

3

Reglur um hönnun brúa



26.01.2015

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

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 hönnunarvinnan 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 hefist 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, Alverk. Endurskoðun á Alverk stendur yfir og markmiðið er að þær greinar sem tengjast verklýsingum verði teknar úr þessu riti þegar endurskoðað Alverk verður gefið út.

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

Yfirferðar- og samþykkisferli felur í sér þá jákvæðu hlið, að reynsla og þekking flyst óhjákvæmilega milli samstarfsmanna. Fleiri þekkja verkefnið og forsendur þess og eru því betur undir það búnir 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 ritnefnd, sem tekur tillit til þeirra í næstu endurskoðun.

Að gerð bókarinnar unnu:

Einar Hafliðason

Guðmundur Valur Guðmundsson

Gylfi Sigurðsson

Fyrirspurnir og athugasemdir sendist til ritnefndar:

Einar Hafliðason

einarh@mmedia.is

Guðmundur Valur Guðmundsson

gvgu@vegagerdin.is

Gylfi Sigurðsson

gsig@vegagerdin.is

Efnisyfirlit

1	Hönnunarforsendur	1
1.1	Almennt.....	1
1.1.1	Heimildir	1
1.1.2	Gildissvið.....	1
1.1.3	Frávik	1
1.1.4	Skilgreiningar	2
1.1.5	Forsendur.....	2
1.1.5.1	Hönnunarforsendur.....	2
1.1.5.2	Framkvæmdaforsendur.....	3
1.1.5.3	Rekstrarforsendur	3
1.1.6	Hönnunarmarkmið.....	3
1.1.7	Hagnýtar útfærslur	4
1.1.8	Grundvallarreglur hönnunar.....	4
1.1.9	Hönnunarlíftími.....	5
1.1.9.1	Almennt.....	5
1.1.9.2	Skertur hönnunarlíftími	5
1.1.9.3	Bráðabirgðabryr.....	5
1.1.10	Einingar og tákn	5
1.2	Grunngögn	6
1.2.1	Almennt.....	6
1.2.2	Regluverk og gildisröðun skjala.....	6
1.2.3	Grunngögn fyrir brýr	6
1.2.3.1	Gögn fyrir allar brýr	6
1.2.3.2	Viðbótargögn fyrir brýr yfir vatnsfall	6
1.2.3.3	Viðbótargögn fyrir brýr yfir firði og sund	6
1.2.3.4	Viðbótargögn fyrir brýr yfir járnbrautir	7
1.2.3.5	Viðbótargögn fyrir brýr yfir vegi.....	7
1.2.3.6	Viðbótargögn fyrir háar brýr og turna	7
1.2.3.7	Viðbótargögn fyrir núverandi brýr	7
1.3	Framkvæmd	8
1.3.1	Almennt.....	8
1.3.2	Vikmörk og stærðaeftirlit.....	8
1.4	Kröfur til upplýsingagagna.....	9

1.4.1	Almennt.....	9
1.4.2	Grunnforsendur	9
1.4.3	Hönnunarútreikningar.....	9
1.4.4	Verklýsingar og magnskrá.....	10
1.4.5	Teikningar og efnislistar	10
1.4.5.1	Almennt.....	10
1.4.5.2	Yfirlitsteikningar	14
1.4.5.3	Stækkunar- og uppsetningateikningar	14
1.4.5.4	Uppdrættir af undirstöðum.....	14
1.4.5.5	Steinsteyputeikningar.....	14
1.4.5.6	Stálteikningar.....	15
1.4.5.7	Teikningar af mannvirki úr timbri.....	15
1.4.5.8	Teikningar af mannvirkjum úr áli.....	16
1.4.5.9	Teikningar hlaðinna burðarvirkja	16
1.4.5.10	Teikningar vegna yfirborðslaga, búnaðar og íhluta	16
1.4.6	Samkomulag við ytri eiganda	17
1.4.7	Eftirlits-, rekstrar- og viðhaldsáætlun	17
1.4.8	Teikningar af fullbúnu mannvirki	17
1.4.9	Önnur upplýsingagögn fullbúins mannvirkis	18
1.4.10	Skjalavarsla.....	18
1.5	Gæðatrygging	19
1.5.1	Almennt.....	19
1.5.2	Öryggis- og heilbrigðisráðstafanir	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.....	27
2.5.3.8	Frestir.....	28
3	Almennar hönnunarkröfur.....	29
3.1	Virknikröfur fyrir brýr	29
3.1.1	Almennt.....	29
3.1.2	Niðurbeygja.....	29
3.1.3	Sveiflur	29
3.1.3.1	Vegbrýr	29
3.1.3.2	Göngu- og hjólabrýr.....	29
3.2	Hönnunarreglur	30
3.2.1	Almennt.....	30
3.2.2	Staðsetning þensluraufa, lega og liða.....	30
3.2.3	Brýr án þensluraufa.....	30
3.2.3.1	Almennt	30
3.2.3.2	Brýr með báða enda hreyfanlega	30
3.2.3.3	Brýr með annan endann hreyfanlega og hinn fastan	31
3.2.3.4	Brýr með meiri heildarlengd.....	31
3.2.4	Brýr með þensluraufum	31
4.	Lausnir og kröfur til aðgengis.....	33
4.1	Breiddarkröfur	33
4.1.1	Akbraut.....	33
4.1.2	Gangstígur	33
4.1.3	Göngu- og hjólastígur.....	33
4.1.4	Göngu- og hjólabrýr.....	33
4.1.5	Öryggisrými	34
4.1.6	Frí breidd yfir vegriði.....	34
4.2	Krafa um fría hæð yfir og undir brýr	35
4.2.1	Frí hæð fyrir umferð undir berandi byggingarluta.....	35

4.2.2	Frí hæð fyrir göngu- og hjólaumferð undir brýr og í undirgöngum	35
4.2.3	Frí hæð í hliðarsvæði vegar undir brú.....	35
4.2.4	Frí hæð yfir vatnsfalli	36
4.2.5	Frí hæð í sértílvikum.....	36
4.2.6	Frí hæð og breidd fyrir járnbrautarumferð.....	36
4.2.7	Frí hæð yfir firði og sund	36
4.2.7.1	Utan siglingaleiða	36
4.2.7.2	Yfir siglingaleið.....	36
4.2.8	Frí hæð yfir landi	36
4.3	Veglína um brú.....	36
4.4	Deililausnir	37
4.4.1	Brúavegrið og bríkur.....	37
4.4.2	Vængir landstöpla	38
4.4.3	Sigplötur.....	39
4.4.3.1	Almennt	39
4.4.3.2	Brýr án þensluraufa	40
4.4.3.3	Krafa um fyllingarþykkt yfir sigplötu	40
4.4.3.4	Krafa um breidd og halla	40
4.5	Rýmiskrafa í holrýmum.....	41
4.5.1	Almennt.....	41
4.6	Dyr, lúgur og mannop.....	41
4.6.1	Almennt.....	41
4.6.2	Staðsetning dyra, lúga og mannopa	41
4.7	Aðgengi.....	42
4.7.1	Aðgengi að legum	42
4.7.2	Aðgengi að þensluraufum.....	42
4.7.3	Aðgengi umhverfis súlur og milli súlna og veggjar	42
5	Álag.....	43
5.1	Almennt.....	43
5.2	Flokkun álagsáhrifa	43
5.3	Varanleg álagsáhrif	43
5.3.1	Almennt.....	43
5.3.2	Eiginþyngd	43
5.3.2.1	Almennt	43
5.3.2.2	Yfirborðslög	44

