálpa notandanum að vinna með staðalinn (NCCI: non-contradictory complementary information). Reglur um hönnun brúa falla þar undir

Brýnt er að hönnunurvinnan sé öguð og sem mest samræmd, hver sem vinnur verkið og hvort sem hönnunin er unnin innan eða utan Vegagerðarinnar. Þetta þarf að leitast við að tryggja sem best og með sem hagkvæmustum hætti. Stuðst hefur verið að nokkru leyti við Håndbok N400, Bruprojektering, sem Norska Vegagerðin gefur út. Hún var þýdd, staðfærð eða aðlöguð eftir því sem talið var álitlegast í ljósi íslenskra aðstæðna, þjóðarviðauka, staðla og leiðbeininga.

Ein mesta breytingin felst í innleiðingu á Reglum um hönnun brúa er yfirferðar- og samþykkisferli, sem er hluti áreiðanleikastjórnunar og er eitt grundvallaratriða skv. ÍST EN 1990. Ákveðið var að taka mið af breskri aðferðafræði skv. *Design Manual for Roads and Bridges, BD 2/12, Technical Approval of Highway Structures* en það felst m.a. í:

- byggingaáformin er flokkað undir yfirferðarstig 1 – 3 eftir flækjustigi og reynslu hönnuðar
- ef þau falla undir yfirferðarstig 1 kemur til álita að leggja meginforsendur og teikningar fram á sama tíma
- ef þau falla undir yfirferðarstig 2 – 3 skal ávallt fyrst leggja fram meginforsendur til samþykktar og í framhaldinu hefst vinna við hönnun sem síðar er lögð fram til samþykktar

Markmiðið með yfirferðar- og samþykkisferlinu er að tryggja skjalfestingu á yfirferð hönnunar ásamt því að tryggja að öllum hönnunargögnum sé skilað til Vegagerðarinnar.

Í þessari útgáfu á **Reglum um hönnun brúa** hafa verið tekin inn atriði sem hafa skírskotun til almennra verklýsinga fyrir vega- og brúargerð.

Nokkrir kaflar eru ennþá í vinnslu, s.s. kafli um jarðskjálftaáráun, hengi- og stagbrýr, kapla og kapalkefni og ferjulægi.

Yfirferðar- og samþykkisferli felur í sér þá jákvæðu hlið, að reynsla og þekking flyst óhákvæmilega milli samstarfsmanna. Fleiri þekkinga verkefnið og forsendur þess og eru því betur undir það búinir að leysa það sem upp kann að koma.

Reglur um hönnun brúa verða í virkri endurskoðun og einungis gefnar út á vef Vegagerðarinnar þar sem hönnuðir og aðrir geta nálgast þær. Mikilvægt er að koma athugasemdum við innihald bókarinnar, sem kunna að koma í ljós við notkun hennar á framfæri við Hönnunardeild Vegagerðarinnar.

Að gerð 2. útgáfu unnu:

Einar Hafliðason

Guðmundur Valur Guðmundsson

Helgi S. Ólafsson

Gylfi Sigurðsson

Efnisyfirlit

1	Grundvöllur hönnunar.....	1
1.1	Hönnunarforsendur	1
1.1.1	Almennt.....	1
1.1.2	Grundvallarreglur hönnunar.....	1
1.1.3	Kröfur til burðarvirkis	2
1.1.3.1	Grundvallarkröfur.....	2
1.1.3.2	Grundun og grundunarkröfur.....	2
1.1.3.3	Brýr yfir vegi (og járnbrautir).....	2
1.1.3.4	Gerð mannvirkis	3
1.1.4	Einingar og tákn	3
1.1.5	Vikmörk	3
1.1.6	Hönnunarlíftími.....	3
1.1.6.1	Almennt.....	3
1.1.6.2	Skertur hönnunarlíftími	4
1.1.6.3	Bráðabirgðamannvirki.....	4
1.2	Grunngögn	5
1.2.1	Almennt.....	5
1.2.2	Grunngögn fyrir allar brýr	5
1.2.3	Viðbótargögn fyrir brýr yfir vatnsfall.	5
1.2.4	Viðbótargögn fyrir brýr yfir firði og sund.	6
1.2.5	Viðbótargögn fyrir brýr yfir járnbrautir.	6
1.2.6	Viðbótargögn fyrir brýr yfir vegi.....	6
1.2.7	Viðbótargögn fyrir núverandi brýr.	6
1.3	Upplýsingagögn	7
1.3.1	Almennt.....	7
1.3.2	Grunnforsendur	7
1.3.3	Hönnunarútreikningar.....	7
1.3.4	Verklýsingar og magnskrá.....	8
1.3.5	Teikningar og efnislistar	8
1.3.5.1	Almennt.....	8
1.3.5.2	Yfirlitsteikningar	12
1.3.5.3	Stækkunar- og uppsetningateikningar.....	12
1.3.5.4	Uppdrættir af undirstöðum	13

1.3.5.5	Steinsteyputeikningar	14
1.3.5.6	Stálteikningar.....	16
1.3.5.7	Tréteikningar	16
1.3.5.8	Teikningar af mannvirkjum úr áli	16
1.3.5.9	Teikningar hlaðinna burðarvirkja.....	17
1.3.5.10	Teikningar vegna yfirborðslaga	17
1.3.5.11	Teikningar vegna búnaðar og íhluta.....	17
1.3.5.12	Teikningar vegna styrkingar/breytingar á brú.....	17
1.3.6	Teikningar af fullbúnu mannvirki	18
1.3.7	Útreikningar og önnur upplýsingagögn fullbúins mannvirkis	19
1.3.8	Upplýsingagögn vegna rekstrar mannvirkis	19
1.4	Gæðatrygging	20
2	Yfirferð og samþykki.....	21
2.1	Almennt.....	21
2.1.1	Hugtakaskýringar	22
2.2	Kröfur til hönnuða.....	22
2.3	Yfirferð hönnuðar	23
2.4	Yfirferð til samþykkis (óháð yfirferð)	23
2.5	Samþykki	23
2.5.1	Almennt.....	23
2.5.2	Samþykktarferlið	23
2.5.2.1	Almennt.....	23
2.5.2.2	Útbúnaður, framleiðsla o.fl. sem fellur ekki undir samþykkisferlið.....	24
2.5.2.3	Afhending hönnunargagna.....	24
2.5.3	Tæknilegt samþykki	24
2.5.3.1	Almennt.....	24
2.5.3.2	Meginforsendur	25
2.5.3.3	Yfirferð hönnunargagna	26
2.5.3.4	Flokkun brúa í yfirferðarflokka.....	26
2.5.3.5	Yfirferð.....	27
2.5.3.6	Greinargerð með hönnun.....	27
2.5.3.7	Samþykki vinnuteikninga	28
2.5.3.8	Frestir.....	28
3	Almennar hönnunarkröfur.....	29
3.1	Almennt.....	29

3.2	Þensluraufar, legur og liðir.....	29
3.3	Tengsl milli yfirbyggingar og undirstöðu.....	30
3.3.1	Legur og liðir	30
3.3.2	Fjöldi lega í sniði	30
3.3.3	Grundun á staurum og notkun lega.....	30
3.4	Brýr án þensluraufa.....	31
3.4.1	Almennt.....	31
3.4.2	Kröfur vegna útfærslu.....	31
3.4.3	Hönnun	32
3.4.4	Færsla brúarenda.....	32
3.4.5	Forsendur hönnunarstærða og notkun léttra fyllingarefna við brúarenda.....	32
3.4.6	Færslustýring	32
3.4.6.1	Almennt.....	32
3.4.6.2	Hitafærslur.....	33
3.4.6.3	Færslur vegna umferðarálags.....	33
3.4.6.4	Færslur vegna vindálags	33
3.4.6.5	Færslufléttur	33
3.4.6.6	Ráðlögð mörk fyrir færslur brúarenda	33
3.5	Brýr með þensluraufum	35
3.5.1	Almennt.....	35
3.5.2	Brýr með sérstakar kröfur um þensluraufar, legur og liði	35
3.5.3	Brýr í lágbogum.....	35
3.6	Virknikröfur fyrir brýr.....	36
3.6.1	Formbreytingar.....	36
3.6.2	Staðbundnar formbreytingar í þenslurauf	36
3.6.3	Sveiflur	36
4.	Lausnir og kröfur til aðgengis	38
4.1	Breiddarkröfur	38
4.1.1	Akbraut	38
4.1.2	Frí breidd yfir vegriði.....	38
4.1.3	Öryggisrými.....	39
4.1.4	Frí breidd vegna umferðar járnbrautar	39
4.2	Krafa um fría hæð yfir og undir brýr.....	40
4.2.1	Frí hæð fyrir umferð undir berandi byggingarhluta.....	40
4.2.2	Frí hæð fyrir göngu- og hjólaumferð undir brýr og í undirgöngum.....	40
4.2.3	Frí hæð í hliðarsvæði vegar undir brú.....	40

4.2.4	Frí hæð yfir vatnsfalli	41
4.2.5	Frí hæð í sértílvikum.....	41
4.2.6	Frí hæð fyrir umferð járnbrauta.....	41
4.2.7	Frí hæð yfir firði og sund	41
4.2.7.1	Minnsta fría hæð yfir sjó utan siglingaleiða	41
4.2.7.2	Minnsta fría hæð yfir siglingaleið.....	41
4.2.8	Frí hæð yfir landi	41
4.3	Veglína um brú.....	42
4.4	Deililausnir	43
4.4.1	Almennt.....	43
4.4.2	Vegrið	43
4.4.3	Bríkur	43
4.4.4	Vængir landstöpla	44
4.4.5	Sigplötur.....	45
4.4.5.1	Almennt.....	45
4.4.5.2	Brýr án þensluraufa.....	45
4.4.5.3	Fylling yfir sigplötu.....	46
4.4.5.4	Krafa um breidd og halla.....	46
4.5	Rýmiskrafa í holrýmum.....	47
4.5.1	Almennt.....	47
4.6	Dyr, lúgur og mannop.....	48
4.6.1	Staðsetning dyra, lúga og mannopa.....	48
4.6.2	Dyr og mannop í lóðréttum flötum.	48
4.6.3	Lúgur og mannop í láréttum flötum.....	49
4.7	Aðgengi.....	49
4.7.1	Aðgengi að legum	49
4.7.2	Aðgengi að þensluraufum	50
4.7.3	Aðgengi umhverfis súlur og milli súlna og veggjar	51
5	Álag.....	52
5.1	Flokkun álagsáhrifa	52
5.2	Varanleg álagsáhrif	52
5.2.1	Almennt.....	52
5.2.2	Eiginþyngd	52
5.2.2.1	Almennt.....	52
5.2.2.2	Yfirborðslög.....	53
5.2.3	Vatnsprýstingur	53

5.2.4	Jarðprýstingur	53
5.3	Breytilegt álag	54
5.3.1	Almennt.....	54
5.3.2	Umferðarálag og annað notálag á fyllingar bak við mannvirki.....	54
5.3.2.1	Almennt.....	54
5.3.2.2	Umferðarálag á akrein.....	54
5.3.3	Jafngildisálag álagsvagns og einfölduð áhrif jarðprýstings	56
5.3.3.1	Framveggur hornréttur á veglínu.....	56
5.3.3.2	Framveggur ekki hornréttur á veglínu.....	57
5.3.3.3	Stoðveggir / landstöpulsvængir samsíða akbraut.....	58
5.3.4	Eiginþyngd	60
5.3.4.1	Álag í milliástandi.....	60
5.4	Náttúruálag	61
5.4.1	Almennt.....	61
5.4.2	Snjóálag	61
5.4.3	Vindálag	61
5.4.4	Öldu og straumálag	61
5.4.4.1	Almennt.....	61
5.4.4.2	Ölduhæðir og straumur	62
5.4.4.3	Álag.....	62
5.4.4.4	Álag á lítil mannvirki.....	62
5.4.4.5	Álag á fyrirferðarmikil mannvirki	62
5.4.4.6	Iðuflökt	62
5.4.5	Álag vegna breytilegs vatnsprýstings	63
5.4.6	Álag af völdum ofanflóða	63
5.4.7	Ísálag	63
5.4.7.1	Almennt.....	63
5.4.7.2	Útreikningur ísþykka	64
5.4.7.3	Álag frá rekis (Gerð I)	64
5.4.7.4	Fjarlægðir milli byggingarhluta.....	66
5.4.7.5	Hallandi byggingarhlutar	67
5.4.7.6	Lárétt álag vegna hitaþenslu og breytilegrar vatnshæðar	67
5.4.7.7	Lóðrétt ísálag vegna breytilegrar vatnshæðar.....	68
5.4.8	Áraun af völdum hita	68
5.4.8.1	Almennt.....	68

5.4.8.2	Hiti sem er breytilegur lóðrétt.....	68
5.4.8.3	Mismunur í hitahlutdeild ólíkra byggingahluta.....	69
5.4.8.4	Hitastigsmunur	69
5.4.9	Jarðskjálftaáraun.....	70
5.4.9.1	Almennt.....	70
5.4.9.2	Val jarðskjálftaflokks	70
5.5	Færsluálag	71
5.5.1	Almennt.....	71
5.5.2	Uppspenna, rýrnun, skrið og spennueftirgjöf	71
5.5.3	Sig.....	71
5.5.4	Viðnámskraftar / færslukraftar frá legum.....	71
5.5.5	Jarðþrýstingur á undirliggjandi vegg þensluraufarfrírra brúa	71
5.6	Óhappaálag	72
5.6.1	Almennt.....	72
5.6.2	Ákeyrsluálag frá farartækjum.....	72
5.6.3	Ásiglingarálag frá skipum	72
5.6.3.1	Almennt.....	72
5.6.3.2	Ákvörðun óhappaálags frá skipaumferð með notkun áhættugreiningar	73
5.6.3.3	Einfaldaðar reglur til ákvörðunar óhappaálags frá skipaumferð.....	73
5.6.4	Ákeyrsluálag frá járnbrautarumferð	73
5.6.5	Bruni með hugsanlegri sprengingu í kjölfarið.....	73
5.6.6	Óhappaálag frá skriðum og ofanflóðum.....	74
5.6.6.1	Óhappaálag af völdum skriða.....	74
5.6.6.2	Óhappaálag af völdum ofanflóða	74
5.7	Samtímaálag	75
5.7.1	Almennt.....	75
6	Greining burðarvirkja	76
6.1	Almennt.....	76
6.2	Meginreglur hönnunar	76
6.3	Ákvarðandi álagsáhrif.....	77
6.3.1	Almennt.....	77
6.3.2	Hreyfðarfræðilegar greiningar.....	77
6.3.3	Fléttun útgilda (fylgni) vegna hreyfðarfræðilegra álagsáhrifa	77
6.3.4	Líkantilraunir	77
6.3.5	Jarðtæknileg hönnun – brotmarkaástand	78
6.3.6	Óhappamarkaástand og jarðskjálfti	78

6.4	Kröfur vegna ólínulegra greininga.....	79
6.4.1	Forsendur.....	79
6.4.2	Gerðir ólínulegra greininga burðarvirkja.....	79
6.4.2.1	Almennt.....	79
6.4.2.2	Álagsáhrifagreining.....	79
6.4.2.3	Heildar stöðugleiki	80
6.4.3	Stuðningsgögn	80
7	Steypt burðarvirki	82
7.1	Almennt.....	82
7.2	Grundvöllur hönnunar.....	82
7.2.1	Staðlar	82
7.2.2	Efnisstuðlar fyrir mannvirki í vatni	82
7.2.3	Grundvallarbreytur	82
7.3	Efni.....	83
7.3.1	Steypuskilgreining	83
7.3.2	Rúmpýngd jámbentrar steypu	84
7.3.3	Fjaðurstuðull steypu	84
7.3.4	Léttsteypa	85
7.3.5	Steypa með lága hitamyndun	85
7.3.6	Venjuleg slakbending	85
7.3.7	Ryðfrí slakbending	85
7.3.8	Spennit járnalögn og spennibúnður.....	85
7.4	Ending og steypuhulur.....	86
7.4.1	Skilgreining hugtaka og skýringar.....	86
7.4.2	Lágmarkssteypuhula	86
7.4.3	Leyfilegt frávik ΔC_{dev}	88
7.4.4	Hönnuð steypuhula C_{nom}	88
7.4.5	Sérstakar steypuhulukröfur	88
7.4.6	Stoðbending.....	88
7.4.7	Framsetning steypuhulu á járnateikningum	88
7.5	Burðarpólsgreining	89
7.5.1	Viðbótarvægi í grönnun burðareiningum – 2. gráðu fræði.....	89
7.6	Brotmarkaástand.....	89
7.6.1	Beygja með áslægum krafti.....	89
7.6.2	Útreikningur á skúfþoli.....	89
7.6.3	D-svæði.....	89

7.6.4	Þreyta	90
7.7	Notmarkaástand.....	91
7.7.1	Sprunguvíddir.....	91
7.7.2	Álagstap.....	91
7.8	Bendireglur.....	92
7.8.1	Almennt.....	92
7.8.2	Fyrirkomulag bendingar vegna niðurlagnar steypu	92
7.8.3	Bending með endabúnaði (e: headed bars).....	93
7.8.4	Tengimúffur fyrir slakbendingu (e: mechanical couplers/splicers).....	93
7.8.5	Lágmarksbending einstakra burðarvirkjahluta	93
7.8.5.1	Almennt.....	93
7.8.5.2	Undirstöður og landstöplar.....	93
7.8.5.3	Stöplar / súlur og veggir.....	94
7.8.5.4	Yfirbygging.....	95
7.8.5.5	Úrtök.....	95
7.9	Hönnunarreglur	96
7.9.1	Afvötnun.....	96
7.9.2	Lóðrétt steypuskil	96
7.9.3	Undirvatnssteypa	96
7.9.4	Undirstöður	96
7.9.5	Landstöplar og stoðveggir	97
7.9.6	Sigplötur.....	97
7.9.7	Yfirbygging	97
7.9.8	Spennt burðarvirki	97
7.9.9	Utanáliggjandi og ógrautuð spennbending	98
7.9.10	Úrtök	98
7.9.11	Léttandi úrtök	98
7.9.12	Steypuliður	98
7.9.13.	Innsteyptir hlutir	98
7.9.14	Bakskautsvörn.....	99
7.9.15	Úrtök fyrir handriðsstólpa	100
8	Stálburðarvirki	102
8.1	Almennt.....	102
8.2	Grundvöllur hönnunar.....	102
8.3	Efni.....	103
8.3.1	Almennt.....	103

8.3.2	Valsað stál í burðarvirki	104
8.3.2.1	Burðarstál (e: Structural steel):	104
8.3.2.2	Almennar efniskröfur fyrir stál	106
8.3.2.3	Yfirborðseiginleikar:	109
8.3.3	Suðuefni í burðarvirki (e: filler metal for welding)	110
8.3.4	Boltar með skífum og róm	110
8.3.5	Skúfboltar	112
8.3.6	Samverkun milli steypu og stáls	113
8.4	Yfirborðsmeðhöndlun - Ending	114
8.4.1	Burðarvirki úti	114
8.4.2	Innfletir holrýma	115
8.4.3	Yfirborðsmeðhöndlun burðarvirkja í vatni	115
8.4.4	Innsteyptir heitsínkhúðaðir hlutir	115
8.4.5	Bráðabirgða burðarvirki	115
8.4.6	Tæringarvörn	116
8.4.6.1	Málningarkerfi:	116
8.4.6.2	Soðin skeyti	118
8.4.6.3	Skrúfuð skeyti	118
8.4.6.4	Heitsínkhúðun (e: Hot dip galvanized coating)	118
8.4.6.5	Málmhúðun	119
8.4.6.6	Duftlökkun	120
8.5	Greining burðarvirkja	121
8.5.1	Almennt	121
8.5.2	Álagsáhrif ákvörðuð út frá flotfræði	121
8.5.3	Álagsáhrif á skúfbolta	121
8.5.4	Útreikningur hreyðarfræðilegrar svörunar	121
8.6	Brotmarkaástand	121
8.7	Notmarkaástand	122
8.8	Suðu og boltaskeyti	122
8.9	Þreyta	122
8.10	Framleiðslu- og hönnunarreglur	123
8.10.1	Holrými	123
8.10.1.1	Holrými aðgengileg til eftirlits	123
8.10.1.2	Holrými í minni kassaþversniðum	123
8.10.1.3	Holrými í prófílum og samsvarandi	123

8.10.2	Yfirbygging	123
8.10.2.1	Plötubýkktir.....	123
8.10.2.2	Þverstífuð/krossstífuð plata.....	124
8.10.2.3	Plötubýkktir með togspennur hornrétt á plötuflötinn	124
8.10.2.4	Fösun platna.....	124
8.10.2.5	Þrýstiflutningur umsnertiflöt milli stálhluta.....	124
8.10.2.6	Skúfflutninugr í samverkandi burðarkerfi.....	124
8.10.3	Vegrið/Handrið	124
8.10.4	Suðuskeyti	124
8.10.4.1	Eftirlitsflokkar.....	124
8.10.4.2	Framsetning suða á teikningum.....	127
8.10.4.3	a-mál kverksuða.....	127
8.10.4.4	Keðjusuður	127
8.10.4.5	Suður yfir legum og lyftipunktum	128
8.10.5	Boltaskeyti.....	128
9	Trévirki	130
9.1	Almennt.....	130
9.2	Grundvöllur hönnunar.....	130
9.2.1	Grundvöllur	130
9.2.2	Veðurfarsflokkar	130
9.2.3	Rúmþyngd timburs	130
9.2.4	Áhrif hita, þrútnunar og skriðs.....	131
9.3	Efni.....	132
9.3.1	Timburbitar og límtré	132
9.3.2	Festingar	132
9.3.3	Innfelldar plötur	132
9.3.4	Spennibúnaður.....	132
9.4	Ending.....	134
9.4.1	Almennt.....	134
9.4.2	Efnavörn.....	134
9.4.2.1	Aðferðir við efnavörn	134
9.4.2.1	Inndreypling með kreosoti.....	134
9.4.3	Hönnuð vörn.	134
9.4.3.1	Almennt.....	134
9.4.3.2	Byggingartæknileg vörn trévirkis án kreosóts	134

9.4.3.3	Hönnuð vörn trévirkis sem er meðhöndlað með kreósóti.....	135
9.4.3.4	Lausn með hannaðri vörn.....	135
9.4.3.5	Hönnuð vörn gegn umferðarúða.....	135
9.4.4	Varnir spennibúnaðs	135
9.5	Burðarpölsgreining	136
9.5.1	Almennt.....	136
9.5.2	Samsett lagskipt brúargólf úr bitum úr tré eða límtré	136
9.5.2.1	Almennt.....	136
9.5.2.2	Spennikraftur í þverspenntu brúargólfi	136
9.5.2.3	Stífni burðarkerfis.....	136
9.5.2.4	Skert stífni vegna sprungumyndunar milli bita.....	137
9.6	Brotmarkaástand.....	138
9.6.1	Þverspennt brúargólf (Stresslaminated deck plates)	138
9.6.1.1	Almennt.....	138
9.6.1.2	Festiplötur.....	138
9.6.1.3	Skrik milli bita	138
9.6.1.4	Rifur milli bita.....	139
9.6.2	Virgni endaskeyta í hönnun	139
9.6.3	Staðbundið álag	139
9.6.4	Þreytumarkaástand	140
9.7	Notmarkaástand.....	141
9.7.1	Takmörkun togstreytu.....	141
9.7.2	Rifur milli bita	141
9.8	Framleiðslu- og hönnunarreglur	141
9.8.1	Lagskipt brúargólf.....	141
9.8.2	Þverspennt brúargólf.....	141
9.8.2.1	Útfærsla.....	141
9.8.2.2	Uppspenna	141
9.8.2.3	Festur	142
9.8.2.4	Vegrið/handrið	142
9.8.2.5	Niðurföll og afvötnun.....	142
9.8.3	Ásetur brúargólfs.....	142
9.8.4	Samskeyti með innfelldum stálplötum	142
9.8.5	Eldingarvari	143
10	Önnur efni í burðarvirkjum	144

10.1	Áburðarvirki	144
10.2	Hlaðin virki úr steinum eða múrblokkum	144
10.3	Mannvirki úr gerfiefnum	144
11	Grundun	146
11.1	Almennt.....	146
11.1.1	Inngangur.....	146
11.1.2	Frosttrygging	146
11.1.3	Rof og rofvarnir	146
11.1.4	Afvötnun, fylling og rofvörn.....	147
11.1.5	Ákvarðandi álagsáhrif.....	147
11.1.6	Burðarþol	147
11.1.7	Sig.....	147
11.1.8	Viðbótar greiningar á burðar- og sigeiginleikum jarðvegsins.....	148
11.2	Bein grundun.....	149
11.2.1	Almennt.....	149
11.2.2	Útreikningur hjámiðju.....	149
11.2.3	Ákvarðandi grunnþrýstingur og virkur undirstöðuflötur.....	150
11.2.4	Ákvarðandi burðargeta	150
11.2.5	Skrið á klöpp	151
11.3	Staurar og stauraundirstöður	152
11.3.1	Almennt.....	152
11.3.2	Val stauragerðar.....	152
11.3.3	Meginreglur hönnunar	153
11.3.3.1	Almennt.....	153
11.3.3.2	Skerðingarstuðull.....	153
11.3.3.3	Hliðarstuðningur frá jarðvegi.....	154
11.3.3.4	Tæring stálstaura (prófilstál).....	154
11.3.4	Togstaurar.....	154
11.3.4.1	Almennt.....	154
11.3.4.2	Togstaurar í fyllingum.....	155
11.3.4.3	Togstaurar í bergi.....	155
11.3.5	Stálrörsstaurar.....	155
11.3.5.1	Burðarviðbót frá stálörum.....	155
11.3.5.2	Stífleiki	156
11.3.5.3	Járnbending.....	156
11.4	Frístandandi staurastæður úr ísteyptum stálörastaurum í vatni	157

11.4.1	Almennt.....	157
11.5	Pil, rásarveggir og aðrir stoðveggir.....	158
11.5.1	Almennt.....	158
11.5.2	Tæring stálþilja.....	158
11.6	Festur.....	158
11.6.1	Almennt.....	158
11.6.2	Spennar festur í bergi eða fyllingum	159
11.6.2.1	Festulengd í bergi.....	159
11.6.2.2	Burðargeta undirstaða með festum.....	159
11.6.2.3	Uppspenna	160
11.6.2.4	Tæringarvörn.....	160
11.6.2.5	Brottfall togfestu.....	160
11.6.3	Festur með mótvigt	160
11.6.4	Bergboltar	161
11.6.4.1	Burðargeta.....	161
11.6.4.2	Festilengd í bergi.....	161
11.6.4.3	Tæringarvörn.....	161
11.6.5	Festur í fyllingum.....	161
12	Yfirborðslög, vegbúnaður og íhlutir	162
12.1	Almennt.....	162
12.1.1	Efni - efniseiginleikar	162
12.1.2	Tæringarvörn	162
12.2	Yfirborðslög.....	162
12.2.1	Flokkun yfirborðslaga	162
12.2.2	Burðarvirki í fyllingum.....	163
12.2.2.1	Almennt.....	163
12.2.2.2	Burðarvirki yfir grunnvatnsstöðunni þar sem vatn er ræst fram.....	163
12.2.2.3	Burðarvirki að hluta til eða alveg undir grunnvatnsstöðunni.....	164
12.2.3	Frágangur yfirborðslaga	164
12.2.3.1	Almennt.....	164
12.2.3.2	Frágangur þar sem ekki er brík eða leiðikantur.....	164
12.2.3.3	Frágangur upp við bríkur.....	164
12.2.3.4	Frágangur í brúarenda og tenging við rauf.....	164
12.2.3.5	Frágangur við vegriðsstoðir.....	165
12.2.3.6	Frágangur við niðurfall	165

12.2.4	Uppbygging gönguleiðar/gangstéttar	165
12.2.5	Þröskuldar við þensluraufar	165
12.3	Vegrið	166
12.4	Legur og liðir	166
12.4.1	Almennt	166
12.4.2	Legur í steypuvirkjum	166
12.4.3	Halli á legum	167
12.4.4	Hönnun og forstilling	167
12.4.5	Eftirlit, rekstur og viðhald	167
12.5	Þensluraufar	168
12.5.1	Almennt	168
12.5.2	Sæti þensluraufar	168
12.5.3	Uppsetning	169
12.5.4	Hönnun og forstilling	169
12.5.5	Þensluraufar í brík, leiðikanti og steypu vegriði	169
12.5.6	Opnar og þéttar (lokaðar) þensluraufar	169
12.5.7	Eftirlit, rekstur og viðhald	169
12.6	Ofanvatn	170
12.6.1	Almennt	170
12.6.2	Steinlögð renna fyrir yfirborðsvatn í brúarenda	170
12.6.3	Niðurföll	170
12.6.4	Kerfi undir brúargólfi, sem tekur við ofanvatni	170
12.7	Rafbúnaður, kaplar og lagnir sem flytja vökva	172
12.7.1	Almennt	172
12.7.2	Jarðtengingar	172
12.7.3	Lýsing og vinnurafmagn innan í brúm	172
12.7.4	Veglýsing	172
12.7.5	Öryggisbúnaður vegna loffara og skipaumferðar	173
12.7.6	Eigandi kapla og lagna í brúm annara en Vegagerðarinnar	173
12.7.6.1	Almennt	173
12.7.6.2	Greinargerð	173
12.7.6.3	Ídráttarrör	174
12.7.6.4	Staðsetning röra, kapla og kapalrenna	174
12.7.6.5	Síma- og merkjastrengir	175
12.7.6.6	Háspennukaplar	175
12.7.6.7	Vökvaflýgjandi lagnir	176

12.8	Annar búnaður	177
12.8.1	Lúgur og dyr	177
12.8.2	Stigar, gönguleiðir og handrið.....	177
12.8.3	Eftirlitsbúnaður	177
12.8.3.1	Kláfur.....	177
12.8.3.2	Burðarkaplar	178
12.8.3.3	Hengistangir	179
12.8.4	Hæðarboltar	179
12.8.5	Ljósa- og skiltastaurar	179
13	Sértækar kröfur til burðarvirkja.....	180
13.1	Frítt frambyggðar brýr	180
13.2	Hengi- og skástagabrýr	181
13.2.1	Almennt.....	181
13.2.2	Reiknilíkön	181
13.2.3	Áhrif lengdafrávika hengistanga	181
13.2.4	Útskiptanleg skástög eða hengistög	181
13.2.5	Slit skástags / hengistangar.....	182
13.2.6	Festing burðarkapla í jörð.....	182
13.3	Kaplar og kaplakerfi.....	183
13.3.1	Almennt.....	183
13.3.2	Efni og útfærsla.....	183
13.3.2.1	Kaplar í hengibrúm.....	183
13.3.2.2	Kaplar í skástagabrúm.....	183
13.3.2.3	Kapalfestingar.....	184
13.3.3	Hönnun	184
13.3.4	Útfærslukröfur	185
13.3.4.1	Almennt.....	185
13.3.4.2	Söðlar og burðarstagafestingar fyrir spiralvafða, lokaða kapla.....	185
13.3.4.3	Söðla og burðarstangafestingar fyrir kapla úr samsíða þráðum	185
13.3.5	Ending.....	186
13.3.5.1	Almennt.....	186
13.3.5.2	Yfirborðmeðhöndlun kapalsöðla og burðarstagafestinga.....	186
13.3.5.3	Tæringarvörn kapla úr samsíða þráðum.....	186
13.4	Hreyfanlegar brýr	186
13.5	Hlaðanar bogabrýr	186

13.6	Vegskálar, forskálar og stokkar í fyllingum	187
13.6.1	Inngangur.....	187
13.6.1.1	Almennt.....	187
13.6.1.2	Lausnir	187
13.6.1.3	Álag.....	187
13.6.1.4	Hönnun	187
13.6.2	Forskálar og stokkar í fyllingum.....	188
13.7	Stoðveggir.....	189
13.8	Ræsi og rör	189
Viðhengi 1	190
A:	Handbækur Vegagerðarinnar:.....	190
B:	Aðrar handbækur eða innri skýrslur	190
C:	Íslenskir hönnunarstaðlar með þjóðarviðaukum og tilheyrandi leiðréttingablöðum útgefnum, sem Staðlaráð gefur út:	190
D:	Íslenskir efnis- og framkvæmdastaðlar:.....	193
E:	Handbækur Norsku Vegagerðarinnar, sem vísað er til:	195
F:	Íslenskir staðlar fyrir framsetningu.....	195
G:	Önnur fyrirmæli, leiðbeiningar.....	196
H:	Aðrir staðlar, sem vísað er til:.....	196
Viðhengi nr. 2	200



1 Grundvöllur hönnunar

1.1 Hönnunarforsendur

1.1.1 Almenn

Gert er ráð fyrir að ábyrgðin á að útvega nauðsynlegar grunnforsendur liggi fyrir áður en hönnunin er sett í gang. Stjórn hönnunarverkefnisins ásamt yfirferð og eftirliti (eftirlitsútreikningum þar sem það á við) skal vera á hendi fagfólks með yfirgripsmikla og hagnýta þekkingu.

Gengið er út frá að formlega samþykkt skipulag liggi fyrir. Taka skal frá nægilegan tíma til þess að tryggja hönnun í háum gæðaflokki ásamt yfirferð og samþykki hönnunarinnar, sjá gr. 2.5.3.4

Taka skal tilhlýðilegt tillit til þess við hönnun nýrra gerða burðarvirkja, sem byggja á takmarkaðri reynslu, að slík verkefni hafa einkenni forgönguverkefna (e: pilot projects). Þetta getur leitt til aukinna krafna um framlagningu stuðningsgagna / upplýsingagagna og sannprófana.

Áður en byrjað er á hönnunarvinnunni skal gefa brúnni brúarnúmer á forminu Axxxx og framkvæmdinni framkvæmdanúmer á forminu vvvkk-nn þar sem vvv er númer vegar, kk er kaflanúmer á viðkomandi vegi og nn er verkhluti. Samsíða brýr og aðskildar gáttir í samsíða göngum eiga að hafa hvert sitt brúar- / framkvæmdanúmer. Vegagerðin ákveður brúar- / framkvæmdanúmer. Númerin Axxx og vvvkk skulu koma fram á öllum gögnum sem fylgja verkefninu.

Ath: Þegar fullunnir og samþykktir uppdrættir liggja fyrir mun Vegagerðin gefa út Teikninganúmer á forminu Bn xxxxx sem færa skal inn á uppdrættina. B númerin eru hluti af utanumhaldi brúateikninga í skjalasafni Vegagerðarinnar.

1.1.2 Grundvallarreglur hönnunar

Reglur um hönnun brúa eru byggðar á markhönnun samkvæmt ÍST EN 1990 – ÍST EN 1999.

Viðhalda skal því öryggisstigi sem lagt er til grundvallar í [Reglum um hönnun brúa](#), óháð vali tæknilegra lausna og útreikningsaðferða. Þó ekki liggi fyrir skrifaðar leiðbeiningar fyrir þær lausnir og aðferðir sem eru valdar.

Hönnunarforsendurnar eiga að vera í samræmi við þau vilmörk sem eru skilgreind fyrir framkvæmd byggingavinnunnar.



1.1.3 Kröfur til burðarvirkis

1.1.3.1 Grundvallarkröfur

Brýr, ferjulægi og önnur mannvirki skal útfæra hvað burðarkerfi og deili varðar þannig, að útkoman verði mannvirki sem:

- er með seigluhegðun í brotmarkaástandi og er ekki viðkvæmt fyrir staðbundnum skemmdum
- er lítið viðkvæmt fyrir breytingum í burðarkerfinu, breytingum í efnispáttum, tæringu og öðru niðurbroti og hugsanlegum skekkjum og göllum í útfærslum
- er aðlagað umhverfi og landslagi, er rökrétt og samkvæmt sér í uppbyggingu
- sé staðsett þannig að afleiðingar t.d. snjóflóðs, krapaflóðs, vatnsflóðs, skriðu, varanlegs sigs eða flóðs í grunni verði ekki of miklar
- er almennt vel útfært en jafnframt notendavænt og greiðfært öllum vegfarendum
- er hægt að byggja á öruggan og ábyrgan hátt
- er einfalt að framkvæma og gefur fullnægjandi aðgang til eftirlits, viðhalds og viðgerða á sama tíma og þess er gætt að unnt sé að verða við kröfum um að beina umferð frá þeim stað sem krefst eftirlits og viðhalds sé þess þörf
- tryggir á fullnægjandi hátt að óviðkomandi hafi ekki aðgengi að þeim hlutum brúarinnar, sem er þeim ekki ætlaður, t.d. að klifra í strengjum, neðri flöngum bita, bogum o.s.frv.
- gerir mögulegt að skipta um legur, þensluraufar og það sem þeim viðkemur o.e.t.v. aðra þætti sem kunna að hafa styttri líftíma enn sjálf brúin á sama tíma og þess er gætt að unnt sé að verða við kröfum um að beina umferð frá þeim stað sem krefst eftirlits og viðhalds sé þess þörf.

1.1.3.2 Grundun og grundunarkröfur

Gera skal rannsóknir vegna grundunar til að gera grein fyrir jarðtæknilegum vandamálum þar sem það á við. Niðurstöður rannsókna skulu dregnar saman í jarðtæknilega skýrslu sem verður hluti af forsendum vegna ákvörðunar á grundunaraðferðum. Sjá 1.2.2.

Ennfremur skal ákveða grundunaraðferð að teknu tilliti til mikilvægis brúarinnar í vegakerfinu ásamt:

- áhrifum grundunarinnar á burðarkerfi brúarinnar
- áreiðanleika grundunarinnar að teknu tilliti til ófyrirséðra atvika
- möguleikum á að framkvæma grundunina.

1.1.3.3 Brýr yfir vegi (og járnbrautir)

Þegar unnið er við að steypa brú yfir veg með umferð skal almennt loka svæðinu undir verkpöllum fyrir almennri umferð á meðan á steypu stendur og meðan steypan er að taka sig nema viðhafðar séu sérstakar öryggisráðstafanir sem Vg samþykkir.

Fyrir brú sem liggur yfir járnbraut, fjögurra akreina veg eða tveggja akreina veg með ÁDU > 8000 þá skal útfæra neðri hlið og bríkur brúarinnar úr efni sem krefst ekki viðhalds á ráðgerðum líftíma brúarinnar.

Útfæra skal neðri hlið og bríkur brúa yfir járnbraut, fjögurra akreina veg eða tveggja akreina veg með ÁDU > 8000 úr efni sem krefst ekki viðhalds á ráðgerðum líftíma brúarinnar.



1.1.3.4 Gerð mannvirkis

Við val á tegund/gerð brúar gildir eftirfarandi.

- Opin ristargólf skal aðeins nota sem bráðabirgðalausn
- Ryðstál skal ekki nota nema með skriflegu leyfi Vegagerðarinnar áður en til hönnunar kemur.

1.1.4 Einingar og tákn

Einingar skulu vera skv. SI-kerfinu.

Tákn skal skilgreina að svo miklu leyti sem það er talið nauðsynlegt í tengslum jöfnur eða fyrirmæli þar sem tákn eru notuð

1.1.5 Vikmörk

Skilgreind vikmörk eiga að taka til tilfallandi fráviks við framkvæmdina og ber ekki að nota kerfisbundið.

Kröfur um framleiðslu- og byggingavikmörk eru settar fram í viðeigandi leiðbeiningum Vegagerðarinnar. Önnur vikmörk geta átt við um sérstök mannvirki, sjá kafla 13, sem og viðeigandi handbækur.

Gildandi vikmörk skulu sett fram í framkvæmdagögnum.

Gengið er út frá því að viðhaft sé kerfisbundið eftirlit á stærðum og málum mannvirkisins til þess að hvenær sem er sé hægt að sýna fram á að skilgreind vikmörk séu uppfyllt.

Í því markmiði skal í nauðsynlegu umfangi vinna teikningar sem sýna hvernig brúin hefur fræðilega hnikast til / breyst á öllum stigum framkvæmdarinnar.

Skilgreina skal vikmörk í eiginþunga hugsanlegra fyllinga í mótvigtarkössum. Eftirlitsáætlun mannvirkisins skal ná til nauðsynlegrar skrásetningar þar sem sýnt er fram á, að tilskildum kröfum sé náð. Slíkt eftirlit skal vera sérstakur tilboðsliður í útboðsgögnum

1.1.6 Hönnunarlíftími

1.1.6.1 Almenn

Hönnunarlíftími er skilgreindur skv. ÍST EN 1990:2002, gr. 1.5.2.8 sem það tímabil sem unnt er að nýta mannvirki eða hluta þess til ætlaðrar starfsemi og með hæfilegu viðhaldi án þess að komi til umfangsmikilla viðgerða.

Mannvirkið skal hannað og útfært m.t.t. áætlaðrar viðhalds- og endurnýjunarvinnu. Á hönnunarlíftímanum skal sjá fyrir aðferðafræði til skipulagðra útskipta / endurnýjunar íhluta og búnaðar með hönnunarlíftíma minni en 100 ár.

Sé annað ekki ákveðið skal miða hönnun brúa við 100 ára líftíma.

Íhlutir og útbúnaður með styttri hönnunarlíftíma en 100 ár skal vera útskiptanlegur. Tæringarvarnarkerfi á að vera endurnýjanlegt.



1.1.6.2 Skertur hönnunarlíftími

Ef byggja á brú í fyrirbyggjandi vegkafla skal meta hvað sé hæfilegur hönnunarlíftími að því gefnu að brúin verði fjarlægð síðar vegna endurskipulagningar vegakerfisins. Líta skal á brýr með skertan líftíma sem varanleg burðarvirki.

Ferjubryggjubrýr skal hanna fyrir umferðarálag skv. fyrirmælum Vegagerðarinnar.

1.1.6.3 Bráðabirgðamannvirki.

Brýr og önnur berandi burðarvirki í tengslum við vegakerfið eru skilgreindar sem bráðabirgðaburðarvirki þegar hönnunarlíftíminn er minni en 5 ár.

Meta skal nauðsynlegt hönnunarálag, yfirborðslag ásamt þunga þess í hverju tilviki fyrir sig.



1.2 Grunnöggn

1.2.1 Almenn

Í greinum 1.2.2 – 1.2.7 hér á eftir eru talin upp grunnöggn fyrir brýr. Almenn málsmeðferð eins og yfirferð, skýrslugjöf, álit, landakaup o.s.frv. eru ekki tekin með.

Grunngögnin breytast eftir því hvort brúin þverar vatnsfall, fjörð og sund, járnbraut eða veg.

1.2.2 Grunnöggn fyrir allar brýr

Eftirfarandi gögn skulu liggja fyrir:

- yfirlitskort
- kort yfir þrengra svæði (Afstöðmynd)
- langsnið veglínu (lengdarkvarði = 1:1000, hæðarkvarði = 1:200)
- þversnið veglínu
- langsnið í brúarstæði
- vegflokkur
- upplýsingar um hálkuvarnir eins og t.d. salt.
- skýrsla um jarðvegsathuganir
- upplýsingar um staðbundnar aðstæður sem geta haft áhrif á val brúargerðar
- upplýsingar um mögulegar lagnir (heitt/kalt vatn, rafmagnsstrengi o.þ.h)

1.2.3 Viðbótargögn fyrir brýr yfir vatnsfall.

Eftirfarandi gögn skulu liggja fyrir:

- langsnið og þversnið af árfarveginum
- lýsing árfarvegarins (sléttleiki, bergblokkir, steinar, sandur, leðja, gróður, staðbundinn straumur o.s.frv.)
- rennslismælingar. Hæsta og lægst vatnsstaða, ef kostur er, með dagsetningu eða ári
- ef rennslismælingar liggja ekki fyrir þá skal reikna Q_{50} og / eða Q_{100} á grundvelli eftirfarandi gagna: úrkomumælinga, stærðar afrennslissvæðis A [km^2], lengdar afrennslissvæðis L [m], hæðarmunar afrennslissvæðis Δh [m]
- við mat rennslisrannsókna og hugsanlegra rennslisútreikninga skal taka hugsanleg áhrif loftlagsbreytinga með í reikninginn
- sýrustig vatnsins getur skipt máli fyrir sérstaka gerð mannvirkja
- sérstakar upplýsingar um ís og ísrek, veiði, bátaumferð, bátagerðir og stærðir
- hugsanleg krafa um stærð frís ops fyrir bátaumferð



1.2.4 Viðbótargögn fyrir brýr yfir firði og sund.

Eftirfarandi gögn skulu liggja fyrir:

- upplýsingar um sjávarstöður m.a. meðalstórstraumsflóð, meðalsmástraumsflóð, meðalsjó, meðalsmástraumsfjöru, meðalstórstraumsfjöru, mesta stjarnfræðilega flóð, lægstu stjarnfræðilegu fjöru. Ef annað er ekki tekið fram skal miða við að meðalsjór sé í hæð 0,00. Ef upplýsingar liggja ekki fyrir geta staðbundnar mælingar verið nauðsynlegar. Við val á ákvarðandi vatnshæð skal taka tillit til ónákvæmni við ákvörðun áhrifa áhlaðanda í miklum stormi sem og hækkunar sjávarstöðu vegna loftlagsbreytinga
- upplýsingar um strauma, vind og öldur. Ölduhæð er einnig unnt að mæla á staðnum eða reikna út frá vindhraða og aðfallslengd
- krafa til ops til að sigla í gegnum, merking siglingaleiðar og upplýsingar um sjóumferð, bátagerðir og stærðir, tíðni siglinga o.s.frv.
- sérstakar upplýsingar um ís, veiði o.s.frv.

1.2.5 Viðbótargögn fyrir brýr yfir járnbrautir.

Á ekki við

1.2.6 Viðbótargögn fyrir brýr yfir vegi.

Eftirfarandi gögn skulu liggja fyrir:

- skurðarpunktur og skurðarhorn vegamóta ásamt kröfum um lágmarks fría hæð og fría breidd
- hugsanleg þörf fyrir svæði ætluð fyrir snjóruðning, öryggisaðgerðir fyrir umferð á undirliggjandi vegi o.þ.h.
- gengið skal úr skugga um það hjá Vegagerðinni hvort fyrir liggja upplýsingar um framtíðar stækkun vegarins

Grunngögnin skulu ná til beggja (allra) vega í vegamótunum

1.2.7 Viðbótargögn fyrir núverandi brýr.

Eftirfarandi upplýsingagögn skulu liggja fyrir vegna núverandi brúa sem verða hluti nýrra vegaverkefna:

- ástandsskýrsla
- mat á burðargetu
- hlutverk í vegakerfinu
- endurnýjunarþörf til þess að uppfylla staðalkröfur



1.3 Upplýsingagögn

1.3.1 Almennt

Með upplýsingagögnum er átt við grunnforsendur, yfirlitsuppdraetti, verklýsingar, vinnuteikningar, efnislista / magnskrár, uppspennulista, og útreikninga. Undir upplýsingagögn falla einnig greinargerðir, rannsóknir og skýrslur sem eru hluti hönnunarverkefnisins ásamt eftirlits-, rekstrar- og viðhaldsáætlun (ERV - áætlun), sjá kafla 2.

Útreikningar og skýrslur skulu vera yfirlitsgóðar með efnisyfirliti, forsendum, ályktunum og niðurstöðum. Vinna skal stutta úrdrætti og minnispunkta úr skýrslum.

Hönnuðurinn skal upplýsa um þá hluta mannvirkisins, þar sem sérstaklega þarf að viðhafa nákvæmt eftirlit með framkvæmdinni, þannig að hægt sé að fella það inn í eftirlitsáætlun fyrir byggingarvinnuna.

Sé annað ekki ákveðið skulu upplýsingagögn vera á íslensku. Upplýsingagögn skulu liggja fyrir á rafrænu formi.

1.3.2 Grunnforsendur

Í grunnforsendum skal koma fram:

- hönnunarforsendur samkv. gr. 1.1
- grunnhögn samkv. 1.2
- lýsing á náttúru- og jarðgrunni
- forsendur varðandi byggingaraðferð og framkvæmdaefirlit
- lýsing á mannvirkinu ásamt grundun
- efnisval í mannvirkið með tilgreindum efniseiginleikum ásamt upplýsingum um endingu
- álagsforsendur, aðrar forsendur burðarvirkjaútreikninga
- heimildir til frávika frá regluverkinu

1.3.3 Hönnunarútreikningar

Sýna skal fram á að allt val og ályktanir sé rétt annað hvort með útreikningum eða með tilvísun í viðurkennd fræði eða reynslu.

Með notkun rafræns hugbúnaðar skal staðfesta mikilvægar stærðir, hugsanlega sannreyna þær með öðrum aðferðum, ásláttarreikningum, niðurstöðum úr fræðibókum o.þ.h. háð flækjustigi mannvirkisins og afleiðingum ef mannvirkið gefur sig. Sem lágmarkskrafa til staðfestingar á greiningarlíkaninu skal leggja fram vegna eiginþunga mannvirkisins:

- færslumyndir
- línurit yfir sniðkrafta ásamt sönnun um að niðurstaðan sé rétt t.d. með því að slá á stærðir með handreikningi eða byggja á línuritum úr viðurkenndum handbókum



Ef um er að ræða reikniaðferðir sem eru ekki almennt þekktar skal upplýsa um heimildir eða leiða út jöfnur nægilega langt til að unnt sé að sannreyna niðurstöðuna.

Útreikninga skal setja fram með greinargóðum og skýrum hætti þannig að auðvelt sé að yfirfara þá. Það skal vera unnt að afrita þá. Nota má handritaða reikninga en krafan um rafrænt form gildir, sjá gr. 1.3.1 og 1.3.7.

1.3.4 Verklýsingar og magnskrá

Verklýsing og magnskrá skal að innihaldi, framsetningu og umfangi vera í samræmi við gildandi „Leiðbeiningar og reglur við gerð útboðslýsinga“ sem Vegagerðin gefur út.

Verklýsingar skulu innihalda allar þær upplýsingar, sem krafist er í þeim stöðlum, sem gilda fyrir mannvirknið.

1.3.5 Teikningar og efnislistar

1.3.5.1 Almenn

Teikningar skal vinna á stafrænan hátt með stafrænum teikniforritum og skrárnar skulu vera á dwg / dwx / dgn- formi. Mögulegt þarf að vera að skiptast á stafrænum upplýsingum við önnur fagsvið áður en vega- og brúarverkefni verður framkvæmt, t.d. með tölvupósti, um miðlægt vefsvæði o.fl.

Teikningar sem nota á sem vinnuteikningar á verkstað eru almennt unnar á A1-formi en A3-formi til annarra skráarsamskipta nema annað sé ákveðið.

Setja skal teikningar þannig fram og málsetja að byggja megi mannvirknið byggingarhluta eftir byggingarhluta án þess að leita upplýsinga á teikningum sem sýna aðra hluta mannvirkisins.

Framsetning teikninga – almennt:

B-teikningar (burðarvirki) eiga við um berandi mannvirki í vegakerfinu skv. skilgreiningu í gr. 1.1.4.

Teikningar vegna skipulagsáætlana:

Ef útfærsla berandi mannvirkja skv. skilgreiningunni hér að framan skiptir máli í tengslum við umfjöllun skipulagsáætlunar skal leggja fram forhönnun.

Einnig skal leggja fram forhönnun ef kostnaður er umtalsverður.

Forhönnun burðarvirkja:

Með forhönnun brúa fylgir venjulega yfirlitsteikning (B - teikning). Það sama á við um aðrar mannvirkjagerðir. Í sérstökum tilvikum geta viðbótar teikningar verið nauðsynlegar. Nákvæmnistigið þarf að aðlaga stærð og flækjustigi mannvirkisins en takamarkast af þörf skipulagsvinnunnar.



Yfirlitsteikning

Yfirlitsteikning skal sýna:

- veglínugögn
- hliðarmynd
- grunnmynd
- dæmigerð snið

Veglínugögn skal setja fram í töfluformi sem koma skal fyrir yfir hliðarmyndinni. Eftirfarandi skal koma fram:

- veglínulengd, veghæð, tölugögn um lóðrétt- og lárétta boga sem og hliðarhalla. Jafnan einhliða hliðarhalla má í staðinn sýna í þversniði
- einnig skal sýna hugsanlega breiddaraukningu í töflunni
- einnig skal útbúa útsetningargögn á stafrænu formi fyrir verktaka

Hliðarmynd sýni:

- burðarvirkjagerð og undirstöður
- stöðvarnúmer súlna og landstöpla

Hliðarmynd af sjávarsiglingaleið sýni einnig:

- meðalvatnshæð og mesta stjarnfræðilega flóð
- mestu og minnstu fría hæð yfir mesta stjarnfræðilegu flóði
- ákvarðandi hæð stormflóða

Hliðarmynd siglingaleiðar sýni einnig:

- legu, fría breidd, og fría hæð yfir mesta stjarnfræðilegu flóði

Hliðarmynd yfir vatnsfalli sýni einnig:

- hæstu mældu flóðhæð ásamt ártali og minnstu fría hæð. Einnig þurfi t.d. gögn um lægstu vatnsstöðu og lægstu og hæstu miðlunarhæðir að vera aðgengilegar
- ákvarðandi flóðhæð og straumhraða ásamt samsvarandi endurkomutíma
- rofvarnir

Hliðarmynd yfir veg eða járnbraut sýni einnig:

- minnstu fría hæð frá neðri brún burðarvirkis og efri brún undirliggjandi vegar eða járnbrautarspori

Hliðarmynd erfiðleikum bundin:

- í þeim tilvikum að það er erfiðleikum bundið að gera hliðarmynd af mannvirkinu má í staðin útbúa langsníð í miðlínu



Grunnmynd sýni:

- legu mannvirkisins í umhverfinu sem og landfræðilegt norður t.d. með ör.
- akreinar, axlir, miðdeili, gangstéttar eða göngu- og hjólastíga, bríkur og breiddaraukningar.
- stöðvarnúmer landstöpla og stöpla ásamt hugsanlegri skástöðu.
- staðsetningu þensluraufa

Grunnmynd brúa yfir vatnsföll sýni einnig:

- straumstefnu og hugsanlegar rofvarnir fláa og / eða undirstaða

Grunnmynd mislægra gatnamóta sýni einnig:

- miðlínu vegar sem þverar veginn ásamt þverunarnhorni
- einnig skal setja fram fría fjarlægð frá miðlínu til næsta burðarvirkjahluta eins og stöpul, landstöpul eða sambærilegt

Snið sýni:

- dæmigerð þversnið ásamt hæðum burðarvirkja. Ef um fleiri höf er að ræða með umtalsvert mismunandi þversniðsgerðum eða þversniðshæðum verður að setja það fram með fleiri en einu sniði, ef það telst nauðsynlegt
- breidd og staðsetning akreina, axla, miðdeila, gangstétta eða göngu- eða hjólastíga, breiddaraukningar, vegriðssvæði, fría fjarlægð milli leiðara (vegrið, kantsteinar, veglína) ásamt heildarbreidd
- dæmigerðar vegriðsgerðir eða aðra leiðara
- lögun dæmigerðra stöpla

Í reit fyrir athugasemdir á yfirlitsteikningu komi fram:

- veggerð, ÁDU og skiltaður hraði
- útgáfuár fyrir [Reglur um hönnun brúa](#)
- dæmigerð efnisgæði
- gerð yfirborðslaga í akbrautum ásamt ákvarðandi þunga þess
- tilvísun í aðrar teikningar eða önnur grunngögn
- hugsanlegt ásiglingarálag frá skipum



Samkeppnisgögn og vinnuteikningar:

Samkeppnisgögn

Í samkeppnisgögnum byggðum á einingaverðum skal fyrir hvern byggingahluta koma fram:

- yfirlitsteikning
- málteikningar
- járnateikningar
- hugsanlegar stálteikningar
- teikningar, sem sýna spennikapla
- hugsanlega aðrar deiliteikningar sem eru nauðsynlegar vegna kostnaðaráætlunarinnar

Yfirlitsteikning

Á yfirlitsteikningu eiga að vera sömu upplýsingar og lýst er undir yfirlitsteikningu hér að framan. Einnig skal sýna hugsanlegan utanaðkomandi útbúnað svo sem lágspennustrengi, háspennukapla, vatns- og frárennislislagnir.

Aðrar teikningar

Aðrar teikningar skulu á einhlítan hátt upplýsa um og sýna ítarlega það sem er nauðsynlegt vegna tilboðanna. Í athugasemdareitnum skal setja fram efniseiginleika, eftirlitsflokk og vísa til annarra teikninga eða grunngagna sem nauðsynleg eru til þess að teikningin sé skiljanleg.

Tæknilegt samþykki

Áður en samkeppnisgögn eru auglýst og send út eiga allar brýr að hafa hlotið samþykki í meginatriðum skv. gr. 2.5.3.1.

Önnur samkeppnisform

Ef önnur samkeppnisform eru notuð, svo sem alútboð, má minnka teiknigögnin verulega en þau skulu a.m.k. innihalda yfirlitsteikningar vegna forhönnunar verkefnisins.

Vinnuteikningar

Vinnuteikningar ná til allra B-teikninga sem nauðsynlegar eru til þess að lýsa endanlegu mannvirki.

Sjá gr. 2.5.3.7 varðandi samþykki vinnuteikninga.

Reyndarteikningar

Sjá gr. 1.3.6.



1.3.5.2 Yfirlitsteikningar

Skipta skal brúm í stöðvar. Stöðvanúmerin skulu fylgja vaxandi veglínulengd og mál 1 því við lægstu veglínulengdina.

Þegar brúm, sem eru til staðar, er breytt skal gera nýja yfirlitsteikningu. Þessi teikning sýni bæði núverandi og nýja mannvirkjahluta ásamt öðrum breytingum.

1.3.5.3 Stækkunar- og uppsetningateikningar

Teikningar skulu að nægjanlegu marki sýna byggingaraðferð í samræmi við samþykktar reikniforsendur fyrir byggingaáfangann.

Þær skulu t.d. vera með upplýsingum um áfangaskipti, uppsetningaraðferðir, röð áfanga, hjálparmánvirki, verkpallagerð, afstífgarkerfi o.þ.h.



1.3.5.4 Uppdrættir af undirstöðum

Gera skal sérstaka yfirlitsteikningu af undirstöðum.

Kröfur um hvað sýnt skal á uppdráttum af undirstöðum fer eftir grundunaraðferð.

Undirstöður á klöpp:

- mál og dýpi í útgrafinni gryfju

Bein grundun á fyllingu:

- botnhæð og stærð gryfju
- ef við á: frostvarnir, styrkingar, uppfylling, afrétting og þjöppun upp undir ráðgerðan botn undirstöðu.

Grundun á staurum:

- grunnmynd af staurum þar sem fram kemur staðsetning, stefna og halli; hver staur fær sérstakt númer.
eftir því sem við á má sýna fyrirkomulag staura á steypumálsteikningu undirstöðu.
- deili af tengingu í stauratoppi
- botnhæð og stærð gryfju
- ef við á: frostvarnir, styrkingar, uppfylling, afrétting og þjöppun upp undir ráðgerðan botn undirstöðu.

Sýna skal fyllingu að og yfir mannvirkid. Neðri mörk fyllingar inn að mannvirkinu, afmörkun á mótum styrkingarlags og vegfyllingar ásamt afmörkun á mótum fyllingarefna og vatnsvarnar.

Fyllingu að hlöðnum mannvirkjum úr grjóti má sýna á viðkomandi teikningu þar sem gert er ráð fyrir að fyllingin sé framkvæmd um leið og hleðslan.

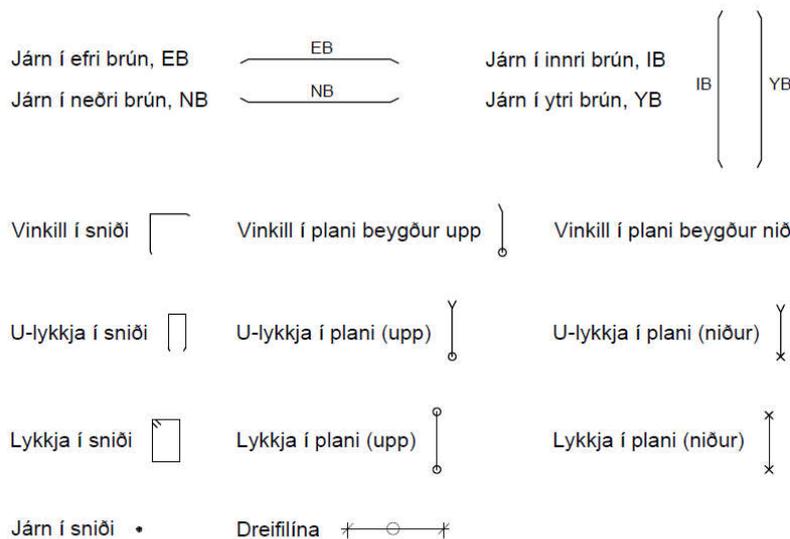
Sýna skal umfang, þykkt, efnisflokka og stærðarflokka rofvarnar og steinlagðra renna.

1.3.5.5 Steinsteyputeikningar

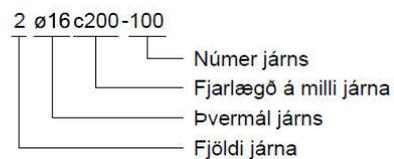
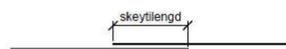
Vinna skal steypumáls- og járnateikningar með nauðsynlegum járnalistum, uppdrætti vegna spenstrar járnalagnar ásamt teikningar af búnaði, innsteyptum hlutum o.s.frv. Í hönnunargögnum og á vinnuteikningum skal setja fram steypuskilgreiningu, steypuhulu og framkvæmdaflokk sem valin er fyrir einstaka byggingarhluta eða allt mannvirkid.

Steypumálsteikning skal sýna byggingarhluta í grunnmynd, hliðarmynd (e.t.v. langsníð), þversníði ásamt nauðsynlegum deilum. Gefa skal upp hugsanlegar yfirhæðir annað hvort á sérstakri teikningu eða steypumálsteikningu. Sérstök deili eða sérstakar útfærslur eins og deili vegna innsteyptra hluta o.þ.h. skal sýna eins og þörf krefur í stórum kvarða annað hvort á steypumálsteikningu eða á sérstökum teikningum.

Járnbandingu skal sýna á grunnmynd og e.t.v. í hliðarmynd með öllum upplýsingum aðeins á einum stað skv. ÍST EN ISO 3766 og eins og þarf á sniðum með stærðum og járnánúmeri.



Málsetningar miðast við útbrúnir járna nema annað sé tekið fram.



Dæmi um framsetningu á teikningu skv. ÍST EN ISO 3766.

Reglur um hönnun brúa 1 Grundvöllur hönnunar
1.3 Upplýsingagögn



Járnalisti - Nafn verkefnis						
Landstöpull, 1 stk.		Útgáfa	Skýring - breyting	Dags.	Gert	Yfirfarið
Sökkull		1		27.6.2017		
Bláðsiða: 1						
Verknúmer: A-2689						

Nr.	Stálgæði	Þvermál mm	Fjöldi stk.	Lengd stk. mm	Lengd alls m	Lögun mm	Skýringar
100	B500NC	16	30	5080	152		
101	B500NC	16	30	4880	146		
102	B500NC	16	6	5850	35		
103	B500NC	16	6	5850	35		
104	B500NC	16	22	5130	113		
105	B500NC	16	26	2945	77		
106	B500NC	16	56	3500	196		
107	B500NC	16	30	3980	119		
108	B500NC	16	21	5850	123		
109	B500NC	16	12	2350	28		

Samtals bláðsiða 1		
Þvermál	Lengd (m)	Þyngd (kg)
ø10	0	0
ø12	0	0
ø16	1.024	1.618
ø20	0	0
ø25	0	0
ø32	0	0
Samtals bls. 1	1.024	1.618

Dæmi um framsetningu járnalista.