5.3.3 Vatnsprýstingur	44
5.3.4 Jarðprýstingur	44
5.3.4.1 Almennt	44
5.4 Breytilegt álag	45
5.4.1 Almennt	45
5.4.2 Umferðarálág og annað notálág á fyllingar bak við mannvirki	45
5.4.2.1 Almennt	45
5.4.2.2 Umferðarálág á akrein	45
5.4.3 Jafngildisálág álagsvagns og einfölduð áhrif jarðprýstings	47
5.4.3.1 Framveggur hornréttur á veglínu	47
5.4.3.2 Framveggur ekki hornréttur á veglínu	48
5.4.3.3 Stoðveggir / landstöpulsvængir samsíða akbraut	50
5.4.3.4 Umferðarálág og útreikningur jarðprýstings	51
5.4.4 Álag í milliástandi	52
5.5 Náttúruálág	53
5.5.1 Almennt	53
5.5.2 Snjóálág	53
5.5.3 Vindálág	53
5.5.3.1 Almennt	53
5.5.4 Öldu-, straum- og flóðaálág	53
5.5.4.1 Burðarvirki	53
5.5.4.2 Ákvarðandi öldu- og straumálág	53
5.5.4.3 Ölduálág	54
5.5.4.4 Iðuflökt	54
5.5.5 Álag vegna breytilegs vatnsprýsting	54
5.5.6 Álag af völdum ofanflóða	54
5.5.7 Ísálág	54
5.5.7.1 Almennt	54
5.5.7.2 Útreikningur íspykkta	55
5.5.7.3 Styrkur íss	56
5.5.7.4 Álag frá rekís (Gerð 1)	56
5.5.7.5 Þensluálág (Gerð 2)	58
5.5.7.6 Lóðrétt álag frá fast frosnum ísbreiðum (Gerð 3)	58
5.5.7.7 Höggálág (Gerð 4)	59
5.5.8 Áraun af völdum hita	59

5.5.8.1	Almennt	59
5.5.8.2	Hiti sem er breytilegur lóðrétt.....	59
5.5.8.3	Mismunur í hitahlutdeild ólíkra byggingahluta	59
5.5.8.4	Hitastigsmunur	59
5.5.9	Jarðskjálftaáraun.....	60
5.5.9.1	Almennt	60
5.5.9.2	Val jarðskjálftaflokks.....	60
5.6	Færsluálag.....	61
5.6.1	Almennt.....	61
5.6.2	Uppspenna, rýrnun, skrið og spennueftirgjöf	61
5.6.3	Sig.....	61
5.6.4	Viðnámskraftar / færslukraftar frá legum.....	61
5.6.5	Jarðþrýstingur á undirliggjandi vegg þensluraufarfrírra brúa.....	61
5.7	Óhappaálag	63
5.7.1	Almennt.....	63
5.7.2	Ákeyrsluálag frá farartækjum.....	63
5.7.3	Ásiglingarálag frá skipum	63
5.7.3.1	Almennt	63
5.7.3.2	Ákvörðun óhappaálags frá skipaumferð með notkun áhættugreiningar.....	64
5.7.3.3	Einfaldaðar reglur til ákvörðunar óhappaálags frá skipaumferð.....	64
5.7.4	Ákeyrsluálag frá járnbrautarumferð	64
5.7.5	Bruni með hugsanlegri sprengingu í kjölfarið.....	64
5.7.6	Óhappaálag frá skriðum og ofanflóðum.....	65
5.7.6.1	Óhappaálag af völdum skriða	65
5.7.6.2	Óhappaálag af völdum ofanflóða	65
5.8	Samtímaálag	66
5.8.1	Almennt.....	66
5.8.2	Samtímaálag vinds, strauma, öldu og sjávarfalla.....	66
6	Greining burðarvirkja	67
6.1	Almennt.....	67
6.2	Meginreglur hönnunar.....	67
6.2.1	Almennt.....	67
6.2.2	Markástandshönnun.....	67
6.2.2.1	Brot- og notmarkaástand	67
6.2.2.2	Óhappamarkaástand og jarðskjálfti	67

6.2.3	Stærðarfrávik.....	67
6.2.4	Líkantilraunir og mælingar í mörkinni.....	68
6.3	Ákvarðandi álagsáhrif.....	68
6.3.1	Útreikningur álagsáhrifa	68
6.3.1.1	Almennt.....	68
6.3.1.2	Hreyfðarfræðilegar greiningar.....	68
6.3.1.3	Fléttun útgilda (fylgni) vegna hreyfðarfræðilegra álagsáhrifa.....	68
6.3.1.4	Líkantilraunir.....	68
6.3.2	Ákvarðandi álagsfléttur.....	69
6.3.2.1	Brot- og notmarkaástand	69
6.3.2.2	Óhappamarkaástand og jarðskjálfti	69
6.4	Kröfur vegna ólínulegra greininga.....	70
6.4.1	Forsendur.....	70
6.4.2	Stuðningsgögn	70
7	Steypt burðarvirki	71
7.1	Almennt.....	71
7.2	Efni.....	71
7.2.1	Steypa.....	71
7.2.1.1	Almennt	71
7.2.1.2	Steypuskilgreining	71
7.2.1.3	Rúmpýngd járnbentrar steypu	72
7.2.1.4	Fjaðurstuðull steypu.....	73
7.2.1.5	Léttsteypa	73
7.2.1.6	Steypa með lága hitamyndun	73
7.2.2	Slakbending	73
7.2.2.1	Venjuleg slakbending.....	73
7.2.2.2	Ryðfrí slakbending	73
7.2.2.3	Bending úr samsettum efnum (e: composite materials).....	74
7.2.2.4	Trefjabending	74
7.2.3	Spennt járnalögn og spennikerfi	74
7.3	Ákvarðandi álagsáhrif.....	75
7.3.1	Almennt.....	75
7.3.2	Formbreytingaálag	75
7.3.3	Útreikningur hreyfðarfræðilegrar svörunar	75
7.4	Hönnun	76

7.4.1	Almennt.....	76
7.4.2	Brotmarkaástand.....	76
7.4.2.1	Almennt.....	76
7.4.2.2	D - svæði.....	76
7.4.2.3	Skúfhönnun.....	76
7.4.3	Notmarkaástand.....	77
7.4.3.1	Sprunguvíddir.....	77
7.4.4	Þreyta.....	77
7.5	Bendireglur.....	78
7.5.1	Þéttleiki bendingar og niðurlögn steypu.....	78
7.5.2	Fjarlægð bendingar frá yfirborði.....	79
7.5.2.1	Almennt.....	79
7.5.2.2	Krafa um steypuhulur.....	79
7.5.2.3	Spennibending.....	80
7.5.2.4	Sérstakar steypuhulukröfur.....	80
7.5.3	Lágmarksbending einstakra burðarvirkjahluta.....	81
7.5.3.1	Almennt.....	81
7.5.3.2	Undirstöður og landstöplar.....	81
7.5.3.3	Stöplar / súlur og veggir.....	83
7.5.3.4	Yfirbygging.....	83
7.5.3.5	Úrtök.....	83
7.6	Hönnunarreglur.....	84
7.6.1	Almennt.....	84
7.6.2	Steypuskil.....	84
7.6.3	Undirvatnssteypa.....	84
7.6.4	Undirstöður.....	84
7.6.5	Landstöpull.....	85
7.6.6	Sigplata.....	85
7.6.7	Yfirbygging.....	85
7.6.8	Spenn burðarvirki.....	86
7.6.9	Utanáliggjandi og ógrautuð spennbending.....	86
7.6.10	Úrtök.....	86
7.6.11	Léttandi úrtök.....	87
7.6.12	Steypuliður.....	87
7.6.13	Innsteyptir hlutir.....	87

7.6.14	Bakskautsvörn.....	87
8	Stálburðarvirki	89
8.1	Inngangur	89
8.2	Efni.....	89
8.2.1	Stál í burðarvirki	89
8.2.2	Boltaskeyti.....	94
8.2.3	Skúfboltar	96
8.2.4	Samverkun milli steypu og stáls	96
8.3	Ákvarðandi álagsáhrif	97
8.3.1	Útreikningur álagsáhrifa	97
8.3.1.1	Almennt	97
8.3.1.2	Álagsáhrif ákvörðuð út frá flotfræði.....	97
8.3.1.3	Álagsáhrif á skúfbolta	97
8.3.2	Útreikningur hreyðarfræðilegrar svörunar	97
8.4	Hönnun	98
8.4.1	Almennt.....	98
8.4.2	Brotmarkaástand.....	98
8.4.2.1	Almennt	98
8.4.2.2	Skúfhliðrun	98
8.4.2.3	Víxlverkun	98
8.4.2.4	Skúfboltar	98
8.4.3	Notmarkaástand.....	98
8.4.4	Þreyta	99
8.4.5	Suðuskeyti	99
8.4.6	Boltaskeyti.....	99
8.5	Framleiðslu- og hönnunarreglur.....	100
8.5.1	Almennt.....	100
8.5.2	Holrými.....	100
8.5.2.1	Holrými aðgengileg til eftirlits	100
8.5.2.2	Holrými í minni kassapversniðum	100
8.5.2.3	Holrými í prófílum og samsvarandi	100
8.5.3	Yfirbygging	100
8.5.3.1	Plötupykkir	100
8.5.3.2	Þverstífuð krossstífuð plata	101
8.5.3.3	Plötupykkur með togspennur hornrétt á plötuflötinn	101

8.5.3.4	Fösun platna	101
8.5.3.5	Plötustífur	101
8.5.3.6	Þrýstiflutningur um snertiflöt milli stálhluta	101
8.5.3.7	Skúfflutninugr í samverkandi burðarkerfi	101
8.5.4	Grindaristagólf.....	101
8.5.5	Suðuskeyti	101
8.5.5.1	Eftirlitsflokkar	101
8.5.5.2	Framsetning suða á teikningum	102
8.5.5.3	a – mál kverksuða	103
8.5.5.4	Keðjusuður.....	103
8.5.5.5	Suður yfir legum og lyftipunktum.....	103
8.5.6	Boltaskeyti.....	103
8.6	Yfirborðsmeðhöndlun	104
8.6.2	Burðarvirki úti	104
8.6.3	Burðarvirki í vatni	107
9	Timburburðarvirki	109
9.1	Almennt.....	109
9.2	Efni.....	109
9.2.1	Burðartimbur og límtré.....	109
9.2.2	Áhrif hita, þrútnunar og skriðs.....	109
9.2.3	Rúmpýngd timburs	109
9.2.4	Festingar	110
9.2.5	Brúagólf úr timbri.....	110
9.2.5.1	Hefðbundið brúargólf	110
9.2.5.2	Þverspennt brúargólf (Stress-laminated deck plates)	111
9.2.5.3	Þverspennt brúargólf.....	111
9.2.6	Spennistangir	111
9.3	Ákvarðandi álagsáhrif.....	112
9.3.1	Almennt.....	112
9.3.2	Útreikningur álagsáhrifa í þverspenntu brúargólfi	112
9.3.2.1	Almennt	112
9.3.2.2	Kerfiseigineikar til útreiknings með mismunandi eiginleikum í hvora átt.....	112
9.3.2.3	Skertur stífleiki vegna sprungumyndunar milli bita	113
9.4	Hönnun brúagólfa.....	114
9.4.1	brotmarkaástand	114

9.4.1.1	Uppspenna	114
9.4.1.2	Festiplötur	114
9.4.1.3	Skrik milli bita	114
9.4.1.4	Virkni endaskeyta í hönnun.....	115
9.4.1.5	Opnun rifu	116
9.4.1.6	Þreytumarkaástand	116
9.4.2	Notmarkaástand.....	116
9.4.2.1	Niðurbeygja	116
9.4.2.2	Uppspennukraftur	116
9.5	Framleiðslu- og hönnunarreglur.....	116
9.5.1	Almennt.....	116
9.5.2	Gagnvörn	116
9.5.3	Tæringavörn.....	116
9.5.4	Þak, veggáfellur og rimlavörn	117
9.5.5	Hnútpunktar með innfelldum stálplötum.....	117
9.5.6	Þverspennt brúagólf	117
9.5.6.1	Uppspennukraftur	117
11	Grundun.....	119
11.1	Almennt.....	119
11.1.1	Inngangur.....	119
11.1.2	Frosttrygging	119
11.1.3	Rof og rofvarnir.....	119
11.2	Ákvarðandi álagsáhrif.....	119
11.3	Bein grundun.....	119
11.3.1	Almennt.....	119
11.3.2	Útreikningur hjámiðju.....	120
11.3.3	Ákvarðandi grunnþrýstingur og virkur undirstöðufloður.....	120
11.3.4	Ákvarðandi burðargeta á klöpp.....	121
11.3.5	Skrið á klöpp	121
11.3.6	Ákvarðandi burðargeta fyllinga	121
11.3.7	Sig vegna grundunar á fyllingum	122
11.3.8	Rof og rofvörn	122
11.3.9	Viðbótar greiningar á burðar- og sigeiginleikum jarðvegsins.....	122
11.4	Staurar og stauraundirstöður.....	123
11.4.1	Almennt.....	123

11.4.2	Samræming hnitakerfa	123
11.4.3	Val stauragerðar.....	123
11.4.4	Meginreglur hönnunar	123
11.4.4.1	Almennt	123
11.4.4.2	Skerðingarstuðull.....	124
11.4.4.3	Hliðarstuðningur frá jarðvegi.....	124
11.4.4.4	Tæring stálstaura (prófílstál)	124
11.4.4.5	Togfestur fyrir staura.....	124
11.4.5	Vikmörk og frávik.....	124
11.4.6	Sig við grundun á staurum.....	124
11.4.7	Togstaurar.....	125
11.4.7.1	Almennt	125
11.4.7.2	Togstaurar í fyllingum.....	125
11.4.7.3	Togstaurar í bergi.....	126
11.4.8	Viðbótar greiningar á burðar- og sigeiginleikum jarðvegsins.....	126
11.4.9	Sérstakar reglur um staura í stálröri	126
11.4.9.1	Burðarviðbót frá stálrörum	126
11.4.9.2	Stífleiki reiknaður.....	127
11.4.9.3	Steypa	127
11.4.9.4	Járnbending	127
11.4.9.5	Steypa	127
11.5	Frístandandi staurasamstæður úr ísteyptum stálrörastaurum í vatni	128
11.5.1	Almennt.....	128
11.6	Þil, rásarveggir og aðrir stoðveggir	129
11.6.1	Almennt.....	129
11.6.2	Tæring stálþilja.....	129
11.7	Festur.....	130
11.7.1	Almennt.....	130
11.7.2	Spenntar festur í bergi eða fyllingum	130
11.7.2.1	Festulengd í bergi	130
11.7.2.2	Burðargeta.....	131
11.7.3	Festur með mótvigt	132
11.7.4	Bergboltar	132
11.7.4.1	Burðargeta reiknuð í brotmörkum	132
11.7.4.2	Festilengd í bergi	133