Teikna skal deili í stærri mælikvarða, sérstaklega svæði þar sem það er mikilvægt til þess að tryggja góða framkvæmd, t.d. á skeytasvæðum og þar sem þéttleiki járna er mikill. Hér skal sýna legu allra járna sem og fjarlægð milli þeirra. Tilgreina skal þar sem við á stærðir, gerð, fjarlægð miðja á miðju, legu ásamt tilvísun í járnalista. Hvert járn sem hefur skilgreinda lengd út frá mótum skal málsetja með nafnmáli (ætlaðri lengd) í járnalista. Breytilegar lengdir skal ekki málsetja með jöfnum.

Uppdrættir af spenniköplum skulu sýna legu hvers kapals skilgreindan í hæðar- og þverstefnu brúar í fullri lengd hans. Mál og horn / hallar í steypuskilum ásamt deilum vegna spenniakkera skal sýna sérstaklega.

1.3.5.6 Stálteikningar

Vinna skal fullmálsettar vinnuteikningar fyrir mannvirki úr stáli með nauðsynlegum sniðum og deilum.

Allar suður skulu sýndar með viðeigandi stærðum, suðu- og frágangstáknum samkv. ÍST EN ISO 2553. Sýna skal mikilvægar suður sem og sérstaklega mótaðar suður í kvarða að lármarki 1:1. Setja skal fram boltatákn og styrkleikaflokka á teikningum, þar sem það er upplýsandi eða nauðsynlegt.

Gerð tæringarvarnar og litur á síðustu málningarumferð skal koma fram. Sýna skal deili fyrir sérstakar aðgerðir eins og t.d. þar sem stálhlutar eru innsteyptir.

Vinna skal efnislista þar sem fram koma hlutnúmer, stærðir, fjöldi, þungi, stálgæði og yfirborðsmeðhöndlun fyrir alla stálhluta.

1.3.5.7 Tréteikningar

Vinna skal fullmálsettar vinnuteikningar fyrir mannvirki úr timbri með nauðsynlegum sniðum og deilum. Sýna skal allar bolta- og tengifestingar með stærðum og nauðsynlegum málum eins og t.d. kantfjarlægðum og innbyrðis málsetningum.

Teikna skal spennnta bendingu í þverspenntum brúargólfum sem sýni:

- að lega hvernar spennistangar sé ótvíræð á teikningunni.
- upplýsingar um stærð hámarks spennikrafts (P_{max}) fyrir læsingu og spennikrafts (P_0) eftir læsingu ásamt minnsta leyfilega lokaspennikrafti (P_{min}) eftir ráðgert spennitap (sjá gr. 9.5.2.2)
- samband spennikrafts og hitastigs.

Sýna skal skeytakerfið greinilega á teikningu ásamt hliðrun skeyta þar sem einingar eru skeyttar enda í enda.

Vinna skal efnislista sem innihalda hlutnúmer, stærðir, fjölda, þunga, efnisgæði og yfirborðsmeðhöndlun eða inndreypingu fyrir alla tré- og stálhluti.

1.3.5.8 Teikningar af mannvirkjum úr áli

Sama krafa er gerð til teikninga burðarvirkja úr áli eins og lýst er fyrir stálteikningar í gr. 1.3.5.6.



1.3.5.9 Teikningar hlaðinna burðarvirkja

Fyrir hlaðnar brýr og stoðveggi skal eftirfarandi koma fram á teikningum:

- steinagerð
- steinastærð
- hámarks fúgubreidd
- lágmarks skörun milli laga
- sýnileg munstur á steinum (borkjarnamynstur, högnir fletir, slípaðir fletir eða samsvarandi)

1.3.5.10 Teikningar vegna yfirborðslaga

Vinna skal sérstakar teikningar vegna yfirborðslaga. Þær skulu sýna öll deili eins og yfirgangssvæði og tengingar, endafrágang, lausnir við stærðarbreytingar, úrtök og lagnir, samsetningar í hornum og steypuskil o.þ.h.

1.3.5.11 Teikningar vegna búnaðar og íhluta

Vegriðsteikningar skulu sýna endafrágang, festur og þensluskeyti vegriða ásamt tilheyrandi yfirgangssvæði, þ.e. breytilega styrktarflokka vegriða milli vegriða á brú og vegi.

Útbúa skal sérstaka teikningu þar sem saman er tekin staðsetning lega og þensluraufa í lengd, lárétt og lóðrétt fyrir allt mannvirkið. Sýna skal allar legu- og þensluraufagerðir ásamt með ákvarðandi hornsnúningum, hreyfingum, álagi og hugsanlegum forstillingum við uppsetningu. Sýna skal staðsetningu fyrir lyftibúnað með málsettum deilum á leguteikningu. Á sömu teikningu skal setja fram nauðsynlegan lyftikraft miðað við notmarkaástand með og án umferðar.

Sýna skal staðsetningu, uppsetningu og festingu á viðeigandi málteikningum.

1.3.5.12 Teikningar vegna styrkingar/breytingar á brú

Þegar um er að ræða breytingar eða styrkingar á eldri brú skal uppfæra yfirlitsteikningu eða teikna nýja eftir því sem við á.



1.3.6 Teikningar af fullbúnu mannvirki

Að aflokinni byggingarvinnu skal uppfæra teikningar og teikningaskrár með öllum breytingum á byggingastiginu. Einnig skal lýsing á yfirborðslagi, búnaði og íhlutum brúar vera ótvíræð með tegundareinkennum, dreifingaraðila eða framleiðsluheitum.

Vinna skal teikningaskrá fyrir hverja brú. Í teikningaskránni skal koma fram:

- brúar- / framkvæmdanúmer
- nafn framkvæmdarinnar
- hver unnið hefur teikninguna
- titill teikningarinnar
- teikninganúmer
- breytingar
- upphafsdagsetning teikningarinnar
- dagsetning síðustu útgáfu
- nafn vörsluskrár teikningarinnar
- innmæling á staurum (staðsetning, stefna, halli og lengd), innmæling á varanlegu sponspili og innmæling á brúargólfi ásamt fyrstu mælingum á hæðarboltum skal færa inn á Reyndarteikningar

Teikningar skal merkja „Reyndarteikning“. Þeim skal skila á rafrænu pdf - formi til samþykkisyfirvalda hjá Vegagerðinni.

Ef samþykkisyfirvald og framtíðareigandi brúarinnar er ekki sami aðili, skal einnig afhenda teikningar merktar „Reyndarteikning“ á rafrænu pdf - formi til hlutaðeigandi eiganda.

Reglur um hönnun brúa 1 Grundvöllur hönnunar
1.3 Upplýsingagögn



Bláð nr.	Teikning nr.	Heiti	Staða	Mælikvarði	Dagsetning 14.12.2015			
					Í gildi	Síðasta útgáfa		
					Útgáfa	Dags	Útgáfa	Dags
1	B-11596	Afstöðumynd			-	05.02.16		
2	B-11597	Yfirlitsmynd			B	31.05.16	A	12.02.16
3	B-11598	Skýringar			B	31.05.16	A	15.02.16
4	B-11599	Landstöpull ás 1, steypumál			B	11.05.16	A	12.02.16
5	B-11600	Millistöpull ás 2, steypumál			-	11.12.15		
6	B-11601	Millistöpull ás 3, steypumál			-	11.12.15		
7	B-11602	Landstöpull ás 4, steypumál			B	11.05.16	A	12.02.16
8	B-11603	Yfirbygging, steypumál			A	07.04.16		12.02.16
9	B-11604	Yfirbygging frh., steypumál			-	12.02.16		
10	B-11605	Landstöplar, járnalögn, ás 1 og ás 4			C	13.05.16	B	22.03.16
11	B-11606	Millistöplar, járnalögn, ás 2 og ás 3			A	01.03.16	-	11.12.15
12	B-11607	Yfirbygging, kaplar			-	12.02.16		
13	B-11608	Yfirbygging, járnalögn			A	07.04.16	-	22.03.16
14	B-11609	Yfirbygging, járnalögn frh.			-	22.03.16		
15	B-11610	Sigplötur, járnalögn			-	22.03.16		
16	B-11611	Legubúnaður, elastomere			-	12.02.16		
17	B-11612	Legubúnaður, festing til hliðar				12.02.16		
18	B-11613	Legubúnaður, festing til hliðar og langátt			-	12.02.16		
19	B-11614	Niðurfall og rist, ST23-11			-	12.02.16		
20	B-11615	Brúarvegrið á 150 mm háum kant, Sicuro			A	18.03.16	-	12.02.16
21	B-11616	Tengivegrið á vegfyllingu við brúarenda, Sicuro			-	12.02.16		
22	B-11617	Niðurekstrarstaurar			-	15.10.15		
23	B-11618	Verkpallar og mót			A	11.04.16		22.03.16
24		Járnalisti			3	13.05.16	2	07.04.16
25		Efnisskrá			3	13.05.16	2	12.04.16

Dæmi um teikningaskrá

1.3.7 Útreikningar og önnur upplýsingagögn fullbúins mannvirkis

Útreikningum og öðrum upplýsingagögnum skal skila á rafrænu pdf - sniði, e.t.v. skönnuðum á pdf - snið ef frumrit liggur ekki fyrir á rafrænum sniði.

Rafræna sniðið skal vera í nægilegri upplausn þannig að það megi endurgera á upphaflegu sniði í réttum kvarða og með upphaflegum gæðum.

1.3.8 Upplýsingagögn vegna rekstrar mannvirkis.

Önnur upplýsingagögn vegna rekstrar mannvirkisins skulu unnin og afhent Vegagerðinni á rafrænu formi.



1.4 Gæðatrygging

Markmið gæðatryggingar er að ná þeim gæðum sem skilgreind eru í grunnforsendum.

Gert er ráð fyrir að hönnuðurinn hafi komið sér upp gæðakerfi. Gæðatryggingin skal vera kerfislega uppbyggð og skráð og aðlöguð þeim verkefnum sem unnin eru í fyrirtækinu. Í gæðahandbók skal vera samandregin tæmandi lýsing gæðatryggingarinnar. Gæðahandbókin skal auk þess að upplýsa starfsfólk um ábyrgð og skyldur hvað varðar gæðatæknileg atriði einnig geta upplýst verkbeiðanda um gæðatryggingu fyrirtækis hönnuðarins.

Nota skal ÍST-EN ISO 9001. Gæðaendurskoðun skal venjulega vinna skv. ÍST ISO 19011.

Í fyrirtæki hönnuðarins á að vera maður með nægjanlega skilgreinda ábyrgð, vald, mannskap og athafnafrelsi skipulagslega séð til þess að framkvæma eftirfarandi verkefni:

- skipuleggja og halda við gæðatryggingu fyrirtækisins
- sannreyna að skilgreindar kröfur séu uppfylltar
- setja í gang aðgerðir eða stuðla að lausnum til þess að tryggja gæði
- skipuleggja og framkvæma gæðaendurskoðanir

Gæðakerfi hönnuðarins skal a.m.k. tryggja að:

- fyrirtækið og innra ábyrgðarfyrirkomulag sé þekkt; stöðu- og starfslýsingar skulu unnar í nauðsynlegu umfangi
- fagfólk með yfirgripsmikla faglega þekkingu og hagnýtt innsæi skuli leiða, útfæra og yfirfara hönnunina
- allt starfsfólk, sem vinnur verkefni sem skipta máli í gæðalegu tilliti, skal hafa nauðsynlega hæfni og forsendur til þess
- viðeigandi takmarkanir og gildandi leiðbeiningar hönnunarinnar séu skilin og þeim fylgt
- eigin yfirferð hönnuðarins taki til allra þátta hönnunarverkefnisins
- upplýsingagögnin séu gagnsæ og skýr og sýni forsendur og niðurstöðu hönnunarinnar
- öll frávik frá skilgreindum kröfum séu skráð og sett í kerfi sem grundvöllur fyrir leiðréttingum

Í stærri verkefnum og / eða þar sem verkbeiðandi gerir um það kröfu skal vinna gæðaáætlun. Gæðakerfi hönnuðarins ásamt með gæðakerfi verkbeiðanda og kröfum er grundvöllur gæðaáætlunar brúaverkefnisins sem um ræðir.



2 Yfirferð og samþykki

2.1 Almenn

Kröfur eru gerðar um áreiðanleikastjórnun (e: reliability management) við hönnun nýrra mannvirkja og endurbætur eldri mannvirkja í samræmi við kröfur í ÍST EN 1990 hluta 2 og viðauka B.

Samþykktarferli leiðir til agaðri vinnubragða og stuðlar að hagnýtum lausnum með það að markmiði að minnka líkur á skekkjum sem valda því að mannvirkið nýtist ekki eins og til er ætlast. Mikilvægast er eigi að síður að aðferðafræðin verði til þess að lágmarka óþægindi eða áhættu vegnotenda og annarra sem hafa hagsmuna að gæta.

Markmið samþykktarferlis er að auka tiltrú eða traust á þeim byggingaáformum, endurbótum eða niðurrifi sem fyrirhugað er að ráðast í. Það mun hjálpa til að sannfæra um að óhætt sé að koma verkefninu í framkvæmd, virkni nýrra mannvirkja verði eins og til er ætlast, hagkvæmni í byggingu, viðhald samræmist markmiðum um endingu og viðhlítandi tillit tekið til umhverfisins.

Samþykktarferlið felur ávallt í sér eigin yfirferð hönnuðar skv. gr. 2.3 og óháða yfirferð skv. yfirferðarflokkum 1, 2 og 3, sjá gr. 2.5.3.3, þar sem umfang yfirferðarinnar ræðst af erfiðleikastigi og reynslu hönnuðar.

- Yfirferðarflokkur 1 – samstarfsmaður úr hönnunarhópi má vinna yfirferðina. Eigin yfirferð hönnuðar getur fallið hér undir
- Yfirferðarflokkur 2 – samstarfsmaður, sem ekki er úr hönnunarhópi, má vinna yfirferðina. Eigin yfirferð hönnuðar getur fallið hér undir
- Yfirferðarflokkur 3 – maður frá annarri stofnun / ráðgjafafyrirtæki vinnur yfirferðina

Hönnuðurinn leggur fram meginforsendur til samþykktar til Vegagerðarinnar (e: Approval in Principle) þar sem tillaga um yfirferðarflokk er sett fram.

Yfirferðar- og samþykkisferlið, stuttu yfirlit:

- 1) Hönnuður (sjá hugtakaskýringu í gr. 2.1.1) sendir Vegagerðinni skráningablað
- 2) Vegagerðin staðfestir skráninguna
 - a) Tímasetningar, tillögur að lausnum, hugsanlega sérstakar aðstæður ræddar í framhaldinu
 - b) Ef mannvirkið er í yfirferðarflokki 1 og hönnuður með mikla reynslu getur samþykktarferlið verið í einu þrepi, þ.e. öll hönnunargögn eru lögð fram í einu lagi undir í lið 7
 - c) Ef hönnuður vinnur ekki tillögu að meginforsendum skv. liðum 3 og 4
- 3) Hönnuður vinnur tillögu að meginforsendum og setur fram tillögu um yfirferðarflokk
- 4) Vegagerðin yfirfer og samþykkir meginforsendurnar
- 5) Vinna við gerð hönnunargagna getur hafist
- 6) Yfirferð hönnunargagna. Vinna má hönnuna og yfirferð samsíða að svo miklu leyti sem það er raunhæft
- 7) Formlegt samþykki hönnunargagna
- 8) Útgáfa vinnuteikninga



2.1.1 Hugtakaskýringar

Byggingaráform (e: proposal):

Tillaga sem varðar hönnun eða mat / úttekt á mannvirki í vegakerfinu þ.á.m. véla- og rafmagnsútbúnaði.

Hönnuður:

Í flestum tilvikum er hönnuður sá sem leggur fram meginforsendur, en einnig getur verið um mat eða úttekt að ræða, þannig að sá sem leggur fram meginforsendur sé mats- / eða úttkektarmaður. Til þess að kafli 2 sé sem læsilegastur er aðeins talað um hönnuð í honum.

Meginforsendur (e: approval in principle):

Skrá yfir samþykktar grunnforsendur og viðmið fyrir deilihönnun.

Sá sem fer yfir (e: checker):

Til þess bær maður hjá stofnun eða ráðgjafafyrirtæki sem ábyrgur er fyrir óháðri yfirferð hönnunargagna eða mati / úttekt. Með honum geta starfað fleiri en einn maður eftir aðstæðum.

Tæknisamþykki (e: Technical Approval):

Byggingaráform sem hefur verið lagt fram til yfirferðar hjá Vegagerðinni eða þeim sem hún vísar til og samþykkt og staðfest að hönnunin og tæknilýsingar séu í samræmi við samþykktar meginforsendur.

Yfirferðarflokkur (e: category):

Flokkun á tillögum til ákvörðunar á hvernig yfirferð er hagað (yfirferðarflokkur 1 – 3) og þeirra vottorða sem þarf að undirbúa..

2.2 Kröfur til hönnuða

Í gr. 1.1.5.1 er sett fram krafa um að stjórn hönnunarverkefnisins ásamt yfirferð og eftirliti sé í höndum fagfólks með yfirgripsmikla og hagnýta þekkingu.

Einn hönnuður er ábyrgur fyrir því að hönnun sé í samræmi við tæknilegar kröfur, sem settar eru fram í [Reglum um hönnun brúa](#), gildandi íslenska staðla og þjóðarviðauka sem og Byggingareglugerð. Hann skal hafa löggildingu burðarvirkjahönnuða skv. lögum um mannvirki, lög nr. 160 2010 og fullnægjandi starfsábyrgðartryggingu í samræmi við gildandi lög og reglugerðir. Hönnuður skal árita uppdrætti sína eigin hendi (eða með rafrænum hætti) og þannig staðfesta ábyrgð sína.

Sömu kröfur eru gerðar til óháðrar yfirferðar og til hönnuðar varðandi löggildingu, hæfi og ábyrgð.

Sjá kröfur um gæðatryggingu í kafla 1.5.

2.3 Yfirferð hönnuðar

Annar hæfur hönnuður skal yfirfara alla útreikninga og teikningar (skv. ÍST EN 1990, hluta 2 og viðauka B) í samræmi við kröfur gæðakerfis hönnuðar sem byggir á ISO 9001. Það skal koma fram á teikningu hver hefur unnið hana, yfirfarið og samþykkt. Til þess bær yfirmaður skal skrifa undir og dagsetja útreikninga áður en gögnin eru send til yfirferðar og samþykktar. Áður en járnaskrár og efnislistar, sem og samsvarandi gögn sem fara venjulega ekki í gegnum samþykktarferli og eru send beint á byggingarstaðinn, skal annar hæfur maður einnig yfirfara þau.

Yfirferð samstarfsmanns skal unnin skv. fyrirfram ákveðinni yfirferðaráætlun í samræmi við gæðahandbók hönnuðar ásamt vanaverkum við yfirferð, gátlistum og sambærilegu. Yfirferðin skal vera skjalfest og getur Vegagerðin óskað eftir afriti af yfirferðinni.

2.4 Yfirferð til samþykkis (óháð yfirferð)

Vegagerðin yfirfer og samþykkir hönnunargögn og vinnuteikningar fyrir allar brýr í tengslum við þjóðvegakerfið sem [Reglur um hönnun brúa](#) eiga við um, sjá skilgreiningu á gildissviði í gr. 1.1.2 og skilgreiningu á hugtakinu **brú** í gr. 1.1.4. Krafa um yfirferð og samþykki á einnig við um hjálparmánvirki sem og aðra hönnun sem fjallað er um í gr. 1.1.2.

Í meginforsendum (e: Approval in Principle) setur hönnuðurinn m.a. fram tillögu um undir hvaða yfirferðarflokk (1, 2 og 3) óháða yfirferðin fellur í hverju tilviki í yfirferðar- og samþykktarferlinu, sjá gr. 2.5.3.3. Kröfur til óháðrar yfirferðar geta verið mismunandi fyrir einstaka byggingahluta mannvirkisins þannig að þeir falli í mismunandi yfirferðarflokka.

Yfirferðar- og samþykkisferlið felst í að sannreyna hvort brúin er hönnuð í samræmi við tæknilegar kröfur sem settar eru fram í [Reglum um hönnun brúa](#), gildandi íslenskum stöðlum og þjóðarviðaukum sem og Byggingareglugerð. Í þéttbýli gilda einnig lög um mannvirki fyrir brýr.

Listu yfir helstu staðla og reglugerðir er að finna í Viðauka 1.

2.5 Samþykki

2.5.1 Almenn

Vegagerðin setur fram tæknileg viðmið (staðla og leiðbeiningar, sjá viðauka 1) og kröfur um öryggi fyrir mannvirki í þjóðvegakerfinu.

Yfirferð og samþykki Vegagerðarinnar felur ekki með nokkrum hætti í sér yfirtöku ábyrgðar. Hönnuðurinn ber áfram alla ábyrgð vegna hugsanlegra galla eða skorts sem kunna að vera í hönnunargögnunum.

2.5.2 Samþykktarferlið

2.5.2.1 Almenn

Hönnuðurinn skal eins fljótt og kostur er eftir að honum hefur verið falin úrlausn verkefnis senda inn skráningarblað til Vegagerðarinnar með frumupplýsingum um verkefnið en í framhaldinu er tímaáætlun verkefnisins rædd, tillögur að lausnum og hugsanlegar sérstakar aðstæður við verkefnið. Í því samhengi skal skrá að fyrir liggi nægjanleg grunn gögn vegna byggingaáformanna.



Kröfur Vegagerðarinnar um yfirferð er háð erfiðleikastigi mannvirkisins og fyrri reynslu hönnuðarins af þeirri brúargerð, sem um ræðir.

Ef mannvirkid er einfalt að mati Vegagerðarinnar ([yfirferðarflokkur 1](#)) og hönnuðurinn hefur mikla reynslu af sambærilegum mannvirkjum getur samþykktarferlið verið í einu þrepi, þ.e. meginforsendur, teikningar og önnur hönnunargögn eru lögð fram til samþykktar í einu lagi.

Í öðrum tilvikum skal vinna meginforsendur til samþykktar sjá gr. 2.5.3.

2.5.2.2 Útbúnaður, framleiðsla o.fl. sem fellur ekki undir samþykkisferlið

Ekki þarf samþykki Vegagerðarinnar fyrir búnaði, íhlutum o.fl. sem aðrar stofnanir viðurkenna, t.d. CE - merktan búnað. M.t.t. eftirlits með að notkun sé rétt skal leggja fram með búnaðinum teikningar af framleiðslunni ásamt staðfestingu viðurkenningarinnar.

Sem dæmi má nefna lyftubúnað fyrir ferjubrýr, lyftivélbúnað fyrir hreyfanlegar brýr, afrakabúnað fyrir stálmannvirki, eftirlits- og viðhaldsvagna o.fl.

Vegagerðin hefur eigin samþykktarferli (tegundaviðurkenningu) á nokkrum vörum svo sem vegriðum og öðrum vegbúnaði. Áætlun um notkun á búnaði af þeim toga skal einnig fara í gegnum samþykktar- og eftirlitskerfi sem áður er lýst. Þetta á einnig við ef búnaðurinn er CE - merktur.

2.5.2.3 Afhending hönnunargagna

Hönnuðurinn sendir Vegagerðinni hönnunargögnin á pdf - formi með tölvupósti eða leggur þau inn á miðlægt til þess ætlað vefsvæði. Ákveða skal afhendingarform gagnanna þegar sammælt er um hvernig yfirferð verður hagað. Ef ráðgjafi er ráðinn til yfirferðar skal til viðbótar senda hönnunargögnin til yfirferðarráðgjafans á sama hátt nema annað sé ákveðið. Með sendingunni skal vera yfirlit sem inniheldur lista yfir innsendar teikningar og önnur skjöl. Upplýsingagögn skulu vera í samræmi við gr. 1.4.

Þegar um brýr og önnur berandi mannvirki er að ræða, sem verða ekki eign eða í viðhaldi hjá Vegagerðinni, skal eignarhald og viðhaldsábyrgð koma skýrt fram í gögnum sem eru send inn til yfirferðar og samþykkis.

2.5.3 Tæknilegt samþykki

2.5.3.1 Almennt

Tæknilegt samþykki byggingaáforma skal vera í tveimur þrepum, sjá þó undantekningu hér að neðan:

- samþykki í meginatriðum (e: Approval in Principle), þ.e. meginforsendur eru lagðar fram til samþykktar en þær skulu m.a. innifela ítarlegar hönnunarforsendur
- samþykki hönnunar / vinnuteikninga

Samþykki er gefið með bréfi (t.d. á rafrænu formi) frá Vegagerðinni með afriti til hönnuðarins, ef annað er ekki ákveðið.

Markmiðið með tveggja þrepa samþykki er að hönnuður vinni ekki deilihönnun á brú / mannvirki sem ekki er samþykkt í meginatriðum. Með því móti er mögulegt að grípa inn í fyrr í ferlinu og koma í veg fyrir tvíverknað og lágmarka áhrif á tímaáætlun framkvæmda.

Fyrir einfaldari mannvirki ([yfirferðarflokkur 1](#)) og þegar hönnuður hefur mikla reynslu af sambærilegum mannvirkjum getur verið nægilegt að samþykktarferlið sé í einu þrepi eins og



segir í gr. 2.5.2.1, þ.e. meginforsendur, teikningar og önnur hönnunargögn eru lögð fram til samþykktar í einu lagi.

Samþykki meginforsenda gildir í 3 ár og sé ekki byrjað að byggja innan þess tíma verður hönnuður að endurmeta meginforsendur.

2.5.3.2 Meginforsendur

Hönnuðurinn leggur fram tillögu að byggingaáformi til samþykktar til Vegagerðarinnar sem sett er fram sem tillaga að meginforsendum (e: Approval in Principle). Hluti þeirra eru ítarlegar hönnunarforsendur sem geta tekið breytingum eftir því sem verkefnið þróast.

Innihald og umfang tillögu að meginforsendum ræðst af hverju mannvirki fyrir sig.

Hönnuðurinn skal leggja fram nægjanlegar upplýsingar (upplýsingagögn, hönnunargögn) til þess að gera Vegagerðinni (eða þeim sem hún vísar til) kleyft að taka afstöðu til eftirfarandi þátta eftir því sem við á:

- a) Meta fyrirliggjandi tillögu að byggingaáformi sem lagt er fram, hvað meginatriði (grundvallaratriði) og aðferðir varðar
- b) Samþykkja tillögu að hönnunarlíftíma fyrir mannvirkið og / eða einstaka hluta þess
- c) Samþykkja yfirferðarflokk mannvirkisins
- d) Ganga úr skugga um hvort sérhver þáttur hafi verið skoðaður eða rannsakaður sem snýr að öryggis- og áhættumati og –stjórnun sem þýðingu kann að hafa varðandi endanlega hönnun, lokamatið eða verkframkvæmdina
- e) Meta hvort fullnægjandi tillit hafi verið tekið til: öryggis, vistferlis, að tillagan sé vinnanleg og framkvæmanleg, tillit tekið til umferðarstjórnunar og hjáleiða á byggingastigi og í viðhaldsvinnu, umhverfisáhrifa, fagurfræði, innbyggðrar seiglu, endingar, möguleikum til viðhalds, aðgengis og eftirlits, uppfærslu m.t.t. hugsanlegra síðari hærri gæðakrafa, líftímakostnaðar, niðurrifs og samræmis við tæknilegar kröfur Vegagerðarinnar
- f) Samþykkja lista yfir upplýsingagögn sem lögð eru fram með tillögu að meginforsendum og liggja til grundvallar hönnuninni og hugsanlegum frávikum
- g) Samþykkja jarðtæknilegt mat á aðstæðum eða öðrum raunhæfum athugunum sem hafa verið gerðar
- h) Ganga úr skugga um hvort fyrirliggjandi skráningar- og rannsóknargögn séu fullnægjandi og meta þörf á frekari rannsóknnum eða athugunum, sem hefðu umtalsverð áhrif á frum – eða lokahönnun, mat / úttekt, framkvæmd, starfsemi, viðhalds- eða niðurrifsaðgerðir
- i) Endurmeta nauðsyn samráðs við aðra sem hagsmuna hafa að gæta og innleiðingu samþykkttra krafa
- j) Samþykkja tillögu um yfirferðarmann á yfirferðarstigi 3 byggða á viðeigandi reynslu og þekkingu
- k) Skera úr í ágreiningi eða jafna ágreining milli annars vegar hönnuðar og hins vegar þess sem fer yfir

Sjá til hliðsjónar tillögu að ítarlegar unninni fyrirmynd í Viðhengi nr. 2.



2.5.3.3 Yfirferð hönnunargagna

Yfirferð útreikninga, hönnunar, teikninga, efnislista og járnaskráa er skilgreind háð flokki mannvirkis, umfangi, erfiðleikastigi og reynslu hönnuðar:

a) **Mannvirki í yfirferðarflokki 1** (einföld mannvirki)

Óháð yfirferð samstarfsmanns / -manna sem má / mega vera úr hönnunarhópi viðkomandi mannvirkis.

b) **Mannvirki í yfirferðarflokki 2** (venjuleg mannvirki)

Óháð yfirferð manns, sem má vera samstarfsmaður / –menn, en ekki úr hönnunarhópi viðkomandi mannvirkis.

c) **Mannvirki í yfirferðarflokki 3** (flókin mannvirki)

Óháð yfirferð samstarfsmanns, eins og í flokki 1, en síðan óháð yfirferð manns frá annarri stofnun / ráðgjafyrirtæki sem hönnuðurinn gerir tillögu um og Vegagerðin samþykkir

2.5.3.4 Flokkun brúa í yfirferðarflokka

Yfirferðarflokkur 1 (einföld mannvirki):

Einfaldari mannvirki, s.s. ræsi og rör, plötubrýr og stoðveggir sem að falla innan eftirfarandi stærðarmarka:

Gerð burðarvirkis	Stærðarmörk
Ræsi (stálplöturæsi og steypt ræsi)	< 7 m ljósop og með > 1 m jarðvegsþykkt yfir
Rör	< 4 m innra þvermál og með > 1 m jarðvegsþykkt yfir
Brýr í einu hafi /einfalt undirstuddar)	haf lengd < 20 m, skekking < 25°
Stoðveggir	heildarhæð < 7 m
Hljóðveggir	heildarhæð < 3 m
Skilta- og ljósabryr	haf lengd < 20 m

Eftirfarandi kröfur skulu einnig vera uppfylltar:

- grundunaraðstæður eru góðar og ekki hætta á sigi (grundað á klöpp)
- grunnhröðun jarðskjálfta er ekki hærri en 0,20 g
- hönnuður hafi mikla reynslu af hönnun sambærilegs mannvirkis
- ekki er um að ræða frávik frá stöðlum.

Yfirferðarflokkur 2 (venjuleg mannvirki):

Allt sem er ekki í flokki 1 eða 3.

Yfirferðarflokkur 3 (flókin mannvirki):

Sérstök mannvirki sem krefjast flóknari greingaraðferða og að aðstæður séu þannig að ástæða sé til strangari krafa um yfirferð.



Gerð burðarvirkis	Stærðarmörk
Flotfræðilegar greiningaraðferðir	
Stoðveggir	heildarhæð > 14 m
Brýr	haflengd > 40 m
Skekkja	> 45°
Brýr með upphengd burðarvirki	
Hreyfanlegar brýr	haflengd > 10 m
Grunnhróðun jarðskjálfta	> 0,3 g
Erfiðar grundunaraðstæður, hætta á sigi	
Vatnafarslegar aðstæður, hætta á rofi	
Notkun nýrra byggingaefna eða óhefðbundinna lausna	
Áhætta í framkvæmd skv. áhættugreiningu	
Ólínulegar greiningaraðferðir	

2.5.3.5 Yfirferð

Yfirfara skal greinargerðir, teikningar, efnislista og beygjulista ásamt sérverklýsingu.

Sá sem yfirfer skal fara ítarlega yfir alla þætti hönnunar og ganga úr skugga um að þeir samræmist kröfum settum fram í [Reglum um hönnun brúa](#). Skoða skal hvort niðurstaða útreikninga skili sér nákvæmlega inn í deililausnir á teikningum, í sérlysingar eða mat / úttekt á burðargetu (e: assessed capacities).

Yfirferðina skal vinna með tilhlíðilegri faglegri þekkingu og vandvirkni í samræmi við samþykktar meginforsendur (e: Approval in Principle). Sá sem yfirfer skal senda greinargerð til hönnuðarins eða þess sem annaðist mat / úttekt og Vegagerðarinnar um öll sjónarmið á samþykktum meginforsendum hönnunar ef breytingar eru taldar nauðsynlegar. Staðfest samþykki Vegagerðarinnar verður að liggja fyrir varðandi frávík frá meginforsendum. Þegar í stað skal gera Vegagerðinni viðvart um skoðanamun eða ágreining sem kann að rísa milli þess sem fer yfir annars vegar og hins vegar hönnuðar eða þess sem annaðist mat / úttekt.

Reiknilíkön og greiningarvinna þess sem yfirfer skal vera óháð reiknilíkönnum og greiningarvinnu hönnuðarins og unnin án þess að skipst sé á gögnum. Sá sem yfirfer má leita skýringa hjá hönnuðinum meðan á vinnunni stendur til þess að tryggja að niðurstaðan verði sambærileg.

Sá sem yfirfer ber ábyrgð á hæfi og nákvæmni þess hugbúnaðar sem notaður er í yfirferðinni og réttmæti þess að nota hann í hverju tilviki.

Ekki er nauðsynlegt að bíða þess að hönnuninni sé lokið áður en hafist er handa við yfirferðina. Yfirferð má vinna samhliða hönnun að svo miklu leyti sem það er gerlegt.

2.5.3.6 Greinargerð með hönnun

Í greinargerð með hönnun skal gerð grein fyrir niðurstöðum útreikninga og reiknilíkana með fyrirfram skilgreindum hætti með tilvísun í hönnunarforsendur.

Að lágmarki skulu eftirfarandi upplýsingar koma fram í greinargerð með hönnun:

- stærstu grunnspennur í undirstöðum
- álag á undirstöður og/eða staura í undirstöðum
- áhrifslínur helstu kennisniða
- yfirlit yfir hönnun helstu kennisniða brúar
- yfirlit yfir spennur og brotöryggi helstu kennisniða brúar
- formbreytingar



2.5.3.7 Samþykki vinnuteikninga

Vinnuteikningar eru samþykktar þegar farið hefur verið yfir öll nauðsynleg gögn og vinnuteikningar útfærðar í samræmi við forsendur fyrir tæknisamþykki.

Samþykktar teikningar skulu vera með tilvísun í málefna- / skjalanúmer í skjalasafni Vegagerðarinnar, þ.e. bréf um samþykki Vegagerðarinnar. Tilvísun þessi er sett fram í sérstakri línu í haus.

Með öllum útsendingum samþykktra vinnuteikninga, ásamt síðari endurskoðunum þeirra, skal fylgja uppfærð teikningaskrá með teikninganúmerum, heiti, breytingarbókstaf og dagsetningu teikninganna.

Senda skal teikningar sem eru með tilvísun í áður nefnt bréf til Vegagerðarinnar á pdf – formi með tölvupósti eða inn á miðlægt, til þess ætlað, vefsvæði. Sömu aðferð skal viðhafa vegna útgáfu á breyttum teikningum.

Ef til verulegra eða grundvallar breytingar á burðarhlutum brúarinnar kemur skal hönnuðurinn meta hvort leggja eigi þær teikningar sem breytingarnar taka til fyrir Vegagerðina á ný til samþykktar.

2.5.3.8 Frestir

Þegar um er að ræða *venjuleg brúamannvirki* (þ.e. mannvirki í yfirferðaflokki 1 og 2) skal almennt gera ráð fyrir að hönnunargögn, þ.á.m. teikningar séu lögð fram 6 vikum fyrir útboð. Fyrir flókin mannvirki (yfirferðarflokkur 3) skal ákvarða frest sérstaklega.



3 Almennar hönnunarkröfur

3.1 Almenn

Leggja skal áherslu á útfærslur burðarvirkja, sem leiða til lítils viðhalds. Hanna skal alla byggingahluta með markvissa afvötnun að markmiði. Allir útsettir fletir skulu vera vel aðgengilegir þannig að framkvæma megi eftirlit og viðhald fljótt og örugglega.

3.2 Pensluraufar, legur og liðir

Staðsetja skal pensluraufar og legur á eins ákjósanlegan hátt og kostur er m.t.t. viðhalds í framtíðinni. Lágmarka skal fjölda pensluraufa í brú. Einnig skal leggja áherslu á að lágmarka fjölda pensluraufa fram yfir að lágmarka fjölda lega.

Velja skal tvær pensluraufar án hreyfanlegra íhluta fram yfir eina penslurauf með hreyfanlegum íhlutum.

Ef ekki er gert ráð fyrir endurnýjun á legu- og pensluraufabúnaði eins og lýst er í gr. 12.4.1 skal búnaðurinn hafa sama líftíma og aðalburðarvirkið.

Tengingar sem gerðar eru vegna byggingar/uppsetningar og gegna ekki hlutverki legu eða liðar skulu hafa sama hönnunarlíftíma og sem gildir fyrir burðarvirkið að öðru leiti.

3.3 Tengsl milli yfirbyggingar og undirstöðu.

3.3.1 Legur og liðir

Ef tenging yfirbyggingar og undirstöðu er ekki útfærð sem ein heild skal nota legur eða liði.

Útfæra má samtengingu milli undirstöðu og yfirbyggingar frítt upplagðra steyptra plötubrúa eða þverspenntara timburgólfa með haflengd < 10 m, sem nær nánast yfir alla brúarbreiddina, með asfaltlagi (n: asfaltmembran).

Í undirstöðum þar sem þörf getur verið á að lyfta yfirbyggingunni eiga að vera legur.

Mannvirki skal ekki hanna þannig að legurnar taki tog. Neikvæða legukrafa á heldur ekki að taka upp með yfirliggjandi legu.

Komast má hjá lyftikrafti með því að auka eiginþungann staðbundið (mótvægi), velja legunni stað í ásetunni eða stilla af innbyrðis haflengdir. Notkun liðar, hugsanlega í tengslum við pendúl opnar möguleika á færslum.

3.3.2 Fjöldi lega í sniði

Æskilegt er að nota ekki fleiri en tvær legur í sniði fyrir brýr með heildarbreidd ≤ 15 m.

Bæta má þriðju legunni við til hliðarstýringar eða til þess að halda föstu.

Í forsteyptum eða staðsteyptum bitabrúm með þrem eða fleiri bitum í hverju hafi skal heilsteypta endabita með þverbitum þannig að tvær legur dugi. Sama meginregla á við um stálbita, steyptar plötueiningar og bita- eða plötueiningar úr timbri.

3.3.3 Grundun á staurum og notkun lega.

Ekki skal nota rennilegur eða legur með færslum á undirstöður sem eru grundaðar á einum staur eða staurahóp í plani. Tengsl milli yfir- og undirbyggingu skulu hönnuð fyrir ákeyrsluálagi þar sem það á við.

Á súluundirstöðu sem grunduð er á sjálfstæðum staurahóp og þar sem nota á rennilegu skal koma fyrir öryggisfestingu sem í óhappatilvikum hindrar stjórnlausu færslu súlunnar. Hliðastýringu legunnar skal skoða í sömu óhappastöðu.

3.4 Brýr án þensluraufa

3.4.1 Almenn

Einkenni brúa án þensluraufa er að yfirbyggingin endar við vegfyllinguna án þess að þenslurauf sé þar á milli. Yfirborðslagið er lagt samfelt yfir mörkin. Vængir og undirbygging eru steypfir saman sem ein heild með yfirbyggingu / þverbita.

Í viðbót við hefðbundnar lausnir með bita- og plötubrúm gæti þetta einnig átt við grindabitabrýr og bogabrýr.

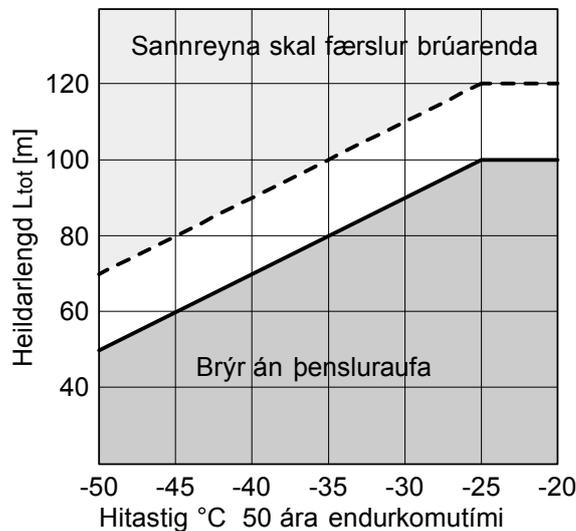
Eftir gerð ásetu í brúaenda er greint á milli:

- brúa með hreyfanlegri ásetu í báðum endum eða með festu á svæði nálægt miðri brú
- brúa með aðra ásetu hreyfanlega og hina fasta

3.4.2 Kröfur vegna útfærslu

Brýr með heildarlengd (L_{tot}) allt að heildreginni línu í Mynd 3.1 skal byggja án þensluraufa. Ef brúarlengdin er umfram (L_{tot}) og hreyfingar í langátt brúar eru hindraðar nálægt miðri brú skal:

- koma fyrir þensluraufum í báðum brúarendum
- sýna fram á að með útreikningum og / eða tilvísunum í brýr sambærilegum að lengd og einnig með reglubundnum aðgerðum við brúarenda að viðhalda megi viðunandi sléttleika í veginum framan við brýrnar



Mynd 3.1: Kröfur um þensluraufalaus útfærslu og útreikning á færslum

Í samverkandi brúm má setja lengdarviðmið í mynd 3.1 til jafns við $0,7(L_{tot})$. Í brúm úr öðrum byggingarefnum má reikna/meta takmarkanir lengdarviðmiða á grundvelli hitaþenslustuðla og viðbrögðum byggingarefnisins við hitabreytingum.

Fyrir brýr sem festar eru í annan endann eru kröfurnar um hámarkslengdarviðmið (L_{tot}) helmingur af því sem sýnt er í Mynd 3.1.



3.4.3 Hönnun

Láréttu kraftarnir sem verka í langátt brúar skal taka upp á eftirfarandi hátt:

- með óvirkum (e: passiv) jarðprýstingi á undirliggjandi vegg, sjá gr. 5.5.5
- þeir fari beint niður í undirbygginguna
- með því að nýta sigplöturnar

Krafta í þverátt brúar skal taka upp í undirbyggingu eða með akkerisplötu.

Útreikningana skal gera í brotmarkaástandi.

Í brúm með hreyfanlega ásetu í öðrum enda og hinn fastan skal hanna fasta endann í brotmörkum fyrir hliðarálag og álag í langátt brúar. Hreyfanlega endann skal reikna til þess að taka upp þveralagið í brotmörkum þannig að það fari beint niður í undirbygginguna eða í með því að nota sigplöturnar.

Ofangreindar kröfur gilda óháð brúarlengd.

3.4.4 Færsla brúarenda

Í brúm með lengdarviðmið upp að strikálínu í Mynd 3.1, og eru auk þess innan takmarkana samkv. 3.4.5, þá er ekki þörf á útreikningum á færslum samkv. 3.4.6.

Ef eitt eða fleiri skilyrði samkv. 3.4.5 er ekki uppfyllt skal reikna út færslur samkv. 3.4.6.

3.4.5 Forsendur hönnunarstærða og notkun léttra fyllingarefna við brúarenda

Í vegbrúm með hreyfanlega ásetu í báðum endum og lengdarviðmið upp að strikálínu í Mynd 3.1. gilda eftirfarandi takmarkanir um kröfur til útreikninga á færslum:

- 1) Lárétti boginn er ≥ 300 m
- 2) Skekking í báðum endum brúa er $< 30^\circ$ (skekking er mæld sem frávik frá 90°)
- 3) Hæð undirliggjandi veggjar mælt frá neðri brún plötu eða bita að neðri brún undirliggjandi veggja er ≤ 3.0 m.
- 4) Hlutfallið milli meðalhæða undirliggjandi endaveggja sé $\leq 1,1$.
- 5) Hlutfallið milli meðalbreidda undirliggjandi veggja í brúarendum sé $< 1,1$.
- 6) Léttar fyllingar eru ekki notaðar í hvorugum enda brúarinnar

Liðir 1) – 3) gilda fyrir vegbrýr með festu í öðrum enda.

Liðir 2) – 6) eiga við um göngu- og hjólabrýr með báða enda hreyfanlega

Liðir 2) – 3) eiga við um göngu- og hjólabrýr með báða enda fasta.

3.4.6 Færslustýring

3.4.6.1 Almenn

Sannprófa skal færslur í brúarendum brúa án þensluraufa með heildarlengd ofan strikálínu í Mynd 3.1 eða þar sem forsendur í gr. 3.4.5 eru ekki uppfylltar.

Ef ekki eru gerðir nákvæmari útreikningar á færslum skal miða við gr. 3.4.6.2 – 3.4.6.4

3.4.6.2 Hitafærslur

Færslur í langátt brúar vegna hitabreytinga $d(\tau)$ skulu sannprófaðar með álagsstuðli 1,0

Nota má hita á brúarstæðinu með 1 árs endurkomutíma til þess að ákvarða dægursveiflur og 5 ára endurkomutíma til að ákvarða vikusveiflu við sannprófun á færslum í brúarenda (brúarendum).

3.4.6.3 Færslur vegna umferðarálags

Sannprófa skal færslur bæði fastra og hreyfanlegra brúaenda vegna umferðarálags eingöngu með álagsstuðli 0,7.

Staðsetja skal umferðarálagið þannig að það gefi hámarksfærslu d_{umf} (sprunga í slitlagið) mælt hornrétt á brúna. Snúningur um fræðilegan ásetuás og festu við sigplötuna (sprunga í slitlagið) gefur:

$$d_{umf} = h_s \times \tan \phi$$

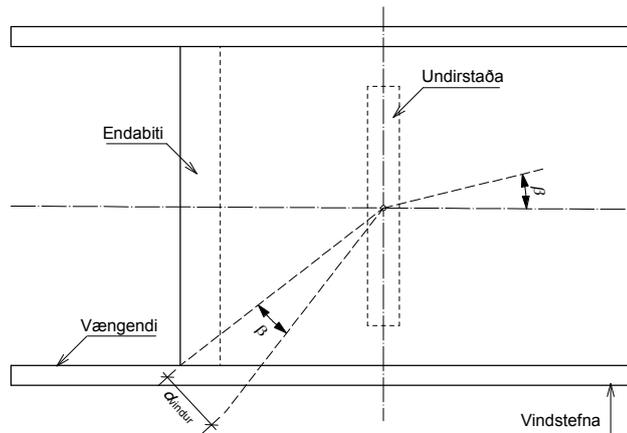
þar sem

h_s = hæðin frá neðri brún sigplötu við ásetu upp í efri brún slitlags.

Taka skal með í reikninginn hlutdeild miðflóttakrafts við þennan útreikning

3.4.6.4 Færslur vegna vindálags

Sannprófa skal snúning fasts brúarenda um lóðréttan ás og færslu (d_{vind}) samkvæmt Mynd 3.2 fyrir vindálagi eingöngu með álagsstuðli 0,7.



Mynd 3.2. Brúarendi – snúningur um lóðréttan ás.

3.4.6.5 Færslufléttur

Ef nokkrar færslur geta komið fyrir samtímis má margfalda summu færslunnanna (d_{sam}) með fléttustuðlinum 0,7.

3.4.6.6 Ráðlögð mörk fyrir færslur brúarenda

Samanlagðar færslur brúarenda (d_{sam}) skulu bornar saman við eftirfarandi ráðlögð gildi til að meta hættu á sprungum í slitlagi.

- $d \leq 25$ mm: Lítil hættu á sprungum. Lítil áhrif á þægindi vegfaranda.
- 25 mm $< d < 50$ mm: Mikil hættu á sprungum. Þægindi vegfaranda nokkuð skert. Skoða þarf hvort minnka má hættu á sprungum.
- $d > 50$ mm: Leita þarf annarrar lausnar.



Meta þarf ásættanleg gildi í hverju tilfalli.



3.5 Brýr með þensluraufum

3.5.1 Almenn

Þensluraufar skulu staðsettar við landstöpla nema með þeim undantekningum sem tilgreindar eru í 3.5.2.

Brýr að heildarlengd < 500 m og sem verða að vera með þenslurauf skal hanna með langfestu í öðrum endanum og þenslurauf í hinum.

Í þeim enda sem er haldið föstum skal sannreyna hreyfingar að fyllingum skv. gr. 3.4.6.3 og 3.4.6.4. Þar sem færslurnar verða meiri en kröfurnar leyfa skal nota þenslurauf í fasta endanum.

Grundunaraðstæður geta einnig verið takmarkandi hvað varðar eina þenslurauf þar sem vegna aðstæðna er þörf á að taka upp stóra festikrafta.

Ef um eina þenslurauf er að ræða skal útreikningur á endanum sem haldið er föstum vera skv. gr. 3.4.

3.5.2 Brýr með sérstakar kröfur um þensluraufar, legur og liði

Fyrir hengibrýr án upphengdra landbrúa skal staðsetja þensluraufar við turna. Landbrýr skal festa við landstöpla. Ef endahafið er upphengt skal burðarvirki brúarinnar vera samfellt við turninn.

Vegbrú sem útfærð er sem bogi þar sem akbrautin þjónar hlutverki togbands skal vera án þensluraufar í akbrautinni við samtengingu hugsanlegra landhafa. Ekki skal útfæra liði milli boga og akbrautar.

Krafan um einnar raufar lausn gildir ekki fyrir bogabrýr, með að hluta til yfir- / undirliggjandi og undirliggjandi akbraut sem og frítt frambyggðar brýr með heilsteypta meginstöpla, ef heildarlengdin er < 500m.

3.5.3 Brýr í lágbogum

Í veglínu með lágboga skal staðsetja þensluraufina minnst 10 m frá lágpunkti bogans. Einnig skal gengið úr skugga um að þensluraufin sé staðsett það langt frá lágpunktinum að hæðarmunurinn mældur við brík sé a.m.k. 0,20 m.

3.6 Virknikröfur fyrir brýr

3.6.1 Formbreytingar

Niðurbeygja burðarvirkis akbrautar eingöngu af völdum kennialags umferðar (e: characteristic traffic load) skal alltaf vera minni en $L / 350$ óháð staðsetningu þess. Í þessu tilliti skulu allar álagsstöður umferðaálags skoðaðar. L = lengd þess hafs sem er til skoðunar. Með niðurbeygju er hér einnig átt við neikvæða niðurbeygju eða uppbyggju. Óhagstæðasta skástaða á akbraut / gangbraut / gangstétt er innifalin.

Vinna skal á móti niðurbeygju brúargólfsins af völdum stöðugs (e: permanent) álags, að langtímaáhrifum meðtöldum, með yfirhæð. Yfirhæð skal reikna í notmarkaástandi fyrir álagstilvik; ígildi stöðugs álags (e: quasi permanent). Setja skal fléttustuðulinn Ψ_2 fyrir breytilegt álag = 0.

Fyrir brýr með yfirliggjandi burðarkerfi og mislægar brýr skal skoða hvort krafa um fría hæð og breidd skv. gr. 4.1. og 4.2 er uppfyllt í notmarkaástandi fyrir algengt álagstilvik (e: frequent load).

3.6.2 Staðbundnar formbreytingar í þenslurauf

Staðbundinn mismunur lóðréttrar færslu við þensluraufar í akbraut, t.d. milli yfirbyggingar og landstöpuls skal ekki vera meiri en 10 mm. Fyrir göngu- og hjólréiðafleti er samsvarandi krafa 7 mm. Innfalin er eftirgjöf eða færsla í legum. Ef valinni þenslurauf eru settar strangari skorður um færslur skulu þær gilda. Krafan er miðuð við útreikninga vegna umferðarálags eingöngu með álagsstuðli 0,7.

3.6.3 Sveiflur

Sveiflunæmar vegbrýr skal meta m.t.t. endingu hreyfanlegra hluta.

Sveiflunæmar göngu- og hjólabrýr skal meta m.t.t. þæginda vegfaranda. Meta skal hreyfðarfræðilegt álag frá vindi og umferð í lóðrétta og lárétta stefnu.

Í ÍST EN 1990/A1 gr. 2.4.3.2 eru sett fram þægindaviðmið fyrir göngufólk, sem mælt er með.

Eftirfarandi ákvæði tekur til sveiflna í göngubrúum skv. ÍST NA:

Hjálögð krafa yfirtekur liði i), ii) og III) í gr. A2.4.3.2 (1) í ÍST EN 1990/A1:

ÍST NA: Hreyfðarfræðileg líkön fyrir gangandi umferð í tengslum við þægindaviðmið og mat á notviðmiðum eru sett fram í leiðbeiningum Vegagerðarinnar um notviðmið göngubrúa: *Mat á sveiflum í göngubrúum – Leiðbeiningar og hönnunarviðmið.*



4. Lausnir og kröfur til aðgengis

4.1 Breiddarkröfur

4.1.1 Akbraut

Þversnið brúa er valið skv. gildandi Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar.

Akreinabreiddir, frí breidd milli vegriða o.s.frv. skulu vera óbreyttar yfir brýr frá því sem er á aðliggjandi vegum. Lágmarksbreidd milli vegriða sem afmarka akreinar skal vera 8,0 m fyrir tveggja akreina veg og 4,0 m fyrir einnar akreinar veg.

Gangstígur skal vera aðskilinn frá akbrautinni með að lágmarki 0,15 m hárrí brík mælt frá efri brún á slitlagi akbrautar.

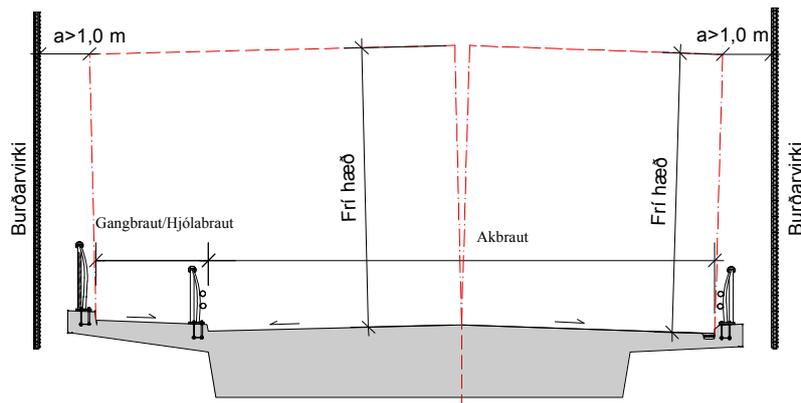
Göngu- og hjólastígur á brú skal hafa sömu breidd og aðliggjandi göngu- og hjólastígur. Lágmarks breidd er samkvæmt Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar.

Meta skal í hverju tilviki hvort þörf sé á sérstöku vegriði milli göngu- og hjólastígs og akbrautar með hliðsjón af umferð og umferðarhraða.

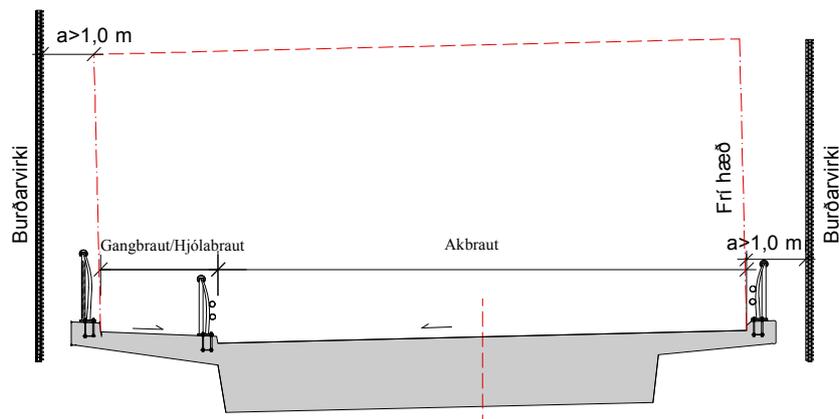
4.1.2 Frí breidd yfir vegriði

Í vegbrúm er krafan til lágmarks hliðarfjarlægðar $a = 1,0$ m eins og skilgreint er á Myndum 4.1 og 4.2.

Í brúm sem sérstaklega eru ætlaðar fyrir gangandi- og hjólandi umferð er krafa um lágmarks hliðarfjarlægð $a = 0,2$ m.



Mynd 4.1 – Frí hæð og breidd yfir akbraut með tvíhliða halla



Mynd 4.2 – Frí hæð og breidd yfir akbraut og göngu- / hjólastíg með einhlíða hliðarhalla

4.1.3 Öryggisrými

Öryggisrými er breikkun á brúargólfinu aðskilið frá umferðinni með vegriði og er hugsað sem rými / flóttaleið vegna viðhalds / neyðarstoppa / slysa. Lágmarksbreidd þannig rýmis og val á vegriði skal vera skv. Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar.

4.1.4 Frí breidd vegna umferðar járnbrautar

Á ekki við.

4.2 Krafa um fría hæð yfir og undir brýr.

4.2.1 Frí hæð fyrir umferð undir berandi byggingarhluta

Krafa til frírrar hæðar í vegakerfinu er sett fram í *Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar*. Við hönnun skal minnsta fría hæð fyrir veg undir vegbrú vera 5,0 m. Innifalin eru vikmörk vegna bygginga og vegyfirborðs. Sama krafa er gerð til frírrar hæðar þegar um yfirliggjandi burðarvirki er að ræða. Hæðarkrafan á einnig við um gangstíga og göngu- og hjólastíga. Fría hæð skal mæla frá efri brún slitlags í akbraut, sjá Myndir 4.1 og 4.2.

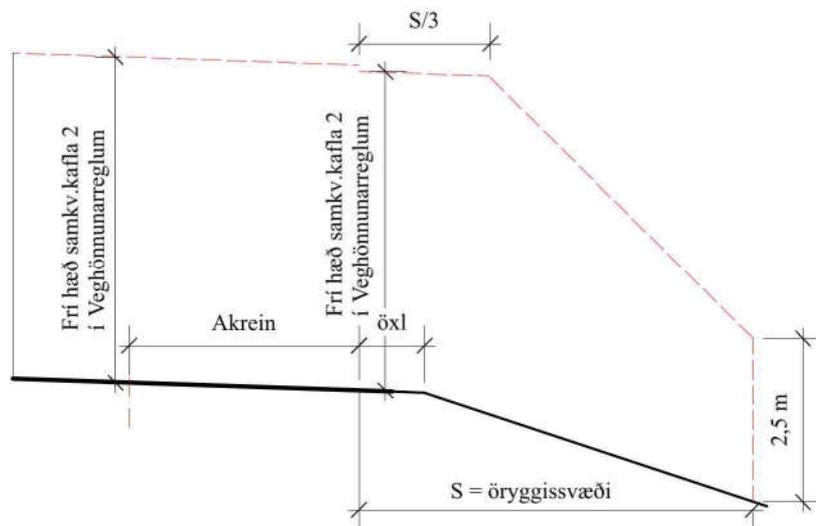
Í forskálum er sett upp föst hæðarslá með hæðina 4,6 m. Hæð upp undir lágsta punkt blásara skal ver 4,8 m.

4.2.2 Frí hæð fyrir göngu- og hjólaumferð undir brýr og í undirgöngum

Krafa til lágmarks frírrar hæðar brúa yfir göngu- og hjólastíga og í undirgöngum er 2,6 m. Í kröfunni er innifalinn 0,10 m vegna vikmarka bygginga- og vegyfirborðs. Sama á við um brýr með yfirliggjandi burðarvirki. Krafan á við um hæðina frá efri brún vegyfirborðs að neðri brún mannvirkis og skal vera skv. *Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar*.

4.2.3 Frí hæð í hliðarsvæði vegar undir brú

Krafa er gerð um fría hæð á svæði við hlið vegar án vegriðs, þ.e. öryggissvæði hans sem er háð fjarlægð frá akreinarbrún. Liggi byggingarhlutar (einnig skilti) lægra en skilgreinda krafan verður að setja vegrið.



Mynd 4.3 – Krafa um fría hæð þar sem vegrið eru ekki

Vegstærðir (vegbreidd, akreinaþreidd og axlir) eru skv. *Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar, hluta 2*.

Útreikning á breidd öryggissvæðis S er að finna í *Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar, hluta 2*.



4.2.4 Frí hæð yfir vatnsfalli

Velja skal fría hæð yfir vatnsfalli að lágmarki 1,0 m yfir flóðhæð sem svarar til 100 ára endurkomutíma. Fría hæðin skal vera hærri þegar vatnshraði flóðsins er mikill og flytur með sér aðkomuhluti.

Kröfurnar gilda ekki fyrir rör og ræsi sem notuð eru til að hleypa vatni gegn um fyllingar.

4.2.5 Frí hæð í sértílvikum

Í sérstökum tilvikum er frí hæð undir veg- eða göngu- og hjólabrýr skert. Í þeim tilvikum er hæðarþörfin metin og Vegagerðin setur fram fyriræli í hverju tilviki.

Krafa til frírrar hæðar fyrir reiðstíga, í stórgripa- og fjárgöngum er sett fram í *Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar*.

4.2.6 Frí hæð fyrir umferð járnbrauta.

Á ekki við.

4.2.7 Frí hæð yfir firði og sund

4.2.7.1 Minnsta fría hæð yfir sjó utan siglingaleiða

Á svæðum með hófsama ölduhæð (u.þ.b. 0,5 m) skal minnsta fría hæð brúar yfir fjörð eða sund vera 1,0 m yfir hæstu sjávarstöðu miðað við 100 ára flóð að teknu tilliti til breytinga á sjávarhæð og landrasi / landsigi til 100 ára. Þar sem ölduhæð er hærri skal meta fría hæð sérstaklega.

Reglurnar eiga ekki við um ræsi sem notuð eru til þess að hleypa vatni í gegnum fyllingar.

4.2.7.2 Minnsta fría hæð yfir siglingaleið

Kröfur um frí siglingaop og staðsetningu brúa skal haga í samræmi við staðhætti og aðstæður hverju sinni. Tryggja skal aðkomu allra hluteigandi aðila (stjórnslu- og hagsmunaaðila) að ákvörðunum.

Gera skal ráð fyrir hæfilegu svigrúmi í lóðréttri hæðarlegu m.t.t. niðurbeygju o.s.frv. sem tryggja að kröfur til frís siglingaops verði uppfylltar yfir allan líftíma brúarinnar.

4.2.8 Frí hæð yfir landi

Krafa til minnstu frírrar hæðar frá landi að neðri brún yfirbyggingar er 2,0 m. Minnka má hæðina línulega í 0,6 m í átt að landstöplum eða að súlum án lega, mælt við landstöpul eða súlu. Línulega hæðarbreytinguna má gera í langátt brúar á mest 5,0 m lengd. Þegar um ræðir landstöpla eða súlur með legum má minnsta hæð við landstöpul eða súlu vera 1,2 m, sjá Myndir 4.9 og 4.10, með sömu kröfu um línulega breytingu sem kveðið er á um hér á eftir. Sjá Mynd 4.6.



4.3 Veglína um brú

Leggja skal sérstaka alúð í hönnun yfirgangssvæðis milli brúar og vegar. Halli sem og láréttir- og lóðréttir bogar eru mikilvægar breytur bæði hvað varðar umferðaröryggi og fagurfræði.

Meta skal legu veglínu við og yfir brú bæði með tilliti til umferðaröryggis og fagurfræði. Mikilvægustu kröfurnar eru:

- auka skal lágmarkskröfur til ræðiss lárétta bogans um 50% yfir brú umfram kröfur til hönnunarflokks vegarins. Þegar minnsti lárétti ræðissinn er aukinn skal nota aðrar hönnunarkröfur í samræmi við nýja ræðissinn
- sjá skal til þess að sjónlínur séu uppfylltar og vegrið skerði þær ekki
- mismunandi varmarýmd vegar og brúar getur leitt til þess að ís myndist á brúnni en vegurinn sé enn þá rakur. Ísing leiðir til hættu á minna veggripi. Þess vegna er einnig gerð krafa um minni halla en hæsta leyfilega halla við venjulegar vegaðstæður
- á brúm getur verið útsýni sem dregur úr athygli vegfarendans. Þess vegna er gerð krafa um stærri lóðréttan ræðiss veglínunnar þannig að sjónlengd verði meiri

Þegar hliðarhalla- eða breiddarbreytingar eru að öllu leyti eða hluta til inni á brú er gerð krafa um aukna lengd yfirgangslengdar í samanburði við lágmarkskröfur til þess að komast hjá neikvæðu sjónrænu broti í vegriðslínunni.

4.4 Deililausnir

4.4.1 Almenn

Lögun ytri kanta yfirbygginga veg-, göngu-, hjóla-, járnbrauta-, bílastæðabrua eða mannvirkja með hliðstæð not skal haga þannig að vatnsrennsli sé hamið og lágmarki áhættu á að smásteinar eða aðrir lausir hlutir upp á efri svæðum falli niður á neðri svæði.

Útkantar yfirbygginga skulu útbúnir dropanefi eða droparauf hvort sem gerð er krafa um brík eða ekki.

4.4.2 Vegrið

Brýr og önnur berandi mannvirki í veglínunni með samsvarandi öryggiskröfur eiga að vera með vegriði skv. gildandi Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar.

Steypt brúavegrið eiga að vera staðsteypt og án rýrnunarskila (n: svinnfuger).

4.4.3 Bríkur

Almennar kröfur til útfærslu bríkur er að finna á Myndum 4.4, 4.5 og Töflu 4.4.

Breidd bríkur (b) skal aðlöguð að gerð vegriðs en skal að lágmarki vera 500 mm fyrir vegbrýr og 350 mm fyrir göngu- og hjólabrýr.

Hæð bríkur (h) upp fyrir yfirborð slitlags skal vera eins og sýnt er á Myndum 4.4 og 4.5. Reiknað er með ráðgerðri þykkt slitlags (t). Yfirborð bríkur skal hafa 4% halla inn að akbraut. Innhorn bríkur skal skorið með 70 x 70 mm máti, sjá Mynd 4.4.

Steypt brík skal vera án rýrnunarskila. Ytri brún og innbrún bríkur úr stáli skal vera gerð úr ryðfríu stáli samkv. gr. 12.1.2.

Notkun	Ytra vegrið snýr að:	Breidd bríkur B [m]	Hæð bríkur yfir slitlagi H [m]	Fösun efri og innri horna bxh [mm]	Halli efri brúnar bita inn á við [%]
Vegbrú	akrein	0,5 ¹⁾	0,15	70x70	4
	göngubrú	0,3 ²⁾	0,15	70x70	4
	gangstétt	0,4	0,10	30x30	4
Göngubrú		0,3	0,10	30x30	4

¹⁾ Breiddarkrafan á við um vegrið í styrkleikaflokk H2.

Fyrir styrkleikaflokk > H2 ber að nota B = 0,6 m ef járnþvinging verður óskynsamlega þétt fyrir B = 0,5 með erfiðri niðurlögn steypu sem afleiðingu

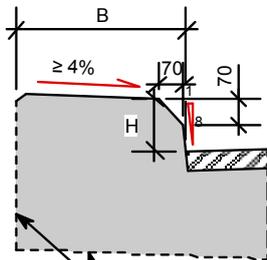
²⁾ Sömu styrkleikakröfur og til kantbita á göngubrúum

Tafla 4.4 – Bríkur, notkunarflokkar og lögun

Á við um steypu, stál og stálstyrkt timbur

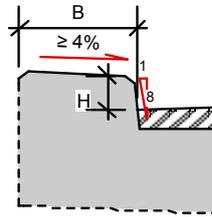
BRÚ MEÐ UMFERÐ ÖKUTÆKJA

B = 500 mm fyrir vegrið af gerð H2
B = 600 mm fyrir vegrið af gerð H4 eða hljóðskerm
H = 150 mm



BRÚ MEÐ GANGANDI EÐA HJÓLANDI UMFERÐ

B ≥ 350 mm
H = 100 mm



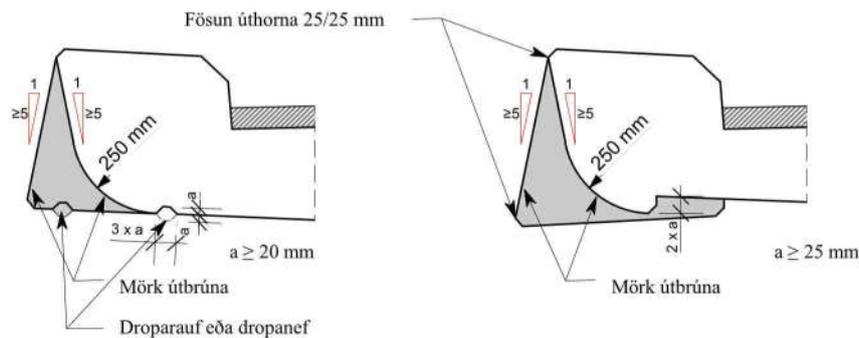
Mörk útfærslu á hlið og neðri brún bríkur eru sýnd á mynd 4.5

Mynd 4.4 – Brík – efri brún

Kröfur um mál á innbrún og efri brún
Lóðrétt mál eiga við frá yfirlögn (mál í mm)

BRÍK MEÐ INNHALLANDI NEÐRI BRÚN

BRÍK MEÐ ÚTHALLANDI NEÐRI BRÚN



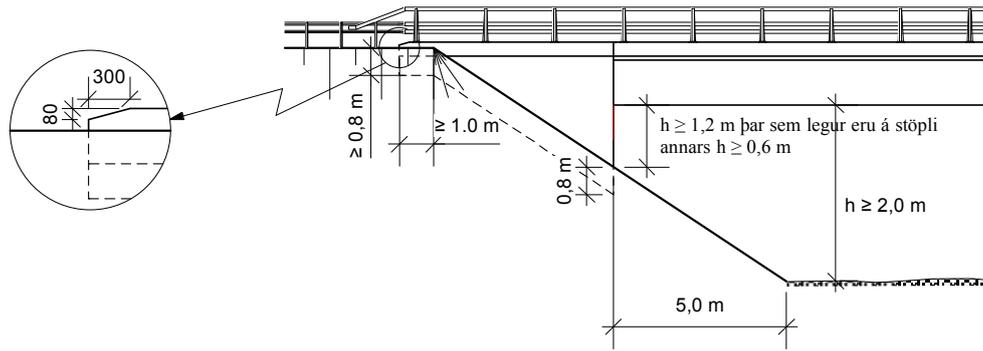
Mynd 4.5 – Brík – úthlið og neðri brún

Kröfur um mál útbrúna og dropnefs/droparaufar.

4.4.4 Vængir landstöpla

Þegar stefna vængja landstöpla er samsíða akstursstefnu skulu þeir ná að lágmarki 500 mm aftur fyrir brotpunkt fyllingarfláa og lárétts eða lítt hallandi fyllingaryfirborðs / slitlagsyfirborðs. Dýpt vængenda skal vera ≥ 800 mm niður fyrir yfirborð slitlags, sjá Mynd 4.6.

Lágmarkshæð frá efri brún fyllingar niður að neðri brún undirliggjandi veggja þensluraufarfrírra brúa og samsvarandi burðarvirkjahluta landstöpla með bakfyllingu skal vera 800 mm loftmegin, sjá Mynd 4.6. Krafan gildir einnig almennt fyrir vængina sjá mynd 4.6.



Mynd 4.6 – Landstöplsvængir samsíða akstursstefnu

Endi bríka á vængjum landstöpla, sem eru 150 mm að hæð, skal halla um 80 mm á síðustu 300 mm næst bitaendum, sjá mynd 4.6. Fasa skal innbrúnir bríka um 70 x 70 mm enda á milli.

4.4.5 Sigplötur

4.4.5.1 Almennt

Hér á eftir er aðeins fjallað um kröfur til stærða og staðsetningar. Varðandi hönnun, sjá kafla 7.

Fyrir brýr með landstöplum ásamt stökkum og rásam í fyllingu gildir eftirfarandi:

- Koma skal fyrir sigplötum við brúaenda þegar fyllingarhæðin við hann er $> 3,0$ m sjá Mynd 4.7
Í vegum með hönnunarhraða yfir 50 km/klst skal lengd sigplötu vera $\geq 4,0$ m mælt hornrétt á ásetuásinn
Í vegum með hönnunarhraða ≤ 50 km/klst sem og í göngu- og hjólastígum skal lengdin vera $\geq 3,0$ m
- Sigplötu má sleppa þegar fyllingarhæðin d , frá efri brún burðarvirkis að efri brún slitlags, er að lágmarki 1,5 m ef leyfileg hraðamörk eru ≤ 50 km/klst og að lágmarki 2,5 m ef leyfileg hraðamörk eru > 50 km/klst, sjá Mynd 4.7.

Brýr án þensluraufa skulu hafa sigplötur.

Sigplötur skulu vera á botnplötuendum undirganga, ræsa og vegskála í fyllingum með samfelldum botnplötum sem keyrt er inn í skv. reglum fyrir þá veggerð sem um er að ræða. Hæðarkrafan á við um hæðina frá bergi eða sigfríum / föstum grunni. Sjá að öðru leyti Mynd 4.7.

Ekki er gerð krafa um sigplötu fyrir samsvarandi mannvirki með ávölu þversniði t.d. hring- eða ellipsulöguðu-

4.4.5.2 Brýr án þensluraufa

Auka skal lengd sigplatna brúa án þensluraufa að heildarlengd $L \geq 50$ m og sem haldið er föstum í langátt því sem næst í miðju eða brúa að heildarlengd $L \geq 25$ m sem haldið er föstum í öðrum endanum um að lágmarki 1,0 m.

4.4.5.3 Fylling yfir sigplötu

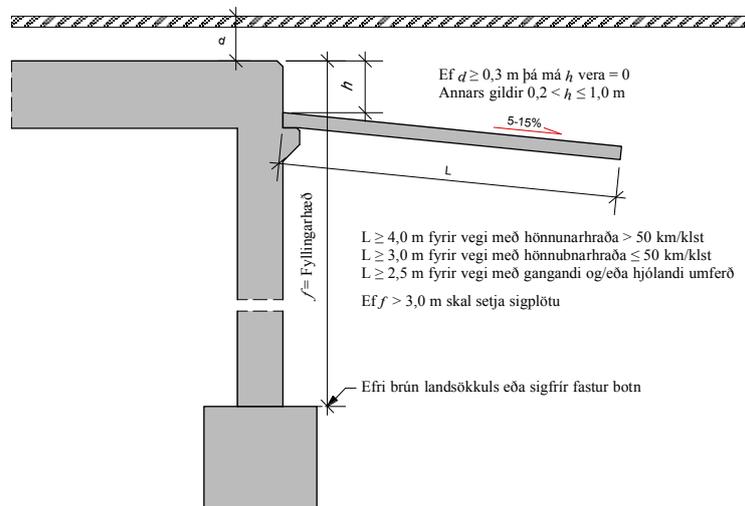
Þegar yfirborðslag er lagt beint ofan á efri brún yfirbyggingar skal hæðin frá efri brún sigplötu að efri brún burðarvirkis vera $0,2 \text{ m} \leq h \leq 1,0 \text{ m}$ í ásetuás sigplötunnar. Ef ídráttarrör fyrir lagnir / strengi eru ofan við sigplötuna á hæðarkrafan $h \geq 0,2 \text{ m}$ við frá efri brún ídráttarrörs.

Við mannvirki, sem fyllt er að t.d. ræsi og rétthyrnd snið, með fyllingarhæðina $d \geq 0,3 \text{ m}$ yfir efri brún burðarvirkisins má sigplatan vera í sömu hæð og efri brún burðarvirkisins í ásetuás sigplötunnar.

4.4.5.4 Krafa um breidd og halla

Umfang sigplötu þvert á veginn skal miða við að hún nái undir axlir án þess að stangast á við vegriðsstólpa, ljósamöstur o.fl. Plötunni má einnig sleppa undir miðdeili til að losna við áðurnefnda árekstra.

Efri brún sigplötu skal halla um $(10 \pm 5) / 100$ frá ásetu, sjá Mynd 4.7.



Mynd 4.7 – Sigplata að mannvirki.



4.5 Rýmiskrafa í holrýmum

4.5.1 Almenn

Greint er á milli eftir því hvort rýmin eiga að vera aðgengileg til innra eftirlits eða ekki. Dæmigerðar burðareiningar sem þurfa að vera aðgengileg til innra eftirlits eru brýr með kassapversniði, gataþversnið í turnum, súlum, bogum og þverbitum.

Ekki er gerð krafa um aðgengi að kassapversniðum stálbrúa sem eru hönnuð loftþétt skv. meginreglum greinar 8.10.1.2.

Aðgengi holrýma skal hæfa þeim markmiðum sem sett eru til viðhalds og eftirlits. Skilgreina skal rýmiskröfur í hverju tilviki fyrir sig.

4.6 Dyr, lúgur og mannop

4.6.1 Staðsetning dyra, lúga og mannopa

Lúgur skal ekki staðsetja í akbraut, öxlum og göngu- og hjólreiðasvæðum.

Brýr með kassapversniði eiga að hafa aðkomumöguleika frá báðum brúarendum. Í þensluraufarfríum brúarendum á aðkoma að vera um lúgu í botnplötunni. Brúaendar með þensluraufum eiga að hafa aðkomu um op í endapverbita.

Turnar eða bogar með hluta burðarvirkisins yfir akstursfletinum eiga að hafa dyr í nefndri hæð sem og við undirstöðu- / landhæð.

Öll innri rými skal útbúa með mannopum þannig að þau séu aðgengileg til eftirlits.

Til tryggingar gegn því að óviðkomandi geti komist inn í mannvirkið skulu útidyr og – lúgur vera læsanlegar, sjá einnig 12.8.1.

4.6.2 Dyr og mannop í lóðréttum flötum.

Kröfur til lágmarkshæðar h frá efri brún botnplötu, stigapreps, stigapalls upp í efri brún á opi skal vera eins og sýnt er í Töflu 4.1. Krafan er háð þykkt byggingarhlutans (t).

t	<1000	1000 < 2000	2000<4000	≥ 4000
h	≥1400	≥1600	≥1800	≥2000

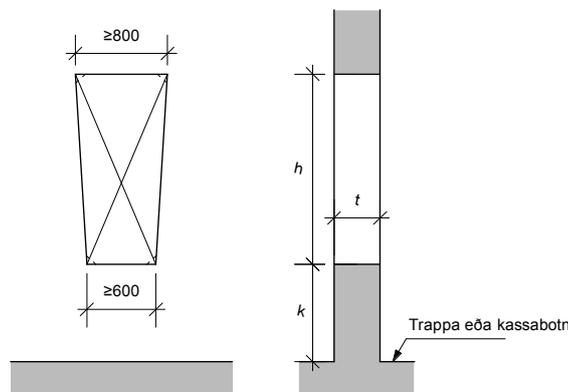
Tafla 4.1 Hæðarkröfur fyrir dyr og mannop á lóðréttum flötum. Öll mál eru í mm

Mannop skulu að lágmarki hafa mál samkvæmt Mynd 4.8. Innfelling í hornum skal ekki vera stærri en 100x100 mm eða afrúnnuð með $R \geq 200$ mm.

Þröskuldshæð (k) mæld frá botnplötu, stigaprepi eða stigapalli skal vera:

- fyrir veggþykkt $t \leq 200$ mm skal $k \leq 400$ mm
- fyrir veggþykkt $t > 200$ mm skal $k \leq 200$ mm

Þar sem afstífgingar og/eða þverbitar eru byggðir upp sem grind verður að gæta þess að lágmarksmál mannopsins passi við opin í grindinni.



Mynd 4.8 Dæmigerð mál fyrir dyr og mannop í lóðréttum flötum.

Breiddarminnkun í neðri hluta ops gildir ekki fyrir dyr, aðeins fyrir mannop.

4.6.3 Lúgur og mannop í láréttum flötum.

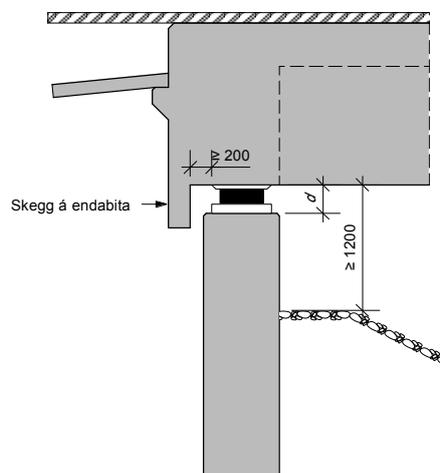
Lúgur og mannop í láréttum flötum skulu hafa frítt op að lármarki 800 x 800 mm eða \varnothing 900 mm.

4.7 Aðgengi

4.7.1 Aðgengi að legum

Þar sem það á við skal hanna burðarvirkið með nægjanlegu rými til þess að tryggja aðgengi til eftirlits- og viðhaldsvinnu.

Við brúarenda án þensluraufar verður aðkoma að legum að utanverðu. Frí hæð frá landi upp undir brú við legu skal vera ≥ 1200 mm, sjá Mynd 4.9. Kröfur um frímál d á Mynd 4.9, sjá athugasemdir við Mynd 4.11.



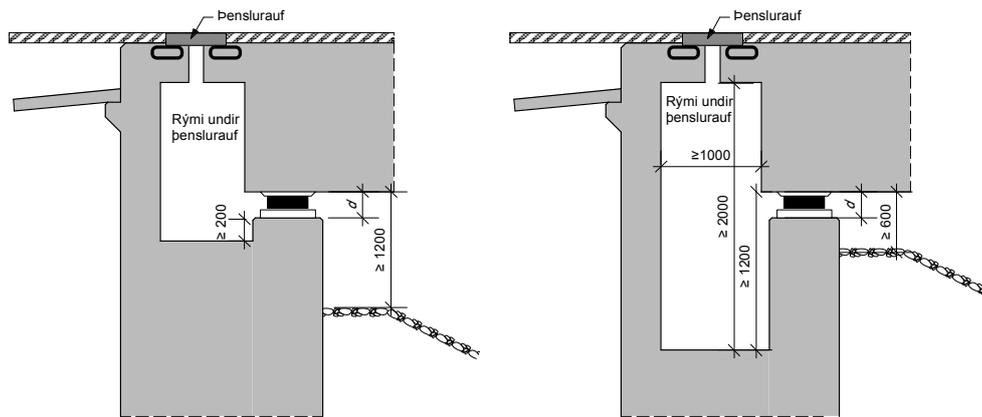
Mynd 4.9 Dæmi um aðgengi að legum utan frá

Við brúarenda með þenslurauf og þensluraufarrými getur aðkoma að legum bæði verið utanfrá og frá þensluraufarrými. Frí hæð frá landi eða gólfi í þensluraufarrými upp undir brú við legu skal vera ≥ 1200 mm eftir því hvor aðkoman er valin, sjá Mynd 4.10.

Ef ákveðið er að aðkoman skuli vera frá þensluraufarrýminu er krafan um fría hæð að utan verðu ≥ 600 mm. Kröfur um frímál d , sjá athugasemdir við Mynd 4.11.

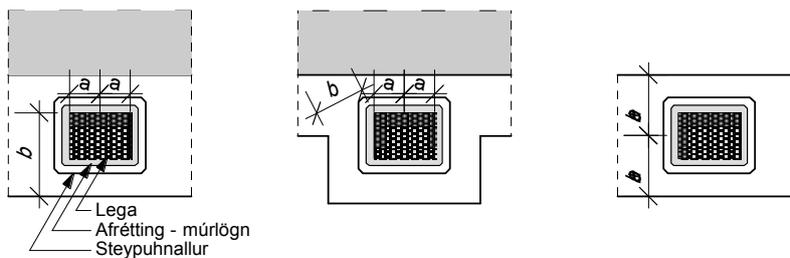
Fjarlægð frá gólfi þensluraufarrýmis upp í efri brún legusætis á að vera ≥ 200 mm.

Rými undir þensluraufum skulu vera með tryggri afvötnun.



Mynb 4.10: Dæmi um aðgengi að legu utan frá og frá rými undir þenslurauf

Stærði leguhnalls skal móta eftir lögum legunnar. Ef um stórar legur er að ræða getur þurft að móta ásetuna með veggisúlu (e: pilaster). Sjá miðjumynd í Mynd 4.11.



Figur 4.11: Grunnmyndir af legusætum með aðgengi frá fleiri en einni hlið

Fyrir rauf (d) milli legusætis og yfirbyggingar gildir eftirfarandi:

- $d \geq 200$ mm þegar $(a+b) \leq 800$ mm
- $d \geq 400$ mm þegar $800 \text{ mm} < (a+b) \leq 1600$ mm
- $d \geq 600$ mm þegar $(a+b) > 1600$ mm

4.7.2 Aðgengi að þensluraufum

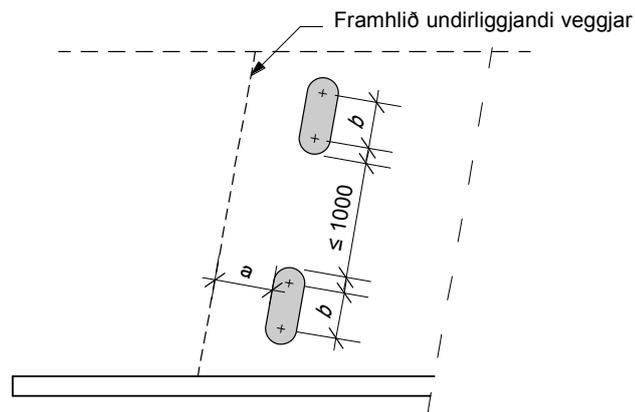
Aðgengi að þensluraufum til eftirlits á að vera auðvelt óháð byggingarefni brúarinnar.

4.7.3 Aðgengi umhverfis súlur og milli súlna og veggjar

Kröfur sem eiga að tryggja ásættanlega aðkomu umhverfis súlur / stöpla í sömu stöðvarlengd / mátlínu, eru sýndar á Mynd 4.12:

Minnsta fjarlægð milli súlna/veggsúlna í sömu stöðvarlengd skal vera ≥ 1000 mm. Minnsta fjarlægð milli súlna/veggsúlna og útbrúnar endabita, a , er samkvæmt eftirfarandi:

- fyrir $b \leq 1200$ mm: $a \geq 600$ mm + $b/2$
 - fyrir $b > 1200$ mm: $a \geq 1200$ mm
- b ákvarðast fyrir þá súlu sem gefur stærsta gildi.



Mynd 4.12 – Aðgangur umhverfis súlur og ílöng súlusnið

5 Álag

5.1 Flokkun álagsáhrifa

Álag skal flokka eftir breytileika þeirra í tíma á eftirfarandi hátt:

- varanlegt álag
- breytilegt álag
- óhappaálag

Nota skal kennigildi áraunar sem grundvöll við útreikning ákvarðandi álagsáhrifa.

Þreytuálag er skilgreint með álagssögunni. Kennigildi álags og fjöldi skipta sem álagið skiptir um formerki er ákveðið í væntri álagssögu yfir líftíma mannvirkisins.

5.2 Varanleg álagsáhrif

5.2.1 Almenn

Reiknað er með að varanleg álagsáhrif séu því sem næst varanleg innan þess tíma sem er til skoðunar. Lítið er á eftirfarandi sem varanleg álagsáhrif:

- þyngd burðarvirkisins (eiginþyngi)
- þyngd varanlegrar mótvigtar (e: counter weight) og útbúnaðar, sem verður ekki fjarlægður
- ytri vatnsþrýstingur sem reiknaður er frá meðalvatnshæð eða meðalgrunnvatnshæð og með meðalrúmpþyngd
- jarðþrýstingur vegna þunga jarðvegs og hugsanlegra annarra fyllinga

5.2.2 Eiginþyngd

5.2.2.1 Almenn

Allir varanlegir hlutar mannvirkis eru reiknaðir sem eiginþyngd. Við útreikning eiginþyngdar skal ekki taka tillit til vikmarka burðarvirkisins.

Vísað er í kafla 7, 8, 9 og 10 sem og ÍST EN 1991-1-1 varðandi útreikning eiginþyngdar mismunandi byggingarefna.

Taka skal tillit til hugsanlegrar óvissu varðandi dreifingu eiginþunga mannvirkis, ef nákvæm ákvörðun stærðar og dreifingar eiginþyngdar þess er sérstaklega mikilvæg varðandi öryggi þess, sem og vegna stöðugleika m.t.t. veltu og upplyftingar yfirbyggingar við legur.

5.2.2.2 Yfirborðslög

Ákvarðandi þungi yfirborðslaga skal ávallt vera hluti eiginþyngdar. Í þessari grein er sett fram krafa um ákvarðandi þunga yfirborðslaga en fjallað er um val yfirborðsflokks fyrir brúargólf í gr. 12.2.

Ákveða skal þunga yfirborðslaga í hverju tilviki fyrir sig. Í Töflu 5.1 eru settar fram lágmarkskröfur fyrir ákvarðandi þunga yfirborðslaga í akbraut.

Mesta haf lengd l [m]		
$l \leq 50$	$50 < l \leq 200$	$L > 200$
3,5 kN/m ²	2,5 kN/m ²	2,0 kN/m ²

Tafla 5.1 – Lágmarkskröfur til ákvarðandi þunga yfirborðslaga í akbraut við hönnun brúa

Við þunga sjálfs gangstígsins á vegbrú skal bæta þunga yfirborðslags að lágmarki 1,5 kN/m² (60 mm).

Hanna skal uppbyggingu undir göngu- og hjólastíga og aðskildar göngu- og hjólabrýr fyrir þunga yfirborðslaga skv. Töflu 5.2.

Mesta haf lengd l [m]	
$L \leq 200$	$L > 200$
2,0 kN/m ²	1,5 kN/m ²

Tafla 5.2 – Lágmarkskröfur til ákvarðandi þunga yfirborðslaga fyrir brýr með göngu- og hjólaumferð

Hreyfanlegar brýr skal hanna fyrir þunga yfirborðslaga að lágmarki 2,0 kN/m² í akbraut og 1,0 kN/m² í gangstíg og uppbyggingu undir göngu- og hjólastíga þegar haf lengd er > 10 m.

Hanna skal brýr, sem vegfyllingin fer yfir, fyrir þunga hennar auk þunga yfirborðslaganna skv. Töflum 5.1 og 5.2.

5.2.3 Vatnsþrýstingur

Vísað er til viðeigandi Íslenskra staðla. Sjá einnig gr. 5.5.5 um breytilegan hluta vatnsþrýstings.

5.2.4 Jarðþrýstingur

Jarðþrýsting skal ákveða skv. ÍST EN 1997-1. Ákveða skal jarðþrýsting frá fyllingargerðum, sem ekki eru teknar fyrir þar sérstaklega.

Líta má á þunga jarðþrýstings sem varanlegan að undanteknum tilvikum þegar ætla má á að jarðfylling eða hugsanlegar aðrar fyllingar verði fjarlægðar eða fluttar til. Í þeim tilvikum skal horfa þannig á að sá hluti álagsins sé breytilegur og ekki varanlegt álag.

5.3 Breytilegt álag

5.3.1 Almenn

Breytilegt álag er álag sem breytist með tímanum og nær til:

- umferðarálags
- árekstra- og landfestaálags frá ferjum
- náttúruálags
- annars breytilegs álags eins og:
 - álags frá breytilegri mótvigt (e: counter weight) og búnaði sem unnt er að fjarlægja
 - álags sem mannvirkið verður fyrir í milliástandi eins og framleiðslu, uppsetningu, vegna sérstakra tímatakmarkaðra aðgerða, niðurtæktar o.þ.h.

Kennigildi staðlaðs umferðarálags, óvenjulegs umferðarálags og árekstra- og landfestaálags frá ferjum er sett fram í gr. ÍST EN 1991-2 og / eða sérstökum fyrirmælum. Kennigildi „annars breytilegs álags“ er skilgreint sem óhagstæðasta vænta gildið við þær aðstæður sem um ræðir.

5.3.2 Umferðarálag og annað notálag á fyllingar bak við mannvirki

5.3.2.1 Almenn

Hanna skal byggingarhluta, sem er hluti vegamannvirkis og þjónar m.a. þeim tilgangi að styðja við fyllingar sem valda hliðarálagi (jarðþrýstingi), fyrir álagi skilgreindu hér að neðan.

Með byggingarhluta er átt við allar gerðir landstöpla fyrir vegbrýr, göngubrýr og ferjubrýr ásamt öllum gerðum stoðveggja. Það á einnig við um mannvirki, sem fyllt er að, eins og ræsi, rör, undirgöng, og vegskála við mismunandi aðstæður o.s.frv. háð því hvernig landnotkun er á jarðvegisyfirborðinu.

5.3.2.2 Umferðarálag á akrein

Almenn er vísað í ÍST EN 1991-2.

Þeim hluta fyllingarinnar sem er ætlaður akreinum er skipt í álagssvæði með breidd $w = 3$ m og hugsanlegt afgangssvæði með breidd $\leq 3,0$ m.

Eftirfarandi einfaldanir eiga við um álagslíkan 1 (LM1) sem er samsett úr jafndreifðu álagi (UDL) og álagsvögnum (TS) á allt að þremur akreinum:

- Í stað jafndreifða álagsins (UDL) kemur jafndreifða álagið $q_k = 5$ kN/m² á allar akreinar. Innfalið er hugsanlegt afgangssvæði (með $w < 3$ m). Á svæði ætlað fyrir vegrið við kant, vegrið milli gangbrautar og akbrautar og á hindrunarsvæði milli akstursstefna er sett sama álag.
Álagið á við um breidd akbrautar $\geq 3,0$ m.
- Í stað tveggja stærstu álagsvagnanna (TS = 600 og 400 kN) í álagslíkani 1 (LM1) er sett jafndreift umferðarálag (jafngildisálag álagsvagnanna, q_{Qk}) yfir breidd álagssvæðis $w = 3$ m og 6 m að lengd, sjá Mynd 5.1. Tölugildi þess er $q_{Qk} = 25$ kN/m².

Gengið er út frá að áhrif minnsta álagsvagnsins (TS = 200) sé innfalið í q_k , sjá gr. a) hér að ofan.

Álagið á við um breidd akbrautar $\geq 3,0$ m.

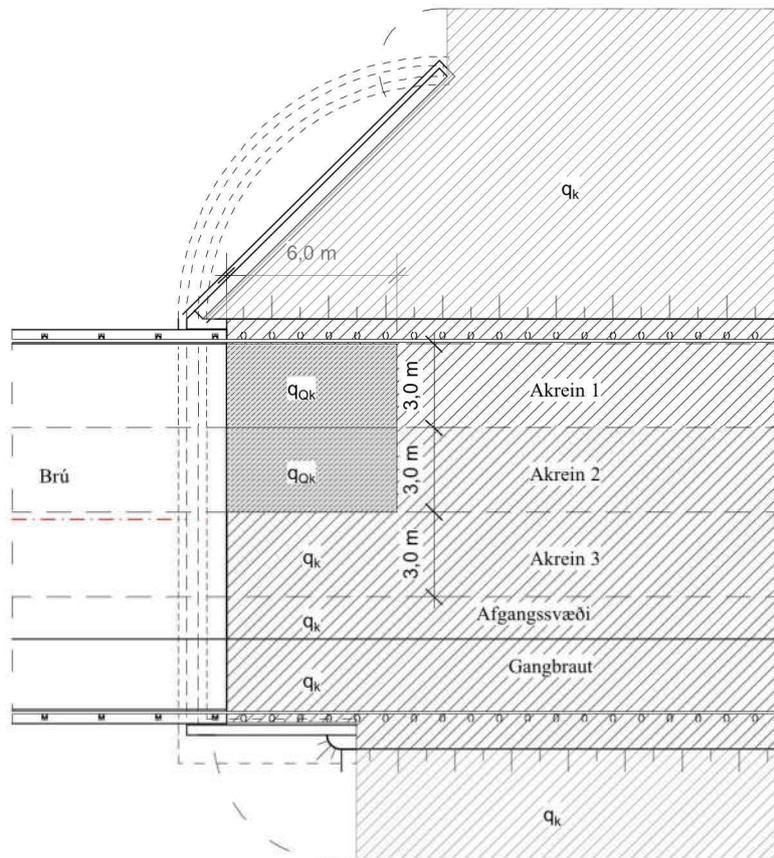
Á hugsanlegt afgangssvæði með ($w < 3$ m) er sett jafndreift álag $q_{Qk} = 25$ kN/m², en aðeins fyrir breidd akbrauta $\geq 5,5$ m og < 6 m.

Jafngildisálag álagsvagnsins q_{Qk} virkar ávallt samtímis jafndreifða umferðarálaginu q_k .

Mannvirki getur fengið á sig álag frá einu og í mesta lagi tveimur jafngildisálögum álagsvagnanna q_{Qk} .

Áhrif bremsukrafta, hliðarálags og miðflóttakrafts á fyllinguna sem og þjöppunaráhrif sem umferðarálagið hefur eru innfalin í álögum sem getið er um undir liðum a) og b) hér að framan.

Staðsetja skal jafndreifða umferðarálagið $q_k = 5$ kN/m² í óhagstæðustu stöðu á bakfyllingu mannvirkisins við annan eða báða brúarenda. Þegar það er óhagstætt m.t.t. áhrifa álagsins, sem er til skoðunar, má flétta það með jafndreifða umferðarálaginu q_{ik} í óhagstæðustu stöðu á brúnni. Varðandi q_{ik} sjá ÍST EN 1991-2, m.a. gr. 4.3.2.



Mynd 5.1 – Umferðarálag á vegfyllingu, grunnmynd

Jafngildisálag álagsvagnsins (vagnanna) $q_{Qk} = 25$ kN/m² skal staðsetja á yfirborði bakfyllingarinnar í óhagstæðustu stöðu álagssvæðisins í langátt sem og í þverátt brúar.

Staðsetja skal aðeins eitt jafngildisálag álagsvagns eða einn álagsvagn (TS) á hvert álagssvæði (w) brúarinnar.

5.3.3 Jafngildisálag álagsvagns og einfölduð áhrif jarðþrýstings

5.3.3.1 Framveggur hornréttur á veglínu

Nota má lóðréttu þríhyrningsdreifingu jarðþrýstingsálagsins, skv. Myndum 5.2 og 5.3, ef nákvæmari aðferðir eru ekki teknar fram yfir. Stærsta gildi jarðþrýstingsins við lóðréttan vegg, hornrétt á miðjulinu vegar, er efst og reiknast:

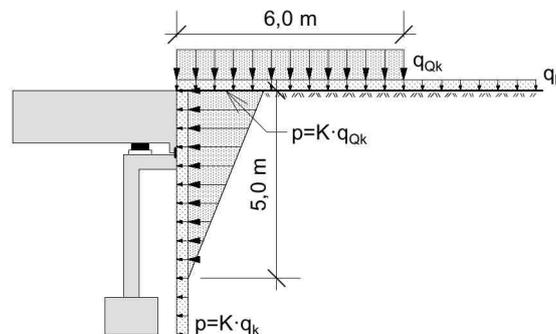
$$p = K \cdot q_{Qk}$$

þar sem:

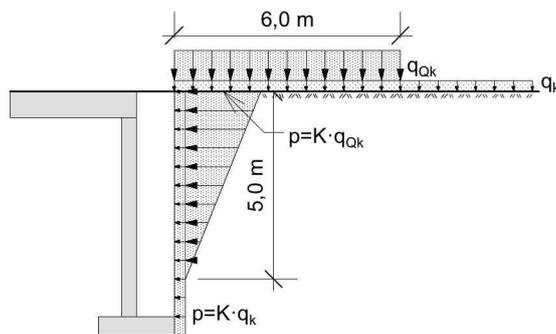
p : jarðþrýstingurinn (kN/m²)

K : jarðþrýstingsstuðull, sjá ÍST EN 1997-1. Stuðullinn K getur hvort sem er verið virkur (e: aktífur) eða stuðull fyrir hvíluþrýsting, háð stífleika mannvirkisins.

Jarðþrýstingurinn lækkar línulega niður í 0 á 5 m dýpi undir yfirborði. Breidd áhrifasvæðis jarðþrýstingsins er jöfn breidd jafngildisálags álagsvagnsins, 3 eða 6 m, og helst jafn breitt niður á 5 m dýpi undir yfirborðinu.

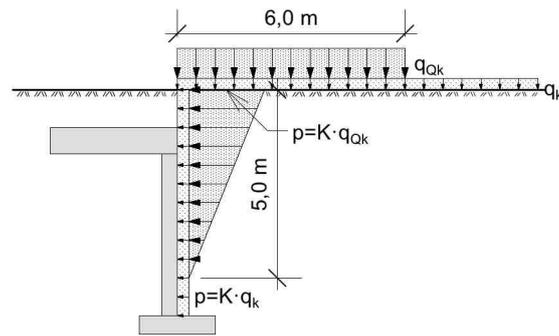


Mynd 5.2 – Umferðarálág á vegfyllingu og jarðþrýstingur vegna þess.



Mynd 5.3 – Umferðarálág á vegfyllingu og jarðþrýstingur vegna þess.

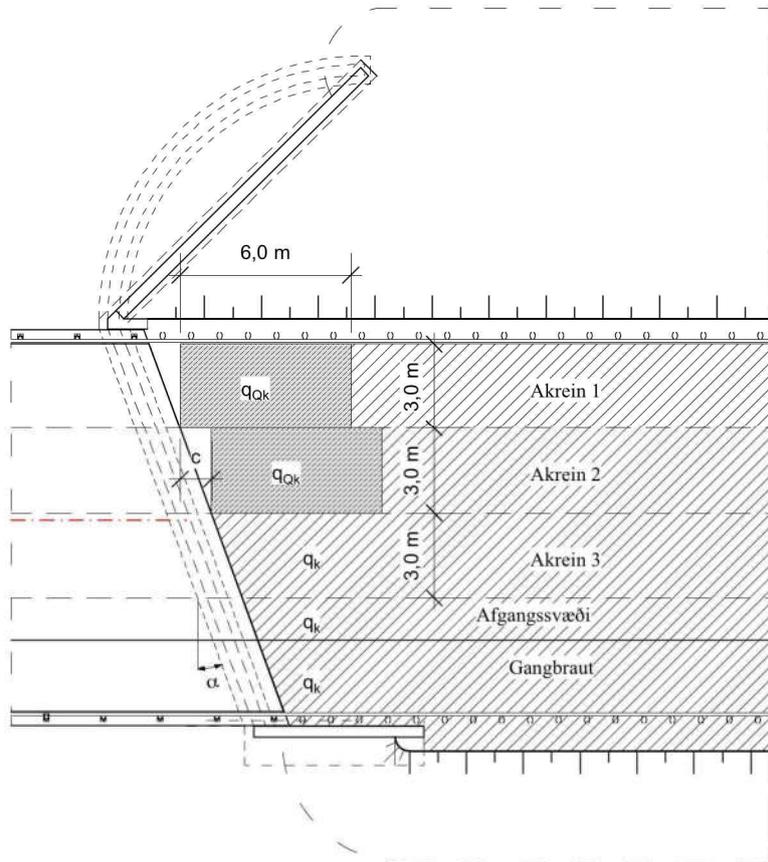
Þegar fyllingarlag er ofan á yfirbyggingunni flyst jarðþrýstingurinn, sem er yfir efri brún yfirbyggingar, með viðnámi niður í yfirborð hennar, sjá Mynd 5.4.



Mynd 5.4 – Umferðarálág á vegfyllingu og jarðþrýstingur vegna þess.

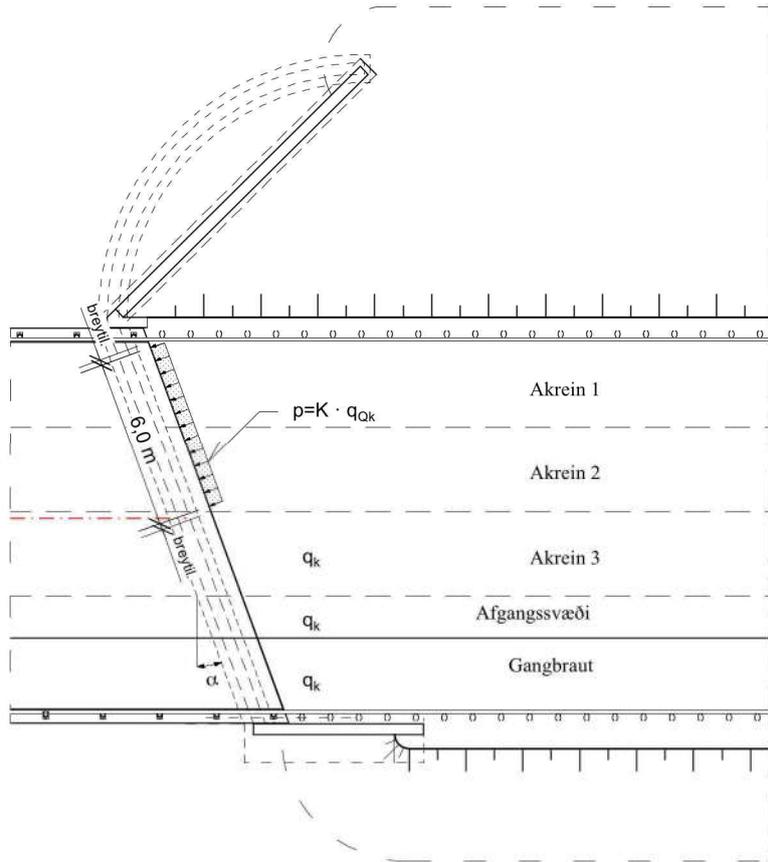
5.3.3.2 Framveggur ekki hornréttur á veglínu

Við útreikning jarðþrýstings á framvegg, sem er ekki hornréttur á veglínu, skal taka tillit til þess að jafngildu álögin fyrir tvo öxla geta forskotist m.t.t. hvors annars í langátt vegarins, sjá Mynd 5.5.



Mynd 5.5 – Innbyrðis staðsetning jafngildisálags tveggja öxla við skásettann landstöpul

Ef nákvæmari aðferðir eru ekki notaðar má nota jarðþrýsingsdreifingu eins og hún er sett fram í gr. 5.3.3.1 og hornrétt á vegginn. Álaginu er hliðrað eftir veggnum til þess að hámarka áhrifin, en innan akbrautanna, sjá Mynd 5.6. Gengið er út frá því að allt jafngildisálág álagsvagnsins sé réttu megin við það snið sem er til skoðunar til þess að komast hjá því að það virki að hluta til aflastandi.

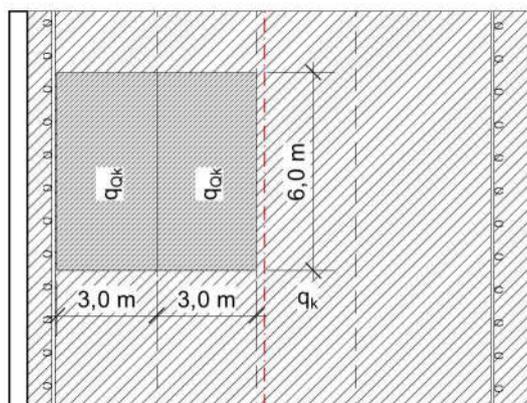


Mynd 5.6 – Áhrifasvæði jarðþrýstings vegna jafngildisálags tveggja öxla við skásettann landstöpul

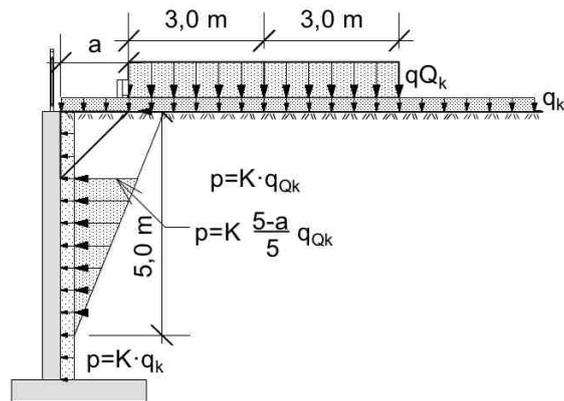
5.3.3.3 Stoðveggir / landstöpulsvængir samsíða akbraut

Með jafngildisálag álagsvagnsins upp við veggj eða vængi má nota einfaldanir skv. gr. 5.3.3.1.

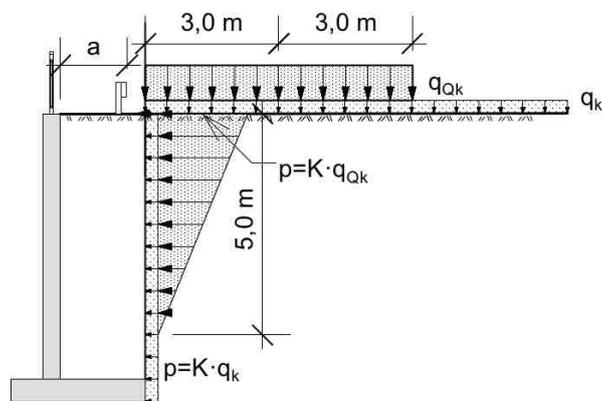
Ef vegrið er staðsett innan veggja eða vængja, eins og sýnt er á Mynd 5.7, flytjast áhrif jafngildisálagsins neðar í fyllinguna í hlutfallinu 1:1, sjá Mynd 5.8. Til einföldunar er ekki samtímis gert ráð fyrir álagsdreifingu í langáttina.



Mynd 5.7 – Stoðveggur og umferðarálag, grunnmynd



Mynd 5.8 – Stoðveggur og umferðarálag, snið



Mynd 5.9 – Stoðveggur og umferðarálag, snið

Taka skal tillit til ákeyrsluálags á byggingarhluta þegar vegrið er fest beint eða óbeint á hann, sjá Mynd 5.9.

Ef vegrið er sett upp til þess að komast hjá umferðarálagi upp við eða nálægt vegg eða væng, sjá Myndir 5.7 – 5.9, verður eigi að síður að meta áhrif óhappa. Þannig má hugsa sér að þungt ökutæki hafi ekið niður vegrið og standi þess vegna upp við vegg eða vængi. Vísað er á ÍST EN 1991-1-7.

5.3.4 Eiginþyngd

5.3.4.1 Álag í milliástandi

Taka skal tillit til milliástandsálags frá:

- efnum og búnaði sem komið er fyrir á burðarvirkinu eða aðliggjandi fyllingum
- útbúnaði og flutningi sem er nauðsynlegur vegna framkvæmdarinnar

Ákveða má stærð / umfang álagsins í samráði við þann sem annast framkvæmdina.

Ef nákvæmari útreikningar eða rannsóknir liggja ekki að baki skal reikna með 20 % hreyfðarfræðilegri viðbót á heildarálag bifreiða vegna vinnuumferðar sem fer um mannvirkið á byggingastigi. Reikna skal með að hámarkshraði slíkrar umferðar sé 40 km/klst.

Líta má á þunga jarðbrýstings sem varanlegan að undanteknum tilvikum þegar ætla má að jarðfylling eða hugsanlegar aðrar fyllingar verði fjarlægðar eða fluttar til. Í þeim tilvikum skal horfa þannig á að sá hluti álagsins sé breytilegur en ekki varanlegt álag.

5.4 Náttúruálag

5.4.1 Almenn

Náttúruálag er álag af völdum aðstæðna í náttúrunni þ.á.m. veðurfarslegra áhrifa. Í hverju verkefni þarf að ákveða sérstaklega umfang hugsanlegra mælinga og rannsókna til þess að ákveða aðstæður í brúarstæðinu frá náttúrunnar hendi.

Kennigildi breytilegs náttúralags á varanlegt burðarvirki er ákveðið þannig að líkindin eru 0,98 á því að innan hvers árs komi ekki stærra álag, þ.e. að endurkomutími stærra álags er 50 ár.

Minnka má endurkomutímann í 10 ár á byggingaskeiðum minni en 1 ár skv. ÍST EN 1991-1-6. Við skoðun í sköðuðu ástandi má nota 10 ára endurkomutíma.

Óvenjulegt náttúruálag er með sama endurkomutíma og samsvarandi óhappaálag.

5.4.2 Snjóálag

Snjóálag er ekki samtímaálag umferðarálagi á vegbrúm, ferjubryggjum, ferjubryggjubrúm eða göngubrúm. Ef nota má burðarvirkjahluta sem geymslusvæði fyrir snjó eða ekki er unnt að reikna með að snjó verði rutt af honum verður að meta álagið sérstaklega.

Reikna skal mannvirki sem skýla brúm (þök o.þ.h.) til þess að taka upp snjóálag eins og sett er fram í ÍST EN 1991-1-3.

5.4.3 Vindálag

Almennt er vísað á ÍST EN 1991-1-4. Staðallinn á við um brýr með jafna hæð yfirbyggingar og tiltekin skilgreind þversnið. Ef um önnur brúarform er að ræða má styðjast við þekkt viðurkennd fræði sem Vegagerðin samþykkir.

5.4.4 Öldu og straumálag

5.4.4.1 Almenn

Við hönnun á hreyfðarfræðilegu álagi á burðarvirki brúa í vatni má styðjast við m.a. eftirfarandi gögn ef önnur fyrirmæli liggja ekki liggja fyrir.:

*NORSOK Standard (2007) Actions and action effects. N-003, Edition 2
Environmental conditions and environmental loads. Recommended Practice DNV-RP-C205,
Det Norske Veritas (DNV), Oslo, October 2010*

Aðferðirnar í þessum ritum eiga við mannvirki í sjó en þær má einnig nota fyrir mannvirki í vötnum. Fyrir mannvirki í ám má styðjast við *Vassdragshåndboka (NVE 2010)*.

5.4.4.2 Ölduhæðir og straumur

Við mat á ölduhæðum og straumi (n: strömningskomponenter) skal bæði reikna með hæstu og lægstu stjarnfræðilegri sjávarstöðu (hæstu og lægstu vatnsstöðu). Við útreikning á álagi frá öldum og straumi skal taka tillit til sjávarfalla þar sem það á við.

Nota má annað hvort naumhyggjulíkan (e: deterministic model) sem byggir á línulegri bylgufræði (e: linear wave theory) eða slembilíkan (e: stochastic model) sem byggir á bylgjurófi (e: wave spectrum) við útreikning á öldum.

Nota má JONSWAP róf, sjá: Recommended Practice DNV-RP-C205, til að meta vindöldur.

5.4.4.3 Álag

Álag á mannvirki má finna með reynslujöfnum (e: empirical formulas) samkv. DNV-RP-C205 (2010) eða með CDF greiningum (e: Coputational Fluid Dynamic analysis).

5.4.4.4 Álag á lítil mannvirki

Nota skal Morisons jöfnu til þess að reikna ölduálagið.

Jafna Morisons:

$$F(t) = \frac{\pi}{4} C_m \rho D^2 v_n + \frac{1}{2} C_d \rho D v_n |v_n| \quad (5.24)$$

Jafnan gildir fyrir staura og undirstöður með sívalt þversnið ef öldulengdin er stærri en 5 sinnum þvermál byggingarhlutans, D , ($\lambda > 5 D$).

Gildi fyrir stuðlana C_m og C_d skal ákvarða samkvæmt DNV-RP-C205 (2010).

Reikna skal með að þvermál staura í sjó aukist um 40 – 80 mm vegna sjávargróðurs sem sest á staurana. Sjávargróðurinn mun einnig auka hryfi yfirborðsins.

Taka skal tillit til hallahornsins þegar straum/bylgju-álag hornrétt á lengd stausins (stauraásinn) er reiknað frá aðfallandi öldu.

Nota má jöfnur úr DNV-RP-C205 (2010) til að reikna viðbótina við heildarálagið frá öldunni á lítil mannvirki með annars konar lögun.

Dæmi um þannig mannvirki er undirstaðan ofan á stauraþyrping þar sem aðeins hluti byggingarhlutans er undir vatnsborði þegar aldan gengur yfir.

5.4.4.5 Álag á fyrirferðarmikil mannvirki

Hugtakið „fyrirferðarmikil mannvirki“ vísar til mannvirkja þar sem þvermálið D er stærra en sjötti hlutinn af öldulengdinni, $D > \lambda/6$. Fyrir þess háttar mannvirki skal taka tillit til öldusveigju (e: diffraction).

Ölduálagið má reikna samkv. DNV-RP-C205 (2010) kafla 7.

5.4.4.6 Iðuflökt

Fyrir grannar og hringlaga súlur (t.d. frístandandi staura) skal meta hvort iðuflökt veldur titringi sem taka verður tillit til. Meta skal svörunina í straumstefnuna og þvert á hana (e: in-line og cross-flow).

Ef tíðnin sem iðuflöktið veldur liggur nálægt eigintíðni stausins getur myndast sveiflumögnun.

Iðuflöktið n_s er:

$$n_s = \frac{VSt}{D} \quad (5.25)$$

þar sem:

V = Straumhraðinn

S_t = Strouhals tala

D = Þvermál staurisins

5.4.5 Álag vegna breytilegs vatnsþrýstings

Breytilegt vatnsþrýstingsálag er af völdum mismunandi vatns- eða grunnvatnshæða. Kennigildi eru ákveðin út frá hæstu og lægstu þekktum vatnshæðum. Meta skal mörkin sérstaklega hvað grunnvatnsstöðuna varðar.

Ef leitað er eftir virkri og varanlegri afvötnun er unnt að taka tillit til þess með ákvörðun breytilegs vatnsþrýstingsálags.

5.4.6 Álag af völdum ofanflóða

Við hönnun á mannvirkjum sem hugsuð eru til að tryggja mannvirki gegn ofanflóðum skal m.a. styðjast við eftirfarandi gögn ef ekki liggja fyrir önnur fyriræli:

- *REGLUGERÐ um hættumat vegna ofanflóða og flokkun og nýtingu hættusvæða. (Nr. 505/2000 með síðari breytingum)*
- *The design of avalanche protection dams - Recent practical and theoretical developments (EUR 23339 EUROPEAN COMMISSION 2009)*
- *Statens vegvesen - Håndbok V138 Veger- og snøskred, kafli 6*
- *Statens vegvesen - Håndbok V139 Flom- og sørpeskred, gr. 6.5.3*
- *Statens Vegvesen - Steinskred vd rapport 32 Sikring av veger mot steinskred.*

5.4.7 Ísálag

5.4.7.1 Almennt

Brýr skal hanna m.t.t. hugsanlegs álags af völdum íss. Aðlaga skal stærðir mannvirkisins staðbundnum aðstæðum þannig að ísálagið verði sem minnst.

Líta má þannig á að í sjó virki álagið í óhagstæðustu hæðinni milli hæsta stjarnfræðilegs sjávarborðs og lægsta stjarnfræðilegs sjávarborðs. Í uppistöðulónum skal miða við óhagstæðasta vatnsborð milli hæstu og lægstu vatnsstöðu.

Höggálag vegna jakaburðar í jökulhlaupum skal meta þar sem það á við.

Ef kostur er skal hæð flóðs með 200 ára endurkomutíma lögð til grundvallar mati hæðar sem höggálag frá ísjökum veldur á mannvirkið.

Brotmynstur íssins við mannvirkið er ákvarðandi um stærð álagsins. Greint er milli brotmynstranna: þrýsti-, beygju-, kleifni- og skriðbrots. Brotmynstrið ræðst af ísþykkt, hraða ísjakans, hita íssins og formi burðarvirkisins sem hann ísinn lendir á.

Líta má þannig á að hallandi flötur (keilulaga útfært þversnið) leiði til lægsta ísálagsins þar sem beygjubrot verður þá ráðandi brotmynstur

Eftirfarandi greinar gefa kennigildi álags:

5.4.7.2 Útreikningur íspykta

Reikna skal út íspykktir skv. viðurkenndum aðferðum. Bera skal reiknaða íspykkt og val annarra mikilvægra forsenda til útreiknings ísálags eins og jakastærð, straumhraða, rekstefnu, ruðning o.s.frv. saman við staðarathuganir og staðarskráningar.

Íspykktir h í stöðuvötnum breytist með straumaðstæðum.

Nota má eftirfarandi reglur með fyrirvara um að nauðsynlegar upplýsingar liggi fyrir.

Íspykktina h í stöðuvötnum má reikna með einfölduðum hætti skv. jöfnu (5.26). Í lygnum vötnum má setja ákvarðandi íspykktina sem $h_{dim} = h$. Í streymandi vatni má setja ákvarðandi íspykkt sem $h_{dim} = 0,65 h$.

$$h = \frac{\sqrt{F}}{175} [m] \quad (5.26)$$

en hér táknar F frostsamtölu í gráðudögum [$h^{\circ}C$], sett fram sem:

$$F = (F_{10} + F_{100})/2 \quad (5.27)$$

þar sem F_{10} og F_{100} eru frostsamtölur með endurkomutíma annars vegar 10 og hins vegar 100 ár.

Skilgreining F_{10} : Líkindafræðilega séð fer frostsamtalan yfir gildið F_{10} 1 sinni á 10 árum og þá 1 sinni á 100 árum yfir F_{100} .

Íspykktin minnkar verulega þegar við 0,05 m snjóhulu og ef snjóhulan er þykkari en 0,1 m má ætla að íspykktin minnki um 30 %.

Reikna skal með að í ám sé íspykktin breytileg bæði þvert á ána og í stefnu hennar.

Í ám má nota jöfnurnar fyrir stöðuvötn. Byggja skal skerðingu íspykktar á mati á straumhraða vatnsins.

Íspykkt í sjó skal meta í hverju tilviki fyrir sig.

5.4.7.3 Álag frá rekís (Gerð I)

Álag frá rekís er reiknað skv. jöfnunni:

$$I = C_1 C_2 C_3 \sigma_k t_{dim} b \quad (5.28)$$

Hér táknar:

C_1 formstuðul vegna breiddar stöpsulsins, sjá Töflu 5.3

C_2 formstuðul vegna halla andstreymisenda stöpsulsins, sjá Töflu 5.4

C_3 formstuðull sem tekur til lögunar andstreymisenda stöpsulsins, sjá Töflu 5.5

Ekki skal reikna margfeldið $C_1 * C_2$ minna en 0,5.

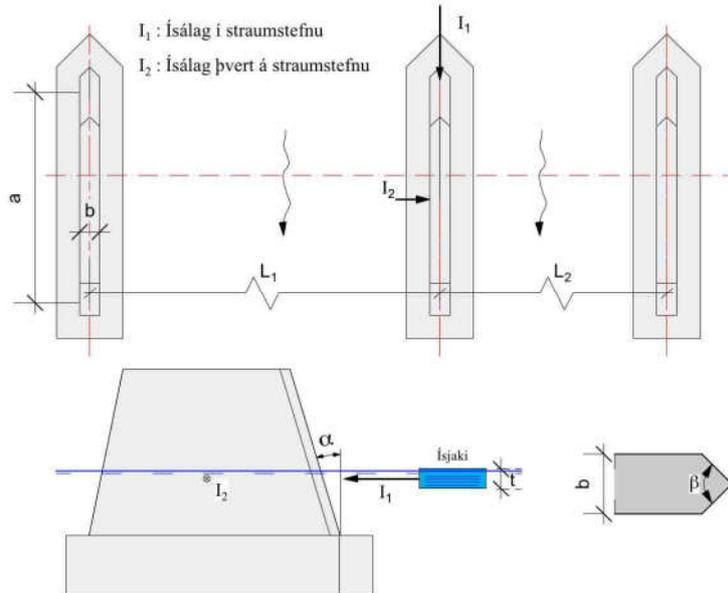
σ_k brotstyrkur íssins [kN/m^2]

t_{dim} er ákvarðandi íspykkt [m]

b breidd mælt þvert á stöpul / undirstöðu [m]

Ef langás stöpla er nánast samsíða rekstefnu íssins er ísálag í lengdarstefnu stöpulsins sett sem $I_1 = I$. Ísálagið þvert á langstefnu stöpulsins er sett jafnt $I_2 = 0,15 I_1$. Það er hugsað þannig að I_1 og I_2 virki samtímis.

Ef rekstefnan við ísabrot er ekki nærri því að vera samsíða langás stöpuls er álagið þáttað með $I_2 \geq 0,2I_1$.



Mynd 5.10 – Skilgreining stöplustærða og ísálags

I_1 og I_2 virka lárétt. Gera skal ráð fyrir að lóðréttu þættir þeirra geti verkað í báðar áttir og reikna þá út frá viðnámsstuðli milli íss og burðarvirkis $\mu = 0,15$.

Formstuðull fyrir breidd stöplul C_1 er skv. Töflu 5.3.

$b/t_{álm}$	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	$\geq 4,0$
C_1	1,8	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8

Tafla 5.3 – C_1 - Formstuðull fyrir breidd stöplul / undirstöðu
Hlutfalla skal línulega fyrir milligildi

Formstuðull vegna halla frambrúnar stöpulsins er C_2 , og er settur fram í Töflu 5.4. α er hallinn frá lóðréttri línu, sjá Töflu 5.5.

$\alpha [^\circ]$	0 – 15	15 – 30	30 - 45
C_2	1,0	0,75	0,5

Tafla 5.4 C_2 - Formstuðull fyrir halla frambrúnar stöpuls

Formstuðull vegna lögunar frambrúnar stöpuls C_3 er settur fram í Töflu 5.5. Fyrir brún, sem mótuð er eins og hálfhringur er $C_3 = 0,9$.

$\beta [^\circ]$	45	60	75	90	120	180
C_3	0,54	0,59	0,64	0,69	0,77	1,00

Tafla 5.5 C_3 – Formstuðull vegna lögunar frambrúnar stöpulsins.
Hlutfalla skal línulega fyrir milligildi

Í brúm þar sem samþjappaður rekís getur hrönglast að stöplum má gera ráð fyrir að ísálag ákveðið með jöfnu (5.28) nái einnig yfir það. En auk þess skal skoða hvort:

$$I_1 \geq i_1(L_1 + L_2)/2 \quad (5.29)$$

þar sem i_1 er ísálagið í kN/m í lengdarstefnu brúar (stærðargráða venjulega á bilinu 10 til 30 kN/m). $L_1 + L_2$ á að vera ≤ 100 m.

Ef stórir ísjakar rekast á burðarvirki, sem er mikið um sig, t.d. lengstu hlið stöplu / undirstöðu, ber að nota aðferðir sem taka tillit til bæði hreyfirorku ísjakans og umfangs / útfærslu burðarvirkisins.

5.4.7.4 Fjarlægðir milli byggingarhluta

Álag á byggingarhluta með þykkt D sem ís brotnar á má reikna samkvæmt jöfnu (5.30) þannig að $D = D_{\text{eff}}$ ef miðjufjarlægðin $L > 5D$. Ef $L < 5D$ má búast við uppsöfnun á ís milli byggingarhlutanna og skal þá reikna D_{eff} eins og sýnt er á Mynd 5.11.