11.7.4.3	Hönnun fyrir stoðveggi, ræsi, liðlausa ramma og landstöpla.....	133
11.8	Afvötnun, fylling og rofvörn	133
12	Yfirborðslög, vegbúnaður og íhlutir	135
12.1	Almennt.....	135
12.1.1	Deilihönnun	135
12.1.2	Tæringarvörn og efniseiginleikar	135
12.1.3	Festingar í steypu.....	135
12.2	Yfirborðslög	137
12.2.1	Almennt.....	137
12.2.2	Brúargólf	137
12.2.3	Þröskuldur við þensluraufar.....	138
12.2.4	Vörn burðarvirkja í fyllingum	138
12.2.4.1	Almennt	138
12.2.4.2	Burðarvirki yfir grunnvatnsstöðunni þar sem vatn er ræst fram	138
12.2.4.3	Burðarvirki að hluta til eða alveg undir grunnvatnsstöðunni.....	138
12.2.5	Deili	139
12.2.5.1	Almennt	139
12.2.5.2	Frágangur þar sem ekki er brík eða leiðikantur.....	139
12.2.5.3	Frágangur upp við bríkur	139
12.2.5.4	Frágangur í brúarenda og tenging við rauf.....	139
12.2.5.5	Frágangur við vegriðsstoðir	140
12.2.5.6	Frágangur við niðurfall	140
12.3	Vegrið.....	140
12.4	Legur og liðir	141
12.4.1	Almennt.....	141
12.4.2	Hönnunarreglur	141
12.4.3	Tenging milli yfir- og undirbyggingar	142
12.4.4	Viðbótarkraftar þvert á hreyfistefnu legu	143
12.4.5	Eftirlit, rekstur og viðhald	143
12.4.6	Uppsetning.....	143
12.4.7	Hönnun og forstilling.....	143
12.5	Þensluraufar	144
12.5.1	Almennt.....	144
12.5.2	Samhæfing við aðra brúarhluta	144
12.5.3	Sæti þensluraufar	145

12.5.4	Járnbending	145
12.5.5	Uppsetning	145
12.5.6	Yfirborðsvatn	145
12.5.7	Þensluraufar í brík, leiðikanti og steypd vegrið	145
12.5.8	Eftirlit, rekstur og viðhald	146
12.5.9	Hönnun og forstilling	146
12.6	Ofanvatn	147
12.6.1	Almennt	147
12.6.2	Steinlögð renna fyrir yfirborðsvatn í brúarenda	147
12.6.3	Niðurföll	147
12.6.4	Kerfi undir brúargólfi, sem tekur við ofanvatni	147
12.7	Rafbúnaður, kaplar og lagnir sem flytja vökva	149
12.7.1	Almennt	149
12.7.2	Jarðtengingar	149
12.7.3	Lýsing og vinnurafmagn innan í brúm	149
12.7.4	Veglýsing	149
12.7.5	Öryggisbúnaður vegna loftfara og skipaumferðar	150
12.7.6	Eigandi kapla og lagna í brúm annar en Vegagerðin	150
12.7.6.1	Almennt	150
12.7.6.2	Greinargerð	150
12.7.6.3	Ídráttarrör	151
12.7.6.4	Staðsetning röra, kapla og kapalrenna	151
12.7.6.5	Síma- og merkjastrengir	152
12.7.6.6	Háspennukaplar	152
12.7.6.7	Vökvaflýttjandi lagnir	153
12.8	Annar útbúnaður	154
12.8.1	Fyrirmæli um búnað til eftirlits	154
12.8.1.1	Lúgur og dyr	154
12.8.1.2	Stigar, gönguleiðir og handrið	154
12.8.1.3	Kláfur	154
12.8.1.4	Burðarkaplar	155
12.8.1.5	Hengistangir	156
12.8.2	Hæðarboltar	156
12.8.3	Ljósa- og skiltastaurar	156
13	Sértækar kröfur til burðarvirkja	157

13.2	Hengi- og skástagabrýr	158
13.2.1	Almennt.....	158
13.2.2	Reiknilíkön	158
13.2.3	Áhrif lengdafrávika hengistanga	158
13.2.4	Útskiptanleg skástög eða hengistög	158
13.2.5	Slit skástags / hengistangar.....	159
13.2.6	Festing burðarkapla í jörð.....	159
13.3	Kaplar og kaplakerfi.....	160
13.3.1	Almennt.....	160
13.3.2	Efni og útfærsla	160
13.3.2.1	Kaplar í hengibrúm	160
13.3.2.2	Kaplar í skástagabrúm	160
13.3.2.3	Kapalfestingar	161
13.3.2.4	Styrkleikaeiginleikar kapla	161
13.3.3	Hönnun	161
13.3.3.1	Ákvarðandi álagsáhrif	161
13.3.3.2	Brotmarkaástand	161
13.3.4	Útfærslukröfur	162
13.3.4.1	Almennt	162
13.3.4.2	Söðlar og burðarstagafestingar fyrir spiralvafða, lokaða kapla.....	162
13.3.4.3	Söðla og burðarstangafestingar fyrir kapla úr samsíða þráðum	162
13.3.5	Kaplar úr samsíða þráðum	163
13.3.6	Yfirborðsmeðhöndlun	163
13.3.6.1	Almennt	163
13.3.6.2	Yfirborðsmeðhöndlun kapalsöðla og burðarstagafestinga	163
13.3.6.3	Tæringarvörn kapla úr samsíða þráðum	164
13.6	Vegskálar, forskálar og stokkar í fyllingum	164
13.6.1	Inngangur.....	164
13.6.2	Vegskálar	164
13.6.2.1	Skriðusaga.....	164
13.6.2.2	Jarðgrunnsaðstæður.....	164
13.6.2.3	Staðsetning.....	164
13.6.2.4	Vatn	164
13.6.2.5	Lausnir	164
13.6.2.6	Álag	165

13.6.2.7 Hönnun	165
13.6.3 Forskálar og stokkar í fyllingum	165
13.7 Stoðveggir	166
13.8 Ræsi og rör	166
13.8.1 Almennt	166
13.8.2 Stálrör	166
13.8.3 Plaströr	166
Viðhengi 1	167
A: Handbækur Vegagerðarinnar:	167
B: Aðrar handbækur eða innri skýrslur	167
C: Íslenskir hönnunarstaðlar með þjóðarviðaukum og tilheyrandi leiðréttingablöðum útgefnum, sem Staðlaráð gefur út:	167
D: Íslenskir efnis- og framkvæmdastaðlar:	170
E: Handbækur Norsku Vegagerðarinnar, sem vísað er til:	171
F: Íslenskir staðlar fyrir framsetningu	172
G: Önnur fyrirmæli, leiðbeiningar	172
H: Aðrir staðlar, sem vísað er til:	172
Viðhengi nr. 2	177

1 Hönnunarforsendur

1.1 Almenn

1.1.1 Heimildir

Handbók þessi fjallar um almennar reglur, sem heimilaðar eru skv. vegalögum.

1.1.2 Gildissvið

Reglur um hönnun brúa eiga við um hönnun brúa, ferjulæga og annarra berandi burðarvirkja í þjóðvegakerfinu.

Í *Reglum um hönnun brúa* eru almennar kröfur, en gert er ráð fyrir að við þær bætist staðbundnar upplýsingar og sérstakar kröfur fyrir mannvirkið, sem unnið er að. Gert er ráð fyrir að við *Reglur um hönnun brúa* bætist viðeigandi staðlar og leiðbeiningar, þegar um er að ræða einstakar mannvirkjagerðir, mannvirkjaeiningar og efni.

Reglur um hönnun brúa eiga við um alla áfanga á bygginga- og líftíma mannvirkisins að meðtöldum framleiðslu-, flutnings- og byggingaráfanga berandi brúahluta. Þær eiga einnig við um viðgerða- og viðhaldsaðgerðir, sem hafa áhrif á burðargetu mannvirkisins, sem og styrkingar og breytingar.

Kröfur í *Reglum um hönnun brúa* um öryggi eiga einnig við um bráðabrigða- brýr og burðarvirki, sem og fyrir mótauppslátt, vinnupalla, verkpalla eða önnur hjálparmannvirki við byggingavinnunna, ef þau ná yfir, undir eða eru staðsett nálægt vegi með almennri umferð. Við niðurrif og fjarlægingu mannvirkis eða mannvirkjahluta eiga samsvarandi kröfur við um öryggi.

1.1.3 Frávik

Í *Reglum um hönnun brúa* eru tvö kröfuprep – *skal* og *ber*, þar sem *skal* vegur þyngra. Þýðing orðanna *skal*, *ber*, og *getur*, og hver hefur umboð til vika frá tæknikröfum fyrir þjóðvegi er að finna í Töflu 1.1.

Vegagerðin hefur heimild til að vika frá almennum reglum sem eiga við um brýr í þjóðvegakerfinu að undangengnu rökstuddu mati á afleiðingum fráviks frá öryggissjónarmiðum og nýtingu á líftíma mannvirkisins.



Orð	Merking	Umboð til frávika á þjóðvegum
Skal	Krafa	Vegagerðin hefur umboð til frávika. Rökstuðningur skal fylgja umsókn
Ber	Krafa	Vegagerðin hefur umboð til frávika. Rökstuðningur skal fylgja umsókn
Getur	Mælt með	Frávik eru heimiluð að undangengnu faglegu mati án sérstaks umsóknarferlis. Upplýsa skal Vegagerðina

Tafla 1.1: Merking orðanna skal, ber og getur

1.1.4 Skilgreiningar

Skilgreining hugtaka í [Reglum um hönnun brúa](#):

Brýr:

Berandi mannvirki í vegakerfinu fyrir veg-, göngu-, reið- og hjóltreidaumferð sem á við um:

- Allar gerðir veg- og göngubrúa með haf stærra en eða jafnt og 4,0 m og með meginhlutverk að bera umferðarálág. Tekur til mannvirkja eins og hvelfinga-, plötu-, bita-, kassa-, grinda-, boga-, FFB- (frjálst frambyggðar-) skástaga-, hengi-, flot-, röra-, og hreyfanlegra brúa, ásamt ferjulægja, ferjubryggja (þ.m.t. ferjubrýr) og niðurgrafinna mannvirkja eins og ræsa og röra
- Önnur berandi mannvirki sem á að hanna, byggja og reka eins og brýr, hér með talin göng / bogaræsi í lausum jarðlögum, vegskála í byggð, forskála, flóðskála og stoðveggi

Með göngum í lausum jarðlögum er átt við mannvirki sem byggð eru í útgrafinni rás. Að byggingu lokinni er fyllt yfir mannvirkid. Nær einnig t.d. til botnganga, sem er sökt í sjó eða vatn í áföngum, og varanleg öryggismannvirki í lausum jarðlagasvæðum í jarðgöngum.

Með vegskálum í byggð er átt við mannvirki sem eru byggð yfir veginn vegna nýtingar á fletinum yfir þeim, aukins umferðaröryggis og / eða til þess að draga úr umhverfisáhrifum.

Auk stoðveggja úr steypu á heitið stoðveggir einnig við um stoðveggi úr náttúrusteini, steiptum einingum, körfum, bentum jarðvegi, jarðvegi studdum með jarðfestum og varanlegum þiljum.

Hönnun:

- Öll vinna tengd vali brúargerðar og útbúnaðar, hönnunarlausnum, ákvörðun álags og álagsflétta, útreikningum og ákvörðun stærða, teiknun, gerð sérverklýsinga, söfnun upplýsingagagna, yfirferð og samþykki hönnunarinnar
- Í tengslum við verkefni, sem ráðgjafar hafa verið ráðnir til að sinna getur hugtakið hönnun haft víðtækari merkingu. [Reglur um hönnun brúa](#) ná ekki til vinnu í tengslum við forrannsóknir, söfnun og úrvinnslu grunnagna, skipulags o.fl.

Grunnforsendur:

- Nær til grunnagna fyrir vinnslu brúaverkefna eins og fram kemur í gr. 1.4.2, ásamt hugsanlegum viðbótarupplýsingum og sérstakra ákvarðana fyrir einstök verkefni

1.1.5 Forsendur

1.1.5.1 Hönnunarforsendur

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.

Setja skal upp gæðakerfi, sjá gr. 1.5.

Áður en byrjað er á hönnunavinnunni 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 fullnir 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.

1.1.5.2 Framkvæmdaforsendur

Byggingavinnu á ekki að hefja fyrr en samþykktir útreikningar og vinnuteikningar liggja fyrir. Vinna skal alla nauðsynlega útreikninga. Yfirferðar- og samþykktarferli í samræmi við ákvæði í [Reglum um hönnun brúa](#) skal vera lokið.

Fara skal eftir gildandi leiðbeiningum og reglum um gerð útboðslýsinga varðandi meðferð á tilboðs- og samningshliðum byggingaáforma.

Virkja skal gæðakerfið.

1.1.5.3 Rekstrarforsendur

Útfærð aðferðafræði skal ligga fyrir til að skipta út hlutum, sem eru mikilvægir fyrir burðargetu mannvirkisins og eru ekki taldir endast líftíma þess. Leyfileg hámarksbreidd á svæði sem þarf að loka í tengslum við útskipti slíkra hluta er 3,5 m að meðtöldum 0,5 m fyrir bráðabirgða vegrið. Varðandi stærri viðgerðir t.d. á yfirborði brúargólfs, endurnýjun þensluraufa eða rakavörn- / slitlagavinnu o.s.frv. sjá gr. 4.1.1.