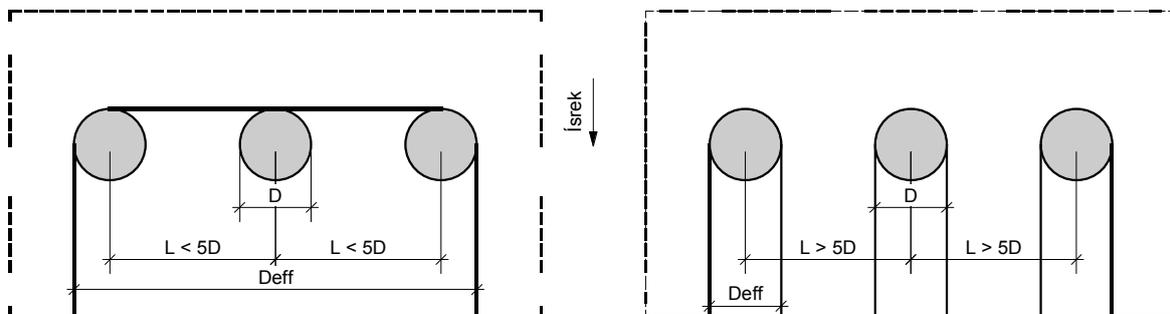
$$F_c = C \cdot h \left(\frac{D}{h}\right)^{-0,16} \left(\frac{h}{h_1}\right)^n \quad \begin{cases} n = -0,5 + h/5 & h \leq 1,0 \text{ m} \\ n = -0,3 & h > 1,0 \text{ m} \end{cases} \quad (5.30)$$

þar sem:

$$C = 1800 \text{ kPa}$$

$$h_1 = 1,0 \text{ m}$$

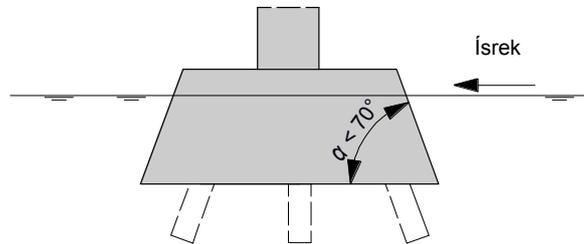
Jafna (5.30) gefur efri mörk fyrir ísálag frá flatrí ísbreiðu. Leggja skal sérstakt mat á ísálagið þar sem ísinn getur hlaðist upp þegar hann brotnar. Ef færsla mannvirkisins er meiri en 10 mm í punktinum, sem álagið virkar í, reiknað með álagi skv. (5.30) skal meta nánar hreyfðarfræðileg áhrif af ísbroti..



Mynd 5.11 Fjarlægð milli byggingarhluta

5.4.7.5 Hallandi byggingarhlutar

Ísálag á hallandi byggingarhluta takmarkast af beygjustyrk íssins. Til þess að ísálagið sé háð beygjustyrknum þarf hallinn α að vera: $\alpha < 70^\circ$, sjá Mynd 5.12. Álagið skal þá reikna samkv. ISO 19906:2010(E) grein A.8.2.4.4.3.



Mynd 5.12 Ísálag á hallandi byggingarhluta

5.4.7.6 Lárétt álag vegna hitabreytinga frá lagnaðaris (kN/m) má reikna sem jafndreift álag:

Einhliða álag vegna hitabreytinga frá lagnaðaris (kN/m) má reikna sem jafndreift álag:

$$q_h = 300h + 2,5|T| < 250 \quad (5.31)$$

þar sem:

h = íspykkt í m. Íspykkt á ekki að setja inn með stærra gildi en 0,5 m.

T = Lægsta hitastigið með 50 ára endurkomutíma, sjá ÍST EN 1991-1-5:2003/NA:2010.

Eftir aðstæðum skal skoða möguleika á einhliða þenslu.

Ef vök er á gagnstæðri hlið stöpsulsins / undirstöðunnar (einhliða álag) er ísálagið reiknað sem:

$$I_{1,eksp} = i_{eksp}(L_1 + L_2)/20 \quad (5.32)$$

$$I_{2,eksp} = i_{eksp}a \quad (5.33)$$

þar sem L_1 , L_2 og a eru skilgreind í mynd 5.10.

Gildi $L_1 + L_2$ á ekki að vera stærra en 100 m. Reikna skal stöpla / undirstöður sem eru til hlés fyrir 25 % gilda skv. jöfnum (5.32) og (5.33).

Ef föst frosin ísbreiða er á allar hliðar stöpla / undirstaða (tvíhliða álag) er ísálagið ákveðið sem 25 % gildanna skv. jöfnum (5.32) og (5.33).

Meta verður út frá staðbundnum aðstæðum hvort setja skuli álag á stöpla / undirstöður í báðar áttir og hvort þau skuli mögulega virka samtímis.

*Taka má tillit til þess í útreikningunum hversu eftirgefanlegir stöplar / undirstöður eru. Í útreikningunum má þá velja þanstuðul fyrir ís $\alpha = 5 * 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.*

5.4.7.7 Lóðrétt ísálag vegna breytilegrar vatnshæðar.

Þar sem vatnshæðir breytast t.d. í sjó vegna sjávarfalla eða í ám og stöðuvötnum vegna miðlunar getur álag frá lagnaðarís sem er fastfrosinn við staura orsakað lyftiálag samkv. jöfnu (5.26) þegar vatnshæð eykst.

Reikna má lyftiálagið (kN/m) samkvæmt (5.34):

$$F_L = L_i q_v \quad (5.34)$$

þar sem:

L_i = lengd í byggingarlutanum sem ís getur hengt sig á.

$$q_v = 0,6 \cdot \sqrt{h \cdot 0,7 \cdot C \cdot w \cdot k_g} \quad (5.35)$$

þar sem:

w = vatnsstöðubreytingin

k_g = uppdrifsstuðullinn ($9,81 \text{ kN/m}^3$)

Fyrir frístandandi staur má reikna lyftiálagið, eftir líkingu (5.36):

$$F_L = q_p h^2 \quad (5.36)$$

þar sem: $q_p < 1600 \text{ kN/m}^2$ og $h \leq 0,6 \text{ m}$.

5.4.8 Áraun af völdum hita

5.4.8.1 Almenn

Hitaálagið samanstendur af áhrifum frá:

- jafndreifðum hita
- lóðrétt línulega breytilegum hita og að öðrum kosti frá lóðrétt ólínulega breytilegum hita
- lárétt línulega breytilegum hita
- mismun á jafndreifðum hita milli burðarvirkjahluta
- hitamismun yfir veggþykktina og milli ytri og innri veggja í kassapversniði

Hinir mismunandi hitaliðir og samtímaverkun þeirra er reiknuð skv. ÍST EN 1991-1-5 ásamt viðbótarákvörðunum sem settar eru fram í gr. 5.4.8.2-5.3.8.4.

Fyrir burðarvirki og burðarvirkjahluta, sem ekki falla undir þversnið skilgreind í ÍST EN 1991-1-5, gr. 6.1.1, gerð 1, 2 og 3, má setja jafndreifðan brúarhita jafnan dæmigerðum lofthita ef nákvæmari gildi eru ekki fundin. Liður frá breytilegum hita er metinn sérstaklega í hverju tilviki.

5.4.8.2 Hiti sem er breytilegur lóðrétt

Dreifa skal lóðréttum línulega breytilegum hitastigli yfir þversniðshæðina þannig að dreifingin gefi $\Delta T = 0$ í þyngdarpunktsási sniðsins.

Venjulega er ekki nauðsynlegt að leiðrétta fyrir hlutdeild lóðréttrar, ólínulegrar, breytilegrar hitahlutdeildar á $\Delta T_{N,eks}$ og $\Delta T_{N,kom}$.

5.4.8.3 Mismunur í hitahlutdeild ólíkra byggingahluta

Í útreikningi mismunar á jafndreifðri hitahlutdeild milli ólíkra byggingahluta skal gera ráð fyrir að óhagstæðasti burðarvirkjahlutinn fái hámarkshitann ($T_{e,min}$ / $T_{e,max}$) en hiti annarra burðarvirkjahluta komi fram sem lækkun tölugilda í hlutfalli við hámarkshitann.

5.4.8.4 Hitastigsmunur

Ákveða skal í hverju einstöku tilviki hitastigsmun í holum stálþversniðum byggingahluta

5.4.9 Jarðskjálftaáraun

ATH. Til nánari skoðunar með hagnýtu verkefni.

5.4.9.1 Almenn

Jarðskjálftaáraun einkennist af mati á grunnhröðun berggrunnins á hverjum stað og er sett fram í ÍST EN 1998-1:2008/NA:2010 sem hámarkshröðun $a_g [m/s^2]$ með 475 ára endurkomutíma á berggrunni í flokki A skv. skilgreiningu í staðlinum.

Jarðskjálftaálagið er sett fram sem lýsing á hreyfingu einstaks punkts berggrunnins. Leiðréttta verður fyrir breytingu jarðskjálftahröðunar sem verður milli berggrunn og burðarvirkis þegar til skoðunar eru mannvirki sem standa ekki beint á berggrunninum skv. ÍST EN 1998-1:2004, gr. 3.1.

Hanna skal brýr skv. ÍST EN 1998-2 með þeim undantekningum sem lýst er í ÍST EN 1998-2:2005, gr. 1.1.1 (4). Hanna skal brýr sem ÍST EN 1998-2 nær ekki yfir eins langt og kostur er skv. ÍST EN 1998-1.

Hanna skal mannvirki sem fyllt er yfir og stoðveggi skv. ÍST EN 1998-5.

5.4.9.2 Val jarðskjálftaflokks

Velja skal mikilvægistuðul (e: importance class) brúar skv. ÍST EN 1998-2.

Ef burðarvirki sem staðsett er yfir vegi sem gegnir veigameira hlutverki heldur en yfirliggjandi vegur er meginreglan að umferðarmagn og samfélagslegt mikilvægi vegarins undir ákveði mikilvægistuðulinn. Sjá ÍST EN 1998-2:2005.

Ákveða má mikilvægistuðulinn á forsendum efri vegarins eingöngu ef möguleikar á hjáleidum fyrir neðri veginn eru góðar og hreinsun í kjölfar tjóna af völdum jarðskjálfta eða hruns burðarvirkisins getur gengið hratt fyrir sig.

5.5 Færsluálag

5.5.1 Almenn

Færsluálag er álag sem tengjast færslum sem burðarvirkið verður fyrir eða eiginleikum burðarvirkaefnanna svo sem vegna:

- uppspennu burðarvirkisins
- rýrnunar, skriðs og spennueftirgjafar
- sigs
- færslum sem burðarvirkið verður fyrir af völdum framleiðslu-, bygginga- eða uppsetningaraðferða

Færsluálag er oft tímaháð. Kennigildið er skilgreint sem stærsta vænta álagið innan þess tíma, sem er til skoðunar.

5.5.2 Uppspenna, rýrnun, skrið og spennueftirgjöf

Vísað er í gr. 7.2.3.

5.5.3 Sig

Vísað er til kafla 11.1.7 þegar um sig á undirstöðum er að ræða.

5.5.4 Viðnámskraftar / færslukraftar frá legum

Deila skal ákvarðandi viðnámskrafti frá rennilegum eða kröftum af völdum formbreytinga samsettra lega á aðrar undirstöður í hlutfalli við stífleika þeirra. Reikna skal með fullum viðnámskrafti í öllum legum sem eru á þeirri hlið hreyfimiðju mannvirkisins sem samanlagt hreyfist mest. Setja skal 50% af fullum viðnámskrafti á legur á gagnstæðri hlið. Ákvarðandi viðnámskraftur skal þó ekki vera minni en stærsti kraftur frá viðnámslegum í einstakri undirstöðu.

5.5.5 Jarðþrýstingur á undirliggjandi vegg þensluraufarfrírra brúa

Ákveða skal heildarjarðþrýsting á burðarvirki sem ýtast að jarðveginum.

Lýsa má heildarjarðþrýstingi burðarvirkis sem ýtist (push, shove) að jarðvegi með jarðvegsstuðlinum k sem með einfölduðum hætti er ákveðinn á eftirfarandi hátt:

$$k = \begin{cases} k_0 + (k_p - k_0) \frac{\delta}{\delta_p} & ; 0 \leq \delta \leq \delta_p \\ k_p & ; \delta > \delta_p \end{cases} \quad (5.37)$$

þar sem :

k_0 - stuðull fyrir hvíluþrýsting

k_p - stuðull vegna óvirks (e: passive) jarðþrýstings

δ - raunveruleg færsla

δ_p - raunveruleg færsla

δ_p - færsla (e: push, shove) við fulla virkjun óvirks jarðþrýstings

Ákveða má jarðþrýstingsstuðul vegna raunverulegrar færslu af völdum hitáhrifa eða umferðarálags út frá jöfnunni hér fyrir framan með því að setja $\delta_p = H / 200$, þar sem H er hæð undirliggjandi veggjar.

5.6 Óhappaálag

5.6.1 Almenn

Óhappaálag er álag sem burðarvirkið getur orðið fyrir sem afleiðing rangrar framkvæmdar, óhappatilviks eða óvenjulegs atburðar svo sem:

- ákeyrslu farartækja, skips eða járnbrautar
- álagi af völdum fallandi aðskotahluts
- bruna með hugsanlegri sprengingu í kjölfarið
- álagi af völdum skriða eða ofanflóða

Reglan er að tilkoma og afleiðing óhappaálaga sé tengd ákveðnu áhættustigi. Líkindi atburðar sem horft er fram hjá í greiningu ættu ekki að vera umfram 10^{-4} / ár, að svo miklu leyti sem unnt er að ákveða óhappaálagið með líkindareikningi.

5.6.2 Ákeyrsluálag frá farartækjum

Ákeyrsluálag af völdum farartækja er að finna í ÍST EN 1991-1-7 og ÍST EN 1991-2.

Skoða skal súlur, yfirbyggingu eða önnur burðarvirki m.t.t. ákeyrsluálags ef hættu er á að ekið verði á þau. Ákvarðandi þættir m.t.t. áhættu geta verið staðsetning mannvirkisins m.t.t. akbrautar, sjónlínur, veglínan og halli jarðvegsyfirborðs nálægt burðarvirkinu.

Hönnun vegna ákeyrsluálags er metin sérstaklega fyrir:

- brýr með marga stöpla / undirstöður nálægt akbrautunum
- yfirbyggingar sem gerðar eru úr mörgum samsíða bitum
- burðarstangir, stoðir í yfirliggjandi grind o.þ.h.
- veggir í göngum, undirgöngum o.þ.h.

Venjulega er ekki gert ráð fyrir ákeyrsluálagi samtímis breytilegu álagi. Undantekning er á því ef samband er á milli ákeyrslukraftsins og umferðarálagsins.

5.6.3 Ásiglingarálag frá skipum

5.6.3.1 Almenn

Kennigildi ásiglingaálags er að finna í ÍST EN 1991-1-7.

Skipuleggja skal og útfæra burðarvirki brúa yfir siglingaleiðir þannig að áhætta á ásiglingu sé eins lítil og kostur er. Íhuga skal afleiðingar staðsetninga vendipunkta þar sem siglingaleiðin breytir stefnu eða þar sem siglingaaðstæðurnar eru af öðrum ástæðum erfiðar.

Frí hæð og breidd á siglingaleið skal a.m.k. fullnægja kröfum sem þar til bærar stofnanir setja fram í hverju einstöku verkefni.

Takmarkanir geta einnig verið settar á siglingaleiðina m.t.t. mætinga, kröfur um viðvörunar- og siglingakerfi o.s.frv.

Hanna skal alla hluta burðarvirkis brúa, sem hugsanlegt er að siglt verði á, fyrir viðeigandi ásiglingarálagi. Það er m.a. háð vatnsdýpi, frírri hæð og hvort burðarvirkið er varið með náttúrulegum eða tilbúnum hindrunum eða hvort hættu er á að siglt verði á ákveðinn hluta burðarvirkis.

Hugsanleg ásiglingadeyfandi vörn á undirstöðum brúa skal vera steypd.

Ásiglingadeyfandi vörn getur verið eftirgefandleg fyrir ákvarðandi ásiglingaálag.

5.6.3.2 Ákvörðun óhappaálags frá skipaumferð með notkun áhættugreiningar

Meta skal árekstrarkraft frá farartæki á sjó í hverju einstöku tilviki og byggja á eigin áhættugreiningu þar sem litið er til skipsstærðarinnar, hraða skipsins við árekstur og meðfylgjandi ásiglingarálags.

Áhættugreininguna skal vinna skv. ÍST EN 1991-1-7, viðauka B, eða öðrum viðurkenndum aðferðum.

5.6.3.3 Einfaldaðar reglur til ákvörðunar óhappaálags frá skipaumferð

Einfaldaðar reglur og leiðbeinandi gildi fyrir ásiglingaálag er að finna í ÍST EN 1991-1-7:2006, gr. 4.6

Minnstu gildi árekstrarálags á svæðum þar sem ekki er búið við skipaumferð eru sett fram í ÍST EN 1991-1-7:2006 gr. 4.6.3. Fyrir þá hluta yfirbyggingarinnar sem eru hærrí en siglingaleiðin skal ekki reikna beina ásiglingakraftinn F_{dx} minni en 0,1 MN.

Hanna skal byggingahluta sem staðsettir eru utanvið undirstöðubrún eða fríholtsplötu t.d. skástæðar súlur, bogaburðarvirki eða yfirbyggingu fyrir ásiglingaálagi.

5.6.4 Ákeyrsluálag frá járnbrautarumferð

Venjulega er ekki reiknað með ákeyrsluálagi frá járnbrautarumferð þegar áhættan á ákeyrslu er talinn minni en sett er fram í gr.-Sjá ÍST EN 1991-1-7, hluta B9.4.

5.6.5 Bruni með hugsanlegri sprengingu í kjölfarið

Kennigildi fyrir hugsanlegt óhappaálag af völdum bruna eða sprenginga er ákveðið sérstaklega í hverju einstöku verkefni fyrir sig.

Meta skal brunaálag í göngum, vegskálum og undirgöngum í fyllingum sérstaklega í hverju tilviki en að lágmarki skal miða við 200 MW í 2 klst.

Mikill bruni getur valdið því að mannvirki eða hlutar þess skemmist verulega þannig að vatn flæði inn eins og inn í botngöng eða rörarbrýr. Þegar sú hætta er fyrir hendi skal hanna mannvirkið sjálft fyrir brunaálagi, sem skoða þarf sérstaklega í hverju tilviki, að lágmarki 200 MW í 2 klst. Þetta á einnig við um mannvirki þar sem bruni getur leitt til þess að mannvirkið hrynji með alvarlegum afleiðingum fyrir vegfarendur og umhverfið.

Þetta getur t.d. átt við um stokka í fyllingum með byggð eða búnað þar yfir.

Burðarvirkjahluta brúa sem taldir eru útsettir fyrir bruna skal hanna gegn honum. Í lausnum skal einnig leitast við að lágmarka afleiðingar hans. Brýr sem metnar eru útsettar fyrir bruna og sem sérstaklega skal íhuga að verja gegn honum eru:

- brýr með utanálíggjandi köplum (burðarkaplar, skástög, hengistangir, spennikaplar o.þ.h.)
- brýr sem eru staðsettar þannig að bruni frá nærliggjandi byggð, bifreiðastæðum o.fl. geti varðað öryggi vegfarenda og mannvirkisins

Í útreikningi á skerðingu burðargetu skal ganga út frá brunaálagi (hita og hvað hann varir lengi) sem aðliggjandi byggð (t.d. eldneytisgeymslur og timburlagerar, bílastæði o.fl.) leggja til.

5.6.6 Óhappaálag frá skriðum og ofanflóðum

5.6.6.1 Óhappaálag af völdum skriða

Meta skal áhættu á skriðum á landi og neðansjávar fyrir hvert einstakt brúarstæði. Ef hættu af þeim toga er til staðar skal taka tillit til þess í vali brúargerðar og með viðeigandi útfærslum. Kennigildi álags af völdum skriðu er ákveðið í hverju einstöku tilviki

Varðandi mannvirki með það að markmiði að tryggja innviði gegn skriðum er vísað til gr. 5.4.6.

5.6.6.2 Óhappaálag af völdum ofanflóða

Frí hæð brúa yfir ám skal vera í samræmi við kröfur í gr. 4.2.4. Álag vegna flóða skal metið eftir aðstæðum í hverju tilfalli. Ef ekki liggur annað fyrir skal miða við 100 ára endurkomutíma.



5.7 Samtímaálag

5.7.1 Almenn

Reikna skal tvær eða fleiri álagsgerðir, sem eru mjög tengdar hvor annarri hvað varðar tíma og staðsetningu eða sem oft birtast með hámarksgildi á sama tíma, sem eitt álag í álagsfléttum. Ekki skal flétta saman álagsgerðir sem út frá skynsemissjónarmiðum útiloka hvert annað.

Líta má þannig á að bæði hitaálag og álag sem breytileiki í eðlisþyngd vatns veldur komi ekki fyrir samtímis með öðru náttúrálagi.

5.7.2 Samtímaálag vinds, strauma, öldu og sjávarfalla

Venjulega er gert ráð fyrir að óhagstæðasta vind-, straum-, öldu- og sjávarfallaálag komi upp samtímis. Reikna skal nefndar náttúrálagsgerðir hér að framan sem eitt álag í fléttu með öðrum álagsgerðum.

Ef unnt er að sýna fram á með heimildum eða öðrum raunhæfum rökum að óhagstæðasta vind-, straum-, öldu- og sjávarfallaálag komi ekki upp samtímis skal rökstyðja með hvaða hætti ofanefndar álagsgerðir hafa áhrif samtímis á mannvirkið og hvernig flétta skuli þau með öðrum álagsgerðum.



6 Greining burðarvirkja

6.1 Almenn

Kafli þessi fjallar um almennar meginreglur hönnunar og reglur um útreikning ákvarðandi álagsáhrifa.

6.2 Meginreglur hönnunar

Gert er ráð fyrir hönnun með útreikningum eftir hlutstuðlaaðferðinni skv. *ÍST EN 1990:2002*, Kafli 6. Leggja verður aðrar hönnunaraðferðir t.d. hönnun með prófunum eða með líkindafræðilegum aðferðum fyrir Vegagerðina til samþykktar í hverju tilviki fyrir sig.

Ef stærðarfrávik hafa óhagstæð áhrif á öryggi mannvirkis skal taka tillit til þeirra í útreikningum með mestu frávikum samkvæmt viðeigandi staðli. Ef farið er yfir fráviksmörkin skal endurreikna mannvirkid með innmældu gildi.

Gera skal líkantilraunir og / eða mælingar í mörkinni ef mikið óöryggi er varðandi álag, álagsáhrif, þol eða viðnám eða ekki er unnt að ákveða nauðsynleg gildi með eðlilegri nákvæmni.



6.3 Ákvarðandi álagsáhrif

6.3.1 Almenn

Álagsáhrif skal ákveða með notkun viðurkenndra aðferða sem taka tillit til breytinga á álagi í tíma og rými og viðbragða mannvirkisins.

6.3.2 Hreyfðarfræðilegar greiningar

Hreyfðarfræðilegar viðbætur eru ekki felldar inn í hlut- og álagsstuðla sem settir eru fram í ÍST EN 1990. Gert er ráð fyrir að tekið sé tillit til hreyfðarfræðilegra áhrifa álags í hreyfðarfræðilegri greiningu eða það sé innifalið í álaginu með varfærnislegu vali á hreyfðarfræðilegum álagsstuðli.

6.3.3 Fléttun útgilda (fylgni) vegna hreyfðarfræðilegra álagsáhrifa

Líta skal á útgildi svörunarstærða sem virka í sömu álagsfléttu eins og þau hafi fulla fylgni ef fylgnin er ekki reiknuð. Gera skal sérstaklega grein fyrir reikniaðferðinni ef tekið er tillit til þannig fylgni.

6.3.4 Líkantilraunir

Á grundvelli líkantilrauna á að ákveða álag eða álagsáhrif þegar ekki er unnt að fá nægar upplýsingar fyrir hönnunina með reikniaðferðum, handbókum og hönnunarstöðlum.

Einnig má nota líkantilraunir til þess að ákveða forsendur t.d. stuðla til þess að nota í útreikningum, afhjúpa óstöðugleika, ákveða markhraða fyrir mismunandi fyrirbæri sem rekja má til gagnverkunar milli mannvirkis og umlykjandi lofts eða vatns.

Líkantilraunir eiga ekki að koma í stað útreikninga þegar þeir eru mögulegir. Í slíkum tilvikum skal vinna útreikninga og líkantilraunir samhliða.

Í höfuðdráttum er greint á milli eftirfarandi álagsgerða:

Álagsgerð I: Álag sem eru óháð hreyfingum mannvirkisins að öðrum kosti að hreyfingarnar séu svo litlar að þær hafi ekki áhrif á álagsmyndina.

Álagsgerð II: Tilvik þegar hreyfingar mannvirkisins hafa áhrif á álagsmyndina, t.d. grönn mannvirki í lofti eða vatni.

Álagsgerðir I og II sem gera mismunandi kröfur til framsetningar mannvirkisins í tilraununum skal meta við skipulagningu og útfærslu líkansins.

Áður en líkantilraunir hefjast á að framkvæma álagsáhrifagreiningar og hugsanlegt mat til þess að ákveða næmni m.t.t. breytistærða burðarvirkja eins og stífleika og eiginsveiflu.

Í tilraununum skal sjá til þess að stífleika og massa í öllum mikilvægum burðarvirkjahlutum sé rétt deilt. Í þessu felst að bæði tíðni og eiginsveifluform séu endurgerð. Taka skal tillit til deyfiskilyrða líkans og umlykjandi loft eða vatn ef það skiptir máli hvað niðurstöðuna varðar.

Val líkanlögmála og röksemdir fyrir þeim skulu liggja fyrir tímanlega áður en líkanið er smíðað og tilraunir hefjast.



Allar breytistærðir burðarvirkisins (stöðugar og hreyfðarfræðilegar) sem hafa þýðingu í tilrauninni skulu innifaldar í líkaninu. Í bæði hlut- og heildarlíkani skal endurvekja eiginleika raunverulegs burðarvirkis.

Sýna þarf fram á yfirborðsgrófleika og Reynoldstölu vegna tilrauna í lofti eða vatni t.d. þegar um er að ræða hlutlíkön.

6.3.5 Jarðtæknileg hönnun – brotmarkaástand

Vísað er til ÍST EN 1990:2002/A1:2005+NA2010 varðandi brot- og notmarkaástand og viðauka við ÍST EN 1990, Hluta A2, gr. A2.3.1 (5):

Nota skal hönnunaraðferð skv. ÍST EN 1997-1:2004/NA:2010 nema þar til bær yfirvöld hafi samþykkt annað þ.e. nota skal hönnunaraðferð 1 nema fyrir hönnun staura en þá skal nota hönnunaraðferð 2 og einnig viðeigandi hlut- og leiðréttingarstuðla í samræmi við skilgreiningu í ÍST EN 1997-1:2004/NA:2010.

6.3.6 Óhappamarkaástand og jarðskjálfti

Burðarvirki í varanlegu ástandi sem verður fyrir óvenjulegu álagi (óhappaálagi, jarðskjálftaálagi eða óvenjulegu umferðar- eða náttúruálagi) skal reikna í óhappamarkaástandi eða jarðskjálftaástandi skv. ÍST EN 1990:2002, Tafla 2.5:

- Í óhappamarkaástandi (jafna 6.11 a/b skv. Töflu 2.5 í ÍST EN 1990:2002):
Ef það eru venzl milli óhappaálagsins og umferðarinnar skal setja $\psi_{2,i} = 0,5$ fyrir umferðarálagið og $\psi_{2,i} = 0,0$ fyrir annað breytilegt álag.
- Í jarðskjálftaástandi (jafna 6.12 a/b skv. Töflu 2.5 í ÍST EN 1990:2002):
 $\psi_{2,i} = 0,5$ fyrir umferðarálagið og $\psi_{2,i} = 0,0$ fyrir annað breytilegt álag.
Ef gengið er út frá því að mannvirkinu sé lokað ef það skemmist er mögulegt að sleppa umferðarálaginu í álagsfléttunni.

Þegar hannað er í óhappamarkaástandi er unnt að fallast á meiri færslur en þær sem venjulega er gengið út frá í greiningum í brotmarkaástandi og er þá hægt að velja burðarkerfi sem venjulega eru ekki leyfð í brotmarkaástandi.

6.4 Kröfur vegna ólínulegra greininga

6.4.1 Forsendur

Nota má ólínulega greiningu til að sýna fram á þol í brotmarkaástandi og í óhappatilviki. Notkun ólínulegra einingaaðferða (e: FEM) koma til greina bæði við stöðufræðilegar og hreyfðarfræðilegar greiningar.

Hugbúnaður sem ráðgert er að nota skal vera grundvallaður á viðurkenndum fræðum og vera sannreyndur í dæmum sem eru sambærileg þeim sem leysa á. Sá sem notar hugbúnaðinn skal hafa þekkingu á og reynslu við að vinna með ólínulegar smáhluta aðferðir og geta skilgreint ráðandi stýribreytur til grundvallar líkangerðinni.

Líkanið skal geta sýnt fram á öll form brota og brotheðunar sem eiga við eins og t.d. flothegðum þversniða, heildarkikkun eða brot í grunni. Greina þarf grönn mannvirki með viðeigandi aðferðum þannig að miklar hreyfingar komi fram. Áhrif mótunarskekkja burðarvirkisins skulu tekin með í stærðum mannvirkisins í samræmi við ákvarðandi brotform.

Niðurstöðurnar úr ólínulegri álagsáhrifagreiningu eru háðar álagssögunni sem notuð er. Í greiningunni skal vera rökrétt röð við löstun þannig að varanlegt álag komi á undan breytilegu og þannig að álagið verði sett rétt á burðarkerfið og á réttum tíma. Nota má samtíma (hlutfallslega) löstun allra áлага í greiningunni ef rökstutt er að það gefi traustar niðurstöður.

6.4.2 Gerðir ólínulegra greininga burðarvirkja.

6.4.2.1 Almenn

Þau tvö meginvið þar sem notkun ólínulegrar greiningar burðarvirkja á við eru:

- álagsáhrifagreining
- heildarstöðugleiki

Álagsáhrifagreining er stöðufræðileg eða hreyfðarfræðileg greining sem gerð er til að fá fram formbreytingar og innri krafta á einingum í burðarvirkinu. Útreiknaðir innri kraftar eru síðan bornir saman við stærðir í gildandi stöðlum fyrir brotmarkaástand eða óhappaástand.

Heildarstöðugleikagreining á sérstaklega við í óhappa tilvikum en getur einnig átt við í brotmarkatilvikum. Þetta er stöðufræðileg eða hreyfðarfræðileg greining sem kallar fram bæði álagsáhrif og skoðun á burðargetu í einni og sömu greiningunni. Tilgangurinn er að sýna fram á heildarþol gegn hruni burðarvirkisins.

6.4.2.2 Álagsáhrifagreining

Ólínulegt líkan sem notað er til útreiknings á álagsáhrifum skal vera grundvallað á meðalgildum efnispáttu eins og fjaðurstuðli og styrk. Burðargetan skal sannreynd með kennigildum fyrir styrk sem í flestum tilfellum þýðir 5% hlutfallsmörk þar sem neðri mörk styrks eru ákvarðandi og 95% hlutfallsmörk þar sem efri mörk styrks eru ráðandi fyrir burðarþolið. Ef efnispættirnir eru grundvallaðir á tilraunum skal leiða út meðalgildi og kennigildi.

Nota skal næmnigreiningu til að sýna fram á að val efnispáttu í útreikningi álagsáhrifa sé á öruggu hliðinni.



Innri kraftar geta oft orðið minni í hreyfðarfræðilegum greiningum vegna minnkandi stífleika sem orsakast af myndun flotliða í burðareiningum. Þetta á t.d. við um skammtíma höggálag vegna þess að áhrif tregðuálagsins verður meira þegar heildarstífleiki minnkar.

Ólínulega greiningin skal sýna fram á öryggi samkvæmt gildandi stöðlum. Meginreglan er að nota álagsstuðla á álagsáhrifin, þ.e.a.s. á innri krafta þar sem að álagsáhrifagreiningin er gerð með kennigildum án álagsstuðla. Efnisstuðlar eru notaðir á kennigildi styrks við útreikning burðarpols. Ef aðrar aðferðir eru notaðar skal það skjalfest að öryggið sé samkvæmt gildandi stöðlum. Einnig skal taka tillit til kröfu um einkennandi styrk í burðarþoli með því að nota alla mögulega sameiginlega álagsstuðla.

6.4.2.3 Heildarstöðugleiki

Við útreikning á heildarstöðugleika skal nota álagsstuðul á ytra álag. Álagið skal smám saman aukið þangað til samleitni (e: convergence) næst ekki lengur (velta). Þessi greining hefur þann tilgang að finna öryggisstuðul á heildarstöðugleikann (hrun). Líkanið skal vera þeim eiginleikum búið að halda utan um endurdreifingu krafta í burðarvirkinu ef styrkur einstaka burðareininga minnkar eða burðareiningar gefa sig. Líkanið skal þannig vera í standi til að fylgja kraft- / færslu ferlinu upp í hámarksburðarþol.

Ólínulega líkanið fyrir heildarstöðugleika skal vera grundvallað á kennigildum efnisstyrks.

Nota skal venjulega álagsstuðla fyrir álag og efni. Ef notuð eru meðalgildi styrks í líkaninu í stað kennigilda skal nota hlutfallslega jafngilda stuðla á álagið.

Upphafsbeygja (e: imperfections) skal stillt þannig fyrir öll brotmynstur sem geta átt sér stað að burðareiningarnar hafi rétt þol (e: capacity) í samræmi við kröfur í viðeigandi hönnunarstöðlum.

6.4.3 Stuðningsgögn

Sýna verður fram á að deililausnir mannvirkisins séu í samræmi við forsendur greiningarlíkansins þannig t.d. að vísbending um flothreyfingar í greiningunni geti átt sér stað.

Það verða að liggja fyrir stuðningsgögn um að greiningarforrit það sem nota skal hafi eiginleika sem fullnægja kröfum skv. gr. 6.4.1 og að forritið sé prófað og niðurstaða tilrauna og staðlaðra dæma („benchmarks“) sem eiga við um það mannvirki sem skal greina sé góð.



7 Steypt burðarvirki

7.1 Almennt

Í kaflanum eru settar fram kröfur um efnisval, hönnun og hagnýta útfærslu steyptra burðarvirka.

Fjallað er um staura í gr. 11.3 og gr. 11.4 og burðarvirki úr samverkandi steypu og stáli í kafla 8.

7.2 Grundvöllur hönnunar

7.2.1 Staðlar

Hanna skal steypt burðarvirki skv. ÍST EN 1992-1-1 og ÍST EN 1992-2. Þegar í kaflanum er vísað í ÍST EN 1992 gr. x skal horfa til gr. x í báðum stöðlunum í samhengi.

7.2.2 Efnisstuðlar fyrir mannvirki í vatni

Ef ekki er sýnt fram á annað skal nota viðbótarskerðingarstuðla á burðarvirki sem steypt eru í vatni, 0,8 á steypu og 0,9 á bendingu, við útreikning ákvarðandi þols. Styðjast má við handbók Norska Steinsteypufélagsins nr. 5; *Projektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann*.

7.2.3 Grundvallarbreytur

Í hönnuninni skal taka tillit til áhrifa formbreytingarálags skv. gr. 5.5 og byggja skal á meðalgildum efniseiginleikanna.

Við notkun spennibendingar skal taka tillit til bæði beinna og óbeinna álagsáhrifa vegna uppspennunnar.

Reikna má stífleika yfirbyggingar úr spennri steypu sem einsleitt þversnið án framlags frá bendingunni.

Reikna skal áhrif formbreytingarálags á tveimur tímamóntum í líftíma mannvirkisins, þ.e. við uppspennu ($t = 0$) og við lok hönnunarlíftímans, venjulega 100 ár ($t = 100$ ár) skv. gr. 1.1.6.

Við val á breytum vegna skriðs og rýrnunar má reikna með 70 % hlutfallslegum loftraka vegna yfirbyggingar og 80 % vegna stöpla / súlna yfir vatni.

Mat á hlutfallslegum loftraka vegna útreikninga á skriði og rýrnun skal í hverju tilviki byggja á meðaltali mæliraðar yfir sem lengst tímabil frá nálægri verðurathugunarstöð eða þeirri verðurathugunarstöð, sem talin er gefa sem gleggsta mynd.

Til viðbótar skal skoða fyrir byggingastigið færslur / spennur af völdum herslu eða kælingar steypunnar sem valda eða geta valdið innri eða ytri þvingunarkröftum. Í því ljósi þarf að íhuga röð steypuáfanga og á teikningum skal setja fram þá röð steypuáfanga sem reiknað er með.

7.3 Efni

7.3.1 Steypuskilgreining

Án sérstakra varnarráðstafana skal velja steypu sem a.m.k. uppfyllir framsettar kröfur í Töflu 7.1:

Áreitiflokkur, burðarvirkjagerðir o.fl.	Steypuskilgreiningar Vegagerðarinnar
Burðarvirki: <ul style="list-style-type: none"> sem verða fyrir efnaáraun t.d. í snertingu við einkar áreitni efni mjög súlfatríkt grunnvatn 	Steypugerð er ákveðin sérstaklega
Undirvatnssteypa, sjá: <ul style="list-style-type: none"> Sjá bók Norska steinsteypufélagsins; Prosjektering og utførelse av betonkonstruksjoner i vann 	Skolstælt steypa eða venjuleg steypa
Burðarvirki sem eru ekki stöðugt í söltu vatni: <ul style="list-style-type: none"> í sjávarfalla hæð¹⁾ og í skvettusvæði²⁾, steypt með hefðbundnum hætti í allt að 6 m hæð yfir sjávarfallahæðinni á strandsvæðum sem verða fyrir litlu umhverfisálagi og í allt að 12 m hæð yfir sjávarfallahæðinni á útsettum strandsvæðum þar sem veður eru hörð <i>Hæðarreglan á einnig við inni í landi þar sem áreitiaðstæður gefa tilefni til</i>	Áreitiflokkur: XS3 $C \geq 450 \text{ kg/m}^3$, V/S –tala $\leq 0,4$, kísilyrk $\geq 6 \%$ með CEM I, $\geq 6 \%$ með CEM II/A-V), loft $\geq 6\%$ í loftblendnum steypum, mælt eftir dælingu ef dælt er. Flögnun eftir 28 umf. $\leq 0,5 \text{ kg/m}^2$ og $1,0 \text{ kg/m}^2$ skv. SS 13 72 44 í 3% saltupplausn.
Burðarvirki: <ul style="list-style-type: none"> meginburðarvirki þar sem stífari kröfur eiga ekki við stöðugt í söltu vatni steypt með venjulegum hætti yfir og nálægt söltu vatni þar sem ekki er þörf fyrir steypukröfuflokk með hærri kröfur Forsteyptir staurar	Áreitiflokkar: XS2 og XF4 $C \geq 400 \text{ kg/m}^3$, V/S –tala $\leq 0,4$, kísilyrk $\geq 6 \%$ með CEM I, 6% með CEM II/A-V), loft $\geq 6\%$ í loftblendnum steypum, mælt eftir dælingu ef dælt er. Flögnun eftir 28 umf. $\leq 0,5 \text{ kg/m}^2$ og $1,0 \text{ kg/m}^2$ skv. SS 13 72 44 í 3% saltupplausn.
Burðarvirki: <ul style="list-style-type: none"> af og til í snertingu við loftborið salt blautt og þurr til skiptis Burðarvirki sem teljast ekki til höfuðburðarvirkja Ath. landstöplar og millistöplar teljast til höfuðburðarvirkja	Áreitiflokkar: XS1 og XF4 $C \geq 350 \text{ kg/m}^3$, V/S –tala $\leq 0,45$, kísilyrk $\geq 6 \%$ með CEM I, $\geq 6 \%$ með CEM II/A-V), loft $\geq 6\%$ í loftblendnum steypum, mælt eftir dælingu ef dælt er. Flögnun eftir 28 umf. $\leq 0,5 \text{ kg/m}^2$ og $1,0 \text{ kg/m}^2$ skv. SS 13 72 44 í 3% saltupplausn.

Virknistuðullinn fyrir kísilyrk er settur jafn 1,0 bæði gagnvart CEM I og CEM II. Sjá gr. 5.2.5.2.3 í ÍST EN 206-2013.

¹⁾ Hér skilgreint sem svæðið milli: Lægstu stjarnfræðilegrar sjávarstöðu (LSS) og hæstu stjarnfræðilegrar sjávarstöðu (HSS)

²⁾ Svæði sem öldur ganga reglubundið yfir

Tafla 7.1 – Skilgreining steypu

Sjálfútleggjandi eða hálfjálfútleggjandi steypur skulu uppfylla kröfur skv. Töflu 7.1 en flæðieiginleikar og seigja ráðast af mannvikinu sem nota á steypurnar í.

Hástyrkleika steypur eða slitlagasteypur eru almennt loftlausar og eru sérstaklega hannaðar í hverju tilviki.

Eftir niðurlögn skal steypan einnig uppfylla kröfur um hámarkshita og hitamismun í byggingarhlutum. Í IST EN 13670:2009 gr. 8.5 er hámarkshiti byggingarhluta sem er í votu umhverfi eða votu og þurru umhverfi á víxl miðaður við $t \leq 70^\circ\text{C}$ vegna seinkunar á „ettrengite“ myndun steypunnar nema annað sé tekið fram. Í sérlýsingum má einnig setja fram kröfur um lægri hámarkshita en að framan greinir.

Setja skal fram kröfur um hámarkshitamismun milli útbrúnar og innri hluta byggingarhluta hvort tveggja til þess að koma í veg fyrir eða draga úr spennum, sprungumyndunum og sprunguvíddum. Miða skal við hámarkshitamuninn $\leq 20^\circ\text{C}$ nema sýnt sé fram á að annað með útreikningum sem taka mið af eiginleikum steypunnar svo sem hitaþanstuðli, togstyrk, og fjaðurstuðli, sjá t.d. ACI Committee 2007. Sýna skal fram á með útreikningum hvert gildið á að vera.

Aðgerðir til þess að uppfylla þessar kröfur geta m.a. falist í einni eða fleiri eftirfarandi aðgerða, sem allar byggja á því að steypuhiti yfir ákveðið tímabil sé reiknaður með hliðsjón af:

- mótavali (einangrunargildi móta)
- reiknaðri tímasetningu mótafrásláttar
- notkun sements með lága hitamyndun (lághtasements) sem Vegagerðin samþykkir
- koma fyrir kæslilöngum í mótum í samræmi við útreikninga

7.3.2 Rúmþyngd járnbenntar steypu

Rúmþyngd venjulegrar járnbenntar steypu í hönnun skal ekki valin lægri en $25,0 \text{ kN/m}^3$.

Reikna skal rúmþyngdina út frá járn magni og rúmþyngd ójárnbenntar steypu fyrir mannvirki:

- þar sem járn magnið er meira en 150 kg/m^3 steypu
- þar sem notuð eru fylliefni með rúmþyngd $> 28 \text{ kN/m}^3$
- sem að hluta eða öllu leyti eru borin uppi með uppdrifi
- sem útfærð eru með léttsteypu

Í tveimur síðustu tilvikunum skal ávallt leggja mælda rúmþyngd ójárnbenntar steypu til grundvallar.

Að öllu jöfnu má setja rúmþyngd venjulegrar ójárnbenntar steypu sem 24 kN/m^3 .

7.3.3 Fjaðurstuðull steypu

Þar sem gildi fjaðurstuðuls skiptir máli m.t.t. öryggis á byggingarstigi eða í fullbúnu mannvirki skal setja fram kröfu um stærð hans í verklýsingu.

Þar sem færslur skipta miklu máli skal leggja mældan fjaðurstuðul til grundvallar útreikningum á færslum / niðurbeygju. Þetta gildir t.d. fyrir frítt frambyggðar brýr, brýr með haflengd $L \geq 50 \text{ m}$ og brýr á vegum með sértækar strangar kröfur um þolvik á varanlegum niðurbeygjum.

7.3.4 Léttsteypa

Krafa um rúmpyngd skal samræmast skilgreindum styrkleikaflokki.

Rúmpyngdarflokkarnir í ÍST EN 1992 / ÍST EN 2006 leyfa umtalsverð frávik í rúmpyngd og byggja á „ofnþurrkaðri rúmpyngd“.

7.3.5 Steypa með lága hitamyndun

Sýna þarf fram á að steypa með lága hitamyndun uppfylli kröfur skv. gr. 7.3.1., þ.á.m. um veðrunarþol.

7.3.6 Venjuleg slakbending

Bendistál skal uppfylla kröfur, sem settar eru fram í ÍST EN 1992-1-1, ÍST EN 1992-2 og ÍST EN 10080.

Gera má ráð fyrir að járnending með mál og eiginleika skv. ÍST NS 3576-3 uppfylli kröfurnar.

7.3.7 Ryðfrí slakbending

Rökstyðja skal notkun ryðfrírar slakbendingar. Form og efnis- og styrkeiginleikar skulu vera í samræmi við kröfur skv. NS 3576-5 og hafa PRE - gildi (Pitting Resistance Equivalent) stærra en 20.

Í töflu 7.2 eru taldar upp nokkrar gerðir ryðfrís stáls sem henta í bendistál. PRE - gildið (Pitting Resistance Equivalent) er mat á viðnámi stálsins gegn pittatæringun gefur einnig góða vísbendingu um almennt tæringarviðnám þess (sjá ÍST EN 10088-1, Viðauka C). Gildið er reiknað út frá innihaldi blöndunnar af Cr, N og Mo þar sem hærra gildi er vísbending um meira tæringarviðnám.

Bending úr ryðfríu stáli getur verið raunhæf í burðarvirkjum þar sem örðugt er að uppfylla venjulegar kröfur um steypuhulur, í lið við sigplötur og á svæðum þar sem aðkoma til eftirlits og / eða viðhalds er erfið.

Stálnúmer	Heiti	PRE - gildi	Stálgæði ¹⁾
1.4301	X5CrNi 18-10	17,5	Samsv. gæðum A2
1.4401	X5CrNiMo 17-12-2	23,1	Samsv. gæðum A4
1.4571	X6CrNiMoTi 17-12-2	23,1	Samsv. gæðum A5
1.4362	X2CrNiN 23-4	23,8	Duplex
1.4436	X3CrNiMo17-13-3	24,8	
1.4462	X2CrNiMoN 22-5-3	30,9	Duplex
1.4529	X1CrNiMoCuN 25-20-7	41,2	Samsv. gæðum A4

¹⁾ Hvað varðar stálgæði A2, A4 og A5 sjá ÍST EN ISO 3506

Tafla 7.2 Dæmi um ryðfrítt stál skv. ÍST EN 10088-1 sem hentar sem bendistál

7.3.8 Spennt járnalögn og spennibúndur

Spennibúnaðurinn skal vera vottaður skv. „European Technical Approval“ ETA. ETA vottorð fyrir spennibúnaðinn sem og hæfivottorð fyrir spennistálið sem til þess bær, viðurkennd stofnun eða fyrirtæki skal leggja fram.

7.4 Ending og steypuhulur

7.4.1 Skilgreining hugtaka og skýringar

Yfirlit yfir hugtök og mikilvægar reglur í kafla 4.4

$C_{min,b}$	lágmarkssteypuhula með hliðsjón af hefti, sjá gr. 7.4.2.
$C_{min,dur}$	lágmarkssteypuhula með hliðsjón af endingu, sjá gr. 7.4.2.
C_{min}	lágmarkssteypuhula, stærra gildið af $C_{min,b}$ og $C_{min,dur}$, sjá gr. 7.4.2.
ΔC_{dev}	þolvik steypuhulu, sjá gr. 7.4.3.
C_{nom}	nafnmál steypuhulu: $C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$, sjá gr. 7.4.4.

Burðarjárn, sjá gr. 7.4.4, skulu hafa steypuhulu = C_{nom}

Stoðstangir mega hafa steypuhulu = C_{min} sem gildir fyrir tilheyrandi burðarjárn.

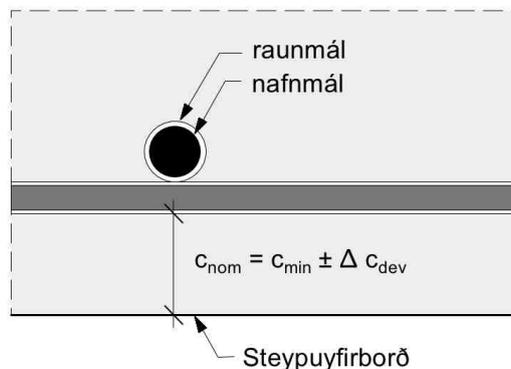
7.4.2 Lágmarkssteypuhula

Minnsta steypuhula C_{min} fyrir venjulega slakbendingu skal vera í samræmi við kröfurnar í ÍST EN 1992-1-1:2004. Í Töflu 7.5 er sett fram hvar og hvenær Vegagerðin gerir kröfu um stærri lágmarkshulu en gerð er í ÍST EN 1992.

Krafa um nafnmál steypuhulu C_{nom} skal reikna frá steypuyfirborðinu að næsta burðarbendijárni. Lágmarksbending sem ekki er virkjuð í burð t.d. lykkjur í bitum, sem settar eru án þess að reikningsleg þörf sé fyrir þær (lágmarksbending), eru hér meðtaldar sem burðarbendijárn.

Þykkt hugsanlegs slitlags í steypu er ekki talið til steypuhulu.

Nafnmál steypuhulu á burðarjárnnum C_{nom} skal setja jafna summu minnstu steypuhulu C_{min} og tölugildis ΔC_{dev} , þ.e. $C_{nom} = C_{min} + |\Delta C_{dev}|$, sjá mynd 7.2.



Mynd 7.2 – Steypuhula

Leyfilegt frávik ΔC_{dev} skal setja fram með sama tölugildi fyrir plús og mínus frávik.

Nafnmál steypuhulu, leyft frávik og ráðgert þvermál stoðstanga skal setja fram í reikniforsendum og á vinnuteikningum. Dæmi fyrir $C_{min} = 50$ mm:

Steypuhula: 50 ± 10 mm fyrir burðarjárn

Dreifing og staðsetning stoðstanga sem og stólun er á ábyrgð framkvæmdaraðila og hönnuðurinn ætti venjulega ekki að skipuleggja eða setja hana fram.

Orsök áreitiss og virknihröfur	Venjuleg járnþending $C_{min,dur}$ [mm]
Undirvatnssteypa, (sjá útgáfu nr. 5 frá Norska Steinsteypufélaginu)	100
Burðarvirki í sjávarumhverfi:	
• Venjuleg steypa í sjó	85
• Venjuleg steypa í sjávarfalla- og skvettusvæðinu	85
• Niðurrekstrarstaurar (Sjá framleiðslukröfur ÍST EN 1992-2, gr. 4.4.1.2, vegna breytinga úr S6 í S3)	40
Yfir sjávarfallahæð (ekki í snertingu við sjó)	50
Niðurrekstrarstaurar (Sjá framleiðslukröfur ÍST EN 1991-1-2, gr. 4.4.1.2, vegna breytinga úr S6 í S3)	20
Burðarvirkjahlutar, sem verða (eða geta orðið) fyrir afþingarefnum (salti):	
• Milliundirstöður nálægt söltuðum vegi, sem verða fyrir saltúða / fjúki (þar með talið undirstöður og súlur undir landhæð)	50
• Burðarvirkjahlutar sem verða fyrir saltúða og raka og sem regnvatnið nær venjulega ekki að skola (t.d. neðri hluti veggja í ræsum, vegskálum af ýmsum toga o.s.frv. frá 2 m yfir vegi að neðri brún undirstöðu)	50
• Innri brún bríka og steypt vegrið	50
• Úthliðar yfirbyggingar og ystu 2 m neðri brúnar yfirbygginga brúa sem eru án bríka	50
• Innhlið vængja og bakhlið framveggja landstöpla	50
• Endabitar og innhlið vængja á brúm án landstöpla	50
Fletir undir þensluraufum sem verða fyrir söltu frárennsli	50
Neðri brún undirstöðu í vatni, í uppþurrkuðum grunni og yfir vatni:	
• Að steypu afréttingarlagi	40
• Að klöpp eða þjappaðri fyllingu	60
Efri brún yfirbygginga með rakavörn og slitlagi	50
Efri brún yfirbyggingar, (viðbót vegna slits skv. gr. 4.4.1.2 (13) í ÍST EN 1992-2 10 mm, en þörf gæti verið á 20 – 30 mm), sjá einnig gr. 7.4.5	60 - 80
Að þurrum og aðgengilegum holrýmum, t.d. í kassaþversniðum og súlum sem og að aukarörum og ídráttarrörum	25
Allir aðrir fletir	40

Tafla 7.3 Minnsta steypuhula slakþendingar

Eins og fram kemur í 7.4.1. er $C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$ þar sem C_{min} er stærra gildið af $C_{min,b}$ og $C_{min,dur}$ og $\Delta C_{dev} = 10$ mm.

Auka skal steypuhulur skv. Töflu 7.3 um 10 mm fyrir- spennibendingu.

$C_{min,dur}$ má minnka um 15 mm fyrir ryðfría þendingu. Þetta gildir þó ekki fyrir efri brún yfirbyggingar.

Í sérstökum tilvikum skal auka steypuhulu C_{min} samkv. eftirfarandi:

- léttsteypa: 5 mm
- notkun skriðmóta: 10 mm
- notkun yfirliggjandi móta án mótadúks: 10 mm

- þar sem hættu er á sliti af völdum straumvatns eða íss: 10 mm

Fyrir bráðabirgðamannvirki eiga kröfurnar um $C_{min,dur}$ ekki við. Minnsta steypuhula $C_{min} = C_{min,b}$ en ekki minni en 20 mm.

Í bráðabirgðamannvirkjum með hönnunarlíftímann 5 ár gildir krafa um minnstu steypuhulu vegna heftis, $C_{min,b}$ skv. ÍST EN 1992-2, gr. 4.4.1.2, tafla 4.2, en að lágmarki 20 mm.

Um yfirborð forsteyptra eininga sem og yfirborð úrtaka, sem síðar verður steypt að, er lágmarkshulan C_{min} , miðuð við þvermál stangarinnar, en þó ekki minni en 20 mm.

7.4.3 Leyfilegt frávik ΔC_{dev}

Leyfilegt frávik í steypuhulu staðsteyptra byggingahluta:

$$\Delta C_{dev} = \pm 10 \text{ mm}$$

7.4.4 Hönnuð steypuhula C_{nom}

Bendingin skal hönnuð með nafnmáli steypuhulu $C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$.

Steypuhulan reiknast frá steypðuyfirborði að næsta burðarjárn. Litið er á lágmarksjárnun án beinnar burðarvirkni eins og t.d. lykkjur í bitum þar sem ekki er þörf á skúfjárnun sem burðarjárn.

Kröfur um steypuhulu gilda einnig fyrir fjarlægð járna frá rörum / úrtökum sem standa eiga ófyllt á rekstartíma mannvirkisins eins og t.d. ídráttarrör, léttandi úrtök, kapalrör fyrir lausa spennijárnun, svelgi o.þ.h. Hönnuð steypuhula C_{nom} skal vera 50 mm. Krafan gildir ekki á svæði þar sem ídráttarrör er leitt út í gegnum brúarvæng út í brík eða framhá yfirborðsjárnun út í yfirborð.

7.4.5 Sérstakar steypuhulukröfur

Í steypu vegriði skulu ídráttarrör hafa að lágmarki 150 mm steypuhulu á þeirri hlið sem snýr að akbrautinni.

Almennt er gert ráð fyrir að sérstakt varnar- og slitlag verði á yfirborði brúa nema í séstökum tilvikum þar sem umferð er talin verða lítil á hönnunarlíftíma mannvirkisins og ekki er talin þörf fyrir sérstakt varnarlag á yfirborði burðarvirkisins. Í þeim tilvikum skal auka huluna um 30 mm. Sjá einnig yfirborðslög gr. 12.2.

7.4.6 Stoðbending

Hönnuð steypuhula stoðbendingar skal vera að lágmarki eins og C_{min} fyrir tilheyrandi burðarbendingu. $\Delta C_{dev} = 5 - 10$ mm.

7.4.7 Framsetning steypuhulu á járnateikningum

Hönnuð steypuhula fyrir bendingu ásamt leyfilegum frávikum skulu sýnd á járnateikningum.

$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$ þar sem C_{min} er skilgreint í gr. 7.4.1.

Byggingahluti	C_{nom} mm	C_{min} mm	ΔC_{dev} mm
Yfirborð 1	60	50	10
Yfirborð 2	95	85	10
Yfirborð 3	50	40	10

Dæmi um framsetningu á teikningu

7.5 Burðarþolsgreining

7.5.1 Viðbótarvægi í grönnun burðareiningum – 2. gráðu fræði

Þegar mannvirki eru grunduð á fyllingu eða staurum skal lagt mat á hvort stífni undirstöðunnar eða staurahópsins geti haft áhrif á virka lengd súlnnar.

Virkar lengdir í færanlega lárétta stefnu skulu ákvarðaðar út frá kikkunargreiningu burðarkerfisins þar sem tekið er tillit til samvirkni milli einstakra súlna.

Virka lengd óstuddra súlna í lárétta stefnu má ákvarða samkvæmt leiðbeiningum fyrir frítt hreyfanlega staka súlu þar sem stífni súlnnar í viðkomandi stefnu og áslægir kraftar eru nokkurn veginn jafn stórir í mismunandi súluásam.

Virka lengd studdra súlna í lárétta stefnu má ákvarða samkvæmt leiðbeiningum fyrir óhreyfanlegar staka súlu.

7.6 Brotmarkaástand

7.6.1 Beygja með áslægum krafti

Við ákvörðun stífleika (sprungið og járnþent snið) á ekki að velja minni bendingu í neinn hluta mannvirkisins en reiknað var með í greiningunni.

7.6.2 Útreikningur á skúfþoli

Ef sprunguvíddir eru ekki reiknaðar í kroppi skv. ÍST EN 1992-1-1:2004, gr. 7.3.4. í útreikningi á burðargetu vegna skúfkrafts skv. ÍST EN 1992, gr. 6.2.3 skal ekki velja $\cot\theta$ stærra en 2.

Hanna má kassa- eða flangþversnið skv. aðferðum byggðum á ætluðu innra kraftalíkani sem fullnægir jafnvægis- og formskilyrðum fyrir streitu í því staðbundna svæði sem er til skoðunar (þrýstiferilsfræði).

Ef vægi og kraftar í þunnum þversniðum (e: membran forces) virka samtímis má vinna hönnunina út frá því að burðarvirkishlutinn sé lagskiptur. Unnið er með álagsáhrifin sem jafndreifða krafta yfir þykktina í hverju lagi þar sem meðalstreitan í lögnum fullnægir skilyrðinu um línulega streitubreytingu yfir þykktina.

Reikniðferðir eru settar fram í ÍST EN 1992-2:2004, gr. 6.109, Viðaukum F, LL og MM.

Aðrar aðferðir má aðeins nota að fengnu samþykki Vegagerðarinnar.

7.6.3 D-svæði

Setja skal upp innri kraftlíkön til að reikna ytra og innra kraftajafnvægi fyrir þá hluta burðarvirkja sem venjuleg bitafræði nær ekki yfir (D – svæði) og hanna skv. ÍST EN 1992:2004, gr. 5.6.4 og 6.5. Þetta á einnig við um svæði þar sem form og / eða álag veldur mikilli streitaukningu skv. fjaðurfræðum.

Dæmi um það geta verið:

- úrtök eða þversniðsbreytingar
- óbein áseta t.d. fyrir tengingu bitakropps við þverbita sem situr á grannri súlu
- þar sem er stórt punktalag, legur og lyftipunktur
- festur spennibendingar



7.6.4 Þreyta

Skoða skal burðarvirki eða hluta burðarvirkis sem fær á sig dæmigert endurtekið álag með tilliti til þreytubrots skv. ÍST EN 1992, gr. 6.8.

Þreytubrot geta verið ákvarðandi fyrir brýr með hátt ÁDU og lágt varanlegt álag í hlutfalli við breytilega álagið, t.d. stuttar plötubrýr eða ræsi.

Ef burðarvirki eða hluti þess getur orðið fyrir þreytumyndandi áraun skal upplýsa á vinnuteikningunum um að suða bendingarinnar og rétting eða endurbeygja hennar sé ekki leyfð.



7.7 Notmarkaástand

7.7.1 Sprunguvíddir

Leyfilegar sprunguvíddir eru skv. ÍST EN 1992-1-1:2004, gr. 7.3.1.

Reikna skal sprungur í notmarkaástandi í álagstilvikinu; algeng (e: frequent) og ígildi stöðugs álags (e: quasi permanent) skv. ÍST EN 1990:2002, Töflu A2.6. Setja skal fléttustuðlana $\psi_{1,i}$ skv. Töflu A2.1 og A2.2 sem:

- *álagstilvik; algengt:* $\psi_{1,1}=0,7$ eða $0,6$ og $\psi_{1,i}=0,2$ eða $0,0$
- *álagstilvik; ígildi stöðugs álags:* $\psi_{2,1}=0,5$ og $\psi_{2,i}=0,2$ eða $0,0$

Reikna skal sprunguvíddir skv. ÍST EN 1992-1-1:2004, gr. 7.3.4.

Á svæðum sem venjuleg bitafræði gildir ekki (D – svæði) má nota aðferðafræði samkv. skv. ÍST EN 1992:2004, gr. 5.6.4 og 6.5. Við útreikning sprunguvídda og hönnun kleyfnibendingar má þá nota ÍST EN 1992-2:2005, gr. 7.3.3., Töflu 7.2N.

Reikna skal sprunguvíddir í spenntum samfelldum burðarvirkjahlutum í höfuðáttir í eftirfarandi þrepum:

- skv. kröfum fyrir slakbendingu
- skv. kröfum fyrir spennibendingu

Þegar um bráðbrigða- / millibilsástand er að ræða á byggingastigi skal takmarka leyfilegar sprunguvíddir við 0,60 mm.

7.7.2 Álagstap

Áhrif álagstaps af völdum skriðs, rýrnunar og kapaleftirgjafar (e: relaxation) skal aðeins skoða í stefnu kapla.

7.8 Bendireglur

7.8.1 Almenn

Almennt skal ekki nota járnþendingu með minna þvermál en 12 mm.

Undantekning frá þessu eru sérstök deili þar sem minna þvermál bendistálsins hentar t.d. vegna beygjuradíuss / beygjuþvermáls.

Nota má t.d. 10 mm stangir sem deilijárn í samræmi við ÍST EN 1992-1-1 í þeim tilfellum þar sem burðarjárnin verða ekki fyrir reikningslegum þrýstingi.

Allir þversniðshlutar skulu vera með tvær bendigrindur í báðar áttir. Krafa á ekki við um sigplötur.

EKKI skal rétta eða endurbeygja stangir að þvermáli > 12 mm.

Forðast ber að leggja saman fleiri en 2 stangir nema í skeytingu, þá má nota 3 stangir.

Taka skal tillit til raunmála kambstáls í byggingahluta við gerð deila járnþendingar. Við útreikning nauðsynlegrar stærðar byggingahluta, frírrar fjarlægðar milli bendistanga og samsvarandi skal reikna með raunmálum bendistáls eins og sýnt er í töflu 7.4:

Nafnmál kambstál	ϕ 8	ϕ 10	ϕ 12	ϕ 16	ϕ 20	ϕ 25	ϕ 32
Raunmál	10	12	15	20	25	30	40

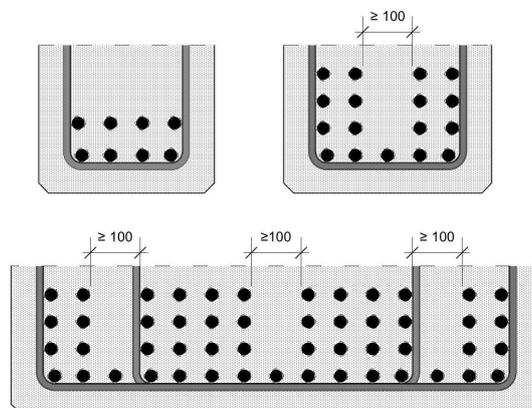
Tafla 7.4. – Nafnmál og raunmál fyrir kambstál [mm]

7.8.2 Fyrirkomulag þendingar vegna niðurlagnar steypu

Á skeytasvæðum og annars staðar þar sem þending er þétt skal teikna stækkuð deili og / eða snið sem sýna nákvæmlega staðsetningu járnþendingarinnar með raunmáli járna. Taka skal tillit til stoðþendingar, innsteyptra hluta, kapalrenna, ídráttarröra og þ.h. sem gerir niðurlögn erfiðari. Hugsa skal fyrir opum í járnþendingunni sem titurstafir komast í gegnum.

Frítt bil milli láréttar þendingar í lóðréttum byggingarhlutum eins og veggjum, bitum og súlum skal vera ≥ 80 mm.

Dæmi um járnalögn sem tryggir góða útlögn steypu eru sýnd á Mynd 7.3:



Mynd 7.3 – Dæmi um járnalögn m.t.t. titurstafs

7.8.3 Bending með endabúnaði (e: headed bars)

Endabúnaðurinn skal hafa vottaðan styrk samkvæmt ISO 15698 flokki B3.

Í þreytuáreindum svæðum þarf endabúnaðurinn að uppfylla kröfur í samræmi við flokka F1 eða F2 í ISO 15698. Þegar ekki liggja fyrir upplýsingar frá framleiðanda um þreytuprófanir fyrir innsteypta járnloagn með endabúnaði þarf að meta það í hverju tilviki hvort nauðsynlegt sé að skoða eiginleika endabúnaðarins undir þreytuáraun sérstaklega.

Fyrir bendingu með endabúnaði sem samsvarar kröfum fyrir flokk B3 í ISO 15698 er ekki krafist bendijárns þvert á endabúnaðinn. Þegar bending með endabúnaði er notuð sem skúfbending í plötum eða sambærilegum burðarvirkjum er ekki nauðsynlegt að beygja bendinguna yfir langjárnin eins og krafist er í ÍST EN 1992-1-1:2004 gr. 8.5. Það er aðeins nauðsynlegt að endabúnaðurinn liggji við hliðina á langjárninu.

Í plötum eða sambærilegum burðarvirkjum má öll skúfjárnunin vera útfærð með bendingu með endabúnaði.

7.8.4 Tengimúffur fyrir slakbendingu (e: mechanical couplers/splicers).

Tengimúffur skulu vera í samræmi við kröfur ISO 15835, flokkur FS1 með eftirfarandi breytingum:

- vottað (e: qualification testing) brotþol á að vera a.m.k. 30% hærra en nafngildi efri flotmarka (e: upper yield strength) bendijárnsins eða $1,3^* ReH$.
- við framleiðsluvottun skal það skráð hvort brotið verður í bendijárninu eða tengimúffunni og ef það er í tengimúffunni hvort brotþolið hafi verið 30% meira en flotmörk bendijárnsins

7.8.5 Lágmarksbending einstakra burðarvirkjahluta

7.8.5.1 Almenn

Reglur um ákvörðun lágmarksbendingar og miðjufjarlægðir er að finna í ÍST EN 1992. Fyrirmæli til viðbótar þessu er að finna í greinunum hér á eftir.

7.8.5.2 Undirstöður og landstöplar

Lágmarkskröfur um bendingu í undirstöðum:

Járnbendingu í undirstöðum skal hanna fyrir þá sniðkrafta og þvingunarkrafta sem eru til staðar. Hanna skal bendingu fyrir sniðkrafta sem og reikna lágmarksbendingu ef um það er að ræða skv. ÍST EN 1992-2. Ef þvingunarkraftar myndast t.d. að undirstaða (klöpp, steypt undirstaða) hindri hreyfingar efra burðarvirkis skal hanna járnbendingu skv. ÍST EN 1992-3 eða það sem nákvæmara er skv. nýlegum rannsóknarverkefnum í samráði við Vegagerðina með það að markmiði að stærstu sprungur í efri og neðri brún undirstöðu uppfylli kröfur skv. töflu 7.1. í ÍST EN 1992-2, $w_{max} \leq 0,3$ mm. Í útreikningum skal m.a. nota mælda raunrýrnun, þ.e. hitafall og rýrnun (e: thermal and autogenous shrinkage) íslenskrar steypu.

Járnbending vegna þvingunar í undirstöðum skal þó ekki vera minni en hér segir:

Valin bending	Neðri brún undirstöðu	Efri brún undirstöðu	Hliðar undirstöðu
K12	K12-130	K12-130	K12-200
K16	K16-175	K16-175	K16-250

Öll þversnið skulu hafa tvær bendigrindur í báðar áttir. Ekki skal nota bendingu með minna þvermál en 12 mm. Sérstök deili geta verið undantekning þar sem minna þvermál járn er nauðsynlegt vegna t.d. minni beygjuradúsar.

Bending í neðri brún undirstöðu yfir stauraendum skal venjulega vera 50 mm yfir toppi staura en ef fjarlægðin milli þessarar bendingar og neðri brúnar undirstöðu er stærri en 200 mm skal leggja sérstaka bendingu í neðri brúnina sem er ekki minni en $\phi 16-150$ mm í báðar áttir. Ef staurar að rekstri loknum eru utan frávika skal endurmeta járnalögn.

Lágmarks fjarlægðir milli járna í undirvatnssteypum:

Í undirvatnssteypu verður miðjufjarlægð milli járna í sama lagi að vera það mikil að útflæði steypu sé ekki hindrað. Ef um fleiri lög er að ræða verða járn í lagi 1 og 2 að standast á.

Burðarvirkjum er skipt í tvo flokka skv. neðangreindum kröfum:

Flokkur	Lýsing flokks
Flokkur 1	<ul style="list-style-type: none"> grönn mannvirki $A \leq 4 \text{ m}^2$ burðarvirki þar sem allri steypuvinnu er lokið á ≤ 4 tímum burðarvirki sem steypt eru með hærri stighraða $\geq 1,5 \text{ m/klst.}$
Flokkur 2	<ul style="list-style-type: none"> öll burðarvirki sem ekki falla undir flokk 1

Minnsta fría bil milli járna er að finna í hjálagðri töflu háð ofangreindum flokkum:

Burðarvirki	Flokkur 1	Flokkur 2
Skolstælt steypa	100 mm	150 mm
Venjuleg steypa	150 mm	200 mm

Við ákvörðun gilda skv. töflunni er gengið út frá steypu með $D_{\max} = 16$ mm. Ef D_{\max} er stærra ber að velja stærra gildi. Ef byrjað er að steypa með skolstæltri steypu og síðan haldið áfram með venjulegri steypu skal velja minnsta fría bil járna eins og steypt hefði verið frá byrjun með venjulegri steypu.

Á skeytasvæðum á fría bilið milli bendistanga ekki að vera minna en 80% gilda sem sett eru fram í töflunni hér að framan. Ef fría bilið milli járna á skeytasvæði er minna en gildin skv. töflunni má mest skeyta 25% járnanna í sama sniði,

Í súlum með þversniðsflatarmál $< 1 \text{ m}^2$ skal frítt bil milli bendistanga vera ≥ 80 mm. Það á einnig við um svæði, sem skeytt er á.

Ef skeyti eru steypt ofan vatnsborðs gilda kröfur skv. ÍST EN 1992-1-1 og ÍST EN 1992-2.

7.8.5.3 Stöplar / súlur og veggir

Járnbendingu skal hanna fyrir þá sniðkrafta og þvingunarkrafta sem eru til staðar, þó ekki minni en lágmarksbending skv. ÍST EN 1992-2.

Ef þvingunarkraftar myndast t.d. að undirstaða (klöpp, steypt undirstaða) hindri hreyfingar efra burðarvirkis skal hanna járnþvingun skv. ÍST EN 1992-3 eða það sem nákvæmara er skv. nýlegum rannsóknarverkefnum í samráði við Vegagerðina með það að markmiði að stærstu sprungur í báðum brúnum uppfylli kröfur skv. töflu 7.1. í ÍST EN 1992-2, $w_{\max} \leq 0,3$ mm. Í

útreikningum skal m.a. nota mælda raunrýrnun, þ.e. hitafall og rýrnun, (thermal and autogenous shrinkage) íslenskrar steypu.

Járnbending vegna þvingunar í hvorri brún burðarvirkis skal þó ekki vera minni en hér segir:

Valin bending	Járnbending í hvorri brún burðarvirkis
K12	K12-130
K16	K16-175

Miðjufjarlægð lágmarks bendingar lóðrétt og lárétt, þ.e. annarrar bendingar en þvingunarbendingar skal vera ≤ 200 mm. Lágmarksbending á að vera samhverf. Þvermál höfuðbendingar á að vera ≥ 12 mm í undirvatnssteypu ≥ 16 mm og ≥ 12 mm í lykkjubendingu.

Þverbending í holum stöplum / súlum / turnum á ekki að vera með minna þvermál en 16 mm.

7.8.5.4 Yfirbygging

Mesta miðjumál slakbendingar á ekki að vera stærra en 200 mm.

Þvermál langbendingar í þverbitum á að vera ≥ 16 mm.

7.8.5.5 Úrtök

Yfirborðsbending á að vera í báðar áttir í öllum flötum tímabundinna eða varanlegra úrtaka. Í þá stefnu sem bendingin er burðarþolslega nauðsynleg skal viðbótarbendingin a.m.k. svara til þeirrar bendingar sem rofin var. Í þverátt á viðbótarbendingin að vera stærra gildið af:

- 70% rofinnar bendingar í höfuðstefnu.
- 100% rofinnar bendingar í þverstefnu.

Við úrtök í þrýstu svæði skal hanna járnin m.t.t. stefnubreytingarkraftanna samkvæmt 7.6.3.

Bráðabirgðaúrtök þurfa að vera nægjanlega stór til að hægt sé að skeyta járnin með tilskilinni skeytilengd. Kröfur til útstandandi járnalagnar sem rétta þarf upp eða beygja eru í 7.8.1.

Járnalögnina má skeyta með múffum eða suðu þar sem það á við að teknu tilliti til þreytuáraunar. Sjá 7.6.4

7.9 Hönnunarreglur

7.9.1 Afvötnun

Framræsa skal innri holrými.

Útbúa skal dropanef eða droparauf til þess að hindra að vatn renni inn undir og eftir steypuflötum. Krafan á einnig við um byggingarstigið.

Nauðsynlegt getur verið að sjá fyrir bráðabirgða dropanefi eða droparauf t.d. á neðri brún útkragandi plötu yfirbyggingar.

7.9.2 Lóðrétt steypuskil

Steypa skal lóðrétt steypuskil að mótum.

Steypuskil eiga að vera með skúflásum sem tryggja góða steypulögn og kraftayfirfærslu. Í kassapversniðum eiga skúflásarnir að geta yfirfært skúf í kroppi, botnplötu og plötu.

Skúflása skal helst staðsetja innan við bendinguna (milli laganna í burðarvirki með tveimur járnagrindum) og þeir eiga ekki hindra að það steypist umhverfis gegnumgangandi bendingu eða ídráttarrör. Skúflásarnir eiga ekki að vera sýnilegir utan frá.

Bera skal epoxylím á steypuhulusvæði lóðréttra steypuskila yfirbyggingar rétt áður en steypt er þannig að tryggt sé að steypulímið hafi ekki harðnað. Sama á við um efri brún úrtaka fyrir festur spennbendingar áður en steypt er í þau.

7.9.3 Undirvatnssteypa

Nota má leiðbeiningar eins og t.d. leiðbeiningar Norska Steinsteypufélagsins, *Publikasjon nr. 5: Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann* eða sambærilegar leiðbeiningar að fengnu samþykki Vegagerðarinnar.

7.9.4 Undirstöður

Steypa skal jöfnunarlag (þrifarlag) undir undirstöður í lausu efni í útgröfnum grunni með lágmarksþykkt 75 mm.

Í sérstökum tilvikum skal leitast við að steypa undirstöður á klöpp á lárétt undirlag og forðast þrepun vegna hallandi klappar. Þetta á við ef burðarvirkið er næmt fyrir mismunastífleika þvert á veglínu. Deilihönnun skal byggja á mældum grunni þar sem sprengingum er að fullu lokið og hann hreinsaður. Þar sem steypt jöfnunarlag er notað skal meta hvort þurfi að benda það. Steypt jöfnunarlag skal vera í sama styrkleikaflokki og steypan í burðarvirkinu.

Yfirborð undirstöðu eða sökkuls skal afvatna og skal hallinn vera $\geq 1:25$.

Innmæla skal raunstaðsetningu stöpsuls / súlu eftir reisingu. Í undirstöðum ofan á staurum skal minnsta fjarlægð frá ytri brún undirstöðu að staur vera skv. *Peleveiledningen*, sem Norsk Geoteknisk Forening gefur út.

Innsteypulengd staura í undirstöðu ofan á staurum skal velja eftir stauragerð og útfærslu.

Í mannvirkjum steypum undir vatni má aðeins nota lárétt steypuskil á mótum undirstöðu og stöpsuls / súlu.

Þegar steypt er undir botn stokka sem er sökkt skal vinna það frá miðju hvers áfanga og skal steypan ná a.m.k. 100 mm upp fyrir neðri brún úthliðar stokksins að utanverðu.

Við undirvatnssteypu að mótum úr forsteyptum einingum skal ekki reikna slík mót sem burðarhluta undistöðunnar og leiðir það ekki til lækkunar á kröfu um steypuhulu.

7.9.5 Landstöplar og stoðveggir

Afvatna skal yfirborð fótplötu landstöpsuls og skal hallinn vera $\geq 1:25$ til þess að vatn renni af því.

7.9.6 Sigplötur

Hanna skal sigplötur með sæti á brú eða landstöpli í brotmarkaástandi fyrir eiginþunga og umferðarálagi skv. álagslíkani 1 í ÍST EN 1991-2.

Sigplötur sem ætlaðar eru til upptöku krafta eins og t.d. viðnámsplötur og brúargerðir án landstöpla skal einnig hanna fyrir þann þátt. Sjá t.d. leiðbeiningar í *Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging* sem norska Vegagerðin gefur út. Varðandi sigplötur sem notaðar eru til að taka upp lárétta krafta, sjá gr. 3.4.3.

7.9.7 Yfirbygging

Reikna skal yfirhæðir fyrir yfirbygginguna. Í útreikningum skal m.a. taka tillit til fjaðurformbreytinga, skriðs, rýrnunar og spennueftirgjafar ásamt byggingaraðferð þannig að tilbúið brúaryfirborð falli að hannaðri veglínu að loknum öllum langtímafærslum / 100 ár.

Þegar um stærri reiknaðar neikvæðar yfirhæðir er að ræða (>15 mm) skal meta útsetningarhæðir sérstaklega í samráði við verkkaupa.

Í brúm með kassapversniði skal útfæra yfirgangssvæði milli kropps og efríplötu og kropps og botnplötu sem og í þversniðs-breytingum í langátt brúar með fláum (e: voute).

7.9.8 Spennt burðarvirki

Spennta járnalögn skal hanna skv. ÍST EN 1992-2, gr. 5.10 og 8.10.

Kapallögnin skal vera skv. forsendum viðeigandi ETA. Við gerð teikninga af spenntri járnalögn skal taka tillit til slakbendingar og nauðsynlegra úrtaka. Skeyting kapla skal vera skv. ÍST EN 1992, gr. 8.10.4.

Kapla í langátt yfirbyggingar skal spenna upp við enda, í steypuskilum eða akkerisknöstum. Þegar báðir endar kapalsins eru spenntir skal lengingin í þeim enda sem seinna er spenntur vera skv. ETA (European Technical Approval) kapalkerfisins og hugsanlega ekki vera minni en lengd festikeilu vírsins.

Akkerisknasta skal steypa samtímis þversniðinu að öðru leyti. Ef það er ekki unnt skal í steypuskilum að aðliggjandi burðarkerfi koma fyrir lokunum með lóðréttum skerlásum og með sama ummál og knasturinn. Knasturinn skal síðan steypa eins fljótt og kostur er.

Verja skal endafestur með því að steypa yfir þær 200 mm þykka ásteypu auk viðbótar tveggja þátta varnarlags sem gengur 200 – 300 mm út á aðliggjandi virki.

Fyrimæli skv. gr. 11.6 eiga einnig við um spennta járnalögn sem notuð er til festu í berg.

7.9.9 Utanálíggjandi og ógrautuð spennbending

Burðarvirki með spennta járnalögn utan steypuþversniðsins (utanálíggjandi spennt járnalögn) og burðarvirki með ógrautaðra spennta járnalögn skal hanna með það fyrir augum að hægt verði að skipta köplunum út (akkerin aðgengileg, búa í haginn fyrir að unnt sé að taka kaplana niður / koma þeim fyrir á ný o.fl.).

Hanna skal fyrir eftirfarandi 2 tilfalli:

- 1) Einum tilfallandi spennikapli skipt út.
Yfirfara skal stöðuna fyrir það álagstilvik sem kemur upp. Venjulega snýr það að umferðarálagi. Reikna skal með áætluðu álagi sem gert er ráð fyrir að komi til vegna útskiptingar kapalsins á afmarkaða svæðinu (t.d. verkpöllum, hreyfanlegum krana, öðru notálagi) skv. nánara mati. Setja skal fram áætlað álag í rekstrarforsendum.
- 2) Brot í stökum kapli sem getur verið staðsettur hvar sem er.
Skoða skal tilvikið skv. ÍST EN 1990, viðauka A2 í óhappamarkástandi.

7.9.10 Úrtök

Staðsetning, stærð og útfærsla úrtaka má ekki leiða til óæskilegs spennuástands eða færslu í burðarvirkinu. Sýna skal fram á að þversniðið sem eftir stendur geti tekið upp ákvarðandi krafta.

Bráðabirgða úrtök skulu vera útbúin skúflásur sem eru útfærðir eftir því hvernig álaginu er háttað. Til þess að tryggja góða niðurlögn steypu í úrtök í lóðréttum burðarvirkjahlutum skal yfirborð efri brúnar halla a.m.k. 1:5.

7.9.11 Léttandi úrtök

Léttandi úrtök í plötubrum skulu vera samsíða útbrúnunum og í lengdarstefnu brúarinnar. Úrtökin skulu hafa ávalan botn til að tryggja góða niðurlögn steypunnar. Svæði næst undirstöðum brúarinnar skulu vera án úrtaka.

Fjarlægð frá efri brún úrtaks upp í efri brún akbrautar skal að lágmarki vera 200 mm.

Í úrtökum skulu vera afvötnunarrör í lágpunktum. Afvötnunarrörin skulu vera úr ryðfríu stáli og ná að lágmarki 20 mm út fyrir yfirborð steypunnar. Sýna skal afvötnunina á teikningum.

7.9.12 Steypuliður

Í gegnum steypulið skal vera ryðfrí járnending.

7.9.13. Innsteyptir hlutir

Allir innsteyptir hlutir á úthliðum burðarvirkis skulu vera úr ryðfríu stáli. Krafan nær til fyrirskrifaðs steypuhulusvæðis ásamt þeim hluta sem stendur út.

Ryðfrítt stál á að vera skv. ÍST EN 10088 og hafa stærra PRE – gildi en 20

Litið er þannig á að stálnúmer 1.4404 (PRE=23,1) uppfylli kröfurnar.

Festimiðlar (boltaskeyti, festingar o.fl.) úr ryðfríu stáli skulu vera skv. ÍST EN ISO 3506, gæðaflokki A4-80.

Innan í holrýmum svo sem steyptum kössum og steyptum turnum má nota heitsínkhúðaða festihluti.

Nota skal eina eftirtalinna aðferða:

- innsteypt samstæða gengjaðra teina með festiplötu
- innsteypt samstæða bolta með festiplötu
- innsteyptar festihulsur
- gegnumgangandi snittteinar

Ekki skal nota þenslumúrbolta, höggmúrbolta, skrúfaða múrbolta eða samsvarandi.

Notkun lím dra múrbolta skal takmarka við:

- festingar sem ekki voru fyrir séðar í upphafi, óháð stærð og staðsetningu
- að þvermál múrbolta sé $\geq M12$
- festing stiga inni til þess að hengja upp á lóðrétta eða nærri lóðrétta fleti og á efri brún láréttra flata

Í nýjum mannvirkjum skal ekki nota lím dra múrbolta til festingar á vegriði eða til festingar í neðri brún láréttra flata.

Þar sem ráðgert er að snittteinar eða boltar fari í gegnum mót má nota innsteyptar hulsur, þannig að ekki þurfi að gera göt á mótin.

Hulsur eiga að vera í sama styrkleikaflokki og snittteinarnir sem skrúfast eiga inn í þær. Þegar innsteyptir teinar, boltar með festiplötum eða gegnumgangandi stangir eru notaðir skal burðargeta þeirra vera 30 % meiri en þeir teinar / stangir sem tengja skal.

Festiplötur sem í heild sinni verða innan við steypuhulusvæðið skulu vera úr ómeðhöndluðu stáli.

Þegar notaðar eru gegnumgangandi stangir skal dæla í rýmið milli stanga og steypu.

Alla festipunkta skal málsetja á teikningum og setja skal fram þar hversu mikið af járnþvingu er leyft að taka í sundur þegar bora þarf í steypu.

7.9.14 Bakskautsvörn

Eftirfarandi burðarvirki sem eru með venjulegri (ekki ryðfrírri) járnalögn skulu búin bakskautsvörn með fórnarskautum óháð dýpt:

- neðansjávangöng
- floteiningar fyrir flotbrýr
- rörbryr sem eru á kafi í vatni.



Eftirfarandi burðarvirki sem eru á meira en 10 m dýpi og eru með venjulegri (ekki ryðfrírri) járnalögn skulu búin bakskautsvörn með fórnarskautum.

- stokkar sem sökkt er
- undirstöður
- súlur
- turnar

Meta skal þörf á bakskautsvörn fyrir burðarvirki á dýpi milli -5 og -10 m.

Við hönnun bakskautsvarnar má styðjast við:

Veritas-rapport *DNV-RP-B401: Cathodic Protection Design (januar 2005)* og *Norsok Standard M-503: Cathodic Protection (september 1997)*.

Öll bending og aðrir innsteyptir hlutir í burðarvirkjum, sem ráðgert er að verja með bakskautum, eiga að vera með rafmagnsleiðandi tengingum. Hönnuðurinn skal setja fram aðgerðir til þess að tryggja þetta á sérstökum teikningum sem sýna útfærslurnar.

Venjulega er unnt að ná rafmagnsleiðni með því að nota suðuskeyti. Ef það er nauðsynlegt eða hentugt eru notaðar sérstakar bendistangir (tengibending) til þess að mynda suðuskeyti.

Þegar um er að ræða burðarvirki sem verður fyrir þreytuáhrifum og þar sem suður eru leyfðar þarf að huga sérstaklega að staðsetningu bakskautanna og hvernig þau eru unnin.

Hönnuður með viðhlítandi þekkingu skal hanna bakskautsvarnir ásamt útfærslu festinga og tengibendingu og gera grein fyrir þunga, fjölda og staðsetningu á sérstökum deiliteikningum. Það skal koma fram að hve miklu leyti skal endurnýja eydd bakskaut.

Á yfirlitsteikningum skal sýna burðarvirkjahluta með fórnarskautum ásamt tilvísun í deiliteikningar.

7.9.15 Úrtök fyrir handriðsstólpa

Úrtök skulu að lágmarki vera 250 mm djúp með fjarlægð frá úrtaki að útbrún a.m.k 150 mm. Horn í úrtaki skulu afrúnuð með radía jafnt 50 mm. Frítt bil milli stólpa og úrtaks skal vera a.m.k. 15 mm. Botn úrtaks skal vera keilulaga með afvötnun í lægsta punkti úrtaks. Afvötnunarrör skulu skáskorin og komið fyrir með reglubundnum hætti niður úr neðribrún steypu. Innsteyptur hluti handriðsstólpa skal vera gerður úr sívölu eða réttthyrndu gegnheilu stáli.





8 Stálburðarvirki

8.1 Almennt

Þessi kafli gildir fyrir burðarvirki úr stáli. Varðandi burðarhluta úr öðrum byggingarefnum vísast í tilheyrandi kafla.

8.2 Grundvöllur hönnunar

Stálburðarvirki og samverkandi burðarvirki úr stáli og steypu fyrir brýr skal hanna skv. ÍST EN 1993-2 og ÍST EN 1994-2.

Vísað er í kafla 7 varðandi steypuhluta í samverkandi burðarvirkjum



8.3 Efni

8.3.1 Almenn

Í höfuðburðarkerfi brúa skal almennt nota stál í styrkleikaflokki 355 – 460 MPa en í undantekningartilvikum eru lægri styrkleikaflokkar heimilaðir.

Stálið skal vera samkvæmt gildandi íslenskum stöðlum sé ekki annað tekið fram í sérverklýsingu.

Stálið skal afhent með CE merkingu í samræmi við tilheyrandi framleiðslustaðal.

Burðarstáli I og burðarstáli II skal fylgja framleiðsluvottorð 3.2 samkv. ÍST EN 10204. Öðru stáli skal fylgja framleiðsluvottorð 3.1 samkv. ÍST EN 10204.

Verktakinn skal tryggja að efnið sé afhent samkvæmt efniskröfum og sérverklýsingu.

Efnisvottorð og/eða prófanir sem krafist er skulu liggja fyrir og vera samþykkt áður en byrjað er að framleiða úr efninu. Vottorðin skulu vera aðgengileg fyrir verkkaupann og vera hluti af lokaskýrslu um smíðina.

Efnin skulu greinilega merkt frá framleiðanda og meðhöndluð og geymd þannig að þau liggja ekki undir skemmdum og að auðvelt sé að lesa merkingar þeirra (stáltegund, framleiðslunúmer o.s.frv.). Stáltegundin skal koma fram á merkingunum. Verktakinn ber ábyrgð á að halda við merkingunum. Notkun stálsins skal vera rekjanleg.

Eftirlitsvottorð 3.2 gerir ráð fyrir að efnin séu pöntuð frá framleiðanda.

Efni með eftirlitsvottorði 3.1 mun ekki vera skoðað af kaupanda hjá framleiðanda. Verktakinn verður að skoða/sannreyna það efni með hliðsjón af skilgreindum þolvikum og yfirborðseiginleikum um leið og hann tekur við því.

Krefjast má sérstakra prófana á efni sem er afhent af lager og er án vottorða frá framleiðanda, samkv. ÍST EN 10204. Verktakinn skal fá samþykki verkkaupans til að nota efni án vottunar. Þessi efni verður að skoða/sannreyna með hliðsjón af skilgreindum þolvikum og yfirborðseiginleikum. Sýni skal taka úr hverri stöng, plötu eða steypujárnsstykki sé ekki hægt að sýna fram á innstimplað framleiðslunúmer. Ef hægt er að sýna fram á innstimplað framleiðslunúmer fyrir hverja stöng, plötu eða steypujárnsstykki má sleppa prófun sé viðunandi vottorð lagt fram. Ef margar stangir, plötur eða steypujárnsstykki hafa sama framleiðslunúmer, en vottorð vantar, skal fjöldi sýna háð ákvörðun verkkaupa.

Prófanir skal gera í samræmi við kröfur um prófanir samkv. ÍST EN 10025-1. Kafli 9 og 10 ásamt Viðauka A. Framleiðsluprófun (e: product analysis) skal framkvæma í samræmi við ÍST EN 10025-1:2005 kafli 13, valkostur 2.

Prófanirnar skulu að lágmarki innihalda efnasamsetningu, togpróf og höggþolspróf. Sé talið nauðsynlegt að ákvarða ástand efnisins við afhendingu (delivery condition of the material) skal einnig taka sýni til ákvörðunar á málmfræðilegri byggingu efnisins (metallographic assessment made of the microstructure). Niðurstöður prófananna skulu fullnægja þeim kröfum sem gerðar eru til notkunar efnisins.

8.3.2 Valsað stál í burðarvirki

Stáltegundir (e: steel types) skulu vera samkv. ÍST EN 10027-1 og skulu þær tilgreindar í sérverklýsingu.

Stál skal flokkað í tvo megin flokka, þ.e. annars vegar Burðarstál I og II (e: structural steel) og hins vegar Burðarstál III (e: non structural steel).

Burðarstál er allt stál sem er hluti burðarvirkisins og tengt því með suðu. Burðarstál er einnig hluti af öðrum mikilvægum öryggishlutum eins og t.d. vegriði, stigum o.þ.h. Flokkun burðarstáls fer eftir spennuskilyrðum og álagsgerðum og er flokkað í Burðarstál I og Burðarstál II samkvæmt Töflu 8.1.

Burðarstál III (e: non structural steel) er stál til nota í byggingarluta, samskeyti eða samsetningar sem eru ekki burðarpolslega mikilvægir.

Notkunarflokkar burðarstáls	
Burðarstál I	Stál til nota í samskeyti þannig að stálið verði fyrir togáraun þvert á flötinn eða stál í þvingun (innspennu) og þrása spennuáraun (hætta á lagskiptingu (e: delamination))
Burðarstál II	Stál til nota í einföldu eða fyrirsjáanlegu spennuástandi.
Burðarstál III (e: non structural steel)	Stál til nota í samskeyti eða samsetningar sem eru ekki burðarpolslega mikilvæg.

Tafla 8.1

8.3.2.1 Burðarstál (e: Structural steel):

Fyrir plötur og stálhluti (e: sections) í burðarvirki skal nota róað (e: normalised), valsað, suðuhæft, fínkorna (e: fine grain) stál skv. ÍST EN 10025-3, róað valsað, suðuhæft fínkorna stál samkv. ÍST EN 10025-3 af gerðinni N/NL eða stál sem er heitvalsað í hitastýrðum aðstæðum (e: thermomechanical rolling), suðuhæft og fínkorna samkv. ÍST EN 10025-4 af gerðinni M/ML.

Nota má óefnabætt stál samkvæmt ÍST EN 10025-2 í byggingarluta sem eru ekki burðarpolslega mikilvægir (e: secondary structures).

Fyrir hola stálhluti (e: hollow sections) úr Burðarstáli I og II skal nota heitmótað (e: hot finished steel) stál samkv. ÍST EN 10210-1 og samkv. tegundum sem tilgreindar eru í töflu 8.6. Í hola stálhluti (e: hollow sections) sem á að sjóða skal nota fínkorna stál, gerð NH. Stál sem nota á við lægra hitastig en -20°C skal vera af gerð NHL.

Burðarstál I og II sem þarf að sjóða skal hafa lágmarks styrk S355. Fyrir stál sem ekki þarf að sjóða og fyrir stál sem er ekki hluti af aðalburðarkerfinu má nota stál með lægri lágmarksstyrk. Fyrir stálhluti (e: profiles) og stangir má einnig nota stál með lægri lágmarksstyrk. Hámarks leyfilegur styrkur er S460.

Kolefnisjafngildið C_{ev} fyrir burðarstál sem á að sjóða skal vera:

$$C_{ev} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \leq 0,41$$



Stálið skal einnig fullnægja seiglukröfum (e: ductility requirements) sem settar eru fram í *ÍST EN 1993-2:2006*, gr. 3.2.2, og fyrirmælum um þol gegn stökku broti (e: fracture toughness / impact toughness) skv. gr. 3.2.3 í staðlinum.

Verktakinn skal leggja sjálfstætt mat á hvort skerpa þarf kröfurnar um kolefnisjafngildið.

Almennar lágmarkskröfur til stáls eru:

- seigla að lágmarki 15%
- $f_u/f_y \geq 1,2$, þar sem f_u = brotmörk (e: ultimate strength), f_y = flotmörk (e: yield strength)
- höggpolspróf, Charpy-V, að lágmarki 27J við -20°C

Ef gerðar eru hærri kröfur, annað hvort með nánari skilgreiningu eða það er valin stáltegund þar sem staðallinn tilgreinir hærri kröfu, gilda hinar sértæku kröfur umfram lágmarkskröfurnar.

Í Töflu 8.2 er yfirlit yfir leyfilegar stálgerðir í brúm með viðeigandi mestu efnisþykktum háð lágmarks lofthita samkv. *ÍST EN 1991-1-5*. Taflan gildir fyrir Afleiðingarflokk CC3. Forsendur töflunnar eru einnig að hitafall vegna útgeislunar er þar meðtalið $\Delta T_r = -10^\circ\text{C}$ og að öryggisvikmörkin $\Delta T_r = 0$. Í töflunni er ennfremur sett krafa um að prófunarhitastig sé að hámarki 20° hærra en viðmiðunarhitastigið.

Takmarkanir um efnisþykktir gilda fyrir stál sem getur orðið fyrir stökku broti þ.e.a.s. byggingarhlutar (e: sections) sem verða fyrir þreytuáraun, togáraun og soðnir byggingarhlutar. Þessar efnisþykktir, ef notaðar eru fyrir Afleiðingarflokka CC1 og CC2, eru þá öruggu megin.

Leyfilegar stáltegundir ásamt tilsvarendi leyfilegum hámarksþykktum fyrir plötur og prófíla								
Stál- tegund	Undir- flokkur	Charpy –V höggþolspróf samkv. ÍST EN 10045-1		Lágmarks lofthiti samkv. ÍST EN 1991-1-5:2003 [°C]				
		Prófunar- hitastig [°C]	Lágmarksorka J_{min} [J]	>-20	-30	-40	-50	< -50
S235 ¹⁾	JR	20	27	-	-	-	-	-
	J0	0	27	-	-	-	-	-
	J2	-20	27	60	50	-	-	-
S275 ¹⁾	JR	20	27	-	-	-	-	-
	J0	0	27	-	-	-	-	-
	J2	-20	27	55	45	-	-	-
	N,M	-20	40	65	55	45	-	-
	NL,ML	-50	27	95	75	65	55	-
S355	JR ³⁾	20	27	-	-	-	-	-
	J0 ³⁾	0	27	-	-	-	-	-
	J2 ³⁾	-20	27	40	35	-	-	-
	K2,N,M	-20	40	50	40	35	-	-
	NL,ML	-50	27	75	60	50	40	-
S420	N,M	-20	40	45	35	30	-	-
	NL,ML	-50	27	65	55	45	35	-
S460	Q	-20	30	30	25	-	-	-
	M,N	-20	40	40	30	25	-	-
	QL	-40	30	50	40	30	20	-
	NL,ML	-50	27	60	50	40	30	-
	QL1	-60	30	70	60	50	40	-

¹⁾ Smíðastál S235 og S275 sem er ekki leyfilegt að sjóða í burðarvirki
³⁾ Óefnabætt stál skal almennt ekki nota í burðarvirki

Tafli 8.2

8.3.2.2 Almennar efniskröfur fyrir stál

Í eftirfarandi töflum koma fram ófrávíkjanlegar viðbótarkröfur, sem gilda fyrir hinar ýmsu stáltegundir, háðar því hvort um er að ræða Burðarstál I, Burðarstál II eða Burðarstál III (e: non structural steel).

Töflurnar sýna lágmarkskröfur. Fyrir stál sem á að sjóða skal verktakinn sýna fram á efnasamsetningu, kolefnisjafngildi, hörku og höggþol (e: notched impact resistance) þannig að kröfur til fullsoðins stáhluta séu uppfylltar. Áður en afhending fer fram skal verktakinn fullvissa sig um að hægt sé að sjóða stálið án vandkvæða með því að nota venjulegar suðuaðferðir t.d. með því að fara fram á vottorð um suðuhæfi. Verktakinn skal sjálfur eftir því sem tilefni er til skilgreina nauðsynlega viðbótarvalkosti þegar efnið er þannig.

Við pönntun á stáli úr völsun verður að gefa upp lengdarvikið. Valsað stál skal uppfylla gildandi stærðarþolvik þolvik samkvæmt íslenskum stöðlum. Stál sem hefur formbreytt eða beyglast skal ekki notað. Stál sem hefur orðið fyrir jafri og allt að 3% formbreytingu má rétta



upp og nota. Verkferillinn sem ráðgert er að nota við réttinguna skal lagður fyrirfram fyrir verkkaupa til samþykkis.

Ef ekki eru gerðar aðrar kröfur í sérverklýsingu skal stálið afhent kasthreinsað og grunnað með hvítum sínkrikkum grunni. Innan í kössum skal málað yfir suðu með einni umferð af grunni eftir að úttekt á suðum hefur farið fram.

Geyma skal stálið við aðstæður sem hæfa þannig að stálið ryðgi ekki eða að mislitun verði á grunninum. Sem valkost má sandblása kassa að innanverðu í (Sa1) og mála með einni umferð af grunni eftir samsetningu á verkstæði. Suður samsetningarskeyta á byggingarstað skulu þá einnig málaðar með einni umferð af grunni eftir prófanir á suðum.

Burðarstál I og II:

Eftir því sem því verður við komið skal nota nývalsað efni þannig að beint frá framleiðanda. Krafist er framleiðsluvottorðs 3.2 samkvæmt ÍST EN 10204.

Almenn tæknileg afhendingarskilyrði fyrir burðarstál skal vera samkvæmt ÍST EN 10025-1 fyrir valsaðar plötur og stálhluta og samkvæmt ÍST EN 10204 fyrir hola stálhluta.

Skerptar kröfur um bættu eiginleika skv. Töflu 8.3 gilda fyrir Burðarstál I. Stálið skal uppfylla kröfur samkvæmt ÍST EN 10164:2004-Z25. Z25 gildir upp að Z_{ED} – gildi jafnt og 30 samkvæmt ÍST EN 1993-1-10. Fyrir hærra Z_{ED} – gildi er Z_{ED} skilgreint í sérverklýsingu.

Burðarstál I - Framleiðslustaðall ÍST EN 10025-3 og ÍST EN 10025-4		
Stáltegund	Undirtegund	Ófrávíkjanlegt val (e: mandatory selection): ÍST EN 10025-3 og ÍST EN 10025-4, kafli 13
S355	N,M,NL,ML	<p><i>Valkostur 4:</i> Gildir fyrir stál þar sem gerðar eru kröfur til bættra formbreytingaeiginleika hornrétt á plötuplanið. Stálið skal uppfylla kröfur samkv. ÍST EN 10164-Z25 ¹⁾</p> <p><i>Valkostur 6:</i> Flatt stál með efnisþykkt ≥ 6 mm skal sannreyna að það sé laust við innri galla með hljóðbylgjuprófun samkv. ÍST EN 10164 og kröfum um flokk S1 samkv. ÍST EN 10160</p> <p><i>Valkostur 7:</i> Breiðflanga bita með samsíða flöngum og INP bita skal sannreyna að séu lausir við innri galla með hljóðbylgjuprófun samkv. ÍST EN 10164 og kröfum um Flokk 2.3 samkv. ÍST EN 10306.</p> <p><i>Valkostur 14:</i> Höggþol og styrk skal sannreyna fyrir flatt stál fyrir sérhverja plötu („móðurplötu“) eða framleiðsluhóp.</p>
S420	N,M,NL,ML	
S460	N,M,NL,ML	
S460	Q,QL,QL1	
¹⁾ Z25 gildir upp í Z_{ED} -gildi = 30 samkv. ÍST EN 1993-1-10. Fyrir hærra Z_{ED} gildi skal hönnuður skilgreina Z35		

Tafla 8.3

Eftirfarandi ófrávíkjanlegt val gildir fyrir Burðarstál II samkv. 10025-3 og ÍST EN 10025-4 (fínkornastál):

Burðarstál II - Framleiðslustaðall ÍST EN 10025-3 og ÍST EN 10025-4		
Stáltegund	Undirtegund	Ófrávíkjanlegt val (e: mandatory selection): ÍST EN 10025-3 og ÍST EN 10025-4, kafli 13
S355	N,M,NL,ML	<p><i>Valkostur 14:</i> Fyrir sérhverja plötu („móðurplötu“) eða framleiðsluhóp fyrir flatt stál skal sannreyna höggþol og styrk</p> <p>Gildir fyrir stál sem á að heitsínkhúða: <i>Valkostur 5:</i> Efnid skal vera hæft til heitsíkhúðunar.</p> <p>Gildir fyrir stál sem á að kaldbeygja: <i>Valkostur 12:</i> Plötur og bönd með nafnmál ≤ 8 mm og ætlað er til kaldbeygingar skal uppfylla kröfur um beygjuradíá samkv. gr. 7.4.2.2.2-3 í ÍST EN10025-3 og 10025-4</p>
S420	N,M,NL,ML	
S460	N,M,NL,ML	
S460	Q,QL,QL1	

Tafla 8.4

Burðarstál II samkvæmt framleiðslustaðli ÍST EN 10025-2 (óefnabætt smíðastál) má nota fyrir prófilstál og stál til viðhalds/styrkingar á núverandi brúm með eftirfarandi viðbótarkröfum:

Burðarstál II - Framleiðslustaðall ÍST EN 10025-2	
Stáltegund	Ófrávíkjanlegt val (e: mandatory selection): ÍST EN 10025-2 kafli 13
S355J2+N	<i>Valkostur 19A:</i> Efniseiginleikar skulu vera +N
S355K2+N	<p><i>Valkostur 26:</i> Max kolefnisinnihald í stálhlutum skal vera 0,18%</p> <p>Sérstakar kröfur:</p> <p>Lágmarksinnihald áls í stálhlutum skal vera 0,06</p> <p>Gildir fyrir stál sem á að heitsínkhúða: <i>Valkostur 5:</i> Efnid skal vera hæft til heitgalvanhúðar.</p> <p>Gildir fyrir stál sem ætlað er til kaldbeygingar: <i>Valkostur 12:</i> Plötur og bönd með nafnþykkt ≤ 8 mm sem ætlað er til kaldbeygingar skal uppfylla kröfur um beygjuradíá samkv. gr. 7.4.2.2.2-3</p>
Ath. Fyrir þessar stáltegundir er krafist framleiðsluvottorðs 3.1 samkvæmt ÍST EN 10204	

Tafla 8.5

Fyrir heitmótaða (e: hot finished) hola stálhluta (e: hollow sections) gildir eftirfarandi ófrávíkjanlegt val á stáltegundum:

Burðarstál II - Heitvalsaðir holir stálhlutir, (e: hollow steel profiles)		
Framleiðslustaðall ÍST EN 10210-1		
Stáltegund	Undirtegund	Ófrávíkjanlegt val (mandatory selection: ÍST EN 10210-1 kafli 5.2)
S355 ¹⁾	J2H	Gildir fyrir stál sem skal heitsínkhúða <i>Valkostur 1.4:</i> Efnið skal vera hæft til heitsínkhúðunar
S355 ²⁾	NH,NLH	<i>Valkostur 1.5:</i> Suðuviðgerðir á grunnefninu (e: parent material) í holum stálhlutum úr óefnabættu stál eru ekki leyfðar
¹⁾ Óefnabætt stál má ekki nota sem smíðastál sem ætlað er til suðu.		
²⁾ Stál sem ætlað er til nota við lægra lofthitastig en -20°C skal vera af gerð S355 NLH		

Tafla 8.6

Burðarstál III (e: non structural steel)

Eftir því sem því verður við komið skal nota nývalsað stál þannig að beint frá framleiðanda.. Stálinu skal fylgja framleiðsluvottorð 3.1 samkv. ÍST EN 10204.

Almennar efniskröfur fyrir Burðarstál III skulu vera í samræmi við ÍST EN 10025-1 og fyrir hola stálhluti gilda kröfur samkvæmt ÍST EN 10210-1 eða ÍST EN 10219-1.

Eftirfarandi gildir fyrir kaldmótaða (e. cold formed) hola stálhluta (e: hollow sections):

Burðarstál III (e: non structural steel)		
Kaldbeygðir holir stálhlutir, (e: hollow steel profiles)		
Framleiðslustaðall ÍST EN 10219-1:2006, Viðauki A		
Stáltegund	Undirtegund	Ófrávíkjanlegt val (mandatory selection): ÍST EN 10219-1:2006 kafli 5.2
S235JRH	J2H	Gildir fyrir stál sem á að heitsínkhúða. <i>Valkostur 1.7:</i> Efnið skal vera hæft til heitsínkhúðunar
S275JOH	CFRHS	<i>Valkostur 1.8:</i> Suðuviðgerðir á grunnefninu (e: parent material) í holum stálhlutum eru ekki leyfðar.
S355JOH	CFRHS	<i>Valkostur 1.9:</i> Sérstakrar skoðunar og prófunar er krafist á stáltegundum JR og JO

Tafla 8.7

8.3.2.3 Yfirborðseiginleikar:

Stálhlutir (e: plates and universals) samkvæmt ÍST EN 10163-1 og ÍST EN 10163-2:

- Burðarstál I og II: Flokkur B og undirflokkur 3 (class B and subclass 3)
- Burðarstál III (e: non structural steel): Flokkur A og undirflokkur 2 (class A and subclass 2)

Stálhlutir (e: profiles) samkvæmt ÍST EN 10163-1 og ÍST EN 10163-3

- Burðarstál I og II: Flokkur D og undirflokkur 3 (class D and subclass 3)
- Burðarstál III: (e: non structural steel): Flokkur C og undirflokkur 2 (class C and subclass 2)



Stálstangir (e: steel rod) skv. ÍST EN 10221:

- Burðarstál I og II: Flokkur D eða C ¹⁾
- Burðarstál III (e: non structural steel): Flokkur B

Í sérverklýsingu skal gera grein fyrir hvaða flokkar eru valdir. Gert skal ráð fyrir að stálstangir verði fyrir tog- og þreytuáraun.

- ¹⁾ Flokkur D leyfir stærstu dýpt á galla mældum í geislalæga stefnu upp á 0,25 mm. Þessi krafa gildir fyrir stangir með allt að 80 mm þvermál. Fyrir stangir að þvermáli allt að 120 mm má nota flokk C með leyfilega dýpt á stærsta galla mældum í geislalæga stefnu upp á 1,0 mm. Skilgreina skal flokkinn út frá væntum þreytu-líftíma (e: expected fatigue life).

8.3.3 Suðuefni í burðarvirki (e: filler metal for welding)

Grunnefnið og suðuvírinn skulu hafa efnasamsetningu sem hæfa hvort öðru. Suðuvírinn skal vera vottaður af viðurkenndri eftirlitsstofnun til nota fyrir viðkomandi grunnefni. Öllu suðuefni skal fylgja vottorð 3.1 samkvæmt ÍST EN 10204 þar sem uppgafið er magn C, Mn, Si, P, S, Cr, Cu, V, Al og N ásamt magni annarra efna.

Mýkiefni (e: flux) fyrir suðuaðferð 121 (SAW) skal fylgja prófunarvottorð samkvæmt grein 3.2 í ÍST EN 10204:2005, prófunarskýrsla af gerð 2.2.

Nota skal suðupráð í burðarsuður sem uppfyllir eftirfarandi kröfur:

- Mesta vetnisinnihald í suðunni (e: weld deposit) má vera 10 ml H₂/100g. (Með notkun á stáli með C_{ev} hærra en 0,43 og/eða flotmörk hærri en 520 MPa ásamt suðum í mikilli þvingun (innspennu) skulu kröfurnar auknar í 5 ml H₂/100g)
- Flotmörk suðunnar skulu vera 100 til 150 MPa hærri en skilgreind lágmarksflotmörk grunnefnisins við suðu á Burðarstáli I. Fyrir suðu á Burðarstál II og Burðarstáli III (e: non structural steel) skulu flotmörk suðunnar vera að lágmarki 10% hærri en skilgreind lágmarksflotmörk grunnefnisins.

Við suðu með húðuðum suðuvír (e: shielded arc welding) nást þessar kröfur venjulega með því að nota basiskan suðuvír í flokki 3YH samkvæmt reglum *Det Norske Veritas*.

Við duftsuðu (e: submerged arc welding) og eðalgassuðu (e: inert gas welding) nást þessar kröfur venjulega með því að nota suðuvír af gerð IIIY.

Duft, suðuvír og baklegg úr postulíni (ceramic backing) skal geymast samkvæmt fyrirmælum framleiðanda.

8.3.4 Boltar með skífum og róm

Boltar og rær skulu afhentar með prófunarvottorði af gerð 3.1 samkv. ÍST EN 10204. Boltar og rær skulu uppfylla kröfur samkv. ÍST EN ISO 898-1 og ÍST EN ISO 898-2 eða ÍST EN 3506-1 og -2.

Boltar skulu vera framleiddir með völsuðum gengjum.

Ef boltar af gerð 10.9 eða sterkari og eru hreinsaðir með saltsýru eða öðrum aðferðum sem geta valdið því að boltanir verða stökkir vegna efnahvarfa við vetni (e: hydrogen embrittlement) þá skulu þeir hitaðir upp í 200 °C í 1 klst.

Boltar og rær í samskeyti án spennu skulu vera samkv. ÍST EN 15048-1 og 2. Boltar og rær í samskeytum með spennu skulu vera samkv. ÍST EN 14399-1.

Boltar, rær og skifur skulu vera heitgalvanhúðaðar samkv. ÍST EN ISO 10684.

Boltar með minna þvermál en 12 mm skulu vera úr ryðfríu stáli A4-80 samkvæmt ÍST EN ISO 3506.

Bolta skal velja samkvæmt Töflum 8.8 og 8.9:

Óspenntar skrúfur og boltar			
Flokkur	Skrúfur og boltar	Rær	Skinnur
8.8	ÍST EN ISO 4014, gengjaður að hluta	ÍST EN ISO 4032	ÍST EN ISO 7090
	ÍST EN ISO 4017, gengjur að haus		

Tafla 8.8

Spennfir boltar (e: High strength friktion grip bolts)				
Flokkur	Gerð	Boltar	Rær	Skinnur
8.8 og 10.9	Type HR	ÍST EN 14399-3		ÍST EN 14399-5
10.9	Type HV	ÍST EN 14399-4		ÍST EN 14399-6

Tafla 8.9

Til þess að hersla verði sem jöfnust skal nota til þess ætlað smurefni á rær.

Þétthersla bolta:

Hersla bolta:

Hersla viðnámstenginga upp í skilgreindan herslukraft skal gerð samkvæmt einni af þeim aðferðum sem skilgreindar eru hér á eftir, sjá ÍST EN 3464 og ÍST EN 14399-2. Sé annað ekki tekið fram í sérverklýsingunni skal nota samsettu aðferðina.

- snúningsátaksaðferðin (e: torque method)
- álagmælingaraðferðin (e: load-indication method)
- samsett aðferð (e: combined method)

Áður en hersla samkvæmt einhverri þessara aðferða er gerð skulu boltuðu samskeytin þétthert þannig að full snerting náist milli samskeytaplatna. Herslukrafturinn skal vera a.m.k. $\frac{1}{4}$ af skilgreindum herslukrafti. Byrja skal herslu í miðju boltahóps og herða síðan jafnt til allra hliða. Nauðsynlegt getur verið að endurtaka hersluna til að ná upp öllum slaka í samskeytinu. Nota má loftlykil við hersluna upp að því marki að hann byrji ekki að slá. Þegar hersluáhöld eru notuð sem þarf að kvarða skal kvarða þau a.m.k. einu sinni á hverri vakt þegar skipt er um boltategund eða boltastærð.

Snúningsátaksaðferð:

Við snúningsátaksaðferðina er notaður kvarðaður snúninglykill (e: torque wrench). Snúningslykillinn skal kvarðaður upp á $\pm 5\%$ nákvæmni.

Snúningslykillinn skal stilltur á að lágmarki það átak sem nauðsynlert er til að ná herslukraftinum. Þetta átak er ákvarðað með kvörðun sem gerð er með togprófunartæki (e: tensile test machine) með þeim boltastærðum og boltastyrk sem fyrirhugað er að nota í samskeytinu (boltar með smurefni, skinum og róm). Einkennandi prófun skal gerð með minnst 6 boltum af hverri stærð og styrk sem fyrirhugað er að nota.



Eftir þéttherslu skal herða samskeytin með forstilltum snúningsátaksmæli, byrja í miðju samskeytis og vinna hersluna út til hliðanna. Herslan er endurtekin með sama hætti þangað til allir boltar eru fullhertir.

Álagsmælingaraðferð:

Álagsmælingaraðferðin krefst notkunar á sérstökum álagsmælingaráhöldum sem skrá eða sýna togkraftinn í boltanum. Tæki sem byggja á snúningsátaki eru ekki leyfð.

Átaksmælingaráhaldið skal kvarðað á sam hátt og krafist er fyrir snúningsátaksáðferðina með minnst 6 boltum af hverri stærð og styrk sem fyrirhugað er að nota.

Eftir þéttherslu skal herða samskeytin upp í prófunarálag og byrja í miðju samskeytis og vinna hersluna út til hliðanna. Herslan er endurtekin með sama hætti þangað til allir boltar eru fullhertir.

Samsett aðferð:

Þegar samsett aðferð er notuð þá skal, eftir að samskeytin hafa verið þétthert, herða boltana með forinnstilltum snúningsátaksmæli þar til að 2/3 af skilgreindum krafti hefur verið náð. Snúningsátaksmælirinn skal kvarðaður eins og lýst er í snúningsátaksmælingunni.

Afstaða róarinnar við boltann skal merkt og lokaherslan gerð með því að snúa rónni um skilgreint horn til þess að ná fullu krafti í boltann.

Þetta snúninghorn er ákveðið með prófun sem gerð er með kvörðuðum snúningsátaksmæli í togprófunartæki (tensile test machine) með þeim boltastærðum og boltastyrk sem fyrirhugað er að nota í samskeytinu (boltar með smurefni, skinum og róm). Samhengi milli snúningshorns og átaks skal skráð. Einkennandi prófun skal gerð með minnst 6 boltum af hverri stærð og styrk sem fyrirhugað er að nota.

Eðlileg gildi fyrir snúninghorn geta verið frá 60° til 120° háð þykkt samsetningar.

8.3.5 Skúfboltar

Vísað er til ÍST EN 1993-2.

Þegar „lift ignition“ aðferðin er notuð skal nota bolta af gerð SD¹⁾ og postulínshringi (e: ceramic ferrules) af gerð UF samkv. ÍST EN ISO 13918, Töflu 4.

Þegar notuð er suða með eðalgasi (e: inert gas welding) eða „short-cycle welding“ skal nota bolta af gerð SD¹⁾ samkv. ÍST EN ISO 13918, Töflu 4. Til viðbótar skal nota postulínshringi til að fá sem besta lögum á suðuna og til að takmarka umfang suðunnar út á stálhlutann sem soðið er í. Þessar suðaáðferðir skulu eingöngu notaðar fyrir suðustöður PA eins og þær eru skilgreindar í ÍST EN ISO 6947.

Efnið skal vera S235J2+N + C450 skv. ÍST EN 10025-2:2004²⁾. C450 er krafa um að $F_{uk} \geq 450$ MPa.

¹⁾ Skilgreiningin SD skilgreinir stærðir og þunga á skúfboltum og skilgreinir hvers konar postulínshringi, UF, skal nota við suðuna.

²⁾ Mögulegur valkostur væri að skilgreina S355NL samkvæmt ÍST EN 10025-3

Suða á skúfboltum skal vera í samræmi við ÍST EN ISO 14555. Gæðakröfur varðandi framkvæmd skulu vera í samræmi við ÍST EN 13918: Töflu A.1



Framleiðsluprófanir skal gera samkv. ÍST EN ISO 13918 fyrir hverja byrjaða 200 soðna bolta.

8.3.6 Samverkun milli steypu og stáls

Í samvirknireiknilíkani skal ekki nota hærri styrkleikaflokk fyrir steypu en C45/55.

Skilgreina skal kröfu um útfærslu á brúargólfinu sem tryggir að steypan nái minnst 70 % tilskilins styrks áður en samverkun er virkjuð (undirsláttur fjarlægður eða umferð hleypt á brúna).

8.4 Yfirborðsmeðhöndlun - Ending

8.4.1 Burðarvirki úti

Endingartími málninga er skilgreindur í ÍST EN ISO 12944-1 á eftirfarandi hátt:

low (L)	2 – 5 ár
medium (M)	5 – 15 ár
high (H)	> 15 ár

Þetta er endingartími sem stefnt er að en er ekki tryggður af hálfu málningarframleiðanda.

Næsta þrep er að skilgreina umhverfi málningarinnar. Þannig á flokkurinn C5-M very high (marine), sem skilgreindur er í ÍST EN ISO-2, gjarnan við um íslenskar aðstæður.

Þrátt fyrir þetta er líklegur endingartími ekki mikið lengri en 15 ár. Mun lengri endingartími fæst með svo kölluðu „duplex kerfi“, þar sem málmhúð í einhverju formi er undir málningunni og virkar eins og fórnarskaut. Endingartíminn er stundum settur fram á netinu sem $(t_{\text{málning}} + t_{\text{málmhúð}}) * (1,5 - 2,5)$.

Endingu heitsínkhúðaðs yfirborðs má lengja með því að auka lagþykktina, eins og fram kemur í gr. 8.4.6.4, en með því að mála yfirborð þess má lengja endingartímanna verulega. Valið stendur því e.t.v. um það þegar verið er að velja málningarkerfi sem á að endast lengi hveðrar gerðar fórnarskautið á að vera. Stærri stykki er erfitt eða ekki mögulegt að heitsínkhúða en þau er hægt að málmhúða. Undir gr. 8.4.6.1 eru settir fram mismunandi kostir þar sem áreiti umhverfisins er metið.

Stálfleti burðarvirkja í sjávarumhverfi að hæðinni 12 m yfir hæstu sjávarhæð (HAT) og þar sem veður eru hörð við sjávarsíðuna eða að hæðinni 6 m yfir hæstu sjávarhæð (HAT) þar sem veður eru ekki eins hörð skal velja málningarkerfi **KERFI 2**. Sjá gr. 8.4.6.1.

Utan þessara marka í sjávarumhverfi má velja **KERFI 1**. Sjá gr. 8.4.6.1.

Hentugra getur verið að heitsínkhúða og mála stálstykki, sem eru ekki mikil um sig, fremur en að sprautusínkhúða þau. **KERFI 3**, sett fram í gr. 8.4.6.1, er ætlað fyrir svipaðar aðstæður og **KERFI 1** en byggir á að fórnarskautið sé heitsínkhúðun.

Skeytasvæði með ófullgerða yfirborðsmeðhöndlun skulu hreinsuð og fullunnin í samræmi við viðeigandi málningarkerfi eftir að samsetningu er lokið.

Boltar, skrúfur, skinnur og rær:

Sjá gr. 8.3.4.



8.4.2 Innfletir holrýma

Innfletir holrýma með aðgengi til eftirlits og tæringarvarna skal tæringarverja skv. öðrum eftirfarandi kosta:

- a) Fletina skal yfirborðsmeðhöndla skv. **KERFI 1**,
- b) Holrýmið skal útbúið afrakataeki. Hlutfallslegt rakastig skal að meðaltali vera $< 45\%$ og hámarks hlutfallslega rakastigið ávallt $< 60\%$

Í holrýmum með afrakatakjum skal stályfirborðið málað hvítum lit til þess m.a. að auðvelda eftirlit og viðhaldsaðgerðir.

Rör til útblásturs á röku lofti skulu ná a.m.k. 100 mm út fyrir stályfirborðið.

8.4.3 Yfirborðsmeðhöndlun burðarvirkja í vatni

Stál sem er á kafi í vatni skal vera með bakskautstsvörn og fórnarskaut, sjá gr. 7.9.14.

Ef virk (aktiv) bakskautstsvörn er raunhæf skal leita upplýsinga hjá stofnunum eða aðilum sem málið kann að varða. Meta skal áhættu og afleiðingu lekastraums. Ekki skal nota virka bakskautstsvörn í lokuðum rýmum.

Stályfirborð burðarvirkja í sjávarfalla- og skvettusvæðum á að vera búið sérstökum tæringarvarnarkerfum eða viðbótarvörnum sem ákveðnar eru í hverju einstöku tilviki.

Ætlast er til að aðgerðir vegna tæringarvarna séu hluti heildarupplýsingagagna vegna eftirlits- og samþykkisferlisins.

8.4.4 Innsteyptir heitsínkhúðaðir hlutir

Meðhöndla skal sérstaklega snertiflöt milli heitsínkhúðaðs stálhlutar og ferskrar steypu bæði í inn- og útlötum t.d. í tengslum við undirsteypu fótplatna til þess að komast hjá efnabreytingum og gasmyndun við snertingu heitsínkhúðunar við sement (sementsslamm / sementsvelling) þegar það er úr afkrómuðu sementi (krómatsöltum eytt) (á t.d. við um allt Norskt sement):

Nota skal aðferðir sem vitað er að skili árangri svo sem:

- einangra sínskið frá sementinu (sementsslamminu / sementsvellingnum) með epoxymálningu sem þurrum sandi er stráð yfir
- með sérstöku sínklagi sem inniheldur króm í eftirmeðhöndlunaraðgerð að heitsínkhúðun lokinni
- með duftlökkun

8.4.5 Bráðabirgða burðarvirki

Ekki er gerð krafa um yfirborðsmeðhöndlun burðarvirkja með innan við 5 ára hönnunarlíftíma m.t.t. endingar.

Yfirborðsmeðhöndlun getur þjónað fagurfræðilegum eða hagnýtum tilgangi. Þannig verður eftirlit með máluðum fleti auðveldara.

8.4.6 Tæringarvörn

8.4.6.1 Málningarkerfi:

KERFI 1: (Hentar á minna veðurbarin svæði sem skilgreind eru í gr. 8.4.1)

Málmhúðun og epoxy/polyurethan málning („Duplex“ kerfi).

Undirbúningur stálflata:

Þvottur:	Þvottur með lút, fituhreinsun og skolun með fersku vatni
Sandblástur:	Hreinsun í Sa3
Grófleiki:	Medium G, $R_{y5} = 85 - 130 \mu\text{m}$ samkvæmt ÍST ISO 8503-2
Hreinsun:	P3 samkvæmt ÍST EN ISO 8501-3

Varnarlög:

1. Málmhúðun með heithúðuðu sínki eða sínkblöndu (e: termally sprayed with zinc, aluminium or their alloys) með allt að 15% af áli. Þykkt að lágmarki 100 μm
2. Tveggja þátta epoxy polyamid bindilag (e: tie coat sealer). Þykkt að hámarki 25 μm
3. Epoxymastik málning. Þykkt 125 – 150 μm
4. Polyurethan eða polyurethan-akryl. Þykkt 60 – 100 μm

Þykkt á síðustu umferð skal valin í samræmi við ráðleggingu framleiðanda fyrir viðkomand gerð málningar eða vera skv. tækniblaði málningarkerfisins.

Heildar þykkt málningarkerfis skal vera að lágmarki 285 μm .

Uppgefnar þykktir eru þurrfilmþykktir.