1.1.6 Hönnunarmarkmið

Mannvirkið og einstakar einingar þess skal hanna þannig að það á hönnunarlíftíma sínum:

- virki á fullnægjandi hátt í samræmi við sett markmið
- bregðist fullnægjandi við eðlilegum aðstæðum m.a. færslum, sigi, sveiflum og hávaða
- sé traust og með fulla virkni með eðlilegu viðhaldi og þarfnist ekki óþarfa rekstrar- eða viðhaldsaðgerða
- hafi viðunandi öryggi gegn þreytubroti
- geti borið allt fyrirskrifað álag og færslur með fullnægjandi öryggi gegn broti eða ástandi, sem líkja má við brot
- geti tekið upp allt fyrirskrifað álag og færslur með fullnægjandi öryggi gegn veltu, uppdrifi, kikkun eða öðrum afleiðingum, sem breyta verulega burðarkerfi þess



- búi yfir nægjanlegu öryggi þannig að ófyrirséðir atburðir eða vöntun valdi ekki tjóni eða óhöppum, sem er óhæfilega mikið í samanburði við orsakavaldinn
- sé staðsett þannig að afleiðingar t.d. snjóflóðs, krapaflóðs, vatnsflóðs, skriðu, varanlegs sigs eða flóðs í grunni verði ekki of miklar

1.1.7 Hagnýtar útfærslur

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

- er aðlagð umhverfi og landslagi, er rökrétt og samkvæmt sér í uppbyggingu
- er almennt vel útfært en jafnframt notendavænt og greiðfært öllum vegfarendum
- tekur tillit til fagurfræðilegra sjónarmiða sérstaklega þegar það er vel sýnilegt
- tekur tillit til öryggis umferðar eða annarrar starfsemi undir mannvirkinu vegna fallandi hluta
- er hægt að byggja á öruggan og ábyrgan hátt
- er aðlagð staðbundnum aðstæðum í jarðgrunni m.t.t. grundunar
- er með seigluhegðun í brotmarkaástandi og er ekki viðkvæmt fyrir staðbundnum skemmdum
- er með skýrt burðarkerfi með einföldu spennuflæði og góða samsvörun milli reiknilíkans og raunverulegs mannvirkis
- er með einföld deili án mikillar spennuupsöfnunar
- er lítið viðkvæmt fyrir breytingum í burðarkerfinu, breytingum í efnispáttum, tæringu og öðru niðurbroti og hugsanlegum skekkjum og göllum í útfærslum
- 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
- 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
- tryggir á fullnægjandi hátt að óviðkomandi hafi ekki aðgengi að þeim hlutum brúarinnar, sem er þeim ekki ætlaður t.d. að klífra í strengjum, neðri flöngum bita, bogum o.s.frv.

1.1.8 Grundvallarreglur hönnunar

Reglur um hönnun brúa eru byggðar á markhönnun.

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 vikmörk sem eru skilgreind fyrir framkvæmd byggingavinnunnar.

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.



1.1.9 Hönnunarlíftími

1.1.9.1 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.

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.

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.

1.1.9.2 Skertur hönnunarlíftími

Ef byggja skal brú í fyrirliggjandi 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. fyrirætlum Vegagerðarinnar.

Yfirborðslög skulu fullnægja óskertum kröfum skv. gr. 12.2.

Krafa um steypuhulur í steiptum mannvirkjum er skv. gr. 7.5.2.2. Miða skal yfirborðsmeðhöndlun stálburðarvirkja við 100 ára hönnunarlíftíma. Sjá gr. 9.2.5.2, 9.2.6 og 9.5 varðandi tréburðarvirki.

1.1.9.3 Bráðabirgðabryr

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.

1.1.10 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 fyriræli þar sem tákn eru notuð.

1.2 Grunn gögn

1.2.1 Almenn

Hér á eftir eru talin upp grunn gögn fyrir brýr. Almenn málsmeðferð eins og yfirferð, skýrslugjöf, álit, landakaup o.s.frv. eru ekki tekin með. Í viðauka 1 er talið upp hvaða önnur gögn til viðbótar [Reglum um hönnun brúa](#) mynda regluverkið og gildisröðun skjalanna er sett fram. Grunn gögnin breytast eftir því hvort brúin þverar vatnsfall, fjörð og sund, járnbraut eða veg. Í gr. 1.2.3. er talið upp hvaða grunn gögn skulu venjulega liggja fyrir í hverju þessara tilvika.

1.2.2 Regluverk og gildisröðun skjala

[Reglur um hönnun brúa](#) gilda fram yfir skjöl, sem vísað er til. Innihaldi þær þversagnarkenndar upplýsingar, skal taka sérstök fyrirmæli fram yfir almenn fyrirmæli.

Upplýsingagögn (sjá skilgreiningu í gr. 1.4.1) og hönnun skal að öðru leyti vera í samræmi við skjöl, sem listuð eru upp í Viðhengi 1:

1.2.3 Grunn gögn fyrir brýr

1.2.3.1 Gögn fyrir allar brýr

- Yfirlitskort
- Kort yfir þrengra svæði (Afstöðumynd)
- Langsnið veglínu (lengdarkvarði = 1:1000, hæðarkvarði = 1:200)
- Þversnið veglínu
- Langsnið í brúarstæði
- Vegflokkur
- Skýrsla um jarðvegsathuganir
- Upplýsingar um staðbundnar aðstæður, sem geta haft áhrif á val brúargerðar

1.2.3.2 Viðbótargögn fyrir brýr yfir vatnsfall

- 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 I 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

1.2.3.3 Viðbótargögn fyrir brýr yfir firði og sund

- 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 meðalsjó 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.

1.2.3.4 Viðbótargögn fyrir brýr yfir járnbrautir

Á ekki við

1.2.3.5 Viðbótargögn fyrir brýr yfir vegi

- Grunn gögnin skulu ná til beggja (allra) vega í vegamótunum
- Skurðarpunktar og skurðarhorn vegamóta ásamt kröfum um lágmarks fría hæð og fría breidd
- Gengið skal úr skugga um það hjá Vegagerðinni hvort fyrir liggi upplýsingar um framtíðar stækkun vegarins

1.2.3.6 Viðbótargögn fyrir háar brýr og turna

- Gögn / kröfur um merkingar hárra brúa, turna, skástaga, hengibrúarstrengja o.s.frv. sem geta verið hættuleg eða hindrað flugumferð skv. gildandi reglum

1.2.3.7 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 Framkvæmd

1.3.1 Almennt

Reglur um hönnun brúa taka til krafna og fyrirmæla m.t.t. framkvæmdar, framleiðslu- og byggingavinnu í því umfangi að þær hafi þýðingu fyrir hönnun brúamannvirkja.

Vinna skal eftirlitsáætlanir fyrir framkvæmd allrar framleiðslu- og byggingarvinnu. Eftirlitsáætlunin skal ná til allra þátta sem hafa áhrif á hæfi og endingu mannvirkisins. Nákvæm fyrirmæli hvað varðar framkvæmdaefirlit (eftirlitsflokkar IL1 – IL3 skv. ÍST EN 1990 (e: inspection level)) og framkvæmdaflokka (e. execution level (EXC1 – EXC4)) eru sett fram í viðeigandi leiðbeiningum Vegagerðarinnar og íslenskum stöðlum. Sjá nánar um framkvæmdaflokka steypu í ÍST EN 13670 og stáls og áls í ÍST EN 1090-2

1.3.2 Vikmörk og stærðaeftirlit

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 framkvæmt 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.



1.4 Kröfur til upplýsingagagna

1.4.1 Almennt

Með upplýsingagögnum er átt við grunnforsendur, yfirlitsuppdætti, 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 gr. 1.4.7.

Sýna skal fram á að krafa sem gerð er til noteiginleika, burðargetu og tæknilegra gæða standist fræðilega, samkvæmt reynslu eða með tilraun.

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

Upplýsingagögn skal uppfæra fyrir fullbúið mannvirki.

Koma skal fram í upplýsingagögnum, hvernig staðið var að framkvæmdaeftirlitinu. Sjá kafla 2.