Hvert málningarlag skal hafa sinn lit. Litur á lokaumferð er gefinn upp í sérverklýsingu.

Einstakir hlutar málningarkerfisins sem á að nota, íblöndunarefni, þynnar o.fl. skulu vera frá sama framleiðanda. Framleiðandinn skal leggja fram tæknilegar upplýsingar (e: technical data sheet) þar sem eftirfarandi upplýsingar eiga að koma fram:

- kröfur um undirvinnu (hreinsun)
- rúmmálshlutfall þurrrefnis
- hlutfall votfilmþykktar / þurrfilmþykktar (tilgreint hámark/lágmark)
- tími milli umferða við 5, 10 og 23 °C (hámark, lágmark)
- ráðlagður þynnir eða leysiefni (magn og gerð)
- efnisnotkun [m^2/l] eða [l/m^2]
- ráðlögð málunaraðferð

Málningar í **KERFI 1** skulu vera samþykktar fyrirfram (e: prequalified) samkvæmt ÍST EN ISO 20340:2009. Aðferð A (Procedure A).

Málningar sem uppfylla kröfur samkvæmt NORSOK M-501:2012, System 1, uppfylla kröfurnar fyrirfram. (Heithúðun með sínki og bindilagi er valið í stað sínk-ríks grunns).

Samþykkiskröfur fyrir **KERFI 1** eru samkv. ÍST EN ISO 20340. Til viðbótar gildir:

- viðloðun meiri en 5 MPa fyrir prófun og minna en 50% lækkun eftir prófun samkv. ÍST EN ISO 4624
- krítarpróf: Flokkun 2 (e: rating 2) eða lægri samkv. ÍST EN ISO 4628-6
- möguleg yfirmálun með yfirlagi án vélrænnar meðhöndlunar (e: mechanical treatment). Viðloðun meiri en 5 MPa samkv. ÍST EN ISO 4624

Til viðbótar við fyrirfram samþykki er krafist skjalfestrar niðurstöðu um reynslu af málningarkerfinu gagnvart tæringu, almennu niðurbroti málningarinnar og hvernig það hentar til yfirmálunar vegna viðhalds. Verkkaupinn áskilur sér engu að síður rétt til að vísa frá fyrirfram samþykktum málningarkerfum í ljósi neikvæðrar reynslu í eigin mannvirkjum eða annarra.

Öll málning og leysiefni skulu geymd í upprunalegum umbúðum þar sem fram koma leiðbeiningar framleiðandans. Framleiðsludagsetning og líftími (e: use-by date) skal vera sýnilegur á öllum umbúðum.

KERFI 2: (Hentar á meira veðurbarin svæði sem skilgreind eru í gr. 8.4.1)

Málmhúðun og styrkt epoxy/polyurethan málning („Duplex“ kerfi).

Undirbúningur stálflata:

Þvottur: Þvottur með lút, fituhreinsun og skolun með hreinu köldu vatni

Sandblástur: Hreinsun í Sa3

Grófleiki: Medium G, Ry5 = 85 – 130 µm samkvæmt ÍST EN ISO 8503-2

Hreinsun: P3 samkvæmt ÍST EN ISO 8501-3

Varnarlög:

1. Málmhúðun með heithúðuðu síni eða sínkblöndu (e: Thermal spraying - Zinc, Aluminium and their alloys) með allt að 15% af áli. Þykkt að lágmarki 100 µm
2. Tveggja þátta epoxy polyamid yfirlag (e: tie coat sealer). Þykkt að hámarki 25 µm
3. Epoxymastik málning. Þykkt 125 – 150 µm
4. Epoxymastik málning. Þykkt 125 – 150 µm
5. Polyurethan eða polyurethan-akryl. Þykkt 60 – 100 µm.

Heildar þykkt málningarkerfis skal vera að lágmark 410 µm. Uppgefnar þykktir eru miðaðar við þurrfilmþykkt.

Að öðru leiti gilda sömu kröfur og fyrir **KERFI 1**.

KERFI 3: (Hentar á minna veðurbarin svæði skilgreint er í gr. 8.4.1)

Sandblástur: Hreinsun í Sa 3 ef yfirborðið er verulega tært

Heitsínkhúðun: Lagþykkt skv. ÍST EN ISO 1461 eða skv. nánari skilgreiningu skv. Töflu 8.10

Hreinsun: Fituhreinsun

Léttur sandblástur: (e: sweep blasting) ≤ 10 µm og hreinsa öll óhreinindi og mála innan 6 klst.

Málningarkerfi A7.12 skv. ÍST EN ISO 12944-5:

Kerfi	Grunnur			Önnur lög	Málningarkerfi		Ending ár
	Bindiefni	Fjöldi laga	NDFT í µm	Gerð bindiefnis	Fjöldi laga	NDFT í µm	C5-M
A7.12	EP, PUR	1	80	EP, PUR	3	240	> 15 ár

EP epoxy málning

PUR Polyurethan málning „araomatic“ eða „aliphatic“

NDFT Nafnþykkt þurrfilmu

Heildar þurrfilmþykkt ≥ 300 µm.

8.4.6.2 Soðin skeyti

Hreinsa skal suðusvæðið. Suðuna ásamt svæðinu sem var ekki málmhúðað fyrir uppsetningu skal sandblása. Mikilvægt er að skerma þann eða þá hluta frá sem á ekki að sandblása þannig að yfirborðslögin skaðist ekki. Á skeytasvæðið skal setja heildar tæringarvörn eins og á aðra hluta brúarinnar.

8.4.6.3 Skrúfuð skeyti

Að herslu lokinni skal hreinsa alla smurningu af boltum. Fullmála skal boltahausa, rær, skífur og boltaenda eins og brúna að öðru leyti. Bolta skal velja skv. gr. 8.3.4.

8.4.6.4 Heitsínkhúðun (e: Hot dip galvanized coating)

Með heitsínkhúðun er átt við að stálinu sé dýft í bráðið sínk. Allur undirbúningur fyrir sínkbaðið með lút- og sýrupvotti skal vera í samræmi við ÍST EN ISO 1461 og skal sínkhuðin uppfylla kröfur samkv. þeim staðli.

Ef þykkt á sínkhuð á að vera meiri en þær lágmarksþykktir sem tilgreindar eru í ÍST EN ISO 1461 þá skal það tilgreint í sérverklýsingu. Forsendur fyrir meiri þykkt sínkhuðar er val á undirbúningsvinnu, efnasamsetningu stálsins og efnisþykktum sem gerir það mögulegt að ná skilgreindri þykkt á sínkhuðinni. Sjá hæfiflokka m.t.t. efnasamsetningar í gr. 7.4.3 í ÍST EN 10025.

Þykkt sínkhuðar er skipt í flokka háð þörfinni á vörn, efnisþykkt og efnissamsetningu stálsins ásamt yfirborðseiginleikum þess.

Hafa verður í huga að það sem segir í gr. 8.4.1 að líftími heitsínkhúðaðs yfirborðs er takmarkaður, en hann má lengja verulega með því að nota heitsínkhúðina sem fórnarskaut og hluta í „duplex kerfi“, þ.e. mála yfir hana.

Flokkur A: Hlutir til almennra nota. Þykktin í töflu 8.10 tilsvavar minnstu þykkt samkv. ÍST EN ISO 1461 og hægt er að ná henni á flestum stál og steypujárnsgerðum.

Flokkur B: Hlutir í mjög áreitnu umhverfi og/eða þegar krafist er langs líftíma. Þessi flokkur er notaður á flest mannvirki vegagerðarinnar í vegakerfinu þar sem ekki er krafist viðbótarmálningar. Sínkþykktum sem tilgreindar eru í Töflu 8.10 má ná á heitvölsuðum stálhlutum og kísilblönduðu stáli ásamt stáli án kísilblöndunar ef yfirborðið er (sand)blásið með stálkúlum.

Flokkur C: Hlutir í sérstaklega áreitnu umhverfi og/eða þegar krafist er mjög langs líftíma. Sínkþykktum sem tilgreindar eru í Töflu 8.10 má ná á heitvölsuðum stálhlutum úr stáli með kísilinnihaldi meira en 0,3%.

Ath. Áður en flokkur B eða C er fyrirskrifaður verður að skilgreina viðeigandi stálgerð. Ennfremur ætti að leita ráða hjá aðila sem vinnur við heitgalvanhúðun. Ekki er hægt að ná sléttri áferð á yfirborð með hreinu sínki fyrir flokk B og C.

Þykktarflokkar heitsínkhúðunar						
Efni, nafnþykkt, t	Flokkur A		Flokkur B		Flokkur C	
	Min. stað- bundin þykkt	Meðal þykkt á hverjum hlut	Min. stað- bundin þykkt	Meðal þykkt á hverjum hlut	Min. stað- bundin þykkt	Meðal þykkt á hverjum hlut
mm	µm	µm	µm	µm	µm	µm
$t > 6$	Sjá ÍST EN ISO 1461, Töflu 3		100	115	190	215
$3 < t \leq 6$			85	95	115	140
$1,5 < t \leq 3$			60	70		
Litlir hlutir ¹⁾			Á ekki við			
Steypdir hlutir						

¹⁾ Litlir hlutir sem eru heitsínkhúðaðir í körfum með eftirfarandi þeytivindu til að fjarlægja umfram sínk

Tafla 8.10 Þykktir sínkhúðar við heitsínkhúðun

Við heitsínkhúðun losna innri spennur í stálinu sem geta leitt til óæskilegra formbreytinga. Kaldbeyging stálhluta eftir heitsínkhúðun er ekki leyfð nema í samráði við verkkaupa.

Ef heitsínkhúðin verður fyrir skemmdum, t.d. við borun eða kaldskurði á sínkhúðuðum stálhlutum þá þarf að meðhöndla skemmdirnar eða skurðsárið strax samkvæmt kröfu verkkaupa eða samkv. kröfum í sérverklýsingu. Ef um logskurð er að ræða þá þarf að slípa í burtu herslusvæðið sem myndast við skurðinn áður en skurðflöturinn er húðaður.

Heitsínkhúðað stál sem skal mála eða duftlakka má ekki flytja eða geyma óvarið utandyra eða geyma við rakar aðstæður. Til að forðast hvítryð er ætlast er til að tíminn milli heitsínkhúðunar og frekari meðhöndlunar með málningu sé lágmarkaður eins og kostur er.

Áður en heitsínkhúðaðir fletir eru málaðir skal fituhreinsa / þvo og blása þá létt með fínum sandi (0,2-0,5mm) og fjarlægja laus korn eða ójöfnur úr yfirborðinu.

Heitsínkhúðaða fleti sem á að duftlakka skal ekki hreinsa með sandblæstri.

8.4.6.5 Málmhúðun

Málmhúðun með heithúðuðu sínki eða sínkblöndu með allt að 15% áli skal vinna skv. ÍST EN ISO 2063:2005. Málmhúðin skal uppfylla kröfur sem settar eru fram í staðlinum.

- undirbúningur: Þvottur með lút (ef nauðsynlegt er talið), affitun og spúlun með hreinu köldu vatni.
- sandblástur: Sa3
- grófleiki: Medium G, $R_{y5} = 50 - 85 \mu\text{m}$
- lagþykkt $\geq 100 \mu\text{m}$, ef annað er ekki tekið fram í sérverklýsingu
- málmhúðinni skal sprauta á í sem jafnastri þykkt
- ef þykktarmunur er breytilegur eða lagið bylgjótt getur komið upp krafa um að það verði fjarlægt og endurlagt



8.4.6.6 Duftlökkun

Samþykkiskröfur og prófunaraðferðir fyrir duftlökkun skal vera í samræmi við ÍST EN ISO 20340. Til viðbótar gildir:

- viðloðun meiri en 5 MPa fyrir prófun og minna en 50% lækkun eftir prófun samkv. ÍST EN ISO 4624.
- krítarpróf: Flokkun 2 (e: rating 2) eða lægri samkv. ÍST EN ISO 4628-6
- möguleg yfirmálun með yfirlagi án vélrænnar meðhöndlunar (e: mechanical treatment). Viðloðun meiri en 5 MPa samkv. ÍST EN ISO 4624)

Heitsínkhúðun og duftlökkun skal gerð í sama rými án flutnings eða geymslu úti eða í röku umhverfi.

Tækjabúnaður og fyrirtæki skal vera vottað samkvæmt ÍST EN ISO 9001 eða hafa viðurkennt tæknisamþykki fyrir duftlökkun.

Duftlökkunarkerfi :

1. 90 μm heithúðað sínk og eða ál
2. Millilag úr sínk- eða manganfosfati
3. Polyester duftlakk eða sambærilegt. Lagþykkt $\geq 75 \mu\text{m}$

Heildar lagþykkt a.m.k. 165 μm

Á flötum sem á að duftlækka má ekki vera hvítrið (e: white rust).

Einstakar aðgerðir við duftlökkun skulu gerðar innan þeirra tímamarka sem sem kröfur framleiðanda efnanna tilgreina.

8.5 Greining burðarvirkja

8.5.1 Almenn

Taka skal tillit til áhrifa byggingaraðferðar þ.e. áfangaskiptingu og tenginga stálsniða ásamt tímasetningu og röð áfanga við steypu gólfplötu.

Í samverkandi þversniðum skal taka tillit til skriðs og rýrnunar steypunnar. Hanna skal skúfbolta í samverkandi burðarvirkjum til að taka upp allan skúfkraftinn milli steypu- og stálhlutans. Ekki er leyft að hanna skúfboltana til þess að taka upp hluta skúfkraftsins.

8.5.2 Álagsáhrif ákvörðuð út frá flotfræði

Ef burðarvirki verður fyrir óhappaálagsáhrifum skal gera útreikninga í óhappamarkaástandi.

Nota má álagsáhrif ákveðin út frá flotfræði þegar óhappamarkaástand er skoðað sbr. ÍST EN 1993-2, gr. 5.4.1. Setja má 1,0 fyrir efnisstuðulinn.

Leyft er að nota flotliði með fullum snúningi í útreikningum eftir flotfræðum þegar allar burðareiningar sem innihalda flotlið eru í þverniðsflokk 1.

Þversniðsflokkur 2 er nægjanlegur fyrir þann flotlið sem síðast myndast. Ef kröfurnar hér að framan eru ekki uppfylltar skal sýna fram á nægjanlega snúningsgetu flotliða.

8.5.3 Álagsáhrif á skúfbolta

Við útreikning álagsáhrifa á skúfbolta í burðarvirki úr samverkandi stáli og steypu skal nota þversniðsgildi samsvarandi ósprunginni steypu á svæðum með togi í plötunni, þar sem platan er ætluð sprungin, ef það gefur óhagstæðari niðurstöðu en sprungin steypa.

Reikna má álagsáhrif á skúfbolta vegna yfirfærslu staðbundins álags t.d. vegna festingar spenntar járnalagnar við gólfið skv. ÍST EN 1994-2, gr. 6.6.2.3.

8.5.4 Útreikningur hreyfðarfræðilegrar svörunar

Ætluð gildi til deyfingar skulu samsvara álagsáhrifunum.

Ef nákvæmari gildi liggja ekki fyrir má gera ráð fyrir að stálburðarvirkið búi yfir burðarvirkisdeyfingu sem svarar til deyfingarhlutfalls á bilinu 0,005 – 0,008 (0,5 – 0,8 %).

Reikna má með að samverkandi burðarvirki búi yfir burðarvirkjadeyfingu á bilinu 0,008 – 0,013 (0,8 – 1,3 %) háð hlutfalli steypu í þversniðinu og hversu sprungin hún er.

Við útreikning á iðuflökti skal velja íhaldssamari gildi fyrir deyfingu samkvæmt töflu 5.3.

Ef aðrir deyfingarvakar eins og deyfing frá grunni og loft- eða vökvahreyfðarfræðileg deyfing er tekin með í dæmið skal gera grein fyrir jöfnum og gildum sem gengið er út frá.

8.6 Brotmarkaástand

Sýna skal fram á burðargetu meginburðarkerfisins skv. ÍST EN 1993-2, kafla 6 og ÍST EN 1994-2, kafla 6.

8.7 Notmarkaástand

Útreikninga í notmarkaástandi skal vinna skv. ÍST EN 1993-2., kafla 7 og ÍST EN 1994-2, kafla 7.

8.8 Suðu og boltaskeyti

Deila skal krafti á einstaka bolta boltaskeyta í burðarvirki eftir fjaðurlínulegum reikningum.

Ekki skal nota óspennta bolta í burðarvirki.

Viðnámsfestingar skal hanna sem boltaskeyti, tegund B skv. ÍST EN 1993-1-8:2005, gr. 3.4.1. Í þessu felst að sýna þarf fram á skúf- og kantburðargetu í brotmarkaástandi og viðnámsburðargetu í notmarkaástandi.

Útfærslan skal vera skv. ÍST EN 1090-2:2008, kafla 8.

8.9 Preyta

Útreikninga í þreytumarkaástandi skal vinna skv. ÍST EN 1993-2 og ÍST EN 1994-2-

Við útreikning á skúfboltum skal setja spennusveifluna jafna reiknaðri spennusveiflu :

$$\Delta\sigma_W = \Delta\tau = \frac{\Delta V}{A} \quad (8.1)$$

þar sem:

A = þversniðsflatarmál (nafnmál) skúfboltans.

Sjá einnig ÍST EN 1993-1-9.

Fyrir samverkandi burðarvirki skal takmarka álag á skúfbolta eins og sýnt er í ÍST EN 1994-2

8.10 Framleiðslu- og hönnunarreglur

8.10.1 Holrými

8.10.1.1 Holrými aðgengileg til eftirlits

Frárennsli skal vera í öllum lágpunktum holrýma sem eru aðgengileg til eftirlits og yfirborðsmeðhöndluð eins og t.d. stálkassa, hola stálturta o.þ.h.

Ef afrakataeki eru ráðgerð vegna tæringarvarnar innri flata eins og fram kemur í gr. 8.4.2 á útfærsla holrýmisins að miðast við að það sé sem næst loftþétt. Dyr, lúgur og lagnagöt skulu útbúin þéttingum og lokunarbúnaði sem tryggir nauðsynlegan þéttleika. Gengið er út frá því að útjöfnun þrýstimunar milli út- og innhliðar holrýmisins sé hluti þess sem afrakataekið sér um.

8.10.1.2 Holrými í minni kassaþversniðum

Kassaþversnið lægri en 1,6 m mega vera lokuð og loftþétt þ.e. án þess að innra aðgengi hafi verið komið fyrir til eftirlits. Ef svo er skal þrýstiprófa holrýmið fyrir flutning á brúarstæðið og skal það þola a.m.k. 50 kPa yfirþrýsting. Að öðrum kosti skulu allar suður sem sjóða kassann saman og þetta hann vera að lágmarki tveggja laga suður til þess að tryggja þéttleika.

Innri suður í slíkum kössum á að sjóða út í gegnum efnið að útbrún. Þannig eru verulegar líkur á að hugsanleg þreytusprunga sjáist að utanverðu.

Notkun yfirborðsmeðhöndlunar sem er lítt teygjanleg getur orðið til þess að sprungumyndanir eða aðrar skemmdir komi fljótt í ljós. Langstífur má sjóða við þverstyrkingar.

Leggja skal hugsanleg ídráttarrör sem samhangangandi þétt rör úr ryðfríu efni og með halla. Ryðfría stálið skal vera stál 1.4404 samkvæmt ÍST EN 100088.

8.10.1.3 Holrými í prófílum og samsvarandi

Sívalir og holir stálhlutir sem eru ekki aðgengilegir til eftirlits og yfirborðsmeðhöndlunar svo sem rör, holprófilar, o.fl. skal loka og útfæra sem loftþétt virki. Þrýstiprófa skal holrýmin og skulu þau þola a.m.k. 50 kPa yfirþrýsting. Verktakinn skal útfæra 100% þrýstipróf þar sem suðurnar eru þaktar sápuvatni eða 100 % seguldufti (e: magnetic particle) í samræmi við ÍST EN 1290.

Trapisulagaðar plötuafstífangar, rör og önnur holrými inni í kassasniðum með afrakavörn sem skal tæringarverja þarf ekki að þrýstiprófa.

8.10.2 Yfirbygging

8.10.2.1 Plötupykkir

Mestu leyfilegu plötupykkir sem háðar eru stáltegund og lægsta hitastigi. Sjá 8.3.2. Minnstu plötupykkir eru samkv. eftirfarandi.:

- þykkt flangaplatna með ásoðnum skúfboltum á ekki að vera minni en 20 mm
- þykktir kroppplatna eiga ekki að vera minni en 10 mm
- plötupykkir kassaveggja og kassabotns á ekki að vera minni en 8 mm

8.10.2.2 Þverstífuð/krossstífuð plata

Ef þverstífuð / krossstífuð stálplata er notuð í akbrautinni (e: ortotropic plate) skal velja plötubýkkt og stífur skv. ÍST EN 1993-2:2006, Viðauka C.

Útfærsla þverstífaðra / krossstífaðra stálbrúagólfa skal vera skv. ÍST EN 1993-2:2006, Viðauka C.

8.10.2.3 Plötubýkktir með togspennur hornrétt á plötufötinn

Skilgreina skal kröfur til bættra færslueiginleika hornrétt á yfirborð platna með togspennur hornrétt á plötuplanið. Sjá töflu 8.3 og ÍST EN 1993-2:2006, gr. 3.2.4.

8.10.2.4 Fösun platna

Þar sem þykktarbreytingar eru í stálplötum, flöngum eða kroppum skal þynna þykkari hlutann niður með hámarkshallanum 1:5. Við breiddarbreytingar flanga skal mjókka breiðari hlutann niður í hlutfallinu 1:10.

8.10.2.5 Þrýstiflutningur umsnertiflöt milli stálhluta

Þar sem yfirfærsla þrýstikrafts er ráðgerð um snertiflöt milli stálhluta skal gera grein fyrir því á teikningu. Vinna skal báða snertifletina það nákvæmlega að því sem næst fullkomið sæti fáiast. Þar sem annað er ekki tekið fram er krafa um réttleika $t = 0,2$ mm skv. ÍST EN ISO 1420.

8.10.2.6 Skúfflutninugr í samverkandi burðarkerfi

Ekki skal nota skúftengingu milli steypu og stáls í aðeins hluta af samfelldu burðarkerfi mannvirkis.

8.10.3 Vegrið/Handrið

Festingar vegriðs / handriðs á stálgólf skulu útfærðar samkvæmt Handbók Norsku Vegagerðarinnar; V161 Brurekkverk, punkt 5.4, eða öðrum leiðbeiningum sem Vegagerðin samþykkir.

8.10.4 Suðuskeyti

8.10.4.1 Eftirlitsflokkar

Eftirliti er skipt í þrjá flokka háð gerð burðarvirkis / verkferli:

Eftirlitsflokkur 1: Lítið eftirlit

Eftirlitsflokkur 2: Meðal eftirlit

Eftirlitsflokkur 3: Umfangsmikið eftirlit

Sé annað ekki tekið fram skulu eftirlitsflokkar suðuskeyta vera samkvæmt eftirfarandi töflu:

Eftirlitsflokkar suða			
Byggingarhlutar / vinnuaðferð ¹⁾	Eftirlitsflokkar		
	1	2 ²⁾	3
Soðin skeyti			
Plötubiti, endasuða			x
Plötubiti, kílsuða / stúfsuða að hluta til		x	
Plötubiti, annað		x	
Valsaður stálbiti, stúfsuða			x
Valsaður stákbíti / stúfsuða að hluta til		x	
Valsaður stálbiti, annað		x	
Þverstíffingar/ vindgrind		x	
Stálgólf, stúfsuður þvert í afstífaðri plötu brúargólfs			x
Stálgólf, T-samskeyti í þverbita			x
Stálkassi, aðrir þverbitar, hliðar og botnplötur		x	
Stálkassi, annað		x	
Sperra, stúfsuða í stöngum og þverbitum			x
Sperra, afstíffingar, vindgrind		x	
Sperra, annað		x	
Hengibrú, kapalspennur, og neðri stagfestingar			x
Stagbrú, stagfestingar			x
Sperra úr holum stálhlutum, stangir, stúfsuða			x
Sperra úr holum stálhlutum, samskeyti			x
Sperra úr holum stálhlutum, annað		x	
Skúfboltar		x	
Handrið og aðrar ekki berandi einingar ³⁾	x		
Aðrar suður		x	

¹⁾ Byggingarhlutar eða vinnuaðferðir sem eru ekki taldar upp í töflunni skulu tilgreindar í sérverklýsingu

²⁾ Ef þreytuáraun er ráðandi þá skal nota eftirlitsflokk 3 í stað eftirlitsflokks 2 og skal þess þá getið í sérverklýsingu.

³⁾ Soðin samskeyti í burðarhlutum skulu vera í sama eftirlitsflokki og burðarhluturinn

Tafla 8.11

Verktakinn tekur að sér að framkvæma allt innra eftirlit við verkið og stjórna því með reyndum suðumanni með réttindi (e: experienced professional welder). Fyrir allar suður í Eftirlitsflokki 2 og Eftirlitsflokki 3 eða í þeim tilfellum þar sem sérstakt samkomulag er um þá skal verktakinn halda skrá yfir alla suðuvinnu. Skráin skal innihalda eftirfarandi upplýsingar:

- Staðetning suðu (í mannvirkinu)
- Nafn suðumanns
- Dagsetning/tími suðunnar
- Suðuferill sem notaður er
- Breytistærðir sem háðar eru suðuferlinum, svo sem mæling á rótarmáli, hitastigi, plötupykkni eða aðrir breytileikar sem sérstakt samkomulag er um.

Verktakinn skal hafa samfellt efirlit með suðuvinnunni með sjónskoðun skoðun með röntgen og/eða hljóðbylgju og segulagnaprófunum eða sambærilegum prófunum til að kanna hvort um er að ræða sprungur, holur, bindigalla, innilokað slagg, kantsár, rótargalla o.p.h. Umfang prófana ræðst af eftirlitsflokki og skal vera í samræmi við töflu 8.12.

Fyrir suður þar sem umfang prófana er minna en 100% skulu prófanir gerðar þar sem líkur á göllum eru mestar.

Eftirlits-flokkur	Gerð samsetningar	Sjónskoðun	Röntgen-skoðun ^{7) 8)}	Hljóðbylgjupróf ^{4) 8) 10)}	Segulagna-prófun
1	Allar samsetningar	100%			Stikkprufa ^{5) 6)}
2	Stúfsuða	100%	5 % ^{1) 2)}	20 % ³⁾	20 %
	T-samsetning, full gegnumsuða	100%		20 %	20 %
	Kverksuða / að hluta til stúfsuða	100%			20 %
3	Stúfsuða	100%	10 % ^{1) 2)}	100 % ³⁾	100 %
	T-samsetning, full gegnumsuða	100%		100 % ⁹⁾	100 %
	Kverksuða / að hluta til stúfsuða	100%			100 %

- 1) Ein mynd allstaðar á mótum langsuðu og þversuðu.
- 2) Mynd af upphafi og enda suðu á ummáli röra. Ef upphafs- og endapunktur er ekki þekktur skal mynda allt ummálið.
- 3) Ef vafi leikur á niðurstöðu hljóðbylgjuprófs skala beita röntgenskoðun.
- 4) Gildir fyrir plötupykkir $t \geq 10$ mm
- 5) Stikkprufur að lágmarki 5%
- 6) 20% af suðum að utanverðu sem gerðar eru til varanlegra lokunar á þéttu rými skal prófa með segulagnaprófun.
- 7) Þegar efnispykkir eru stærri en 40 mm skal beita hljóðbylgjuprófi í stað röntgenskoðunar.
- 8) Við 20% af suðum sem gerðar eru vegna uppsetningar skal nota röntgenskoðun ásamt hljóðbylgjuprófi fyrir 100% af suðunum.
- 9) Aðskilnaðarpróf (e: lamination test) skal gera á 75 mm breiðu svæði beggja vegna miðlínu suðunnar.
- 10) Gildir fyrir stúfsuður. Röntgenskoðun skal gera í stað hljóðbylgjuprófs fyrir efnispykkir $t \leq 10$ mm.

Tafla 8.12 Umfang suðueftirlits

Trapizustálhlutar í brúargólfi.

Sé annað ekki tekið fram í sérverklýsingu skal skoða suðu á trapizustálhlutum í brúargólfi á framleiðslustigi. Framleiðsluskoðun skal gerð meðan á framleiðslu stendur og í beinu samhengi við stálvirkið sem er til skoðunar án þess að framleiðslan sé stöðvuð eða suðubreytistærðum (e: welding parameters) sé breytt. Fjöldi framleiðsluprófana er að jafnaði tilgreindur í sérverklýsingu. Sé ekki annars getið skal gera eina framleiðsluprófun fyrir hverja 100 trapizuhluta við upphaf framleiðslunnar. Þegar framleiðslan hefur náð fullnægjandi gæðum má fækka prófunum niður í eitt próf pr. 200 einingar. Minnkun umfangs prófana getur aðeins orðið eftir að beiðni þar um hefur verið lögð fyrir Verkkaupa. Beiðnin skal innihalda yfirlit yfir niðurstöður prófana. Suðubreytistærðir skulu skráðar og höggpolsprófanir og „macro-slípun“ skulu gerðar samkvæmt ÍST EN ISO 15614-1. Allar mikilvægar málsetningar skulu skoðaðar svo sem op í suðurót (ófullkomin gegnumbræðsla), virkt þversnið suðu og tenging suðu við grunnefnið. Prufustykkið skal beygt þannig að hægt sé að skoða suðurótina.

Sívalir og holir stálhlutir (hollow sections).

Sívalir og holir stálhlutir sem notaðir eru í burðarvirki og eru af þeirri stærð að það er ekki hægt að yfirborðsmeðhöndla þá á innri hlið skulu vera loftþéttir. Slíkir stálhlutir skulu vera þrýstiprófaðir og þola a.m.k. 50 kPa yfirþrýsting. Verktakinn skal þrýstiprófa 100% þessara hluta þar sem sápa er borin á suðurnar eða prófa 100 % suðanna með segulagnaprófi. Slíkar þrýstiprófanir eru ekki nauðsynlegar þar sem um er að ræða innri afstífangar í lokuðu kassapversniði með afrakabúnaði og þar sem afvötnun er tryggð í lægstu punktum (venjulega við undirstöður).

Verkkaupinn mun taka stikkprufur.

Eftirlitsskýrsla – skráning

Allar skaðlausar prófanir skulu skráðar þannig að svæði þau sem skoðuð eru séu rekjanleg og þannig að hægt sé að endurtaka prófanirnar. Skráningin skal skilgreina og staðsetja suðugalla og sýna hvort þeir eru innan eða utan viðmiðunarmarka. Suðugallar skulu sýndir á myndum sem sýna staðsetningu bæði í langstefnu suðunnar og í þversniði.

Fyrir hljóðbylgjuþrófun skal skrá allt endurkast sem fer yfir 50% af viðmiðunarstærð fyrir Flokk 2 og 20% fyrir Flokk 3. Skýrslan skal innihalda staðsetningu suðugallans, stærð endurkasts, lengd, dýpi undir yfirborði og gerð suðugallans. Sé ekki hægt að greina gerð suðugallans með vissu skal skrá líklegasta galla.

Útfærsla (Framkvæmd) prófana

Skaðlausar prófanir skal gera samvæmt tímaramma sem gefinn er upp í töflu 23 í ÍST EN 1090-2 + A1. Almennar kröfur um skaðlausar prófanir á suðum eru gefnar í ÍST EN ISO 17635.

Röntgenskoðun skal gera samkvæmt ÍST EN ISO 17636-1 eða -2.

Hljóðbylgjuþrófun á suðum í plötum skal gera samkvæmt ÍST EN ISO 17640

Segulagnaprófun skal gera í samræmi við ÍST EN ISO 17638. Nota skal „AC yoke“. Ef „prods“ aðferð með beinni straumleiðni (e: direct current throughput) er notuð skal hafa sérstaka aðgát á hitun prófunarflatartins. Nota skal blýhúðuð eða mjúk rafskaut (e: soft electrodes). Nota skal ljósan „contrast“ lit (hvítur „contrast“ vökvi).

Allir verkferlar fyrir skaðlausar prófanir skulu lagðir fyrir Verkkaupann til samþykkis.

8.10.4.2 Framsetning suða á teikningum

Á teikningum skal setja suður fram skv. prEN ISO 2553rev (ÍST EN 22553:1994). Skilgreina skal hvernig vinna á suðurnar þar sem það á við.

8.10.4.3 a-mál kverksuða

Minnsta a - mál kverksuða sem flytja kraft skal vera 4 mm í plötupykkjum $t \leq 25$ mm en 5 mm í þykkari plötum.

8.10.4.4 Keðjusuður

Ekki er leyft að nota keðjusuður (ósamfelldar suður) sem berandi suður í tilbúnu brúaburðarvirki.

Nota má nota keðjusuður á byggingastigi að því gefnu að þær hafi ekki óheppilegar afleiðingar m.t.t. tæringar og viðhalds tilbúinnar brúar.

8.10.4.5 Suður yfir legum og lyftipunktum

Suður yfir legum og lyftipunktum milli kropps og botnplötu / neðri flanga skulu vera gegnumbrenndar stúfsuður. Sama á við um yfir legum og lyftipunktum við þverstyrkingar og endapverbita.

8.10.5 Boltaskeyti

Öll boltaskeyti burðarvirkja skulu vera skv. ÍST EN 1090-2:2008, kafla 8.

Velja skal lengdir bolta skv. kröfunum í ÍST EN 1090-2:2008, gr. 8.2.2.

Skrúfuð samskeyti			
Viðnámssamskeyti í aðalburðarvirkjum ⁴⁾			✘
Viðnámssamskeyti í aukaburðarvirkjum ⁵⁾		✘	
Öll önnur boltuð samskeyti ⁶⁾	✘		
Tæringarvörn			
Svæði sem erfitt er að komast að			✘
Önnur svæði		✘	

Tafla 8.13

⁴⁾ Aðalbitar í I-bitu brúm, hlutar í burðarsperrum

⁵⁾ T.d. þverstíffingar og aðrar aukaafstíffingar.

⁶⁾ T.d. syllur, stigar, gönguleiðir o.s.frv.



9 Trévirki

9.1 Almennt

Í þessum hluta eru sett fram fyrirmæli um efnisval, hönnun og útfærslu burðarvirkja úr timbri.

9.2 Grundvöllur hönnunar

9.2.1 Grundvöllur

Burðarvirki úr timbri skulu hönnuð í samræmi við ÍST EN 1995-1-1 og ÍST EN 1995-2.

9.2.2 Veðurfarsflokkar.

Brýr úr timbri reiknast almennt í veðurfarsflokki 3 samkvæmt ÍST EN 1995-1-1. Burðareiningar sem eru varðar rakaáhrifum reiknast í veðurfarsflokki 2.

Dæmi um burðareiningar sem varðar eru rakaáhrifum eru:

- þverspennt gólf undir yfirlagi með fullri rakavörn (yfirlagflokkur A3-4 samkv. gr. 12.2.1)
- bogar bitar og stafir sem eru ekki gegndreyptir með kreosóti en með með vörn sem er útfærð samkvæmt gr. 9.4.3.2
- bogar bitar og stafir sem eru gegndreyptir með kreosóti en með með vörn sem er útfærð samkvæmt gr. 9.4.3.3

9.2.3 Rúmþyngd timburs

Rúmþyngd timburs er háð trégerð, styrkleikaflokki, gegndreypingu og rakastigi timbursins. Rúmþyngd breytist einnig með tímanum eftir rakastigi timbursins.

Stærstu og minnstu gildi rúmþyngdar timburs eru lögð til grunvallar hönnunarútreikninga allt eftir því sem er ákvarðandi. Meðalgildi rúmþyngdar við 12% viðarraka γ_{mean} er gefin í ÍST EN 1991-1-1 fyrir alla venjulega styrkleikaflokka. Til þess að ákvarða stærstu og minnstu kennigildi er γ_{mean} margfaldað með leiðréttingarstuðli i samkvæm töflu 9.1. Gildin í töflunni gilda fyrir greni og furu af norrænum uppruna.

Vörn	Gerð trévirkis	Leiðréttingarstuðull γ_{mean} gefinn í ÍST EN 1991-1-1	
		γ_{mean}	γ_{mean}
Undir þaki, þverspennt góf með rakavörn, bitar og bogar með regnvörn	Óflokkað sagað timbur	0,80	1,2
	Límtré	0,85	1,15
Án varnar	Óflokkað sagað timbur	0,80	1,30
	Límtré	0,85	1,30
Viðbót fyrir kreosótgegndreypingu flokkur A Fyrir fleiri en 2 samlímdar timbureiningar má sleppa viðbótinni.		0,5 kN/m ³	0,8 kN/m ³

Tafla 9.1 – Stuðull til útreiknings á stærstu og minnstu kennigildum rúmþyngdar timburs



9.2.4 Áhrif hita, þrútnunar og skriðs

Eftirfarandi eru leiðbeinandi gildi fyrir áhrif hita, þrútnunar og skriðs sem gilda fyrir greni og furu af norrænum uppruna.

Setja má hitapanstuðul fyrir norrænt greni og furu sem:

- í trefjastefnuna: 0,005 mm/(m°C)
- þvert á trefjastefnuna: 0,04 mm/(m°C)

Gera má ráð fyrir að breytingar í hitastigi burðarvirkisins séu jafnar hæsta og lágsta dagsmeðalhita á brúarstæðinu.

	Málbreyting í % vegna % breytingar rakainnihalds	
	Útmörk	Meðalgildi
Í trefjastefnu		0,01
Þvert á trefjastefnu		
-geisl Stefna	0,04 – 0,25	0,15
-snertil Stefna	0,15 – 0,45	0,28

Tafla 9.2 – Málbreytingar vegna rakabreytinga í timbri

Á við um norrænt greni og furu með rakahlutfall að 28%

9.3 Efni

9.3.1 Timburbitar og límtré

Timburbitar skulu að lágmarki vera með vottaðan styrkleikaflokk C18 samkv. ÍST EN 338. Límtré skal að lágmarki vera með vottaðan styrkleikaflokk samkvæmt ÍST EN 14080 eða vera CE merkt með styrkleikaflokk CE L40,

Þegar notað er umbreytt timbur skal leggja fram skýrslu um efnisstuðla timbursins.

9.3.2 Festingar

Ekki skal nota nagla og naglaplötur sem festingar í berandi brúahlutum né innlímda bolta í burðavirkjum sem eru í veðurfarsflokki 3 (langvarandi raki).

Festingar úr stáli skulu uppfylla kröfur ÍST EN 14592 fyrir skrúfur, stífteina (e: dowel) og bolta, skv. kröfum ÍST EN 14545 fyrir festingar eða hafa Evrópska Tækniviðurkenningu (e: European Technical Approval).

Tréskrúfur eiga a.m.k. að vera í styrkleikaflokki 4.6. Snitteinar a.m.k. í styrkleikaflokki 8.8. Stífteinar eiga að vera úr ryðfríu stáli skv. ÍST EN 10088, nr. 1.4404, 1.4418, 1.4435, 1.4436 eða sambærilegt. Stærð skífa á að vera skv. ÍST EN 1995-1-1:2004, gr. 10.4.3 (2).

Stálpötur skulu vera heitsínkhúðaðar í þykktarflokki B skv. Töflu 8.10. Boltar, rær og skífur skulu vera heitsínkhúðaðar skv. ÍST EN ISO 10684, sjá gr. 8.3.4.

Þvermál gata fyrir blindnagla á að vera ≤ 1 mm stærra að þvermáli en blindnaglinn sjálfur.

9.3.3 Innfeldar plötur

Innfeldar plötur skulu vera tæringarvarðar samkvæmt efitrfarandi valkostum:

- vera úr ryðfríu stáli númer 1.4404, 1.4418, 1.4435, 1.4436 samkvæmt ÍST EN 10088 eða sambærilegu.
- vera heitsínkhúðaðar og duftlakkaðar, sjá gr. 8.4.6.6

Þegar notaðar eru heitsínkhúðaðar og duftlakkaðar plötur skal plötum vera þannig fyrirkomid að hægt sé að taka þær úr og skifta þeim út fyrir nýjar. Sama gildir um stálhluta sem soðnir eru við innfeldar plötur.

9.3.4 Spennibúnaður

Spennibúnaðurinn skal vera vottaður skv. „European Technical Approval“ ETA. ETA vottorð fyrir spennibúnaðinn sem og hæfivottorð fyrir spennistálið, sem til þess bær viðurkennd stofnun eða fyrirtæki skal leggja fram.

0,1% kenniflotmörk spennistanga ($f_{p0,1k}$) skulu að lágmarki vera 900 MPa og hlutfallið $f_{pk} / f_{p0,1k} \geq 1,1$. Allir hlutar spennikerfisins skulu vera samrýmanlegir, t.d. vera úr sama spennikerfi og reiknaðir fyrir sama spennikraft.

Spennikerfið skal útbúið tæringarvörn í tveimur lögum sem nánar er lýst í sérlýsingu



Auk upplýsinga um framleiðanda og gerð skulu upplýsingar um eftirfarandi liggja fyrir:

- stálgerð ($f_{pk} / f_{p0,1k}$)
- spennu- / streiturit
- spennieftirgjöf (e: relaxation) fyrir 10.000 tíma
- fjaðurstuðul og þversniðsflatarmál (mm^2)
- lásatap
- teikning og lýsing á einstöku þáttum kerfisins

Festiplatan sem dreifir þrýstingnum yfir í timbrið fylgir venjulega ekki spennibúnaðnum og skal hún hönnuð í samræmi við gr. 9.6.1.2.

Til að fækka fjölda endurspennuaðgerða er ráðlagt er að nota spennistangir með 0,1 % kenniflotmörk að lágmarki 900 MPa



9.4 Ending

9.4.1 Almenn

Verja skal allt timbur gegn niðurbroti. Nota skal efnavörn eða hannaða vörn eða sambland af þessu hvoru tveggja.

Yfirborðsmeðhöndlun timburs reiknast ekki sem efnavörn.

Ógagnvarið timbur skal aðeins notað í brýr ef hægt er að halda timburrakanum undir 20%,

9.4.2 Efnavörn

9.4.2.1 Aðferðir við efnavörn

Aðferðir við efnavörn eru:

- inndreypling með vatnsuppleystu salti t.d. Cu-inndreypling
- inndreypling með olíu
- inndreypling með kreósóti
- inndreypling sem umbreytir timbrinu

Inndreyplingarefni skulu vera viðurkennd af NTR (Nordisk Trebeskyttelsesråd) áður en það er notað í brýr.

9.4.2.1 Inndreypling með kreósóti

Inndreypling með kreósóti skal gerð eftir að búið er að fullvinna timbrið.

Mælt er með því að límtré, sett saman úr einigum, sé þrýstivarið í tveimur umferðum. Þ.e. einstök borð þrýstivarin með salti fyrir límingu og heildin síðan þrýstivarin með kreósóti.

Skipuleggja skal aðgerðir til að fanga leka af brúm sem eru inndreyptar með kreósóti. Burðarvirkið skal aðlagð að því að hægt sé að bregðast við lekanum með skjótvirkum hætti verði það talið nauðsynlegt.

9.4.3 Hönnuð vörn.

9.4.3.1 Almenn

Hönnuð vörn felst fyrst og fremst í að verja burðarvirkið gegn rigningu. Tryggja þarf góða útloftun á neðri hlið þess.

Vörnin getur verið t.d. áfellur, klæðning, rimlar, þakskegg. Reikna má með að þétt brúargólf virki sem vörn fyrir undirliggjandi einingar.

Reikna má með að þakskegg, rimlar eða þ.h. gefi vörn við beinni rigningu innan beinnar línu sem myndar 30° horn við lóðlínu. Á vindasömum svæðum skal leggja mat á innfallshornið.

9.4.3.2 Byggingartæknileg vörn trévirkis án kreósóts

Efri hlið ómeðhöndlaðs trévirkis eða trévirkis með efnavörn án kreósóts skal hafa hannaða vörn óháð halla flatarins.



Fyrir hliðarfleti og neðri hlið gildir 9.4.3.1

9.4.3.3 Hönnuð vörn trévirkis sem er meðhöndlað með kreósóti

Trévirki sem er meðhöndlað með kreósóti skal hafa hannaða vörn þegar halli yfirborðsins er á milli 0° og 60° ($90^\circ =$ lóðrétt)

Fyrir hliðarfleti og neðri hlið gildir 9.4.3.1 en með 10° innfallshorni

Þegar hæðin á hlið sem er óvarin rigningu er $\geq 1,5$ m, mælt lóðrétt, skal umframflöturinn vera með hannaðri vörn. Hæðarviðmiðið gildir ekki fyrir súlur eða þ.h. með u.þ.b. lóðrétttri trefjastefnu.

9.4.3.4 Lausn með hannaðri vörn

Hönnuð vörn á að vera þannig útfærð að auðvelt sé að endurnýja hana. Útloftun á að vera bakvið eða undir vörninni þannig að raki lokist ekki inni. Koparklæðning skal gerð þannig að rigningarvatn renni ekki af henni á sínxhúðaða hluti,

Ef klæðningin er úr kopar má sleppa loftun.

Ofanvatn má ekki komast í snertingu við hliðar brúargólfsins eða festiplötur spennistanganna.

Útbúa má bríkur brúargólfsins með áfelli sem nær 30 mm út fyrir og gengur 200 mm inn undir rakavörn brúargólfsins. Áfelluna skal festa þannig að koma megi í veg fyrir útbungun vegna hitabreytinga. Samsetningum sé komið þannig fyrir og gerðar þannig að vatn komist ekki inn undir klæðninguna.

Timbur í end aflötum og við legur, liði og hnútpunkta skal búið hannaðri vörn óháð gerð inndreypingar.

9.4.3.5 Hönnuð vörn gegn umferðarúða.

Allir timburfletir á svæði 1,0 m út fyrir brík og 1,0 m upp fyrir efri brún slitlags við brík skulu varðir ef þeir verða fyrir umferðarúða.

9.4.4 Varnir spennibúnaðs

Spennibúnaður og festiplötur skulu vera með tæringarvörn samkvæmt sérverklýsingu. Tæringarvörnin skal aðlöguð notkun í þverspenntum brúargólfum í samráði við framleiðanda spennibúnaðarins.

Nota skal tvö varnarlög.

9.5 Burðarþolsgreining

9.5.1 Almenn

Ákvarðandi álagsáhrif skal ákvarða eftir viðurkenndum aðferðum byggðum á fjaðurfræðum.

9.5.2 Samsett lagskipt brúargólf úr bitum úr tré eða límtré

9.5.2.1 Almenn

Byggja skal útreikning álagsáhrifa samsettra lagskiptra brúargólfa á eftirfarandi:

- plötufraeðum með mismunandi eiginleika í hvora átt (e: orthotropic).
- útreikningur eins og fyrir krossbita
- smáhlutagreining (e: FEM-analysis) þar sem E- og G- stuðlar eru breytilegir og innbyrðis óháðir fyrir hinar tvær höfuðstefnur brúargólfsins
- einfölduð reikniaðferð samkvæmt ÍST EN 1995-2

Einfölduð reikniaðferð eins og sú sem gefnin er upp í ÍST EN 1995-2 gefur ekki vægi og skúfkrafta í þversetfni og getur þess vegna ekki verið grundvöllur útreiknings á spennikrafti. Þegar einfölduð reikniaðferð er notuð er krafa staðalsins að þrýstispenna milli laga sé að lágmarki 0,35 MPa.

Ekki skal nota einfaldaða reikniaðferð ef skekking brúargólfsins er $> 15^\circ$.

9.5.2.2 Spennikraftur í þverspenntu brúargólfi

Spenna skal spennibúnaðinn í þverspenntu brúargólfi upp í kraft P_0 :

$$P_0 = \min\{0,8 \cdot F_{pk}; 0,9 \cdot F_{p0,1k}\} \quad (9.1)$$

P_0 reiknast sem nafnstærð (100%) spennikrafts.

Leyfilegt er að yfirspenna ef hægt er að mæla kraftinn í tjakknum með innan við $\pm 5\%$ nákvæmni af endanlegum krafti.

Þetta þýðir að auka má spennikraftinn í $P_{\max} = 0,95 \cdot F_{p0,1k}$

Hönnuður velur þann minnsta leyfilega lokaspennikraft (P_{\min}) sem lagður er til grundvallar við hönnun brúargólfsins.

9.5.2.3 Stífni burðarkerfis

Í útreikningum byggðum á plötufraeðum með mismunandi eiginleika í hvora átt eru notaðir kerfiseiginleikar (e: system properties) í höfuðstefnurnar tvær sem settir eru fram í ÍST EN 1995-2:2004, gr. 5.1.1, Töflu 5.1. Fyrir $E_{0,\text{mean}}$ skal byggja á E_0 í ÍST EN 338 fyrir óflokkaðan sagaðan við og gildi í ÍST EN 1194 fyrir límtré.

Setja má vindustífnina jafna reiknuðu meðalgildi vindustífnir höfuðstefnanna tveggja.

Við útreikning byggðum á plötufraeðum með mismunandi eiginleika í hvora átt og með Poissons tölum $\nu_x = \nu_y = 0$ má nota eftirfarandi jöfnur:

Beygjustífnir í langstefnu bita:

$$D_{xx} = k_b E_x \left(\frac{h^3}{12} \right) \quad (9.2)$$

Beygjustífnir þvert á bita:

$$D_{yy} = E_y \left(\frac{h^3}{12} \right) \quad (9.3)$$

Vindustífnir:

$$D_{xy} = 2 \sqrt{k_{bS} G_x G_y} \left(\frac{h^3}{12} \right) \quad (9.4)$$

þar sem:

E_x - E - gildi bita í trefjastefnu $E_{0,mean} = E_0$ sjá hér að framan

E_y - E - gildi gólfsins þvert á trefjastefnuna $E_{90,mean} = E_{90, mean}$, skv. ÍST EN 1995-2

G_x - G - gildi gólfsins í trefjastefnuna, $G_{0,mean}$ skv. ÍST EN 1995-2

G_y - G - gildi gólfsins þvert á trefjastefnuna, $G_{90,mean}$, skv. ÍST EN 1995-2

$k_b = \frac{n}{1+n}$ endaskeytastuðull fyrir staðbundið skert þversnið byggður á reynslu

n - fjöldi endaskeyta í sama þversniði:

Gert er ráð fyrir að $n \geq 4$ og að kröfu til endaskeyta skv. ÍST EN 1995-2, gr. 6.1.2, (10) sé fullnægt

9.5.2.4 Skert stífnir vegna sprungumyndunar milli bita

Ef uppspennan er ekki nægileg til þess að koma í veg fyrir samskeyti milli bita opnast skal minnka reiknaða stífnir í þverátt bita í hlutfalli við dýpt sprungunnar.

Skertar stærðir má reikna á samkvæmt jöfnum (9.5) og (9.6)

Stífnir þvert á flekastefnuna verður þá:

$$D_{yy} = E_y \left(\frac{h_{red}^3}{12} \right) \quad (9.5)$$

Vindustífnir:

$$D_{xy} = \frac{1}{6} \sqrt{k_b G_x G_y h^3 h_{red}^3} \quad (9.6)$$

þar sem:

h_{red} - minnkuð virk þversniðshæð vegna sprungunnar

Á sprungnum svæðum minnkar þar með álagsdreifandi eiginleikar í þverátt bita og stærri hluti verður að berast í trefjastefnu bitans.

9.6 Brotmarkaástand

9.6.1 Þverspennt brúargólf (Stresslaminated deck plates)

9.6.1.1 Almennt

Hönnunarspennikraftur (P_{\min}) ætti ekki að vera stærri en 40-50% af fullum spennikrafti.

Hár spennikraftur þýðir færri spenniaðgerðir (færri einingar) en styttri tíma á milli endurspenniaðgerða.

Fjöldi spennieininga þarf því að meta á móti tímalengd milli endurspenniaðgerða.

Á svæðum sem verða fyrir staðbundnu álagi skulu langtímaeftirstöðvar spennikrafts milli bitanna aldrei vera minni en 80 kN/m,

ÍST EN 1995-2 gr. 6.1.2 (5) og (6) eiga við óheflaða trébita, 223 mm háa. Þar sem það er kraftur á lengdareiningu sem ákvarðar innri mótstöðu milli eininga en ekki spennan þá eiga kröfur staðalsins ekki við um þykkara brúargólf (hærri bita).

9.6.1.2 Festiplötur

Reikna skal þrýstinginn undir festiplötum spennistanganna fyrir öll álagstilvik sem fram eru sett í Töflu 9.3. Útreikningana skal gera með álagsstuðli 1,0 og þrýstistyrk samkvæmt ÍST EN 1995-1-1.

Uppspennustaða	Uppspennukraftur	Varanleikaflokkur
Við uppspennu	1,06 P_0	Skyndiálag
Eftir uppspennu	P_0	Skammtímaálag

Tafla 9.3 Útreikningur á þrýstingi undir festiplötu

Leggja skal virkan snertiflöt undir festiplötunni til grundvallar útreikningi á snertiprýstingi, þ.e. draga skal flatarmál gatsins sem borað hefur verið í útbitann frá flatarmáli festiplötunnar.

Festiplatan skal vera nægjanlega stíf þannig að þrýstingurinn af völdum spennikraftsins dreifist nokkurn veginn jafnt á timbrið.

9.6.1.3 Skrik milli bita

Ekki á að verða skrik milli bita, jafnvel ekki við lægsta hugsanlega hitastig í brúargólfi.

Miða skal við lágmarkshitastig með 50 ára endurkomutíma á brúarstæðinu.

Sem dæmi mun spennikrafturinn breytast um u.þ.b. 0,4% per °C þegar spennistálið sem hefur 0,1% flotmörk = 950 MPa er fullnýtt og sem auk þess spennu upp í 1MPa við uppspennu.

Þegar innbyrðis skrik á milli bita er reiknað skal álagsfléttan, ef það er raunhæft, ná til skúfkrafts í plötu frá t.d. álagi frá hjóli og láréttum skúfkrafti í fletinum sem verkar á sama tíma. Uppfylla skal eftirfarandi kröfur:

$$\sqrt{\left(\frac{v_V}{\mu_{0,d}}\right)^2 + \left(\frac{v_H}{\mu_{90,d}}\right)^2} \leq \rho_{\min} \quad (9.7)$$

þar sem:

- v_V - lóðréttur skúfkraftur (kN/m) (skúfkraftur í plötu) reiknaður jafndreifður yfir bitahæðina
- v_H - láréttur skúfkraftur (kN/m) (skúfkraftur í fletinum) með parabólska dreifingu yfir plötubreiddina
- $\mu_{90,d}$ - ákvarðandi viðnámstuðull hornrétt á trefjastefnuna
- $\mu_{0,d}$ - ákvarðandi viðnámstuðull samsíða trefjastefnunni
- ρ_{\min} - minnsti uppspennukraftur (að teknu tilliti til allra tapa) (kN / m)

Reikna má láréttan skúfkraft v_H jafndreifðan yfir hæð, $0,9 \times$ plötupykktina að því gefnu að viðeigandi vægipól sé nægjanlegt og það skoðað í notmarkaástandi hvort skrik verði nokkuð á milli eininganna af völdum parabólskrar dreifingar skúfkraftsins.

Í Töflu 9.4 eru sett fram þau gildi ákvarðandi viðnámstuðulinn μ_d , sem mælt er með.

Gildin eru niðurstaða sænskra og norskra rannsókna og hærri en það sem fram er sett í ÍST EN 1995-2:2004, töflu 6.1

Hrjúfleiði bitahæðarinnar	Hornrétt á trefjastefnuna $\mu_{90,d}$	Samsíða trefjunum $\mu_{0,d}$
Óheflað á móti óhefluðu	0,40	0,30
Heflað á móti hefluðu	0,30	0,25
Óheflað á móti hefluðu	0,40	0,30

Tafla 9.4 Ákvarðandi viðnámsstuðlar

Reikna skal þykktarheflað timbur eins og það sé heflað á móti hefluðu þar sem bitarnir eru oftast heflaðar á báðum hliðum. Sama á við um bita úr límtré.

9.6.1.4 Rifur milli bita

Rifa milli bita vegna sveigju þvert á einingarnar er ásættanleg í brotmkastöðu svo framarlega að tillit sé tekið stífniskerðingar við útreikning álagsdreifingar frá hjólaálagi. Sjá að öðru leyti gr. 9.5.2.3.

9.6.2 Virkni endaskeyta í hönnun

Í útreikningi á burðargetu og spennum skal taka tillit til skertrar virkrar þversniðsbreiddar í sniðum með endaskeytum.

Þetta má gera með því annað hvort að minnka þversniðseiginleikana (t.d. I_x) með því að margfalda þá með stuðlinum k_b eða með því að auka útreiknaða spennu með því að margfalda hana með stuðlinum $1/k_b$. Stuðullinn er skilgreindur í gr. 9.5.2.3.

9.6.3 Staðbundið álag

Burðarþol bita og boga sem verða fyrir staðbundnu álagi vegna hengistanga skal reikna samkv. ÍST EN 1995-1-1:2004 + A1:2008, gr. 6.6.3.



9.6.4 Preytumarkaástand

Skoða skal timburburðarvirki m.t.t. þreytu skv. ÍST EN 1995-2 gr. 6.2.

Í hnútpunktum með innfelldum plötum og stífteinum og þar sem einn eða fleiri kraftanna í sniðinu skiptir um stefnu ($R < 0$.) skal tryggja að stífteinarnir dragist ekki út.

9.7 Notmarkaástand

9.7.1 Takmörkun togstreytu

Í efri brún þverspennta brúargólfa með malbiksslitlagi skal takmarka togstreitu í efri brún malbiks yfir þverbita við 1,2 ‰ m.t.t. sprungna í yfirborðslaginu. Reikna skal með ψ - stuðli skv. ÍST EN 1990:2002, Tafla A.6, álagstilvik; algengt (e: frequent).

9.7.2 Rifur milli bita

Sýna skal fram á að vægi þvert á bitana valdi ekki sprungumyndun í samskeytum milli bitanna. Útreikningurinn skal gerður í notmarkaástandi með algengu álagstilviki.

9.8 Framleiðslu- og hönnunarreglur

9.8.1 Lagskipt brúargólf

Lagskipt brúargólf er byggt úr samföstum bitum úr timbri eða límtré. Bitarnir eru festir saman með spennibúnaði, lími eða skrúfum.

9.8.2 Þverspennt brúargólf

9.8.2.1 Útfærsla

Gott aðgengi skal vera að öllum festiplötum. Vörn á utánaliggjandi hluta spennibúnaðarins skal vera gerð þannig að hægt sé að fylgjast með spennikraftinum og hugsanlega endurspenna, ef þarf, á öruggan og skilvirkan hátt.

Tryggja skal að festiplöturnar falli ekki niður við ófyrirséð brot þegar brúin liggur yfir veg eða annað svæði sem umferð er um. Tryggja skal að ef spennistangir eru notaðar að þær skjótist ekki út ef um ófyrirséð brot er að ræða.

Fjarlægð frá gati fyrir spennistöng að enda bita skal vera að lágmarki 150 mm.

9.8.2.2 Uppspenna

Brúargólfið skal spenna upp skv. gr. 9.5.2.2.

Minnsti leyfilegi spennikraftur skal vera gefinn upp á uppdrætti, sjá 1.4.5.7.

Útreikningur á minnsta leyfilega spennikrafti skal gerður á forsendum lágsta hitastigs á brúastæðinu eða -30 °C.

Áður en að uppspennu kemur skal gera skriflega lýsingu fyrir verkkaupa á því hvernig staðið verður að uppspennunni. Að lágmarki skal koma fram lýsing á búnaði sem nota skal, uppspennuröð, hvernig það er tryggt að í stöngunum verði ætlaður kraftur og hvernig gengið er úr skugga um að svo sé.

Skoða skal hvort spennikraftar séu eins og til er ætlast með því að lesa af til þess ætluðum mælum (þrýstimælum eða kraftmælum). Meðan á uppspennu stendur skal að lágmarki færa til bókar hvenær var spennt, aflestur af spennumælum við tékkmælingu ásamt lofthita. Það á einnig við um hugsanlega endurspennu. Ef þrýstimælar (e: manometer) eru notaðir skal bókfæra stimpilflatarmál og innra viðnám mælisins.

Meðan á uppspennu stendur virka einingarnar gagnkvæmt hver á aðra. Það er því nauðsynlegt að spenna upp í nokkrum umferðum til þess að tryggja að hver stöng fá þann kraft sem henni var ætlaður. Þetta er gert þegar ljóst er að svæðið sem skal skoða er ekki lengur undir áhrifum að þeirri spennivinnu, sem enn er í gangi.

9.8.2.3 Festur

Festur milli þverspennts brúargólfs og þverbíta skulu útfærðar þannig að ekki myndist þvingun við uppspennu, endurspennu eða langrtímaformbreytingar.

Sambærilegt gildir um festur fyrir áfellur, vegrið og/eða handrið.

9.8.2.4 Vegrið/handrið

Eftirfarandi gildir um festur fyrir árekstrarpolið vegrið:

- festing vegriðsins má ekki hafa áhrif á spennuástand brúargólfsins
- eftir ákeyrslu verður að vera hægt að endurnýja festingarnar
- togfesting í úthlið brúargólfsins skal ná a.m.k. 1,5 m inn í gólfið
- þykkt brúargólfsins skal vera a.m.k. 350 mm

Handlistar og aðrar einingar sem snúa að gang- eða hjólabraut skulu ekki vera inndreyptar með kreósóti.

9.8.2.5 Niðurföll og afvötnun

Endaskeytum bita í þverspenntu brúargólfi skal haga þannig að þau séu miðjuð við áætlaða staðsetningu niðurfalla. Bitabreiddin skal aðlöguð stærð niðurfallsins. Ef stærð niðurfallsins er > en 1,5 x bitabreiddin þarf að styrkja svæðið staðbundið.

Þetta er hægt að gera t.d. með því að auka breidd bitans á svæðinu við niðurfallið.

Til að ná góðri þéttingu milli niðurfalls og timburs má útfæra niðurfallsrörið með að lágmarki 100 mm breiðum flanga þannig að hægt sé að fella rakavörnina að sléttri efri brún brúargólfs.

Vísað er einnig til 12.6.3

9.8.3 Ásetur brúargólfs

Breidd á snertifleti milli brúargólfs og ásetu skal takamarka við það sem er reikningslega nauðsynlegt. Ásetan skal útfærð þannig að raki komist ekki að snertifleti timburgólfsins.

Hækka má upp snertiflötinn milli timburs og ásetu þannig að vatn sem berst inn í ásetuna komist ekki í snertingu við timbrið.

Ef ráðgert er að timburgólfið sitji á heitsínkhúðuðu stáli þá þarf að mála stálið með að lágmarki 100 µm þykkri epoxímálningu.

9.8.4 Samskeyti með innfelldum stálplötum

Raufar fyrir innfelldar stálplötur skulu vera afvatnaðar.



Með það að markmiði að draga úr þvingun vegna hita og rakabreytinga er mælt með að innbyrðis fjarlægð milli innfelldra stálplatna og/eða festiplatna þvert á trefjastefnu sé ≤ 1000 mm.

9.8.5 Eldingarvari

Þörf fyrir eldingarvara skal metin í hverju einstaka tilfalli.

Stöplar og súlur skulu útbúnar með hæfilega öflugri jarðtengingu ef til þess kemur síðar að þörf sé á jarðtengingu.

Að öðru leiti er vísað til 12.7.2.