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. Sjá gr. 1.3.1.

Það skal koma fram í upplýsingagögnum að kröfur um rýmis- og virkniútfærslur hafi verið virtar.

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

1.4.2 Grunnforsendur

Í grunnforsendum skal koma fram:

- lýsing á náttúru- og jarðgrunni
- hönnunarflokkur vegar, umferðarpungi (ÁDU), áreitiflokkur og hugsanleg söltun
- lýsing á mannvirkinu ásamt grundun
- álagsforsendur ásamt röksemdum fyrir þeim
- efnisval í mannvirkið með tilgreindum efniseiginleikum ásamt upplýsingum um endingu
- forsendur varðandi byggingaraðferð og framkvæmdaeftirlit
- aðrar forsendur burðarvirkjaútreikninga
- heimildir til frávika frá regluverkinu, sjá gr. 1.1.3.

1.4.3 Hönnunarútreikningar

Sýna skal fram á að allt val og ályktanir sé rétt annað hvort með útreikningum eða með tilvísun í viðurkennd fræði eða reynslu. Það skal liggja fyrir skjalfest og samþykkt af tilheyrandi yfirvaldi ef óskað er eftir að nota nýjar eða óvanalegar aðferðir.



Í útreikningunum skal koma fram:

- yfirlit yfir forrit ásamt útgáfunúmerum
- notendalýsingar þeirra forrita, sem notuð eru, þar sem gerð er grein fyrir reikningsaðferðum, takmörkunum, prófunum, innlestri gagna, reikninákvæmni og útskrift á niðurstöðum
- samandregin aðferðafræði við útreikninga
- burðarpolskerfi mannvirkisins
- lýsing og röksemdir fyrir vali reiknilíkana fyrir burðarpols- og / eða hreyfðarfræðilega útreikninga, stífnir o.s.frv.
- reikniforsendur og reikniaðferðir
- ákvarðandi álagsáhrif
- vikmörk, vikmarkaflokkar
- skoðun burðargetu í samræmi við regluverkið

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

- færslumyndir
- línurit yfir sniðkrafta ásamt sönnun um að niðurstaðan sé rétt t.d. með því að slá á stærðir með handrekningi 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. 1.4.1. og 1.4.9.

1.4.4 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 mannvirkið.

Í þeim tilvikum að ferlimiðuð verklýsing (þ.e. verklýsing byggð á verkþáttum) er ekki nauðsynleg með samningsniðurstöðu og endurgjaldsreikning eins og t.d. í alútboði eða sambærilegu, skal engu að síður vinna ferlimiðaða lýsingu með venjulegum hætti þannig að framleiðslugrundvöllurinn sé klár. (Venjulega munu magn og einingaverð í slíkum tilvikum hafa litla þýðingu).

1.4.5 Teikningar og efnislistar

1.4.5.1 Almennt

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 mannvirkið byggingarluta eftir byggingarluta 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 lárétt 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 er að gera hliðarmynd af mannvirkinu, má í staðin útbúa langsnið 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 þverunarhorni
- 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 ásiglinagarálag 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 frárennslislagnir.

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. 1.4.8.



1.4.5.2 Yfirlitsteikningar

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

Færa skal ártal um hvenær mannvirkinu var lokið undir Athugasemdir, sjá gr. 1.4.8.

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

1.4.5.3 Stækkunar- og uppsetningateikningar

Teikningar skulu að nægjanlegu marki sýna byggingaraðferð með upplýsingum um áfangaskipti, uppsetningaraðferðir, röð áfanga, hjálparmennvirki, verkpallagerð, afstífangarkerfi o.þ.h. í samræmi við samþykktar reikniforsendur fyrir byggingaáfangann.

1.4.5.4 Uppdrættir af undirstöðum

Teikningar af undirstöðum skulu vera nægjanlega nákvæmar til þess að tryggja framkvæmd á verkstað án frekari lýsinga og sem auk þess gefa nauðsynlegar upplýsingar vegna reksturs mannvirkisins. Í þessu felst að uppfæra þarf teikningarnar m.t.t. hugsanlegra frávika frá forsendum (útgráfin / útsprengd hæð í grunni, staurastaðsetning / varastaurar o.fl.).

Gera skal sérstaka yfirlitsteikningu af undirstöðum þar sem það á við.

Teikningarnar skulu sýna öll deili eins og umfang útgraftrar og hæð, grunnstyrkingar, hæð undirstaða, afvötnun, fyllingarhæð, þjöppun, hugsanlega einangrun gegn frosti og rofvarnir (umfang, þykkt, efnisflokkar, stærðarflokkar).

Skilgreina skal mælipunkta í teiknigögnum, helst á steypumálsteikningum, til þess að fylgjast með sigi og snúningi, þegar um er að ræða undirstöður á lausmassafyllingum og grundun á staurum án endaburðar.

Sérhver staur skal hafa sitt númer í stauraundirstöðum hverrar brúar. Þar sem staurar eru reknir niður á berg, skal þar sem það á við sýna á teikningu hvernig hugsað er að stauraoddur meitlist í berg.

1.4.5.5 Steinsteyputeikningar

Í hönnunarvinnunni skal vinna framkvæmdagögn í samræmi við ÍST EN 1992 og ÍST EN 13670 gr. 4.2.

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

Mótateikningar skulu sýna byggingarhluta í grunnmynd, hliðarmynd (e.t.v. langsniði), þversniði ásamt nauðsynlegum deilum. Gefa skal upp hugsanlegar yfirhæðir annað hvort á sérstakri teikningu eða mótateikningu. Sérstök deili eða sérstakar útfærslur eins og deili vegna innsteypta hluta o.þ.h. skal sýna eins og þörf krefur í stórum kvarða, annað hvort á mótateikningum eða á sérstökum teikningum (t.d. dæmigerðum teikningum).



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

Skilgreina skal og útfæra á vinnuteikningum útfærslukröfur skv. [Reglum um hönnun brúa](#) eins og að steypuskil séu tennt, epoxylím sé í steypuskilum og öll önnur deili, sem gert er ráð fyrir að verði unnin í framkvæmdinni. Skilgreina skal framkvæmdaflokkinn á teikningunum.

1.4.5.6 Stálteikningar

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

Allar suður skulu sýndar með viðeigandi stærðum, suðu- og frágangstáknum. Sýna skal mikilvægar suður sem og sérstaklega mótaðar suður í sniði og í stærri kvarða. Upplýsa skal um framkvæmdaflokk á teikningum og ef við á gæðaflokka stáls. Setja skal fram boltatákn og styrkleikaflokka á teikningum, þar sem það er upplýsandi eða nauðsynlegt.

Verktaki vinnur venjulega smíðateikningar. Ef hönnuður á að bera ábyrgð á vinnu smíðateikninga skal það vera inni í samningi við hann. Teikna skal skurðteikningar fyrir hluti í berandi mannvirki. Gefa skal upp hlutnúmer og stálgæði á skurðteikningunni. Á sérstakri teikningu skal sýna útflattan aðalvirkishlutinn í spennulausu ástandi eins og hann kemur fyrir á verkstæði.

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

1.4.5.7 Teikningar af mannvirki úr timbri

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. Á teikningum skal sýna framkvæmdaflokk, styrkleikaflokk timbursins, hugsanlega gerð og flokk fúavarnar, fösun brúna þar sem við á ásamt leyfilegum stærðarfrávikum.