10 Önnur efni í burðarvirkjum

10.1 Áburðarvirki

Ganga skal frá skriflegum forsendum fyrir hvert verkefni með Vegagerðinni áður en byrjað er á hönnuninni. Að öðru leyti er vísað á gr. 1.3.5.8.

10.2 Hlaðin virki úr steinum eða múrblökkum

Styðjast má við handbók Norsku Vegagerðarinnar; V220 Geoteknik i vegbygg.

10.3 Mannvirki úr gerviefnum

Ganga skal frá skriflegum forsendum fyrir hvert verkefni úr gerviefnum t.d.plastefnum með Vegagerðinni áður en byrjað er á hönnuninni.

Um notkun á þöndum fjölliðum (EPS) eða dregnum fjölliðum (XPS) má styðjast við handbók Norsku Vegagerarinnar; Håndbok V221, Grunnforskning, fyllinger og skráningar sem og Håndbok N200 Vegbygg.

Reglur um hönnun brúa

- 10 Önnur efni í burðarvirkjum
- 10.1 Áburðarvirki
- 10.2 Hleðsluvirki úr steinum eða múrblokkum
- 10.3 Mannvirki úr gerviefnum



11 Grundun

11.1 Almennt

11.1.1 Inngangur

Í kafla þessum eru sett fram fyrirmæli m.t.t. hönnunar og útfærslu burðarvirkja í grunni svo sem undirstaða, landstöpla og festibúnaðar. Burðarvirki af þessu tagi eiga einnig, háð því efni sem notað er í burðarvirkið, að uppfylla fyrirmæli skv. köflum 7 – 10.

Hönnuður skal meta að hve miklu leiti grundunarlausnir eigi við að teknu tilliti til grundunaraðstæðna, stöðugleika og áhrif á aðstæður á byggingarstað

11.1.2 Frosttrygging

Öll grundun og fylling að undirstöðum eða öðrum burðarvirkjum á að vera unnin með ófrostnæmum steinefnum og framkvæmd í samræmi við það. Hönnun skal miða við frostsamtölu sem svarar til 100 ára endurkomutíma, sjá skilgreiningu á frostsamtölu í gr. 5.4.7.2 hér að framan.

11.1.3 Rof og rofvarnir

Meta skal hættu á rofi og koma fyrir viðeigandi rofvörnum. Þegar grundað er við á eða vatn skal skoðað hvort til álita komi að grunda á staurum til þess að komast hjá óæskilegu rof. Sé ekki annað ákveðið skal byggja hönnunina á 100 ára endurkomutíma flóða og ölduhæðar, sjá gr. 4.2.4. Einnig skal taka mið af hugsanlegum landhæðarbreytingum.

Við hönnun á rofvörnum við vegi og brýr vegna öldu- og straumálags má m.a. styðjast við eftirfarandi handbækur ef ekki liggja fyrir önnur fyrirmæli:

Håndbok V221 Grunnforsterkning, fylling og skráningar (Statens Vegvesen Norge) Sjá sérstaklega kafla 3.3; Sikkring av skráningar mot vann.

Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein (Norges vassdrags- og energidirektorat, NTNU, www.nve.no).

Vassdragshåndboka - Håndbok i vassdragsteknikk (NVE Tapir forlag 2012).

Þegar grundað er á staurum má koma fyrir rofvörn sem hönnuð er m.t.t. 100 ára endurkomutíma flóða / strauma. Mat á endurkomutíma við grundun á staurum ræðst af mati á öllum aðstæðum, þ.á.m. stauragerð og tilheyrandi stífleika.

Hönnuður skal gera sér sérstakt far um að kynna sér vel allar aðstæður um hegðun vatnsfallsins og reynslu af áður byggðum rofvörnum miðað við sambærilega staðhætti.

11.1.4 Afvötnun, fylling og rofvörn

Styðjast má við leiðbeiningar varðandi uppbyggingu, þjöppun og afvötnun fyllinga við ræsi, stoðveggi og landstöpla í handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok N200, Vegbygging*, kafla 2.

Einnig má styðjast við Brudeteljer á heimasíðu norsku Vegagerðarinnar: <http://www.vegvesen.no/Fag/Teknologi/Bruer>.

Styðjast má við handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok N200, Vegbygging, kafla 5*, varðandi uppbyggingu síumannvirkja.

11.1.5 Ákvarðandi álagsáhrif

Ákvarðandi álag og álagsáhrif skulu vera skv. ÍST EN 1990. Ákvarðandi álagsáhrif skulu innifela áhrif lárétts álags og áhrif álags sem hengir sig á mannvirkið.

Álag frá jarðvegi sem hengir sig á mannvirkið er varanlegt álag með álagsfaktor 1,0 í öllum markstöðum en skal aðeins taka með þar sem það hefur óhagstæð áhrif.

Eiginþyngd stauraundirstöðu skal reikna sem álag á staura að teknu tilliti til uppdriftar.

11.1.6 Burðarþol

Burðarþol undirstöðunnar skal ákvarðað samkvæmt grein 11.2 – 11.4

11.1.7 Sig

Þegar grundað er á fyllingum skal reikna sig skv. viðurkenndum aðferðum, t.d. þeim sem settar eru fram í viðhengi F og H í *ÍST EN 1997-1:2004*

Til hliðsjónar má hafa handbók Norsku Vegagerðarinnar; Håndbok V220, Geoteknik i vegbygging.

Álag vegna sigs skal reikna í notmarkaástandi, líta á það sem færsluálag og reikna stærðina skv. ÍST EN 1990, fléttað skv. töflu 2.6., álagstílfelli; ígildi stöðugs álags (e: quasi permanent).

Hanna skal yfirbyggingu brúar þannig að hún ráði a.m.k. við mismunasig sem nemur 1/1000 fjarlægðarinnar milli undirstaðanna eða allt að 50 mm í löngum höfum. Ef um stærri færslur er að ræða skal athuga valkost með undirstöður á staurum.

Meta skal í hverju tilviki hvort sig eða mismunastig í staurabyrpingu er álagstílfelli sem athuga þarf sérstaklega.

Þegar gundað er á staurum í lausum jarðefnum skal metið hvort unnt er að búa í haginn fyrir að lyfta yfirbyggingunni síðar.

Eigi strengir og / eða leiðslur að fara um yfirbygginguna, sjá gr. 12.7, skal leysa og hanna yfirganginn milli brúar og vegfyllingar þannig að sig og nauðsynleg lyfting hafi ekki skaðleg áhrif á íhlutina.



11.1.8 Viðbótar greiningar á burðar- og sigeiginleikum jarðvegsins

Þegar til stendur að grunda stór burðarvirki (t.d. meginundirstöður hengibrúa, skástagabrúa og frítt frambyggðra brúa) á fyllingum skal framkvæma viðbótar (framsæknar) greiningar með þar til ætluðum forritum (t.d. smábitaforritum) með það að markmiði að ganga úr skugga um að sig- og burðareiginleikar fyllingarinnar liggi ljósir fyrir. Þannig greiningar skal vinna í nægjanlegu umfangi til þess að tryggja að undirstöður hegði sér eðlilega í öllum álagstilvikum, þar með talið vegna endurtekens álags.

11.2 Bein grundun

11.2.1 Almenn

Ákveða skal efnisbreytur og grunnvantsstöðu / þórúprýsting sem hluta forrannsóknna vegna hönnunarinnar.

Mat á hugsanlegri ákvarðandi burðargetu getur verið hluti forrannsóknanna, þannig að aðlaga megí rannsóknina að því sem þarf að skoða vegna grundunarlausnarinnar.

Ef mannvirkið er næmt fyrir breytilegum stífleika í langátt brúar, þegar grundað er beint á bergi, skal sprengja nokkurn veginn lárétt sæti, sjá gr. 7.9.4. Vísað er í gr. 11.6 varðandi hlutfall nauðsynlegrar burðargetu sem taka má upp með bergfestum og bergboltum.

Í beinni grundun skal til viðbótar því sem talið er upp í eftirfarandi greinum skoða öryggi gegn veltu í brotmarkaástandi eins og fram kemur í ÍST EN 1990.

11.2.2 Útreikningur hjámiðju

Í beinni grundun eiga eftirfarandi skilyrði að vera uppfyllt í neðri brún undirstöðu í notmarkaástandi skv. ÍST EN 1990 AMD 1:2005, álagstílfelli; sjaldgæft:

$$\sqrt{\left(\frac{e_x}{b_x/3}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y/3}\right)^2} \leq 1 \quad (11.1)$$

$e_x = M_{y,Ed} / (N_{Ed} + P)$ – álagshjámiðja í langstefnu brúar (eftir x – ásnum)

$e_y = M_{x,Ed} / (N_{Ed} + P)$ – álagshjámiðja í þverstefnu brúar (eftir y – ásnum)

b_x – mál undirstöðu í langstefnu brúar

b_y – mál undirstöðu í þverstefnu brúar

P – kraftur í uppspenntri miðlægt staðsettri bergfestu

$N_{Ed} + P$ – Ákvarðandi lóðrétt álag

Í undirstöðum með uppspenntum bergfestum, sem staðsettar eru með hjámiðju, eru vægin $M_{x,Ed}$ og $M_{y,Ed}$ færð sem summa ytri vægja og vægja frá uppspennu reiknuð um miðja undirstöðu.

11.2.3 Ákvarðandi grunnþrýstingur og virkur undirstöðuflötur

Ákvarðandi grunnþrýstingur á undirstöðu í brotmörkum í beinni grundun er \bar{q}_v reiknað sem:

$$\bar{q}_v = \frac{N_{Ed} + P}{4 \left(\frac{b_x}{2} - e_x \right) \left(\frac{b_y}{2} - e_y \right)} \leq \bar{\sigma}_v \quad (11.2)$$

þar sem tákni sem ekki eru í gr. 11.2.2 eru:

$\bar{\sigma}_v$ - ákvarðandi burðargeta grunnsins í brotmarkaástandi

$N_{Ed} + P$ - ákvarðandi lóðrétt álag

Í jöfnunni fyrir \bar{q}_v er gengið út frá jöfnum jarðþrýstingi yfir rétthyrndan flöt með hliðarnar jafnar annars vegar $(b_x - 2e_x)$ og hins vegar $(b_y - 2e_y)$.

Ef uppspenntar bergfestur eru staðsettar með hjámiðju má nota sömu jöfnu en færa skal vægin $M_{x,Ed}$ og $M_{y,Ed}$ í reikningana skv. skilgreiningu í gr. 11.2.2. Að öðrum kosti má reikna skv. meginlínunum settum fram í ÍST EN 1992 fyrir spennibendingu án samfelldra heftitenginga. Við útreikning burðargetu má reikna kraftinn í bergfestunum á forsendum áætlaðarar eftirgjafar í neðri brún undirstöðunnar. Taka skal tillit til aukningar ytri vægja vegna útbeygju burðarvirkisins.

11.2.4 Ákvarðandi burðargeta

Ákvarðandi burðargeta á klöpp skal vera í samræmi við ÍST EN 1997-1:2004 / NA:2010 töflu G2 þar sem sett er fram leyfilegt álag eða álag í notmörkum á klöpp þegar sérstök rannsókn fer ekki fram á henni.

Ákvarðandi burðargetu fyllinga skal reikna skv. almennt þekktum og viðurkenndum aðferðum byggðum á útreikningum eða hluta til á tilraunum, sjá ÍST EN 1997-1:2004, gr. 6.5.2, sjá reiknuð dæmi í viðhengjum D og E. Ákvarðandi burðargeta fyllinga er einnig fall af skúfkrafti („láréttum krafti“) í neðri brún undirstöðu sbr viðhengi D. Finna má dæmi til nánari skýringar t.d. í handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, kafla 6*. Sjá einnig gr. 11.1.8. varðandi viðbótar greiningar / upplýsingar.

11.2.5 Skrið á klöpp

Þegar grundað er beint á bergi er hugsanlegt skrið undirstöðu í brotmörkum skoðað skv. eftirfarandi jöfnu:

$$\sqrt{V_{x,Ed}^2 + V_{y,Ed}^2} \leq \mu (N_{Ed} + P)$$

þar sem tákn umfram það sem skýrt er í gr. 11.3.2 og 11.3.3 eru:

$V_{x,Ed}$ – ákvarðandi skúfkraftur í neðri brún undirstöðu í langstefnu brúar (eftir x-ásnum)

$V_{y,Ed}$ – ákvarðandi skúfkraftur í neðri brún undirstöðu þvert á brú (eftir y-ásnum)

μ - viðnámsstuðull milli undirstöðu / bergs

Gera skal grein fyrir þeim viðnámsstuðli sem notaður er í hverju einstöku tilviki.

Þegar steyp er beint á klöpp er má reikna með $\mu = 1,0$.

Þegar steyp er á afréttingarlag má reikna með $\mu = 0,7$

11.3 Staurar og stauraundirstöður

11.3.1 Almenn

Fyrirmælin eiga við um allar gerðir staura og stauraundirstaða. Hér á eftir er undirstaða skilgreind sem hluti burðarvirkis brúarinnar sem tekur til stöpsuls / súlu, undirstöðu og staurasamstæðu.

Viðbótarfyrirmæli fyrir frístandandi staurasamstæðu í vatni eru sett fram í gr. 11.4. Fyrirmælin skv. gr. 11.4. gilda umfram fyrirmælin skv. gr. 11.3.

11.3.2 Val stauragerðar

Stauragerð, efnisgæði og hvernig þeim er komið niður skal velja með hliðsjón af gr. 7.4.2 í ÍST EN 1997-1:2004.

Rökstyðja skal val stauragerðar en það skal í meginatriðum byggja á tæknilegum aðstæðum, þar með talið á hvað er framkvæmanlegt og raunhæft.

Stálið skal afhent CE merkt samkvæmt viðeigandi framleiðslustaðli og með framleiðsluvottorði af gerð 3.1 samkv. ÍST EN 10204. Vottorðið skal liggja fyrir í síðasta lagi einni viku áður en niðurrekstur hefst.

Kaldbeygð rör skulu hafa efnisþykkt minni en 5% af innra þvermáli rörsins.

Gæði efnis og afhending skal vera samkvæmt Töflu 11.1 sé ekki annað tekið fram í tilheyrandi ÍST EN stöðlum eða sérverklýsingu.

Upptalning eininga í töflunni hindrar ekki að nota megi aðrar gerðir eininga en þar koma fram.

Gerð einingar	Gæði efnis	Afhending samkv. staðli
Stálrörsstaurar: Spiralsoðin staurarör ϕ 406-1220 mm	S355J2H ^{1) 3)}	ÍST EN 10219
Stauraendar fyrir stálrörsstaura	S355J2+N	ÍST EN 10025-2
Stálstaurar: gegnheilil stáhlutir	S355N/ S355M	ÍST EN 10025-3 ÍST EN 10025-4
Stauraendar fyrir stálstaura	Sérverklýsing	Sérverklýsing
Stáلكjarnastaurar sem eru ekki skeyttir með suðu: ϕ 70-200 mm	S355J2+N	ÍST EN 10025-2
Stáلكjarnastaurar sem eru skeyttir með suðu og staurahausar: ϕ 70-200 mm	S355N/ S355M	ÍST EN 10025-3 ÍST EN 10025-4
Rörafóðringar (stáلكjarnastaurar) ϕ 89-324 mm	S355J2H ²⁾	ÍST EN 10219
Stáلسponspíl	S355GP	ÍST EN 10248
Endastyrkingar og festur (e: Dowels/ foot bolts) (allar gerðir staura og sponspíls)	S355J2+N	ÍST EN 10025-2

¹⁾ Efnid sem gengið er út frá eru plötur þar sem stálið er róað (N) (e: normalised) eða heitvalsað í hitastýrðum aðstæðum (M) (e: thermomechanical rolling.) samkvæmt ÍST EN 10025-3 eða ÍST EN 10025-4.

²⁾ Ef rörið er burðareining skal gera nánari kröfur í sérverklýsingu

³⁾ Gera skal prófun 5 (Test 5) (NDT of weld) samkvæmt ÍST EN 10219-1:2006 töflu 2.

Tafla 11.1 Gæði efnis og afhending

Grunnefnið og suðuvírinn skulu hafa efnasamsetningu sem hæfa hvort öðru. Suðuvírinn skal vera vottaður af viðurkenndri eftirlitsstofnun til nota fyrir viðkomandi grunnefni. Öllu suðuefni skal fylgja vottorð 3.1 samkvæmt ÍST EN 10204 þar sem uppgið er magn C, Mn, Si, P, S, Cr, Cu, V, Al og N ásamt magni annarra efna.

Nota skal suðupráð í burðarsuður sem uppfyllir eftirfarandi kröfur:

- mesta vetnisinnihald í suðunni (e: weld deposit) má vera 10 ml H₂/100g
- flotmörk suðunnar skulu vera að lágmarki 10% hærri en skilgreind lágmarksflotmörk grunnefnisins

Ekki ætti að nota prófilstál í staura ef þörf er á suðu stauraskeyta á staðnum því það leiðir til tímafrens suðueftirlits.

Ef krafa um áreitiflokk skv. ÍST EN 1992-2 leiðir til vals á staurum með stærri steypuhulu en 50 ± 10 mm skal velja aðra stauragerð.

11.3.3 Meginreglur hönnunar

11.3.3.1 Almenn

Staura og staurasamstæður skal hanna skv. viðurkenndum aðferðum og gr. 11.3 og 11.4. Styðjast má við *Peleveiledningen*, sem Norsk Geoteknisk Forening gefur út og *Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, útg. af norsku vegagerðinni*. Fyrirmæli skv. gr. 11.3 vega þyngra en t.d. *Peleveiledningen* og aðrar viðurkenndar aðferðir.

Sérfræðingur í grundun skal vinna rekstrarviðmiðin. Álag á staura og stauraendann meðan á niðurrekstri stendur getur reynst ákvarðandi við hönnun.

Þegar um langa staura er að ræða (lengd meiri en 30 m) og staurar eru reknir niður í gegnum jarðveg sem er fastur fyrir skal einnig meta og hugsanlega reikna niðurrekstrarhæfi hans. Leitast skal við að nýta efnisþykkt staura úr stáli þannig að fjaðrandi eftirgjöf röranna verði ekki meiri en 20 mm í þungum rekstri.

Staurana sem burðarhluta skal hanna skv. þeim Íslenska hönnunarstaðli sem við á.

Burðargeta þversniðsins takmarkast við ákvarðandi efnisþol margfölduðu með skerðingarstuðlinum f_a , sjá gr. 11.3.3.2.

Taka skal tillit til fjöðrunar í staurum í undirstöðum þar sem munur stauralengda er mikill eða þar sem meta þarf áhrif kikkunar

11.3.3.2 Skerðingarstuðull

Velja skal skerðingarstuðulinn f_a að undangengnu sérstöku mati aðstæðna eins og t.d. því sem sett er fram í *Peleveiledningen (2012)*, gr. 1.5.3, ásamt öðrum hugsanlegum þáttum sem skipta máli fyrir burðargetu staurisins, þar með talið óöryggi í reiknilíkani sem aðrir stuðlar ná ekki yfir. Rökstyðja skal val skerðingarstuðulsins.

Ef forsendur fyrir vali skerðingarstuðulsins breytast að loknum niðurrekstri skal endurhanna með endurmetnum skerðingarstuðli.

Venjulega leiðir þetta til lægri skerðingarstuðuls sem aftur getur leitt til aðgerða t.d. viðbótarstaura.

Fyrir frístandandi staurahópa með ísteyptum stálrörsstaurum gilda sérstakar reglur um ákvörðun á skerðingarstuðlinum, sjá 11.4.2.6.

11.3.3.3 Hliðarstuðningur frá jarðvegi

Ákveða skal breytur fyrir jarðstuðning þannig að álagsáhrifin séu á öruggu hliðinni.

Stuðning jarðvegs við staur má reikna með aðstoð tölvuforrits sem sérstaklega er þróað með það að markmiði og búa til líkan með hliðarstuðningi og áslægri fjöðrun.

Við útreikning hliðarstuðnings frá jarðvegi skal taka tillit til hugsanlegrar hættu á rofi fyllingar ásamt mögulegri hættu á skertum hliðarstuðningi vegna borunar fyrir staurunum í fyllingunni, sjá einnig gr. 11.1.3.

11.3.3.4 Tæring stálstaura (prófilstál)

Staurar úr stáli eiga að hafa fullnægjandi tæringarvörn eða vera með viðbótarefnisþykkt vegna væntanlegrar tæringar miðað við líftíma mannvirkisins þegar það á við. Um staura úr stálrörum gilda kröfur samkv. gr. 11.3.5.1.

11.3.4 Togstaurar

11.3.4.1 Almenn

Ekki er reiknað með að staur hafi jarðtæknilega burðargetu fyrir tog af völdum langtímaálags fléttuðu með hitaálagi, ásamt sveifluálagi og öðru hugsanlegu álagi, sem varir meira en klst. (álagsáhrif reiknuð við enda stauris, þ.e. að meðtöldum þunga stauris í vatni). Ef tog reiknast við enda stauris skal reikna staurasamstæðuna án hlutdeildar hans.

Þegar álagsfléttur skammtímaálaga í brotmarkaástandi valda togi í staurum skal ákveða burðargetuna skv. gr. 11.3.4.2 og 11.3.4.3. Með skammtímaálagi í þessu samhengi er átt við allar tegundir álags sem ekki er skilgreint í greininni hér á undan t.d. umferð, ákeysla og högg frá skipi o.s.frv.

Í notmarkaástandi, einkennandi álagsfléttu, á ekki vera tog í þeim hluta stauris sem stuðlar að jarðtæknilegum burði í lausfyllingu eða bergi.

Eftirfarandi almennar kröfur eiga við um togstaura í fyllingum og bergi auk krafna skv. gr. 11.3.4.2 og 11.3.4.3:

- ekki má reikna með samverkandi framlagi frá fyllingu og bergi
- tog eða þrýstingur á ekki að vera til skiptis í endurteknu álagi
- yfirfara skal og / eða reikna togburðargetu í skeytum staura
- þar sem skv. útreikningum kemur fram tog í staurasamstæðu skal endurreikna þá með alla staura virka að fullu bæði í þrýstingi og togi

Ef fyrir liggja ásættanleg gögn frá álagsprófunum má ákveða burðargetuna út frá upplýsingum úr þeim.

11.3.4.2 Togstaurar í fyllingum

Kenniburðargetu í togi skal reikna skv. viðurkenndum aðferðum eins og t.d. *Håndbok V220*, gr. 11.5.2.2. fyrir staura í sandi (viðnámsefni) og gr. 11.6.2.2 fyrir staura í leir.

Í jarðefnum milli tveggja áðurnefndra efna (siltkennd efni) á lægri kenniburðargetan við reiknuð skv. ofanskráðu.

Við ákvörðun ákvarðandi burðargetu er hlutstuðullinn margfaldaður með líkanstuðli $\gamma_{r,d} = 1,65$ í brotmarkaástandi og 1,10 í óhappamarkaástandi.

11.3.4.3 Togstaurar í bergi

Ákvarðandi burðargeta m.t.t. togs er reiknuð skv. viðurkenndum aðferðum.

Þegar hornið milli langáss staurisins og ráðgerðs bergyfirborðs er stærra en 80° má styðjast við meginreglur skýrslunnar; *Statens vegvesens internrapport 2374*. Við ákvörðun á burðargetu staurisins í togi skal nota líkanstuðulinn $\gamma_{R,d}$, sem valinn er þannig að líkanstuðullinn * hlutstuðullinn er a.m.k. jafn 3,0 í brotmarkaástandi og 2,0 í óhappamarkaástandi.

Þegar hornið milli langáss staurisins og ráðgerðs bergyfirborðs er minna en 80° verður að meta sérstaklega í hverju tilviki fyrir sig það rúmmál bergs sem virkar með.

Ef fyrir liggja dæmigerð gögn frá álagsprófunum má að undangengnu sérstöku mati ákveða burðargetuna út frá upplýsingum sem þar koma fram.

Ákvarðandi burðargeta takmarkast við sem svarar til að hámarki 4 m lengdar sem er steipt inn.

11.3.5 Stálrörsstaurar

11.3.5.1 Burðarviðbót frá stálörum

Horfa skal framhjá hlutdeild stálrörsins í mati á burðargetu staurapversniðs í notástandi með eftirfarandi undantekningum:

- ef djúpt er á neðsta hluta stálrörsins og það er í fínkorna og einsleitu efni. Á þessum hluta má þá reikna staurinn sjálfan eins og viðnámsstaur einnig þó ekki sé steipt í hann
- ef efri hluti staurisins er í fínkorna og einsleitu efni

Þegar hlutdeild frá stálörinu er reiknuð með í þoli / burðargetu í notástandi skal sýna fram á að samspil milli efnispykktar og tæringarhraða sé þannig að það sem eftir stendur verði þannig að burðargeta verði fullnægjandi yfir hönnunarlíftímann. Notkum tæringarvarnar í formi yfirborðslags er ekki leyfð.

Ekki skal reikna hlutdeild frá stálröri fyrir frían staur í vatni eða í fyllingu sem er grófkorna og / eða ekki einsleit.

Ekki skal heldur reikna með hlutdeild frá stálröri fyrir þann hluta staurisins sem er fyrir ofan lægstu grunnvatnsstöðu óháð gerð efnisins kringum rörið.



11.3.5.2 Stífleiki

Reikna skal stálrörið með í útreikningi stífleika ef aukinn stífleiki leiðir til óhagstæðari álagsáhrifa.

11.3.5.3 Járbending

Steypuhula á járnum í stálrörsstaurum á að vera eins og sett er fram í Töflu 7.3.

Sem stoðbending eru venjulega notaðir hringir innan við langjárnin.

Ákveða skal lágmarksbendingu eins og fyrir stöpla / súlur skv. ÍST EN 1992-1-1 og ÍST EN 1992-2.

Minnka má járnamagnið niður í að lágmarki 0,005 A_c í hluta viðnámsstaura í jörð með óverulegu vægi að því gefnu að það sé mögulegt vegna álagsins.



11.4 Frístandandi staurastæður úr ísteiptum stálrörastaurum í vatni

11.4.1 Almenn

Þessi grein á við um frístandandi staurasamstæður í vatni þar sem staurarnir eru útfærðir sem ísteiptir stálrörastaurar og þar sem umtalsverður hluti stauranna er ekki jarðvegsstuddur.

Styðjast má við Peleveledningen eða sambærilegar leiðbeiningar og kröfur skilgreindar sérstaklega í hverju verkefni.

11.5 Þil, rásarveggir og aðrir stoðveggir

11.5.1 Almenn

Hanna skal sponspil, rásarveggi og aðra stoðveggi samkvæmt ÍST EN 1997-1. Einnig má syðjast við *Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging*. Á uppdráttum skal koma fram hvort sponspilið er varanlegt eða til bráðabirgða. Skoða þarf hvort nauðsynlegt er að verja bakfyllinguna frosti.

Kröfur um festur eru settar fram í gr. 11.6.

Reglur fyrir þil og rásarveggi gilda einnig fyrir sambærileg mannvirki eins og þil úr boruðum steiptum staurum (e: secant piles), stálrörum, stálbitum, o.þ.h.

11.5.2 Tæring stálþilja

Stálsponspil sem eru hluti varanlegs burðarvirkis skal vera tæringarvarið á fullnægjandi hátt eða hannað m.t.t. tæringarferlis þannig að burðargetan verði fullnægjandi allan hönnunarlíftímann.

11.6 Festur

11.6.1 Almenn

Hanna skal festur í jarðvegi skv. ÍST EN 1537. Festa skal vera gerð úr a.m.k. 2 einingum ef annað er ekki ákveðið.

Við val á brothorni bergsins ψ og meðvirkandi klapparhlutdeildar má styðjast við *Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging*, kafla 10, ef nákvæmari aðferð er ekki notuð t.d. BS 8081:1989, *British Standard Code of practice for Ground anchorages*.

Þegar kaplar og stög eru notuð sem festur skal burðargeta annarra byggingahluta og þátta sem yfirfæra kraft a.m.k. vera jafnmikil.

Efni í festur:

Stál til nota í varanlegar bergfestur og bergbolta skal vera vottað með eftirlitsvottorði 3.1 samkv. ÍST EN 10204. Stálið skal vera merkt þannig að uppruni þess sé rekjanlegur.

Spennistál skal uppfylla kröfur samkv. ÍST EN ISO 15630 og vera skv. ETA („European Technical Approval“) fyrir kerfið.

Inndæligargrautur sem notaður er til festu og tæringarvarnar í festisvæðið skal uppfylla kröfur samkv. ÍST EN 447.

Ef ekki annað er tilgreint skal nota festibúnað sem hefur verið viðurkenndur til nota við sambærilegar aðstæður. Tilgreina skal ráðgerðan festibúnað í sérverklýsingu.

Þegar kaplar og stög eru notuð sem festur skulu allar aðrar burðarvirkjaeiningar og deili sem flytja kraft hafa a.m.k. jafna burðargetu og kapalinn / stagið.

Fyrirmæli varðandi hönnun á festum hengibrúar eru sett fram í gr. 13.2.6.

11.6.2 Spenntar festur í bergi eða fyllingum

11.6.2.1 Festulengd í bergi

Spenntar bergfestur má aðeins reikna með í burðargetunni ef jarðfræðingur / jarðverkfræðingur hefur rannsakað grunninn áður og samþykkt slíka festu.

Reikna skal heildar boraða lengd og festulengd í bergi skv. viðurkenndum aðferðum. Sjá t.d. meginreglur sem settar eru fram í *Hándaðok V220 Geoteknikk í vegbygging*.

11.6.2.2 Burðargeta undirstaða með festum

Við skoðun burðargetu í brotmarkaástandi skal aðeins reikna með hlutdeild frá þyngdarafli og hugsanlegum bergfestum skv. gr. 11.6.2.1. Gera skal grein fyrir ákvörðun á viðnámsstuðuli fyrir skrið steypu á bergi í hverju einstöku tilviki, mögulega ákveðnum með tilvísun í viðurkennd fræði að loknu mati reynds jarðfræðings.

Viðnámsstuðullinn fyrir skrið bergs á bergi og steypu á bergi er venjulega valinn = 1,0.

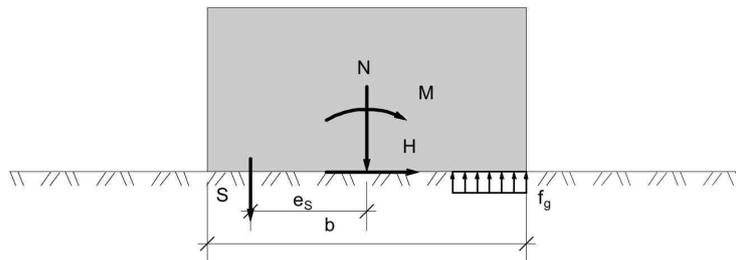
Hlutdeild p af heildarburðargetu sem leyft er að taka upp með bergfestum bæði í brot- og óhappamarkaástandi í fullbúnu mannvirki er takamörkuð við:

$$p \leq \begin{cases} 0,2 & \text{engin endurdreifing álags} \\ 0,3 & \text{endurdreifing álags er möguleg} \end{cases}$$

Á byggingastigi skal margfalda hefti nauðsynlegrar meðvirkandi klapparhlutdeildar með stuðlinum f , sem háður er hlutfallinu p , sem segir til um nauðsynlegt hlutfall bergfesta í burðargetunni.

Stuðullinn f er ákveðinn þannig:

$$f \leq \begin{cases} 1,0 & ; p \leq 0,3 \\ p/0,3 & ; 0,3 \leq p \leq 0,6 \\ 2,0 & ; p \leq 0,6 \end{cases}$$



Mynd 11.1 – Burðargeta festa

Ákvarða má nauðsynlega burðargetu bergfesta S fyrir rétthyrnda undirstöðu út frá eftirfarandi skilyrðum byggðum á einása beygju, sjá Mynd 11.1:

$$1) \text{ Ákvarðandi vegna veltu: } \frac{S}{N} \frac{(1+(2e_s)/b) N_0 - 2N - S}{N_0 - N} \leq \frac{p}{1-p} \quad 11.5$$

$$2) \text{ Ákvarðandi vegna skriðs: } \frac{S}{N} \leq \frac{p}{1-p}$$

11.6

þar sem:

$$N_0 = f_g \cdot b \cdot h$$

h - mál undirstöðunnar þvert á beygjustefnuna

f_g - ákvarðandi grunnþrýstingur í brotmarkaástandi (ekki stærri en þrýstipól steypunnar)

S - nauðsynleg burðargeta bergfestu (ekki stærri en ákvarðandi burðargeta bergfestunnar)

Önnur skilyrði, (b , e_s), sjá Mynd 11.1.

Vakin er athygli á því að skilyrðin hér að ofan byggja á hlutfallinu milli burðargetu með og án bergfesta. Raunverulegt skúf- og vægiálag gengur ekki inn í útreikningana. Skilyrðið fyrir veltu er auk þess byggt á ályktun um fullnýttan grunnþrýsting f_g í réttthyrndu spennusvæði fyrir tilvik annars vegar með og hins vegar án festa. Þess vegna skal einnig reikna skv. gr. 11.2, með raunverulegu álagi byggðu á burðarpólslegri nauðsynlegri burðargetu bergakkeru eins og hún er ákveðin skv. þessari grein. Reikna skal bergfestur í þrýstisvæðinu með að fullu í grunnþrýstingsútreikningunum skv. gr. 11.2.3, en skerðast að öðru leyti við burðarpólslega nauðsynlegt gildi.

11.6.2.3 Uppspenna

Í verklýsingu fyrir uppspennuna skal koma fram að uppspenna upp að prófunarálagi umfram læsingarálag er ekki leyfð ef lenging við prófunarálag er meiri en slaglengd tjakksins.

11.6.2.4 Tæringarvörn

Varanlegar spenntar festur skulu hafa tvöfalda tæringarvörn.

11.6.2.5 Brottfall togfestu

Þegar notaðar eru fleiri en 4 togfestur saman skal skulu álagsáhrifin skoðuð með því að taka eina togfestu burtu. Útreikning álagsáhrifa skal gera í notástandi með einkennandi fléttu (e: characteristic combination). Velja skal þá togfestu sem gefur óhagsæðustu álagsáhrifin á eftirstandandi togfestur.

Eftirstandandi togfestur sem fá álagsáhrif umfram burðargetu jarðvegsins skulu þá teknar út úr reiknilíkaninu og reikningarnir endurteknir.

Við útreikning á burðarþoli jarðvegsins má styðjast við *Håndbok V220 Geoteknikk í vegbygging*, figure 11.3, þar sem líkanstuðulinn skal vera $\geq 0,9$ á fylgnistuðulinn.

Þessir útreikningar geta leitt til þess að umraða þurfi togfestunum eða fjölga þeim að öðrum kosti.

11.6.3 Festur með mótvigt

Burðargeta festa sem byggir á mótvigt (e: counter weight) í kössum er reiknuð skv. reglum í gr. 11.6.2 en takmarkast við að taka má upp allt að 20% nauðsynlegrar burðargetu með spenntum bergfestum, einnig í því tilviki þegar endurdreifing krafta geti átt sér stað.

Skrá skal eiginþunga fyllinga í mótvigtarkössum. Sjá gr. 1.3.2.

11.6.4 Bergboltar

11.6.4.1 Burðargeta

Þegar burðargeta í brotmörkum er reiknuð skal aðeins reikna með framlagi frá þyngdarafli og hugsanlegum bergboltum. Burðargetan reiknast á sama hátt og í 11.6.2.

Við ákvörðun burðargetu bergboltanna skal nota líkanstuðla sem velja skal þannig að líkanstuðullinn * hlutstuðullinn $\geq 2,0$.

Í fullbúnu mannvirki er leyft að allt að 10 % nauðsynlegrar burðargetu sé tekin upp með bergboltum þar sem ekki er um endurdreifingu krafta að ræða. Þar sem endurdreifing krafta á sér stað má taka allt að 20 % nauðsynlegrar burðargetu upp með bergboltum.

Á byggingarstigi og í óhappamarkástandi má leyfa allt að 50 % nauðsynlegrar burðargetu sé tekin upp með bergboltum.

11.6.4.2 Festilengd í bergi

Festilengd bergbolta í klöpp, límdum með þenjandi sementsvellingi, má ákveða eins og fram er sett í skýrslu norsku Vegagerðarinnar; *intern rapport nr. 2374, Forankring med bergbolter ved fundamentering av støttemurer og landkar på berg*, en á ekki að vera minni en:

- steyppt ofan vatnsborðs $60^* \phi$
- í undirvatnssteypu $80^* \phi$

þar sem ϕ er þvermál boltans.

Í undirvatnssteypu skal lengja festilengd boltans upp í undirstöðu um 150 mm umfram kröfuna skv. ÍST EN 1992.

11.6.4.3 Tæringarvörn

Allir bergboltar eiga að vera heitsínkhúðaðir og duftlakkaðir. Lagþykkt síns $\geq 65 \mu\text{m}$ skv. ÍST EN ISO 1461 og duftlakkaðir með epoxy skv. ÍST EN 13438, lagþykkt $\geq 60 \mu\text{m}$ eða vera úr ryðfríu stáli.

Sleppa má tæringarvörn bergbolta, sem aðeins eiga að vera virkir á byggingastigi.

11.6.5 Festur í fyllingum

Við hönnun á festum í fyllingum má styðjast við handbók Norsku Vegagerðarinnar; *håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging*.

12 Yfirborðslög, vegbúnaður og íhlutir

12.1 Almenn

12.1.1 Efni - efniseiginleikar

Setja skal fram kröfur um efnisgerðir, efniseiginleika ásamt kröfum um tæringarvörn. Þegar þannig háttar til að deilihönnun er háð efnisvali eða efnisupplýsingum skal hanna eins langt og kostur er án þeirra upplýsinga. Þetta á einnig við þegar ekki er unnt að gefa mál fyrr en hitastig og byggingatími liggur fyrir.

12.1.2 Tæringarvörn

Allur útbúnaður skal vera heitsínkhúðaður og í flokki B skv. gr. 8.4.6.4 í Töflu 8.10 (sjá athugasemd með Töflu 8.10) eða hærrí flokki eða ryðfrír skv. ÍST EN 10088, nr. 1.4404, 1.4435, 1.4436 eða samsvarandi.

Festingar (boltar o.þ.h.) eiga að vera úr ryðfríu stáli skv. ÍST EN ISO 3506, flokkur A4 – 80. Verja skal hluta heitsínkhúðaðs stáls sem snertir ferskan múr gegn efnabreytingum og gasmyndun.

Stál í legum og þensluraufum á að vera tæringarvarið eins og lýst er hér að framan eða varið með tæringarvön skv. **Kerfi 1 eða Kerfi 2** skv. gr. 8.4.6 eftir aðstæðum.

12.2 Yfirborðslög

12.2.1 Flokkun yfirborðslaga

Sé ekki annað ákveðið skal vera yfirborðslag á :

- akbraut
- gangstétt
- göngu- og hjólastíg
- brúargólfi á brúm sérstaklega ætluðum gangandi og hjólandi vegfarendum
- efri brún allrar botnplötunnar í stökum og forskálum eða samsvarandi þar sem umferð er beint á botnplötunni

Yfirborðslög má einnig hafa á miðdeilum og öryggissvæðum.

Í brúm án þensluraufa skal að lágmarki nota tvö lög (burðarlag og slitlag) malbiks, yfirborðsmalbik eða steypuasfalt yfir rakavörnina. Í asfaltinu á að vera polymerbætt bindiefni.

Yfirborðslögum er skipt upp í eftirfarandi flokka:

- A2 Malbiksslitlag með einfaldaðri rakavörn á brúargólfið, sem skiptist í
 - Gerð A2-1 með léttfljótandi epoxy
 - Gerð A2-2 með fjölliðubættri bikþeytu C60BP2
- A3 Malbiksslitlag með fullri rakavörn á brúargólfið, sem skiptist í
 - Gerð A3-1 með epoxy og asfalti
 - Gerð A3-2 með ásoðnum dúk



- Gerð A3-3 akrylat, pólyuretan, eða polyurea og límlagi
- Gerð A3-4 með fjölliðubættri bikþeytu C60BP3 ásamt 12 mm rakavarnarlagi Topeka 4S eða sambærilegu

Í Håndbok 185 var eftirfarandi kostur einnig skilgreindur:

- B2 Slitlag steipt sérstaklega eftir á

Nota skal yfirborðlög í flokki A3 með eftirfarandi undantekningum:

- Nota má slitlag í flokki B2 í vegum þar sem klæðning er á aðliggjandi vegum
- Nota má yfirborðslög í flokki A2 inni í undirgöngum fyrir gangandi vegfarendur

Á brýr með yfirborð úr stáli á að nota yfirborðslög í flokki A3-3 eða A3-4.

Á brýr með yfirborð úr timbri skal nota yfirborðslög af gerð A3-4. Á milli timburgólfs sem er inndreypt með kresoti og rakavarnarlags skal koma varnarlag sem hindrar að rakavörninn leysist upp. Rakavarnarlagið þarf að hafa nægilegt hefti við undirlagið.

Varðandi bindi- og slitlag má styðjast við *håndbok N200 Vegbygging*. Fjallað er um kröfu um þunga yfirborðslaga í gr. 5.2.2.2.

12.2.2 Burðarvirki í fyllingum

12.2.2.1 Almenn

Líta skal á ræsi, rör og undirgöng í fyllingum, vegskála í byggð, forskála og vegskála sem mannvirki í fyllingum. Kröfurnar hér á eftir eiga ekki við um burðarvirki sem umferð fer ekki í gegnum og með það að meginmarkmiði að hleypa vatni í gegn.

Á úthliðum veggja og þaka skal nota sjálfímandi eða heilbrædda asfaltdúka þar sem aðstæður krefjast (t.d. há grunnvatnsstaða, vatnsprýstingur). Styðjast má t.d. við *Håndbok R510 Vann- og frostsikring i tunneler* eða vatnsvörn skv. lýsingu um yfirborðsflokka A3-2.

Á mörkum tveggja raka- / vatns- varnarflokka skulu flokkarnir tveir virka saman.

12.2.2.2 Burðarvirki yfir grunnvatnsstöðunni þar sem vatn er ræst fram

Verja skal burðarvirki í fyllingum gegn yfirborðsvatni sem sitrar niður í jarðveginn.

Í forskálum sem eru < 35 m að lengd og þar sem notaðar er vatnsvarnardúkur úr plasti í snertifleti steypu að bergi má nota þessa gerð vatnsvagnar á aðra hluta forskálans. Varðandi val á vatnsvörninni má t.d. styðjast við handbók Norsku Vegagerðarinnar; Håndbok R510 Vann- og frostsikring i tunneler.

Nota má framræsandi takkplötur á því sem næst lóðréttu fleti undir sigplötu og á stoðveggi.

Yfir steypuskil og undir vatnsvörninni sem nær yfir allt mannvirkið skal leggja auka vatnsvarnarrenning 1,0 m að breidd. Renninginn skal aðeins festa á ystu 250 mm í hvorri hlið. Steypuskil eiga að vera staðsett og útfærð þannig að vatni sé veitt frá þeim eins og mögulegt er.

12.2.2.3 Burðarvirki að hluta til eða alveg undir grunnvatnsstöðunni

Burðarvirki í fyllingum skulu vera vatnspétt og þéttleikinn tryggður með tvöfaldri rakapéttingu, en steypa burðarvirkisins getur verið önnur þeirra. Það á að vera fyllingarlag milli botnplötu og neðra asfaltlagsins.

Utan á burðarvirkinu og undir lægstu grunnvatnsstöðu á að vera sjálfímandi / ábrædd asfaltvatnsvörn. Vatnsvörnin á að þola saltmagnið í vatninu. Ef burðarvirkið er að hluta til undir grunnvatnsstöðunni skal skörun rakavarnar yfir grunnvatnshæð ná að lágmarki 1,0 m undir lægstu grunnvatnsstöðu. Einnig skulu líkur leiddar að því að grunnvatnsstaðan verði ekki lækkuð í fyrirsjáanlegri framtíð.

Á steypuskilum skal vera tvöföld þétting til viðbótar vatnsvörninni. Þéttilögin eiga að vera samfelld yfir alla lengd þversniðsins og hafa eins fá skeyti og kostur er. Meta skal hvort unnt á að vera að skipta út aðgengilegum þéttilögum. Skoða skal hvort ídælislöngur komi til álita á steypuskilum.

12.2.3 Frágangur yfirborðslaga

12.2.3.1 Almenn

Nota skal klemmulista til þess að festa forgerðar raka- / vatnsvarnir og takkaplötur til framræslu vatns. Klemmulistar, áfellur og festingar eiga að vera úr ryðfríu stáli.

12.2.3.2 Frágangur þar sem ekki er brík eða leiðikantur

Rakapétting og varnarlag á að ná alveg út að fasaðri útbrún brúargólfs. Malbiksbrún skal leggja að lágmarki 50 mm inn á rakvörnina og fasa þaðan upp í fulla hæð.

12.2.3.3 Frágangur upp við bríkur

Bera skal fjölliðubætta bikþeytu, C60BP3, á yfirborðslög í flokkum A2 og A3, 100 mm upp á bríkur og að lágmarki 80 mm yfir efri brún slitlagsins.

Efri brún yfirborðslaga í flokki A2 skal loka á 400 mm breiðri rönd meðfram leiðikanti strax að útlögn lokinni.

Milli leiðikants og yfirborðslags í flokki A3 skal útbúa 20 mm breiða rauf og setja í þéttingu t.d. CIM eða Topeka 4S. Efnið í raufina á að bindast og mynda heild með rakavarnarlagi brúargólfsins og efri brún þess að mynda fláa frá steypa leiðikantinum að slitlaginu. Þar sem fyllingar eru milli rakavarnarlags og yfirliggjandi malbiks skal nota forgerða rakavörn til lokunar.

Þegar vatnsvarnardúkur er notaður skal klemmulisti vera í hæð við neðri brún burðarlagsins. Milli slitlags / burðarlags og steypa bita skal vera rauf sem í er þéttiefni t.d. CIM eða Topeka 4S sbr. lýsingu hér að framan.

12.2.3.4 Frágangur í brúarenda og tenging við rauf

Enda skal rakavörn í brúarenda með því að leggja hana að neðri brún undirliggjandi veggjar, undirstöðu eða út á útbrún sigplötu. Nota skal sjálfímandi eða ásoðinn asfaltþappa. Við val á þappa skal styðjast við viðurkenndar handbækur t.d. handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok R510 Vann- og frostsikring i tunneler*, gr. 8,2 eða nota yfirborðsflokk A3 – 2 skv. gr. 12.2.2.

Rakavörn ásamt hugsanlegu varnarlagi / áfelli skal sem heild ná fram að þensluraufinni.

Slitlög á brúm skulu ganga a.m.k. 20 m inn á aðliggjandi vegi áður en þau eru endaskeytt.

12.2.3.5 Frágangur við vegriðsstoðir

Bera skal fjöluliðubætta bikþeytu á undirsteypu stoða, fótplatna og bolta upp í hæð við efri brún slitlags. Það sama á við ef polýuretan er notað sem rakavörn. Slitlag skal halla vel frá öllum hliðum vegriðsstoðar.

12.2.3.6 Frágangur við niðurfall

Rakavörn skal leggja að niðurfalli með skörun. Tryggja skal að vatn sem rennur á rakavörninni og „í“ malbikinu fari ofan í niðurfallið.

12.2.4 Uppbygging gönguleiðar/gangstéttar

Gönguleið yfir brú með yfirborðslag í flokki A3 skal gerð eingöngu úr malbiki. Rakavörnin skal vera samfelld alla leið yfir breidd brúarinnar. Gangstéttarkanturinn skal gerður úr staðsteyptri steypu eða tilbúnum einingum úr steypu eða náttúrusteini. Milli kantsteins og rakavarnarlags á að vera a.m.k. eitt malbikslag. Í þensluraufarlausum brúm eiga að vera skil / rauf þar sem brú endar og vegur tekur við. Sjá gr. 12.4.4 varðandi hönnun skilanna.

12.2.5 Þröskuldar við þensluraufar

Á hvora hlið þensluraufa skal vera þröskuldur. Þröskuldurinn skal vera úr steypuasfalti eða slitsterkri steypu þar sem það á við og breidd hans í akstursstefnu skal að lágmarki vera 600 mm. Yfirborð þröskuldar á að vera 5 mm hærra en þensluraufin.

12.3 Vegrið

Leysa skal vegrið á brúm skv. ÍST EN1317 og Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar – Kafla 05.

Vegrið ásamt festingum skal reikna fyrir álag sem skilgreint er í ÍST EN 1991-1:2003, gr. 4.7.3.3.

Þensluskeyti í vegriði skal forstilla á sama hátt og legur. Sjá gr. 12.4.4.

12.4 Legur og liðir

12.4.1 Almenn

Brúalegur skulu almennt vera skv. ÍST EN 1337. Liður sem leyfir snúning skal hafa kúlulaga lögun til að forðast þvingunarkrafta.

Festingar skal útfæra þannig að einfalt sé að skipta um legu. Þetta á að vera unnt að gera með því að losa bolta og án þess að fjarlægja steypu.

Rennilegur og aðrar gerðir hreyfanlegra lega skal forstilla þar sem það á við og þær vera búnar kvarða með millimetrum og vísi þannig að forstilling við uppsetningu sé einföld sem og eftirfylgni á rekstrartíma.

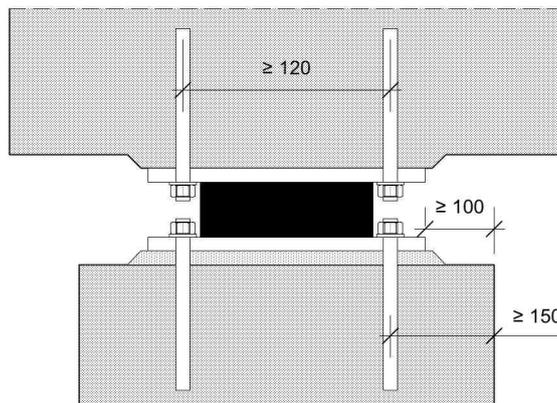
Múr til þess að innsteypa hluti í úrtökum skal a.m.k. vera í styrkleikaflokki C45/55.

12.4.2 Legur í steypuvirkjum

Eftirfarandi á við um legur í steypum burðarvirkjum:

- minnsta frá bil milli innsteyptra festibolta á að vera ≥ 120 mm
- miðja festiboltanna á að vera ≥ 150 mm frá útlínunum byggingahluta
- minnsta fjarlægð frá legukanti eða rennileguþötu að útlínunum byggingahluta ≥ 100 mm

Sjá Mynd 12.1. og gr. 4.7.2.



Mynd 12.1 Kröfur um lágmarksmál stálplatna og festibolta að útlínunum byggingahluta o.fl.



12.4.3 Halli á legum

Legur skulu vera láréttar á stöplum. Meta skal hvort legur á landstöplum með þenslurauf eigi að setja upp með sama halla og efri brún slitlags í færslustefnu legunnar. Allar legur eiga að vera láréttar hornrétt á megin færslustefnuna.

Fyrir boga eða sperrur getur verið við hæfi að stilla legum upp með halla.

12.4.4 Hönnun og forstilling

Vegna útreiknings á forstillingu skal taka tillit til færsla af eftirfarandi völdum:

- hita
- skriðs og rýrnunar
- uppsetningar
- byggingaaðferðar

Reikna skal lág- og hágildi og raungildi við uppsetningu.

Álag á legum skal vera innan þeirra gilda sem framleiðandinn gefur upp. Ef burðargetan er sett fram í notmörkum skal nota álagstilvikið; einkennandi (e: characteristic). Ákvarðandi leguálag á ávallt að vera jákvætt (þrýstingur) í brot- og notmarkaástandi.

Legufærslur skal reikna í notmarkaástandi, álagsfléttu einkennandi (e: characteristic).

Taka skal tillit til tíma- og hitaháðra efniseignleika við útreikning krafta sem flytjast milli aðliggjandi burðarluta um legur. Ákveða skal kraftana á forsendum skilgreiningar framleiðandans (t.d. viðnáms í legum)

12.4.5 Eftirlit, rekstur og viðhald

Unnt á að vera að skoða ástand lega, sjá gr. 4.7.2. Undir- og yfirbygging brúa eiga að vera þannig hannaðar og leystar að unnt sé að lyfta yfirbyggingunni til þess að stilla og skipta um legur. Fletirnir sem lyftibúnaðurinn á að hvíla á eiga að vera láréttir.

Stærðir (mál) ásetuflata fyrir lyftubúnað eiga samsvara nauðsynlegum áætluðum stærðum lyftibúnaðar að meðtöldum vikmörkum.



12.5 Þensluraufar

12.5.1 Almenn

Hönnunin skal ná til þensluraufa (e: expansion joint) með tilheyrandi endafrágangi, úrtökum í leiðiköntum, kantbitum eða steypu vegriði ásamt fráveitukerfi undir opnum þensluraufum.

Þensluraufar skal forstillta og ákveða skal endanlega hæð þensluraufar þegar hæðin á efri brún slitlags liggur endanlega fyrir.

Ef sérstakar kröfur eru gerðar til hljóðdempunar eða greiðfærni fyrir gangandi og hjólandi vegfarendur skal það koma fram á teikningum.

Þensluraufar eiga að vera þeirrar gerðar að þær séu hentugar m.t.t. snjóruðnings. Forðast ber að koma þensluraufum þannig fyrir að þær séu samsíða plógruðningstönn.

Reikna má með að stefna snjóruðningstannar sé 35 – 40° frá línu hornréttri á veg. Í vegi (afrein) frá hringtorgi getur þenslurauf verið samsíða snjóruðningstönn næstum óháð því hvernig henni er snúið.

Loka skal bilum undir brú milli yfirbyggingar og landstöps sem opna leið að lokuðum rýmum og syllum með stálplötum eða sambærilegu nægilega til þess að koma í veg fyrir að fuglar eða dýr komist þar inn.

Nota skal ryðfrítt stál þar sem stálið gæti komið í snertingu við klóríðríkt frárennslisvatn.

12.5.2 Sæti þensluraufar

Tryggja skal að útfærsla sætis, sérstök járnþending í sæti, endafrágangur og uppsetning sé aðlöguð þeirri sérstöku þensluraufargerð sem valin er. Setja skal mál, sem eru háð hita eða framskríði, með skýrum hætti.

Úrtakið skal vera hæfilega stórt þannig kröfur vegna járnþendingar séu uppfylltar, sjá gr. 12.5.4. Sandblása skal sæti þannig að allt slamm sé fjarlæggt og fylliefni steypunnar sjáist í yfirborðinu.

Mót sjálfrar raufarinnar eiga vera úr flekum eða eftirstandandi mótum úr ryðfríu stáli.

Vinna skal endanlega járnlista þegar eftirfarandi liggur fyrir:

- uppmældar raunstærðir og endanleg slitlagshæð (veglínan)
- kröfur framleiðanda til járnþendingar
- forstilling

Hanna skal járnþendingu til þess að festa hreyfihluta í sæti þannig að hún sé ekki faststeyppt við uppsetningu hreyfihlutar. Það þarf að vera mögulegt að aðlaga járnþendinguna að boltum hreyfihlutar og hæð (ef hækka þarf eða lækka veglínu) og breytilegum málum þensluraufar samtímis og kröfur til steypuhulu eru uppfylltar.



12.5.3 Uppsetning

Þenslurauf þarf að vera samsíða og 5 - 8 mm undir efri brún slitlags aðliggjandi þensluraufarþröskulda og slitlags.

12.5.4 Hönnun og forstilling

Reikna skal forstillingu þensluraufa á sama hátt og fyrir legur, sjá gr- 12.4.4.

Ákvarða má krafta sem flytjast milli aðliggjandi burðarvirkjahluta um þenslurauf út frá upplýsingum framleiðandans.

Um þensluraufar úr einingum gildir eftirfarandi:

- fjarlægð milli kanta eða raufareininga þvert á akstursstefnu á ekki að vera meiri en 80 mm í notmarkaástandi, álagstilvik; algengt (e: frequent)
- samsvarandi gildi fyrir göngu- og hjólabrýr er 40 mm
- breidd raufareininga þvert á akstursstefnu á ekki að vera minni en 50 mm

12.5.5 Þensluraufar í brík, leiðikanti og steypu vegriði

Þensluraufar skulu gerðar úr opinni rás og þar yfir lok úr ryðfríu stáli. Lokið skal vera að lágmarki 30 mm lægra en steypa yfirborðið að akbrautinni og festast þeim megin frá sem fyrst er ekið yfir hana. Það skulu vera a.m.k. tvær raðir festinga við akbrautina með boltastærð \geq M10. Í neðsta lóðréttu hlutanum að akbrautinni skulu einnig vera festingar.

12.5.6 Opnar og þéttar (lokaðar) þensluraufar

Þensluraufar eiga að vera vatnspéttar eða opnar með tryggri afvötnun undir sér.

Þrátt fyrir að gert sé ráð fyrir vatnspéttri þenslurauf skal koma fyrir dropanefi á úrtaki raufarinnar þannig að hægt sé að leiða lekavatn burt frá þensluraufinni þannig að það komi ekki í snertingu við undirliggjandi burðarvirki eða legur. Mögulegt á að vera að koma fyrir búnaði síðar meir sem leiðir vatn burt.

Annað hvort á að beygja hreyfihluta þensluraufar upp við brík eða leggja beint út í gegnum úrtak í henni. Ef um úrtak í brík er að ræða skal sjá fyrir tengingu við frárennsliskerfið.

Útfæra skal þensluraufar í brúm án bríka eins og þegar um úrtök í bríkur er að ræða.

Undir opnum þensluraufum skal koma fyrir frárennsliskerfi sem unnt er að fylgjast með. Ef reikna má með vegsöltun í framtíðinni skal ganga þannig frá opinni þenslurauf að vatn komist ekki í snertingu við steypu burðarvirkisins. Sjá einnig gr. 12.6.

12.5.7 Eftirlit, rekstur og viðhald

Þensluraufar ásamt tilheyrandi búnaði skulu vera aðgengilegar til eftirlits, hreinsunar og endurnýjunar. Það þarf að vera mögulegt að taka upp slithluta þensluraufa í einni akrein í einu.



12.6 Ofanvatn

12.6.1 Almenn

Allar brýr skal hanna m.t.t. þess að geta veitt burt ofanvatni. Þar sem það á við skal tryggja að vatnið fari í fráveitukerfið eða móttaka.

Nota skal efni sem tærast ekki eða brotna niður í útfjólubláu ljósi, af völdum hita, óhreins vatns eða sambærileg. Í öll innsteypt gegnumtök skal nota ryðfrítt stál.

Koma skal fyrir rofvernum við allar útrásir.

Hanna skal ofanvatnskerfi í samræmi við *Flóðahandbók Vegagerðarinnar*.

12.6.2 Steinlögð renna fyrir yfirborðsvatn í brúarenda

Í brúm skal sjá til þess þar sem það á við að vatnið sé leitt niður fláann við brúarendann með því að nota steinlagða rennu ef þess er kostur m.t.t. hvert vatnið fer eftir það. Að lágmarki skal sýna steinlagða rennuna á grunnmynd og í sniði. Steinastærð skal hæfa halla og vatnsmagni.

Í lengri brúm má flétta lausnina sem lýst er í þessari grein við lausnir sem lýst er hér á eftir.

12.6.3 Niðurföll

Staðsetja skal svelg ofan við og eins nálægt þenslurauf í brú og kostur er, hugsanlega í fræðilegum lágpunkti í langátt og lægstu punktum í þverstefnu.

Ef vatni er hleypt frjálst niður undir brú skal staðsetja svelgi eins langt frá stöplum / súlum og landstöplum og kostur er og þannig að vatnið renni ekki eða fjúki á brúarbita, vegi undir brúnum, járnbrautarspor, bílastæði o.þ.h. Ef um umferð á sporum er að ræða skal fara að reglum sem um hana gilda.

Ef vatn er leitt niður um lagnir skal staðsetja svelgi í samræmi við það.

Rist og fljótandi ristarramma skal vera í samræmi við kröfur ÍST EN 124. Rist ásamt ristaramma skal vera úr steypujárni. Lágmarks innra þvermál röra undir svelg skal vera 100 mm og það skal ná a.m.k. 150 mm niður fyrir neðri brún brúargólfsins. Rörið á ekki að skeyta í steypuþversniðinu. Svelgurinn á að geta gengið niður í rörið.

Þegar um er að ræða brýr með yfirborðslög í flokki A2 og A3 skal leggja fljótandi, stillanlegan ramma í asfalt án þess að hann sé fast steypdur og fúgað umhveris hann.

Úrtök fyrir svelgi í timbur- eða stálbrúargólfum eiga að vera úr ryðfríu stáli.

Auðvelt á að vera að fjarlægja ristina.

12.6.4 Kerfi undir brúargólfi, sem tekur við ofanvatni

Langar ofanvatnslagnir, rennimúffur og eftirgefanlegar tengingar eru óæskilegar.

Ofanvatnslagnir skal aðeins hengja upp þvert á brú frá niðurfalli og að inn- eða úthlið bita.



Ofanvatnslagnir sem leiddar eru niður með stöpli og súlu skulu vera ryðfríar (ryðfrítt stál eða plast).

Útfæra skal festingu fyrir lögn í endabita sem innsteypt ryðfrítt rör með múkraga. Undir þenslurauf skulu vera eftirgefanlegar rörtengingar úr ryðfríu stáli. Forstilla skal eftirgefanlegu tenginguna á sama hátt og legur, sjá gr. 12.4.4. Taka skal tillit til áslægra krafta í eftirgefanlegu tengingunni skv. skilgreiningu framleiðanda og tryggja að hún ráði við allar hreyfingar.

Í úrtökum í kassapversniðum skal nota „rör í rör“ kerfi. Ysta rörið á að vera úr ryðfríu stáli með afrennsli utan brúarkassans. Rörið á að vera hornrétt á flötinn. Krafan á ekki við um endapverbita þar sem þörf er fyrir festingu.

Varðandi rör inni í brúarkassanum gilda einnig kröfur skv. gr. 12.7.6.4 og 12.7.6.7.

Mælt er með að frárennslisbúnaður sé útskiptanlegur



12.7 Rafbúnaður, kaplar og lagnir sem flytja vökva

12.7.1 Almenn

Samkvæmt vegalögum má aðeins leggja leiðslur yfir, undir eða meðfram þjóðvegum með samþykki Vegagerðarinnar.

Með orðinu leiðsla er átt við hvers konar útbúnað sem þarf að koma fyrir vegna lagningar leiðslu, þ.e. leiðslan sjálf og einnig t.d. skurðir, stólpar og festingar vegna slíks útbúnaðar. Ákvæðin ná yfir loftlínur sem og jarðlagnir hvort heldur um er að ræða búnað til rafmagns-, vökva eða annars flutnings og gilda um leiðslur í einkaeign sem og leiðslur í eigu opinberra aðila.

Reglur um leiðslur í vegsvæðum eru gefnar út af Vegagerðinni, síðasta útgáfa frá apríl 2014 og má finna á heimasíðu Vegagerðarinnar www.vegagerdin.is, ásamt umsóknareyðublaði.

12.7.2 Jarðtengingar

Jarðtengja skal brú skv. fyrirmælum um raflagnir (frá Mannvirkjastofnun og öðrum til þess bærum stofnunar), ef hún er búin lágspennu- eða háspennurafmagni, símbúnaði, eldingarvara eða er lagnaleið fyrir háspennukapla.

Gera skal sérstaka athugun, ef sporvagnar fara yfir, undir eða nálægt brúm. Þetta á ekki síst við ef mögulegt er að brýrnar séu nýttar fyrir bakstraumsflutning.

Meta skal hvort brúin verður síðar útbúin rafbúnaði (þar með talið tækjabúnaði) sem mun virkja þörf á jarðtengibúnaði. Ef svo er skal brúarmannvirkið vera undirbúið fyrir uppsetningu jarðtengibúnaðar.

Koma skal fyrir jarðtengjum yfir legum sem tengja járnendinguna beggja megin.

Lausn getur falist í því að steypa inn jarðtengi sem tengt er járnendingu á hvori hlið og tengja þau með koparvír. Vírinn má forstillast á sama hátt og legur.

12.7.3 Lýsing og vinnurafmagn innan í brúm

Koma skal fyrir lýsingu í öllum holrýmum sem notuð eru sem gönguleiðir eða eru aðgengileg til eftirlits. Fjarlægð milli ljósgjafa á ekki vera meiri en 10 m. Það skal minnst vera einn ljóсарofi við hvern útgang þar sem unnt er að slökkva / kveikja óháð rofastöðu annarra rofa.

Lýsingin á að vera ≥ 100 lux. Nota skal ljósabúnað sem ætlaður er til notkunar utanhúss. Ljósflutningurinn á að vera því sem næst eins og í dagljósi.

Meta skal þörf fyrir vinnurafmagn í brúm í hverju tilviki.

12.7.4 Veglýsing

Almennt ber að undirbúa flestar brýr fyrir veglýsingu. Varðandi ljós- og raftæknilegar kröfur, sjá CEN/TR 13201-1, EN 13201-2, EN 13201-3, ÍST EN 13201-4 og ÍST EN 13201-5. Einnig má styðjast við handbækur Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok N100 Veg- og gateutforming og Håndbok V124 Teknisk planlegging av veg- og gatebelysning*.



Ídráttarörum fyrir veglýsingu þarf að koma þannig fyrir að fjarlægð frá því að vegriðsstólpa sé ≥ 300 mm. Huga þarf að frágangi strengja frá brú og út í fyllingu.

12.7.5 Öryggisbúnaður vegna loftfara og skipaumferðar

Útbúa skal brýr, sem geta verið til hindrunar fyrir loftför, með þar til ætlaðri aðvörunarlýsingu. Aðvörunarlýsingin á að vera auðveldlega aðgengileg til eftirlits og viðhalds. Hafa skal samráð við Samgöngustofu varðandi hugsanlega aðvörunarlýsingu, fyrirkomulag, skráningu o.fl. sem og aðrar stofnanir sem málið kann að varða.

Útbúa skal brýr yfir siglingaleiðir með merkjaljósum / siglingarljósum og skiltum. Auðvelt á að vera að komast að merkjaljósunum til eftirlits og viðhalds. Leita skal leiðbeininga hjá Samgöngustofu um gerð og fyrirkomulag siglingaljósa.

12.7.6 Eigandi kapla og lagna í brúm annara en Vegagerðarinnar

12.7.6.1 Almenn

Búnað skal skipuleggja í samræmi við þau lög, fyrirmæli og leiðbeiningar sem eiga við um hverja gerð. Það á einnig við um auðkenningu þeirra.

Vinna skal nauðsynlegar teikningar tímanlega á undirbúningsstigi fyrir síma- eða merkjastrengi, háspennukapla, vatnsleiðslur, skólplagnir, fráveitulagnir eða útbúnað fyrir gas eða brennanlega vökva, sem raunhæft er að leiða í gegnum eða undir brýr, þannig að stuðlað verði að rekstraröruggum og viðhaldsléttum mannvirkjum.

Útbúnað skal vinna úr endingargóðum efnum og þola það álag sem búast má við að hann verði fyrir á hönnunarlíftímanum. Hann skal vera varinn fyrir ákeyrslum og skemmdarverkum. Búa skal í haginn þannig að einfalt verði að skipta um slithluta eða aðra hluta með styttri líftíma en ráðgerður er fyrir mannvirkið sjálft. Taka skal tillit til hreyfingar brúarinnar við útfærslu tengingar / lagnaleiðar milli yfirbyggingar og landstöps.

Það á að vera hægt að vinna að rekstri og viðhaldi útbúnaðar á og mögulega undir brúnni án þess að trufla umferðina.

Ef þörf er fyrir sérstök öryggisfyrirmæli skal koma þeim fyrir við öll aðkomuop og þeirra skal getið í eftirlits-, rekstrar og viðhaldsáætluninni. Merkja skal allan útbúnað eigandanum sem og tengiheimilisfangi. Meta skal þörf á viðbótarmerkingum (útbúnaðargerð, öðrum tæknilegum upplýsingum o.fl.) í hverju einstöku tilviki.

12.7.6.2 Greinargerð

Til viðbótar skal gera sérstaka greinargerð sem fylgir teikningum fyrir háspennukapla og lagnir fyrir vatn, skólp, frárennsli, heitt vatn, gas og brennanlega vökva. Í greinargerðinni skulu aðstæður metnar frá tæknilegum- og hagkvæmni sjónarmiðum sem og næmni samfélagsins vegna bilunar / brots. Greinargerðin skal innihalda áhættugreiningu sem að lágmarki tekur til eftirfarandi aðstæðna þar sem það raunhæft:

- leka frá útbúnaðinum
- hættu á sprengingum eða bruna
- umferðaróhöpp með bruna í kjölfarið
- hættu á skemmdarverkum
- skammhlaups / jarðhlaups
- flutningur hættulegs eða truflandi straums / spennu til annars útbúnaðar, bæði í eðlilegum rekstri og bilanatilviki



- tjón eða truflun frá rafsegulsviði
- hvaða hættu útbúnaðurinn veldur fólki sem vinnur að brúaviðhaldi
- hugsanlegar sérstakar aðstæður á yfirgangssvæðinu milli brúar og vegs / fyllingar
- hættu á tæringu (riðstraumstæringu) spennibendingarinnar

Varðandi háspennukapla skal til viðbótar liggja fyrir undirrituð yfirlýsing frá raforkuyfirvöldum á svæðinu sem staðfestir að lausnin sé í samræmi við gildandi reglur á svæðinu.

12.7.6.3 Ídráttarrör

Ekki er heimilt að leggja ídráttarrör í bríkur, steipt vegrið, upphækkaða göngu- eða hjólastíga, gangstéttar eða sambærilegt.

Fjarlægð frá ídráttarröri fyrir veglýsingu að vegriðsstólpa skal vera ≥ 300 mm.

Ídráttarrör skal staðsetja innan yfirborðsbendingar burðarvirkjahlutans. Fjarlægð frá ídráttarröri að járnþrá skal vera í samræmi við þær steypuhlukröfur sem settar eru fram í gr. 7.4.

Fyrirkomulag ídráttarröra skal vera þannig að vatn komist ekki inn í þau. Frárennsli skal vera frá lágpunktum þannig að komist verði hjá uppsöfnun þéttvatns.

Þenslumúffa skal vera á ídráttarrörum þar sem þenslurauf er í brúnni. Stilla skal þenslumúffu á sama hátt og legur, sjá gr. 12.4.4. Ídráttarrör skulu vera með múffur í brúarenda og leggja að ídráttarbrunni utan við brúarendann.

Allir kaplar skulu vera í ídráttarrörum eftir endilangri brúnni. Það á einnig við um kapla í kapalbrúm.

Meta skal hvort þörf sé á auka ídráttarrörum til framtíðarnotkunar. Horfa skal til framtíðar varðandi stærð, styrkleika og fjölda ídráttarröra.

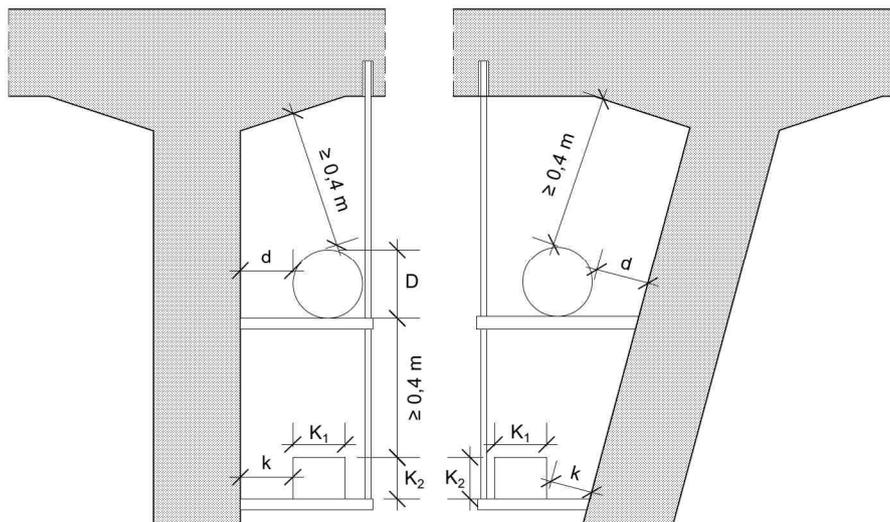
12.7.6.4 Staðsetning röra, kapla og kapalrenna

Eftirfarandi kröfur um lágmarksfjarlægðir eiga við um einstakar einingar að undanteknum staðsetningum við þverstyrkingar og í festingum sjá mynd 12.2.:

- minnsta fjarlægðin að vegg fyrir hringlaga einingar er d :
 $d \geq 0,75 D$, þar sem D = þvermál einingar ≤ 300 mm
- minnsta fjarlægðin að vegg fyrir rétthyrndar einingar er k :
 k = stærra gildið af K_1 og K_2 , þar sem $K_1 \leq 200$ mm

Um stærri einingar skal skilgreina rýmiskröfur í hverju tilviki fyrir sig.

Fjarlægð milli síma- / merkjastrengja og háspennustrengja skal vera skv. kröfu framleiðanda eða að lágmarki 600 mm.



Mynd 12.2 – Staðsetning kapla og lagna í steypri brú

12.7.6.5 Síma- og merkjastrengir

Strengir með spennu að 50 V eru skilgreindir sem síma / merkjastrengir.

Fjarlægðin frá úthlið ídráttarrörs að steypuyfirborði á að lágmarki að vera 150 mm.

Koma skal köplum sem eru inni í brúarkassanum skipulega fyrir á sérstökum kapalrennum og í ídráttarrörum. Fjarlægð þeirra frá flötum inni í brúakassanum eða innbyrðis fjarlægð milli t.d. kapalhneppa á að vera þannig að unnt sé að vinna að eftirliti og viðhaldi.

Ef síma- og merkjastrengjum er komið fyrir ódregnum undir brúaplötu gilda sömu viðmið og inni í brúarkassanum.

Kaplar sem komið er fyrir án ídráttarröra undir brúarplötu eru ekki æskilegir m.t.t. framtíðar rekstrar og viðhalds.

12.7.6.6 Háspennukaplar

Kaplar með spennu yfir 1000 V AC eða 1500 V DC eru skilgreindir sem háspennukaplar.

Útbúa skal háspennukapla með útsláttarvörn þannig að þeir slái samstundis út við lekastraum eða skammhlaup. Olíueinangraðir strengir eru ekki leyfðir í brúm. Kapla skal leggja í jarðtengdum málmrörum með eða án innri plaströra til þess að léttu ídráttinn.

Meta skal áhættuna á hvort kviknað geti í köplum og bruninn þróast í að vera hættulegur burðarvirkinu m.t.t. brúar- og kapalgerðar, fjarlægðar- og stærðaraðstæðna og hugsanlegra brennanlegra efna nálægt köplunum.

Ef háspennuköplum er komið fyrir í burðarhluta steypusniðsins skal hneppa fasana þrjá saman þannig að þeir myndi þríhyrning. Þá er gengið út frá því að raunhæft sé að draga kaplana í miðað við þá brúarlengd sem um ræðir. Óheimilt er að staðsetja fasana í aðskildum ídráttarrörum.



Fjarlægðin frá efsta ídráttarrörinu að efri brún burðarvirkisins skal að lágmarki vera 300 mm. Krafa um fjarlægð að yfirborði annarra steypufleta er 150 mm. Binda skal alla langbendingu sem er nokkur veginn samsíða innsteyptum ídráttarrörum og innan 200 mm fjarlægðar frá þeim við sérhvert þverbendingarjárn.

Fjarlægðin frá kapli (fasa í þríhyrningi) að nokkurn veginn samsíða spennibendingu skal vera ≥ 500 mm. Lágmarkskrafan hækkar um 200 mm ef um er að ræða kapla með fasa í sama fleti (ekki í þríhyrningi).

Ef köplum er komið fyrir óíðregnum undir brúarplötu eða inni í brúarkassa gilda kröfur um lágmarksfjarlægðir skv. myndum 12.2 og 12.3 fyrir þriggja fasa kapla sem hnepptir eru í þríhyrning. Lágmarkskrafan hækkar um 200 mm fyrir óíðregna kapla ef fasarnir eru í sama fleti.

Að lágmarki skal vera 1,0 m breitt frítt svæði á aðra hliðina við kapla m.t.t. eftirlits. Festingar eiga ekki að skaga inn í frírýmið.

Minnsta fría fjarlægðin frá kapli að burðarhluta í úrtökum í stálburðarvirkjum eins og þverbitum eða þverstyrkingum er 200 mm

Minnka má fjarlægðina í 100 mm ef brunahamlandi aðgerðir eru viðhafðar.

12.7.6.7 Vökvaflýtyjandi lagnir

Meta verður sérstaklega hvort verja þurfi lagnir sem flytja vatn, frárennsli og skólþ gegn frosti. Sama á við um tjón á brú o.e.t.v. þriðja aðila af völdum leka. Í kassapversniðum, sem eru með vökvaflýtyjandi lögnum, skal koma fyrir frárennsli svo kassinn fyllist ekki í lekatilvikum og brúin verði fyrir mögulegu yfirálagi í burðarþolslegu tilliti. Ekki skal nota sjálfopnandi loka. Hanna skal frárennslið með það í huga að lögnin (vökvaflýtyjandi lögnin) gefi sig alveg. Ef um fleiri en eina lögn er að ræða skal meta flutningsgetuna sérstaklega.

Leggja skal fram skriflega umsókn, tímanlega á undirbúningsstigi, um heimild um lögn fyrir heitt vatn undir eða í gengum brýr, en heimild fyrir lagnir sem flytja gas og brennanlega vökva er aðeins veitt í undantekningartilvikum.



12.8 Annar búnaður

12.8.1 Lúgur og dyr

Aðkoma til eftirlits að innri rýmum utan frá skal vera hentug og traust. Hægt þarf að vera að læsa aðkomunni hvort sem um er að ræða lúgur eða dyr. Dyr skulu vera úr stáli með plötupykktt a.m.k. 5 mm. Mögulegt þarf að vera að opna allar læsanlegar lúgur og dyr innan frá í neyðartilvikum án lykils.

Ef mannop eru á neðri brún brúarkassa án þess að þar sé stigapallur eiga lúgur að vera fastboltaðar.

Vegagerðin / eigandinn stjórnar aðgengi.

12.8.2 Stigar, gönguleiðir og handrið

Allir stigar, stigapallar, allar og göngubrautir skulu útbúnir handriðum a.m.k. 1,2 m á hæð. Handrið á turntoppi eiga að vera a.m.k. 1,3 m á hæð.

Koma skal fyrir stigum og göngubrautum í holrýmum þannig að allir fletir, turntoppar, kapalfestur, kapalsöðlar, ljósastæði og önnur deili séu aðgengileg til eftirlits. Stigi í turni / holum stöpli / súlu á að hafa botnstigapall sem nær til alls innra rýmis turnþversniðsins, stigapall við hverja opnun / útgang og hvíldarpall eftir hver 25 þrep.

Gönguleið á að vera milli undirliggjandi grindarbita / plötubita ef hæðin er eins og í kassabrum skv. gr. 4.5.2.

Framan við dyr sem ekki eru í landhæð skal vera pallur með handriði.

Göngubrautir og beinir stigar eiga ekki að vera mjórri en 800 mm. Radíus spiralstiga á ekki að vera minni en 750 mm. Hanna skal alla stiga, stigapalla, palla og göngubrautir fyrir 2 kN/m² notálagi og einnig fyrir stöku punktálagi 2,0 kN á álagflöt 0,1 x 0,1 m að stærð.

Það á að vera stigi í báðum turnum / stöplum / súlum, þegar um það er að ræða, hugsanlega lyfta í öðrum og trappa í hinum.

Það á ekki að nota skipastiga / kaðalstiga innanhúss.

Tryggja skal að óviðkomandi komist ekki upp á gönguleiðir, vegrið o.þ.h.

Sjá að öðru leyti Byggingareglugerðina.

12.8.3 Eftirlitsbúnaður

12.8.3.1 Kláfur

Hengi- og skástagabryr lengri en 500 m skal útbúa með kláfi. Í hverju hafi skal útbúa langbitann með undirliggjandi kláfi / vinnuvagni á hjólum. Breidd vagnsins í langátt brúar á að vera $\geq 3,0$ m og þvert á brúna á lengdin ekki að vera minni en breidd langbitans.

Vagninn á að ná milli þverbíta ef langbitinn er leystur sem grind. Megingólf vagnsins á að vera 300 – 400 mm undir grindinni og hann á einnig að auki að vera útbúinn með lækkuðum palli,



1,0 m á breidd, í langstefnu brúarinnar og jafn langur og meginpallurinn. Lækkaði pallurinn á að vera 1,90 m undir neðri brún grindarinnar og hafa aðgang að aðalpallinum.

Vagn langbita, sem leystur er sem kassi, á að hafa gólf í hæðinni 2,1 m undir honum.

Vagninn á að vera útbúinn palli og stiga með aðkomu að brúargólfinu á hvora hlið langbitans. Vagninn ásamt aðkomufyrirkomulagi skal vera útbúinn skrikvörðu gólfi.

Vagninn á að uppfylla kröfur Vinnueftirlitsins, en að lágmarki vera hannaður fyrir:

- jafndreift álag 1 kN/m² á flötinn og punktalagi 2 kN á flöt 0,1 x 0,1 m sem staðsett er í óhagstæðustu stöðu
- bremsuálag jafnt og 0,5 x lóðrétta álagið
- sama vindálag og stífaða langbitinn; reikna á vagninn eins og hann væri þéttklæddur

Vagninn á að vera nægilega stífur til þess að hann fari ekki af sporinu þegar álag er sett á hann.

Tryggja ber vagninn gegn því að hann fari af sporinu með einhverjum hætti eða að hann skælist t.d. vegna ósamhverfrar bremsunar eða aksturs. Mótorinn á heldur ekki að vera svo öflugur að vagninn skemmist ef hann festist af völdum skælingar eða af öðrum ástæðum heldur aftengist drifið sjálfvirkt áður en tjón verður.

Hjól eiga að vera með kúlulegum og útbúin tvíhliða flöngum ef þau renna á sporum.

Vagninn á að vera með nægilega virkar bremsur sem henta öllum aðstæðum. Ef vagninum er ekið á hjólum sem renna eftir sléttum sporum eða sléttum flötum nægja bremsur sem virka á hjólin ekki einar sér. Til viðbótar skal vera auka bremsukerfi.

Þegar um er að ræða hjól sem renna á skinum geta viðbótar bremsur falist í bremsuklossum sem grípa um sporin.

Vagninn á að vera útbúinn traustum framdriftsbúnaði. Ekki skal nota víradrátt. Mótorinn á að vera hannaður fyrir að standa úti. Hugsanlega á að vera unnt að taka mótorinn niður og hann að vera útbúinn hentugum handburðarbúnaði, þannig að hann sé hæfur til flutnings. Meta skal hvort framdrifts- og bremsukerfi með tannstangarkerfi hæfi. Til vara skal vagninn útbúinn handdráttarbúnaði.

Vagninn á að geta náð hraða að lágmarki 1,1 m/s.

12.8.3.2 Burðarkaplar

Kaplarnir eiga að vera aðgengilegir til eftirlits. Ef kaplar / kapalhneppi eru nægilega sver og ekki of brött þannig að unnt sé að ganga á þeim, skal að lágmarki útbúa þá með öryggisgrindverki / öryggislínu. Meta skal þörf á kláfi í hverju tilviki. Ef ekki er mögulegt að ganga á köplunum skal útbúa þá með útbúnaði til eftirlits.

Sem dæmi getur slíkur búnaður falist í vagni sem rennur á burðarköplunum, hugsanlega á eigin kapli.



12.8.3.3 Hengistangir

Meta skal í hverju tilviki þörfina á sérstöku fyrirkomulagi til eftirlits og viðhalds hengistanga.

12.8.4 Hæðarboltar

Koma skal fyrir hæðarboltum úr kopar eða ryðfríu stáli. Boltana skal staðsetja í þörum (á báðar brúarhliðar) annað hvort í bríkum eða beint í brúarplötunni ef hún er án kantbita.

Eftirfarandi gildir háð haflengd:

- brýr með haflengd $10 \leq L < 50$ m. Boltapör sett við ásetur og í hafmiðju
- brýr með haflengd $50 \leq L < 100$ m. Boltapör sett við ásetur, hafmiðjur og í fjórða hlutar punktum
- brýr með haflengd ≥ 100 m. Boltapör sett við ásetur, hafmiðju og í hámarksfjarlægðinni 25 m frá hafmiðju, þannig að hámarksfjarlægðin frá boltapari við ásetu að því næsta verði ≤ 35 m

Meta skal þörf á hæðarpunktum fyrir önnur mannvirki í hverju einstöku tilviki.

Þegar mannvirkinu er lokið skal innmæla það (í hæð og plani). Færa skal niðurstöðuna inn á sérstaka reyndarteikningu.

12.8.5 Ljós- og skiltastaurar

Þar sem þess er kostur skal staðsetja ljós- og skiltastaura utan brúar.

Festibolta ljósastaura skal staðsetja utan ytra vegriðs (ath. þó virknibreidd vegriðanna og hannaða svörun stauranna) eða milli vegriða í miðdeili.

Hanna skal festingar útkragaðra bita og samsvarandi fyrir vindálag skv. ÍST EN 1991-1-4. Þar sem um tvær samsíða brýr er að ræða með sameiginlegum ljósastaurum skal festa þá við aðra brúna.



13 Sérþækar kröfur til burðarvirkja

13.1 Frítt frambyggðar brýr

Þar sem þess er þörf eru sérþækar hönnunarforsendur og viðbótarkröfur skilgreindar í tengslum við einstök verkefni.



13.2 Hengi- og skástagabrýr

Ath: Í endurskoðun í tengslum við hagnýtt verkefni.

13.2.1 Almenn

Í þessum kafla eru settar fram viðbótarkröfur vegna hönnunar hengibrúa, skástagsbrúa og samsvarandi mannvirkja. Í gr. 13.3 eru sett fram fyriræli varðandi hönnun kapla og kapalkerfa.

Niðurbeygjukröfur skv. gr. 3.6 eiga ekki við um hengibrýr. Í stað þess er krafa um hámarks hornsúning við ásetu, $\alpha \leq 1/30$ (33%).

13.2.2 Reiknilíkön

Hengibrýr skal reikna og vinna skv. aðferð sem tekur tillit til 2. gráðu áhrifa og rúmfræðilegs stífleika burðarkerfisins.

Reikna má sniðkrafta burðarpolslegra áлага í skástagsbrúm út frá 1. gráðu fjaðurfræðum að því gefnu að aðferðin taki nægilegt tillit til skerts stífleika skástaganna vegna niðurbeygju þeirra.

Nota skal reiknilíkan sem tekur tillit til 2. gráðu áhrifa, þegar kiknun turnsins og brúarbita / plötu er skoðuð.

13.2.3 Áhrif lengdafrávika hengistanga

Gera skal ráð fyrir a.m.k. 10 mm frávikum frá fræðilegri lengd þegar lengdarleiðrétting hengistanga er ekki möguleg. Hanna skal hengistangirnar fyrir áhrif slíkra frávika (hlutfallsleg aukning bogahæðar). Hanna skal hengistangirnar fyrir viðbótarálag sem svarar til að lágmarki 10 % álagsáhrifanna í brotmörkum.

13.2.4 Útskiptanleg skástög eða hengistög

Hanna skal hengibrýr þannig að unnt sé að skipta um eitt hengistag / skástag.

Ef hengistög eða skástög eru gerð úr fleiri einingum, sem unnt er að skipta út óháð hinum, má taka tillit til þess í hönnuninni.

Skoða skal ástandið fyrir álagsfléttur í brot- og notmarkaástandi. Endurkomutími náttúruálaga er ákveðinn skv. gr. 5.4.1 og 5.4.3.3. Reikna skal með umferðarálagi á öllum akreinum að undanteknu lokuðu svæði vegna útskiptingar / endurnýjunar. Á lokaða svæðinu skal reikna með eftirfarandi álagi:

- 20 kN eiginþunga við festipunkt stags (þungi verkpalla)
- 130 kN vegna hreyfanlegs krana sem er litið á sem óháð breytilegt álag
- notálag á 3 m breiðu svæði jöfnu $0,5 \text{ kN/m}^2$ innan fjarlægðar sem er jöfn $2 \times$ fjarlægðinni milli stanga til beggja hliða við festipunktinn. Litið er á álagið sem óháð breytilegt álag

Spenna í slakbendingu í steypum burðarvirkjum á ekki að fara yfir 300 MPa í notmarkástandi í álagstilviki; sjaldgæft sbr. eftirfarandi töflu með skýringum þar sem fléttan er ekki hluti af Töflu 2.6 í ÍST EN 1990-2002:



Álagsflétta	Stöðugt álag		Uppspenna	Breytilegt álag Q_d	
	Óhagstætt	Hagstætt		Ráðandi álag	Annað álag
<i>Sjaldgæf</i>	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	$\psi_{1,inf}Q_{k,1}$	$\psi_{1,i}Q_{k,i}$

Í ÍST EN 1990 er mælt með eftirfarandi gildum á $\psi_{1,inf}$, þegar í þjóðarskjali er vísað til sjaldgæfrar álagsfléttu (e: infrequent combination).

- 0,80 fyrir (LM1), gr1b (LM2), gr3 (e: pedestrian loads), gr4 (LM4, crowd loading) and T (thermal actions)
- 0,6 fyrir F_{wk} í viðvarandi álagsástandi
- 1,00 í öðrum tilvikum (þ.e. kennigildið er notað sem sjaldgæft gildi)

13.2.5 Slit skástags / hengistangar

Hanna skal fyrir skyndilegu sliti einnar hengistangar / eins skástags. Ef kaplar eða hengistangir eru settir upp í þorum við hlið hvers annars eða í samstæðum á krafan við um samtímaslit í einingunni sem heild. Ástandið er skoðað skv. gr. 6.3.6.

Líta skal þannig á að tjónið verði á brúnni með umferðarálagi skv. álagslíkani 1 (e: Load Model 1) skv. ÍST EN 1991-2:2003. Reikna skal með hreyfðarfræðilegri viðbót á varanlegt álag sem leiðir af sliti.

Burðargetuna skal reikna í óhappamarkaástandi. Reikna skal með áhrifum færslna út frá 2. gráðu fræðum.

13.2.6 Festing burðarkapla í jörð

Festipunktur kaplanna, K - punkturinn, á að vera yfir jarðar- og vatnshæð. Kapalkrafturinn flyst frá festipunkti til festu úr steypu í bergi eða jörð. Kapalkrafturinn á að flytjast um full uppspennta kapla sem grautað er umhverfis undir yfirborði jarðar eða vatns. Liggja spennikaplarnir um borholu í bergi skal nota fóðurrör sem er miðlægt í borholunni og sem þolir þrýstinginn frá grautuninni milli rörsins og bergsins þegar það er tómt (hugsanlega vatnsfyllt). Rörið skal vera úr ryðfríu stáli skv. ÍST EN 10088 með stærra PRE gildi en 20. Grauta skal í millibilið milli fóðurrörsins og bergsins sem og í sjálft fóðurrörið.

Í útreikningi burðargetu festu í brotmarkaástandi er aðeins reiknað með framlagi frá viðnáms- og þyngdarafliðum.

Að jafnaði má velja viðnámsstuðulinn fyrir skrik bergs á bergi og steypu á steypu sem 1,0.

Brotþol akkerisins F_d er reiknað sem hér segir:

$$F_d = (F_g + F_f) / \gamma_m \quad (13.1)$$

þar sem:

F_g kennigildi þyngdar

F_f kennigildi viðnámsþols

γ_m -1,4 – efnisstuðull, sem tekur tillit til óöryggis á ákvörðun kennigildis bergrúmmáls



13.3 Kaplar og kaplakerfi

Ath.: Í endurskoðun í tengslum við hagnýtt verkefni.

13.3.1 Almenn

Í kafla þessum eru settar fram kröfur m.t.t. efnisvals, hönnunar og hagnýtrar útfærslu kapla og kaplakerfa sem notuð eru sem sjálfstæðar burðareiningar eins og t.d. burðarkaplar hengibrúa, skástög, stög og festikerfi fyrir flot- og rörabrýr. Vegagerðin skal samþykkja í hverju einstöku tilviki efnis- og hönnunarkröfur fyrir þannig burðareiningar sem útfærð eru með öðrum hætti en með köplum.

Styðjast má við handbók Norsku Vegagerðarinnar; Håndbok R410 fyrir hengi-, skástags- og bogabrýr hvað varðar kröfur til spiralvafða kapla, efni í vírum, styrk og efni í kapalfestingum.

Fyrirmælin eiga ekki við um spennikapla fyrir spennsteypt burðarvirki.

Í kafla 13.2 er sett fram krafa um útreikning og hagnýta útfærslu brúaburðarvirkja þar sem kaplar eða kaplakerfi eru burðareiningar.

13.3.2 Efni og útfærsla

13.3.2.1 Kaplar í hengibrúm

Kröfur til burðarkapla og burðarstaga skulu vera skv. eftirfarandi: Stuðst er við kröfur Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok R410, kablar til hengebruer*.

Burðarkaplar og burðarstög hengibrúa skulu vera spiralvafðir kaplar eða sem kaplar byggðir upp úr stökum samsíða þráðum hneppum saman sem afhentir eru tilbúnir eða settir saman á byggingastað.

Binda skal kapal í lokuðu hneppi saman til þess að tryggja þversniðsformið. Útfæra skal bindinguna þannig að hún sé vatnspétt og þjóni sem viðbótar tæringarvörn.

Kapall í opnu hneppi er settur saman úr stökum köplum í allt að tveimur lögum með fríu bili milli laga allt að 25 mm. Þegar kaplar eru í fleiri lögum á frítt bil milli einstakra kapla í sama lagi ekki að vera minna en 60 mm. Ef um eitt lag er að ræða skal frítt bil milli kapla ekki vera minna en 30 mm. Kapallinn skal útbúinn með nægjanlega mörgum klemmum eða samsvarandi búnaði sem hindrar að stöku kaplarnir sláist saman í miklum vindi. Kaplar í opnum hneppum eiga að vera í lokaðri útfærslu einnig þar sem aðeins er notaður einn kapall.

13.3.2.2 Kaplar í skástagabrúm

Kaplar í skástögum geta verið:

- lokaðir spiralvafðir kaplar
- kaplar byggðir upp af samsíða strengjum
- kaplar byggðir upp af samsíða þráðum

Tvær síðast nefndu kapalgerðirnar eiga að hafa ytra varnarrör úr stáli eða plasti. Í kapalgerðum byggðum úr samsíða strengjum skulu strengirnir / þræðirnir vera í innra þéttlagi

úr plasti og dælt í rýmið milli strengjann / þráðanna og innra varnarlagsins með viðurkenndu ídælingarefni. Í kapalgerðum úr samsíða þráðum skal fylla rörið með viðurkenndu ídælingarefni.

Sjá t.d. *Fib recommendation bulletin 30: Acceptance of stay cable systems using prestressing steels (2005)*.

13.3.2.3 Kapalfestingar

Varðandi val á efni í kapalfestingar má styðjast við; Håndbok R410, Kabler til hengbruer.

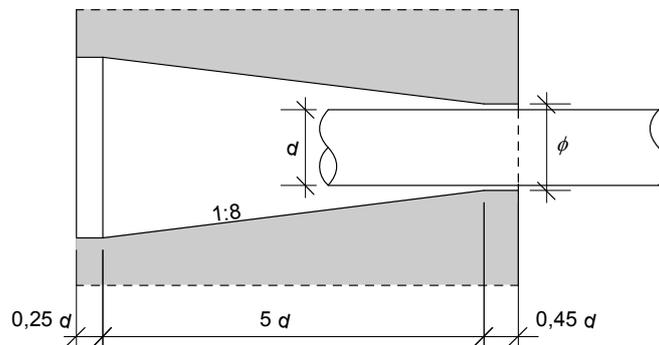
Kapalfestingin á að vera með keilulaga gati til að steypa inn kapalinn eins og sýnt er á Mynd 13.1. Stærðir kapalfestinganna eru ákveðnar með útreikningum eða með tilraunum.

Gatþvermálið ϕ má setja fram á eftirfarandi hátt:

$$\phi = k \cdot d + 6 \text{ mm}$$

þar sem d er þvermál kapalsins og k stuðull, sem meta skal sérstaklega, mögulega í samráði við kapaframleiðandann. Ef $d \geq 40 \text{ mm}$ ætti að velja $k > 1,0$.

Fræsa skal keilu, gat og hugsanlega ásetsfleti fyrir rær að hreinu efni. Þanta skal kapalfestingar með nauðsynlegum yfirmálum vegna fræsingarinnar. Allar brúnir á yfirborðinu eiga að vera rúnnaðar.



Mynd 13.1: Kapalfestingar

13.3.3 Hönnun

Í útreikningi í brotmarkaástandi skal reikna burðargetu kapla, hengistanga og skástaga sem:

$$F_{Rd} = \frac{F_{uk}}{1,5 * \gamma_m}$$

þar sem:

F_{Rd} – ákvarðandi burðargeta kapalsins

F_{uk} – skilgreint lágmarks brotálag kapalsins

γ_m – efnisstuðull = 1,2



13.3.4 Útfærslukröfur

13.3.4.1 Almenn

Kaplar eiga að vera útbúnir deyfum ef það er nauðsynlegt til þess að komast hjá óæskilegum sveiflum.

Útfæra skal kapalfestur fyrir skástög og burðarstög þannig að mögulegt sé að skipta út einstökum einingum kapalkerfisins.

13.3.4.2 Söðlar og burðarstagafestingar fyrir spiralvafða, lokaða kapla

Leggja skal kapal í kapalsöðul úr stáli með útfræstri rás sem nemur þvermáli kapalsins og sem tryggir að kapallinn sé ekki beygður um minni beygjuradíus enn nemur $30 \cdot$ kapalþvermálið þar sem hann liggur yfir turntopp eða kapalsúlu. Línuálag milli kapals og undirlags á að vera $\leq 2,5$ kN/mm. Viðnámsstuðullinn milli kapals og undirlags er settur = 0,1, ef ekki er sýnt fram á annað réttara gildi. Söðullinn á að vera 3 % lengri í hvorum enda en það sem er fræðilega nauðsynlegt.

Kapallinn á ekki á nokkrum tímamarki við uppsetningu eða notkun að núast við skarpar brúnir eða beygjast með minni beygjuradíus en að framan greinir.

Setja skal inn sérstakar álfóðringar milli burðarstagahulsu (klemmihulsu) og kapals til þess að koma í veg fyrir að klemmikrafturinn valdi skaða á kaplinum.

Skoða má skriðöryggið milli kapals og klemmuhulsu eða söðulplötu, legubrýsting milli kapals og söðuls og klemmukraftinn frá klemmuhulsunum skv. DIN 18 800.

13.3.4.3 Söðla og burðarstangafestingar fyrir kapla úr samsíða þráðum

Þar sem kapalar eru lagðir yfir turntopp, kapalsúlu og dreifisöðla skal leggja kapalinn í kapalsöðul sem skipt er upp í lóðrétt rými fyrir hverja lóðrétt röð hlutkapla. Rádius í söðli á ekki að vera minni en $30 \cdot$ þvermál eins hlutkapals. Viðnámsstuðullinn milli kapals og undirlags á ekki setja hærrí 0,15 ef ekki er sýnt fram á að annað sé réttara. Kapallinn á ekki að núast við skarpar brúnir. Söðullinn á að vera 3 % lengri í hvorum enda en það sem er fræðilega nauðsynlegt.

Burðarstangafestingar eiga að vera úr tveimur helmingum sem eru mótaðir hringlaga að innan. Festa skal helmingana tvo saman með boltum (gengjuð stög). Styrkleiki boltanna á ekki að vera hærrí en 8.8 með tilliti til seiglu. Gengjurnar eiga að vera valsaðar. Ef boltarnir eru sýrupvegnir í tengslum við heitsínkhúðun skal hita þá upp í 200 °C og halda því í 4 tíma eftir sýrupvottinn til þess að komast hjá því að þeir verði stökkir af völdum vetnis / vatnsefnis. Þessir tveir hlutar burðarstangafestingarinnar skulu festast með skúflás í hvorn annan. Í skúflásnum á að vera stillimöguleiki ef svo vill til að þvermál kapalsins víki aðeins frá ætluðu þvermáli.

Burðargeta gegn skriði í burðarstangafestingunni er reiknuð á eftirfarandi hátt:

$$G_{Rd} = \frac{(K k_r \alpha_k + U \alpha_u) \mu}{\gamma_m}$$



þar sem:

- G_{rd} ákvarðandi burðargeta gegn skriði
- K samanlagður klemmikraftur í boltunum (boltinn spenntur upp í 80 % prófálagsins)
- k_r skerðingarstuðull á klemmikraftinn frá boltunum = 0,5 (tímaháð töp vegna spennueftirgjafar í boltunum og frekari samþjöppunar kaplanna)
- α_k þrýstidreifingarstuðull á klemmikraft boltanna = 2,8
- U burðarstangarkrafturinn (settur inn með neikvæðu formerki þegar burðarstöngin er fest í neðri hluta burðarstangarfestingarinnar)
- α_u þrýstidreifingarstuðull á burðarstangarkraftinn = 1,4
- μ viðnámsstuðull = 0,15
- γ_m öryggisstuðull = 1,25

13.3.5 Ending

13.3.5.1 Almennt

Einstöku einingar kapla og kapalkerfi eiga að hafa fullnægjandi tæringarvörn. Kapla skal verja með yfirborðslagi, vafningi eða með ytra varnarröri sem grautað er í.

13.3.5.2 Yfirborðmeðhöndlun kapalsöðla og burðarstagafestinga

Sprautusínkhúða skal alla stálhluta í kapalsöðlum og burðarstagafestingum í snertingu við kapalinn með $\geq 100 \mu\text{m}$ lagi og rúnna alla kanta með radíus $\geq 5 \text{ mm}$.

13.3.5.3 Tæringarvörn kapla úr samsíða þráðum

Kaplar úr samsíða þráðum í hengibrúm skal þurrka með þurrum blæstri í gegnum kaplana. Mesta fjarlægð milli innblásturs- og útblásturpunkta á ekki að vera meiri en 200 m.

Til þess að ná fullnægjandi þéttingu við boltana, sem tengja tvo hluta hengistangarfestinganna, skal koma fyrir loki / hettu með gúmmípakkningu yfir boltaendana.

13.4 Hreyfanlegar brýr

Þar sem þess er þörf eru sérstækar hönnunarforsendur og viðbótarkröfur skilgreindar í tengslum við einstök verkefni.

13.5 Hlaðanar bogabrýr

Þar sem þess er þörf eru sérstækar hönnunarforsendur og viðbótarkröfur skilgreindar í tengslum við einstök verkefni.



13.6 Vegskálar, forskálar og stokkar í fyllingum

13.6.1 Inngangur

13.6.1.1 Almenn

Forsenda fyrir lausn og hönnun aðgerða er að kortleggja nákvæmlega skriðusögu og skriðuhættu m.t.t. skriðugerðar, skriðutiðni, útbreiðslu, flutningsmagns og hraða.

Leggja skal mat á hvort byggja skuli vegskála þar sem vegur fer um skriðusvæði frá náttúrunnar hendi eða í landsvæði þar sem yfirvofandi er hrun steina / íss úr skeringum eða bröttum fjallshlíðum.

Skriðuleið fyrir snjó- og aurskriður er oftast í skriðufarvegum, lækjafarvegum, dölum og giljum.

Til þess að ná tilætluðum áhrifum er mikilvægt að taka tillit til hreyfingarforms skriðunnar / streymisaðstæðna yfir mannvirkið og útfæra leiðigarða og leiðiveggi þannig að skriðumassanum sé veitt yfir öryggisaðgerðina.

Taka skal tillit til þess að nauðsynlegt getur verið að veita miklu vatnsmagni yfir vegskála í sérstökum farvegi. Einnig verður að huga að því að ræsa verður regn- og leysingavatn úr fyllingum við mannvirkið, frá þakfletinum og aðliggjandi svæði ofan skálans.

13.6.1.2 Lausnir

Vegskála skal móta með opnum eða lokuðum útveggjum háð aðstæðum og burðarvirkjagerð.

Til þess að geta ráðið við punktálag frá björgum í skriðunum kemur til álita að nota malarfyllingu á þökin. Hanna verður þakið fyrir áætlað hreyfðarfræðilegt álag.

Þegar valin eru mannvirki sem fyllt er yfir skal sjá til þess að samverkun milli jarðvegs og eftirgefanlegs burðarvirkis náist.

Til þess að draga úr álaginu verður að leysa mannvirkin þannig að skriðurnar fari eins óhindrað yfir þau og kostur er.

Byggja skal leiðiveggi / leiðigarða sem eiga að beina skriðunni yfir vegskálann samsíða væntri skriðustefnu eða að hámarki með 10° frávíki frá henni.

13.6.1.3 Álag

Vísað er til gr. 5.4.6 varðandi álag frá skriðum. Taka skal tillit til uppsöfnunar skriðumassa yfir mannvirkinu, hreyfðarfræðilegra krafta þegar skriðan fer yfir það og sog- / þrýstingskrafta á útveggi. Einnig skal taka tillit til hugsanlegra viðbótarkrafta ef skriðan breytir um stefnu við að lenda á vegskálanum.

13.6.1.4 Hönnun

Hanna skal vegskála fyrir álag af völdum þeirrar skriðugerðar sem reiknað er með.



Taka skal tillit til viðbótarkrafta frá jarðþrýstingi í vegskálum sem fyllt er að og yfir sem og hugsanlegra samvirkniáhrifa milli jarðvegs og eftirgefanlegs burðarvirkis.

Hanna skal leiðigarða / leiðiveggi, sem ætlaðir eru til að beina skriðumössum yfir vegskála fyrir álagi frá skriðum, þar sem tekið er tillit til þess að skriðan getur lent á mannvirkinu undir óhagstæðu horni. Að lágmarki skal taka með í reikninginn 10° frávik skriðunnar frá ætlaðri stefnu.

Vegskála skal hanna fyrir álagi frá skriðum með endurkomutímamann 100 ár.

13.6.2 Forskálar og stokkar í fyllingum

Hanna skal forskála fyrir álagi frá hruni steina og skriðum á sama hátt og vegskála. Lengd skálans er ákveðin út frá seilingarsviði hugsanlegra skriða.

Fylla má yfir burðarvirkið til þess að draga úr áhrifum skriðuálags eða af fagurfræðilegum ástæðum.



13.7 Stoðveggir

Hanna skal stoðveggi skv. viðurkenndum fræðiritum eða handbókum. Styðjast má við handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging*. Varðandi stálþil og rifuveggi og aðra stoðveggi er vísað í gr. 11.5.

Vísað er í gr. 11.6 varðandi bakfestu á stoðveggjum.

13.8 Ræsi og rör

Þegar fyllt er yfir ræsi skal þykkt yfir kraga að lágmarki vera 300 mm.

*Hanna má eftirgefanleg rör og ræsi þar sem burður umfram eiginþunga byggir á fyllingunni umhverfis þau. Í því sambandi má t.d. styðjast við handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging*, gr. 12.*

Stálrör:

*Dæmigerð þversnið fyrir stálrör má finna hjá hinum ýmsu framleiðendum, en einnig má styðjast við handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging*, gr. 12.3, þar sem einnig er fjallað um tæringarvarnir.*

Plaströr:

Notkun plaströra er háð samþykki Vegagerðarinnar í hverju tilviki.

*Styðjast má við handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok N200 Vegbygging*, gr. 432.3.*

Áhersla er lögð á að sýnt sé fram á að rörin þoli þá áraun sem búast má við m.t.t. þjöppunar, álags frá jarðfyllingu og umferð ásamt sliti vegna botnskriðs.



Viðhengi 1

Innihaldi eftirfarandi gögn fyrirmæli sem eru í mótsögn hvert við annað ræður röðunin hér á eftir þannig vegur þyngra það sem sett er fram undir lið A en B hér á eftir o.s.frv. Innan hvers safns með handbókum gildir forgangs röðunarreglan: (1) fyrirmæli, (2) staðlar, (3) leiðbeiningar. Ef um er að ræða mótsagnir milli handbóka með sömu stöðu gildir sú yngri fram yfir þá eldri. Handbókarnúmerið út af fyrir sig hefur ekki þýðingu hvað varðar stöðu. Um gögn, sem talin eru upp hér á eftir í söfnum A – I, skal leggja þá útgáfa skjalsins til grundvallar sem var í gildi þegar hönnunin hófst, nema annað sé tekið fram.

A: Handbækur Vegagerðarinnar:

Veghönnunarreglur 01 Grunnatriði
 Veghönnunarreglur 02 Þversnið
 Veghönnunarreglur 03 Vegferill
 Veghönnunarreglur 04 Vegamót
 Veghönnunarreglur 5.4 Vegrið

B: Aðrar handbækur eða innri skýrslur o.s.frv. sem Vegagerðin gefur út að því marki sem það er raunhæft eða vísað er til í hönnunar- eða samkeppnisgögnum.

.....

C: Íslenskir hönnunarstaðlar með þjóðarviðaukum og tilheyrandi leiðréttingablöðum útgefnum, sem Staðlaráð gefur út:

Eurocode 0

ÍST EN 1990 :2002 **Eurocode 0:** Basis of structural design

ÍST EN 1990 :2002/A1: 2005/AC **Eurocode 0:** Basis of structural design

Eurocode 1

ÍST EN 1991-1-1 :2002 **Eurocode 1:** Actions on structures -
Part 1 – 1: General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings

ÍST EN 1991-1-2 :2002 **Eurocode 1:** Actions on structures -
Part 1 – 2: General actions – Actions on structures exposed to fire

ÍST EN 1991-1-3 :2003 **Eurocode 1:** Actions on structures –
Part 1 – 3: General actions – Snow loads

ÍST EN 1991-1-4 :2005 **Eurocode 1:** Actions on structures –
Part 1 – 4: General actions – Wind actions

ÍST EN 1991-1-5 :2003 **Eurocode 1:** Actions on structures –
Part 1 – 5: General actions – Thermal actions



ÍST EN	1991 -1 -6 :2005	Eurocode 1: Actions on structures – Part 1 – 6: General actions – Actions during execution
ÍST EN	1991 -1 -7 :2006	Eurocode 1: Actions on structures – Part 1 – 7: General actions – Accidental actions
ÍST EN	1991 -2 :2003	Eurocode 1: Actions on structures – Part 2: General actions – Traffic loads on bridges
Eurocode 2		
ÍST EN	1992 -1 -1 :2004	Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
EN	1992 -2 :2005	Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 2: Concrete bridges – Design and detailing rules
DK NA	1992 -2 :2009	National Annex til: Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 2: Concrete bridges – Design and detailing rules
Eurocode 3		
ÍST EN	1993 -1 -1 :2005	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
ÍST EN	1993 -1 -1 :2005/AC :2006	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
ÍST EN	1993 -1 -4 :2006	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1 – 4: General rules – Supplementary rules for stainless steel
ÍST EN	1993 -1 -5 :2006	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1 – 5: Plated structural elements
ÍST EN	1993 -1 -7 :2007	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1 – 7: Strength and stability of planar plated structures subjects to out of plane loading
ÍST EN	1993 -1 -8 :2005	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1 – 8: Design of joints
ÍST EN	1993 -1 -8 :2005/AC :2005	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1 – 8: Design of joints
ÍST EN	1993 -1 -9 :2005	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1 – 9: Fatigue
ÍST EN	1993 -1 -9 :2005/AC :2005	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1 – 9: Fatigue
ÍST EN	1993 -1 10 :2005	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1 - 10: Material toughness and through-thickness properties



ÍST EN	1993-1 10:2005/AC :2005	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1 - 10: Material toughness and through-thickness properties
ÍST EN	1993-1 11:2006	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1 - 11: Design of structures with tension components
ÍST EN	1993- 1 12:2007	Eurocode 3: Design of steel structures Part 1 – 12: Additional rules for the extension og EN 1993 up to Steel grades S 700
ÍST EN	1993 -2 :2006	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 2: Steel Bridges
ÍST EN	1993 -5 :2007	Eurocode 3: Design of steel structures – Part 5: Piling
Eurocode 4		
ÍST EN	1994-1-1 :2004	Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
EN	1994 -2 :2005	Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 2: General rules and rules for bridges
Eurocode 5		
ÍST EN	1995-1-1 :2004	Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
ÍST EN	1995-1-1 :2004/ AC:2006	Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
ÍST EN	1995-1-2 :2004	Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-2: General – Structural fire design
ÍST EN	1995 -2 :2004	Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-2: Bridges
Eurocode 7		
ÍST EN	1997 -1 :2004	Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules
ÍST EN	1997 -1 :2004/ AC:2009	Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules
ÍST EN	1997 -2 :2007	Eurocode 7: Geotechnical design – Part 2: Ground investigation and testing
Eurocode 8		
ÍST EN	1998 -1 :2004	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic action and rules for buildings



ÍST EN	1998 -2 :2005	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 2: Bridges
ÍST EN	1998 -3 :2005	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 3: Assessment and retrofitting of buildings
ÍST EN	1998 -5 :2004	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 5: Foundation, retaining structures and geotechnical aspects
ÍST EN	1999- 1 -1 2007	Eurocode 9: Design of aluminium structures Part 1-2: General rules
ÍST EN	1999- 1 -3 2007	Eurocode 9: Design of aluminium structures Part 1-3: Structures susceptible for fatigue
ÍST EN	1999- 1 -4 2007	Eurocode 9: Design of aluminium structures Part 1-4: Cold formed structural sheeting
ÍST EN	1999- 1 -5 2007	Eurocode 9: Design of aluminium structures Part 1-5: Shell structures

D: Íslenskir efnis- og framkvæmdastaðlar:

ÍST EN	206 -1 :2000	Steinsteypa – 1. hluti: Tæknilýsing, eiginleikar, framleiðsla og samræmi
ÍST EN	13670 -1 :2009	Execution of concrete structures
ÍST EN	10080 :2005	Steel for the reinforcing of concrete – Weldable reinforcing steel – General
ÍST NS	3576 -3 :2012	Steel for the reinforcement of concrete – Dimensions and properties - Part 3: Ribbed bars B500NC
ÍST NS	3576 -4 :2005	Steel for the reinforcement of concrete - Dimensions and properties - Part 4: Welded fabric
ÍST EN	1090 -2 :2008+ A1:2011	Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for the execution of steel structures – Stage34
ÍST EN	1090 -2 :2008 FprA1	Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for the execution of steel structures – Stage34
ÍST EN	1090 -3 :2008	Execution of steel structures and aluminium structures – Part 3: Technical rules for execution of aluminium structures
prEN	1337 -1	Structural bearings - Part 1: General



ÍST EN	1337	-2 :2004	Structural bearings - Part 2: Sliding elements
ÍST EN	1337	-3 :2005	Structural bearings - Part 3: Elastomeric bearings
ÍST EN	1337	-4 :2004/ AC:2007	Structural bearings - Part 4: Roller Bearings
ÍST EN	1337	-5 :2005	Structural bearings - Part 5: Pot bearings
ÍST EN	1337	-6 :2004	Structural bearings - Part 6: Rocker Bearings
ÍST EN	1337	-7 :2004	Structural bearings - Part 7: Spherical and cylindrical PTFE bearings
ÍST EN	1337	-8 :2007	Structural bearings - Part 8: Guide bearings and restrain bearings
ÍST EN	1337	-9 :1997	Structural bearings - Part 9: Protection
ÍST EN	1337	-1C	Structural Bearings - Part 10: Inspection and maintenance
ÍST EN	1337	-11:1997	Structural bearings - Part 11: Transport, storage and installation
prEN	1537	rev	Execution of special geotechnical work - Ground anchors
ÍST EN	10088	-1 :2005	Stainless steels – Part 1: List of stainless steel
ÍST EN	10088	-2 :2005	Stainless steels – Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for general purposes
ÍST EN	10088	-3 :2005	Stainless steels – Part 3: Technical delivery conditions for semi-finished products, bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for general purposes
ÍST EN	10088	-4 :2009	Stainless steels – Part 4: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for constructions purposes
ÍST EN	10088	-5 :2009	Stainless steels – Part 5: Technical delivery conditions for bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for constructions purposes
FprEN	10138-1		Prestressing steel - Part 1: General requirements
FprEN	10138-2		Prestressing steels - Part 2: Wire
FprEN	10138-3		Prestressing steels - Part 3: Strand



ÍST EN	12715	:2000	Execution of special geotechnical works - Grouting
ÍST EN	336	:2003	Structural timber – Sizes, permitted deviations
ÍST EN	1194	:1999	Timber structures – Glued laminated timber – Strength classes and determination of characteristic values

E: Handbækur Norsku Vegagerðarinnar, sem vísað er til:

Håndbok N101, Rekkeverk

Håndbok N100, Veg- og gateutforming

Håndbok N200, Vegbygging

Håndbok N500, Vegtunneler

Håndbok R410, Kabler til hengbruer

Håndbok R411, Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer

Håndbok R412, Bruklassifisering: Lasforskrifter for klassefisering av bruer og ferjekajer i det offentlige vegnett

Håndbok R510, Vann- og frostsikring i tunneler

Håndbok R700, Tegningsgrunnlag

Håndbok R762, Prosesskode 2, Standard beskrivelse for bruer og kaier

Håndbok V138, Veger og snøskred

Håndbok V139, Flom- og Sørpeskred

Håndbok V161, Brurekkeverk

Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging

Håndbok V221, Grunnforsterking, fyllinger og skråninger

Håndbok V270, Tørrmuring med maskin

F: Íslenskir staðlar fyrir framsetningu teikninga, hönnunarskjöl og framsetningu hönnunargagna eru m.a. skv. eftirfarandi:

ÍST EN ISO	3766	:2003/ AC:2004	Constructions drawing - Simplified representation of concrete reinforcement
ÍST EN ISO	5261	:1999	Technical drawing - Simplified representation of bars and profile sections
ÍST EN ISO	5457	:1999/	Technical product document – Sizez and layout of drawing sheets
ÍST EN ISO	5457	:1999/ A1:2010	Technical product document – Sizez and layout of drawing sheets
ÍST EN ISO	8560	:1999	Technical drawings – Constructions drawings – Representation of modular sizes, lines and grids



ÍST EN	22553	:1994	Welded, brazed and soldered joints – Symbolic representation on drawings
prEN ISO	2553		Welding and allied processes – Symbolic representation on drawings – Welded, brazed and soldered joints

G: Önnur fyrirmæli, leiðbeiningar, staðlar eða útgáfur skv. sérstakri ákvörðun Vegagerðarinnar í hverju einstöku tilviki:

.....

H: Aðrir staðlar, sem vísað er til:

ÍST EN	445	:2007	Grout for prestressing tendons - Test methods
ÍST EN	447	:2007	Grout for prestressing tendons - Basic requirements
ÍST EN ISO	898	-1 :2013	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 1: Bolts, screws and studs
ÍST EN ISO	898	-2 :2012	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Part 2: Nuts with specified proof load values - Coarse thread
ÍST EN	1317		Road restraint system – Parts 1, 2, 3, 5,
ÍST EN ISO	1461	:2009	Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specification and test methods
ÍST EN	1011	-1 :2009	Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 1: General guidelines for arc welding
ÍST EN ISO	2063	:2005	Thermal spraying - Metallic and other inorganic coatings - Zinc, aluminium and their alloys
prEN 1557rev			Execution of special geotechnical work - Ground anchors
ÍST EN	3464	:2012	Aerospace series - Titanium alloy TI-P64001 (Ti-6Al-4V) - Annealed - Plate - 6 mm < a = 100 mm
ÍST EN ISO	6947	:2011	Welds - Working positions - Definitions of angles of slope and rotation



BS	8081	:1989	British Standard Code of practice for Ground anchorages
ÍST EN	10021	:2006	General technical delivery requirements for steel products
ÍST EN	10025	-2 :2004	Hot rolled products of structural steels – Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steel
ÍST EN	10025	-3 :2004	Hot rolled products of structural steels – Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels
ÍST EN	10025	-4 :2004	Hot rolled products of structural steels – Part 4: Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels
ÍST EN	10027	-1 :2005	Designation systems for steels – Part 2: Numerical system
ÍST EN	10163	-1 :2004	Delivery requirements for surface condition of hot-rolled steel plates, wide flats and sections – Part 1: General requirements
ÍST EN	10163	-2 :2004	Delivery requirements for surface condition of hot rolled steel plates, wide flats and sections – Part 2: Plate and wide flats
ÍST EN	10204	:2004	Metallic materials – Types of inspections documents
ÍST EN	10210	-1 :2006	Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels – Part 1: Technical delivery requirements
ÍST EN	10219	-1 :2006	Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels - Part 1: Technical delivery requirements
ÍST EN	10221	:1995	Surface quality classes for hot-rolled bars and rods - Technical delivery conditions
ÍST EN ISO	10684	:2004	Fasteners - Hot dip galvanized coatings
ÍST EN ISO	13918	:2008	Welding - Studs and ceramic ferrules for arc stud welding
ÍST EN ISO	14399	-1 :2005	High-strength structural bolting for preloading – Part 1: General requirements
ÍST EN ISO	14399	-2 :2005	High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 2: Suitability test for preloading



ÍST EN ISO	14555	:2014	Welding - Arc stud welding of metallic materials
ÍST EN	15048	:2007	Non- preloaded structural bolting assemblies – Part 1: General requirements
ÍST EN	15048	:2007	Non- preloaded structural bolting assemblies – Part 2: Suitability test
ÍST EN ISO	9001	:2008	Quality management system - Requirements
ÍST EN ISO	19011	:2011	Guidelines for auditing management systems

.....
.....

I: Útgáfur fagfélaga og stofnana o.s.frv. sem vísað er til.

Norska steinsteypufélagsins:

Publikasjon 5 Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann, (Nóvember 2011)

Publikasjon 14 Spennarmerningarbeider, (2005 létt lagfæring 2013)

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE):

Veileder for dimensionering av erosjonssikringer av stein, (NVE 2009)

Vassdragshåndboka: Håndbok i forbygningsteknik (Tapir Forlag 2010)

Peleveiledningen Utarbeidet av Den norske Pelekomité, publishert av Norsk Geoteknisk Forening (2012)

Norska vegagerðin, Teknologivdelingn, Intern rapport nr. 2374, Forankring med bergbolter ved fundamentering av støttemurer og landkar på berg, (2004)

AASHTO, Guide Specification and Commentary for Vessel Collision Design of Highway Bridges, 1991

Ole Damgård Larsen, Ship Collision with Bridges, IABSE, Structural Engineering Document no. 4, 1993

Veritas rapport DNV RP B401: Cathodic Protection Design (Jan. 2005)

Norsok Standard M 503: Cathodic Protection (Rev. 2, September 1997)

Fib recommendation bulletin 30: Acceptance of stay cable systems using prestressing steels (2005)



Fritz Leonardt, Vorlesungen über Massivbau □ Zweiter Teil, kap. 4



Viðhengi nr. 2

Fyrirmynd að meginforsendum:

1 Inngangur

Heiti verkefnis:	Hringvegur um xxx
Brúarheiti:	Brú á xxxx
Brúarnúmer:	A-xxxx
Staðsetning:	Sveitarfélagið xxxx
Hönnuður/hönnuðir:	
Helstu kennistærðir:	

Útgáfusaga og dagsetning:

2 Vegur

Tegund umferðar (yfir og undir, ökutæki, gangandi, hjól, hestar)

Vegtegund/vegflokkur

Umferð (ÁDU)

Veglína

Hraði

3 Staðhættir

Vatnafarslegar forsendur

Skipulagsáætlanir

Kortagrunnur

Hagsmunaaðilar og leyfisveitendur

- Hvaða sérstakra leyfa er þörf, s.s. framkvæmdaleyfi, byggingaleyfi, vatnalög, o.s.frv.

4 Lýsing á brú

4.1 Tegund brúar

4.2 Grundun

4.3 Haflemdir og hafskipting

4.4 Legur og þensluraufar

4.5 Vegrið

4.6 Vatnafar og rofvarnir

4.7 Viðhald og rekstur á líftíma brúar

- Umferðarstýring
- Aðgengi vegna ástandsskoðana og viðhalds

4.8 Líftími



- Efnisnotkun og efnisval
- Yfirborð
- 4.9 Yfirborð akbrautar
 - Vatnsvarnarlag
 - Malbik
 - Steypa
- 4.10 Niðurföll
- 4.11 Lagnir
- 4.12 Áætlaður kostnaður
- 4.13 Byggingartími
 - Byggingaraðferð
 - Umferðarstýring á framkvæmdatíma
 - Áhrif á lagnir
 - Áhrif á nærliggjandi mannvirki
- 4.14 Vistvæn nálgun
 - Efnisnotkun
- 4.15 Áhættugreining
 - Hönnun, framkvæmd, viðhald og rif

5 Álagsforsendur

- 5.1 Hönnunarálag
 - Eiginþyngd
 - Umferðarálag
 - Náttúruálag
 - Snjóálag
 - Vindálag
 - Jarðskjálftaálag
 - Ísálag
 - Jarðþrýstingur
 - Óhappaálag
 - Álag á byggingastigi
 - Annað álag
- 5.2 Álagsfléttur
 - Brotástand (ULS)
 - Notástand (SLS)
 - Óhappaástand (Accidental)
- 5.3 Sérstakir þungaflutningar
- 5.4 Frí hæð og rýmisþörf
- 5.5 Staðlar og reglugerðir
- 5.6 Frávik frá stöðlum



6 Burðarpólsgreining

Lýsing á burðarpólsgreiningu brúar og einstakra byggingahluta

- Gera grein fyrir burðarvirkjalíkani sem notað er við greiningu
- Gera grein fyrir hvernig stífleiki burðarvirkja er reiknaður

Gera grein fyrir jarðtæknilegum forsendum við hönnun stoðvirkja (stoðveggja),

7 Jarðtæknilegar forsendur

- Yfirlit fyrirliggjandi rannsókna um jarðtæknilegar aðstæður með tilvísun í niðurstöður og skýrslur.
- Gera grein fyrir hvort mismunasig er leyft í hönnun mannvirkis og/eða hvort burðarvirkið er næmt fyrir mismunasigi.
- Gera grein fyrir fyrirhuguðum rannsóknum sé þeim ekki lokið og hvenær þeim eigi að ljúka.

8 Yfirferð og rýni

Lýst hvernig staðið er að yfirferð og rýni

- Tillaga um yfirferðarflokk brúar (flokkur 1,2 eða 3)
- Tillaga um tegund yfirferðar hönnunar
- Ef um óháða rýni í flokki 3 er að ræða skal tilgreina óháðan aðila til að fara yfir
- Tilgreina hvernig standa þurfi að yfirferð og samþykki á byggingarstigi (s.s. mótauppsláttur).

9 Teikningar

Listi yfir framlagðar teikningar og önnur hönnunargögn