Framleiðsluteikningar skulu aðeins vera viðbót við vinnuteikningar, sem dreifingaraðili vinnur vegna innri nota.

Teikna skal spennta bendingu í þverspenntum brúargólfum þannig að lega hvernar spennistangar sé ótvíræð á teikningunni. 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.

Um steypu- og stálteikningar í trébrýr gilda sömu reglur eins og fyrir steypu- og stálmannvirki skv. gr. 1.4.5.5 og 1.4.5.6 eftir því sem við á.

1.4.5.8 Teikningar af mannvirkjum úr áli

Sama krafa er gerð til teikninga burðarvirkja úr áli eins og lýst er fyrir stálteikningar í gr. 1.4.5.6.

1.4.5.9. 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, höggvir fletir, slípaðir fletir eða samsvarandi)

1.4.5.10 Teikningar vegna yfirborðslaga, búnaðar og íhluta

Vinna skal sérstakar teikningar vegna yfirborðslaga, búnaðar og íhluta (B-teikningar) á því deilistigi, sem tryggir framkvæmd á verkstæði og verkstað án nánari lýsinga og sem auk þess gefa nauðsynlegar upplýsingar vegna rekstrar mannvirkisins. Þetta á einnig við um uppsetningu fyrir aðra innviði (kapla, lagnir o.s.frv.).

Teikningar skulu sýna öll deili eins og yfirgangssvæði og tengingar, endafrágang, lausnir við stærðarbreytingar, þensluraufar, festingar við aðra hluta mannvirkisins, úrtök, lagnaleiðir o.s.frv.

Vegriðsteikningar skulu sýna endafrágang vegriða og 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 vinnuteikningum.



1.4.6 Samkomulag við ytri eiganda

Ef brúin verður ekki í eigu og viðhaldi Vegagerðarinnar skal gera skriflegan eigendasamning og samning um viðhaldsábyrgð. Sama krafa um samning á við um ytri eiganda strengja og lagna í gegnum brúna.

Leggja skal fram skriflega umsókn tímanlega á undirbúningsstigi um heimild fyrir lögn fyrir heitt vatn undir eða í gengum brýr, en heimild fyrir lagnir sem flytja gas og brennanlega vökva er aðeins veitt í undantekningatilvikum. Sérstakar kröfur eru settar fram í hverju tilviki.

1.4.7 Eftirlits-, rekstrar- og viðhaldsáætlun

Hluti hönnunar hvernar brúar er að vinna eftirlits-, rekstrar- og viðhaldsáætlun (ERV - áætlun). Ef ekki er um aðstæður að ræða sem lýsa þarf sérstaklega er aðeins tilgreint að ERV - áætlun verði unnin skv. vinnureglum Vegagerðarinnar.

Í ERV áætluninni skal tilgreina sérstakar aðstæður eða frávik á byggingastigi sem leiða til eftirfylgni og / eða aðgerða á rekstrarstigi.

ERV - áætlunin skal a.m.k. innihalda:

Eftirlitsáætlun: Inniheldur allar tegundir eftirlitsaðgerða og tíðni þeirra og hugsanlega þörf á búnaði til að komast að því sem eftirlitið beinist að. Einnig ítarlega lýsingu á tímaháðum breytingum, sem þarf að fylgja sérstaklega eftir eins og t.d. þróun á sigi undirstaða, niðurbeygjum yfirbyggingar, klórinnndreypingu, hvernig gengur á forskaut o.s.frv.

Rekstraráætlun: Inniheldur öll rekstrarviðbrögð, tíðni þeirra og nauðsynlegar lýsingar. Tekur einnig til meðferðarleiðbeininga ferjubryggjubrúa, hreyfanlegra brúa o.s.frv. ásamt nauðsynlegu eftirliti / þjónustu raf- og vélbúnaðar.

Viðhaldsáætlun: Fjallar um lýsingar á viðhaldsaðgerðum eins og viðhaldi yfirborðs, útskiptingu á einingum t.d. þensluraufum, sem og öðru því sem þarf örugglega að halda við á líftíma brúarinnar.

1.4.8 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 framleiðsluheiti.

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



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.

1.4.9 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.

1.4.10 Skjalavarsla

Hönnuðurinn skal varðveita uppfærð upplýsingagögn eins og teikningar, útreikninga o.þ.h. í a.m.k. 10 ár. Varðveita skal gögnin á tryggan hátt og upplýsingagögn skulu vera aðgengileg fyrir eiganda brúar eftir þörfum.



1.5 Gæðatrygging

1.5.1 Almennt

Markmið gæðatryggingar er að ná þeim gæðum, sem skilgreind eru í grunnforsendum. Gæðakerfið skal byggja á alþjóðlegu stöðlunum í ISO 9000-flokknum.

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

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.

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.

Uppbygging gæðaáætlunarinnar getur verið eftirfarandi:

0. Uppfærsla / dreifing
1. Verkefnislýsing / upplýsingar
2. Fyrirtæki
3. Framþróun / upplýsingaskjöl / fjárhagur
4. Skjölun
5. Samningsyfirlit



6. Verkefnisframkvæmd
7. Meðhöndlun frávika – leiðréttandi og fyrirbyggjandi aðgerðir
8. Gæðaendurskoðun

Gæðaáætlun inniheldur oft eftirfarandi hlutáætlanir:

- Aðgerðaáætlun (1)
- Skipurit (2)
- Verkáætlun (3)
- Skjalaáætlun (3)
- Yfirferðaráætlun / eftirlitsáætlun (5)
- Áætlun til að tryggja heilsu, umhverfi og öryggi eða HUÖ - áætlun (6)
- Endurskoðunaráætlun (8)

Gildin innan sviga segja til um til hvaða liðar gæðaáætlunarinnar hver hlutáætlun heyrir. Stöðufyrirmæli falla undir (2) og breytingar og yfirferð undir (5).

Niðurstöður af framkvæmdum gæðatryggingaraðgerðum skal skrá. Verkkaupi getur gert gæðaendurskoðun á gæðakerfi hönnuðarins.

1.5.2 Öryggis- og heilbrigðisráðstafanir

Öryggis- og heilbrigðisáætlun vegna framkvæmdar skal byggja á kröfum viðeigandi hluta regla nr. 547/1996 um aðbúnað, hollustuhætti og öryggisráðstafanir á byggingavinnustöðum.

Einnig skal þar sem það á við gera öryggisráðstafanir í samræmi við Reglugerð um merkingar og aðrar öryggisráðstafanir vegna framkvæmda á og við veg nr. 492/2009.

Sjá ennfremur handbók Vegagerðarinnar; *Umhverfis- og öryggishandbók fyrir verktaka og þjónustuaðila Vegagerðarinnar*, þar sem vísað er í þá staðla sem við eiga í þessu sambandi í framkvæmdum og fylgja skal eftir því sem við á.

Aðbúnaður verktaka skal allur vera í samræmi við lög, reglugerðir, leiðbeiningar Vinnueftirlits ríkisins og ákvæði í samningum við verkalýðsfélög þar að lútandi, sem í gildi eru.



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 einfalt (yfirferðarflokkur 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 ekki vinnur hönnuður 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

Byggingaáform (e: proposal):

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

Hönnuður:

Í flestum tilvikum er sá sem leggur fram meginforsendur hönnuður, en einnig getur verið um mat eða úttekt að ræða, þannig að sá sem leggur fram meginforsendur sé mats- / eða úttektarmaður. 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) og 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 sendast beint á byggingarstaðinn, eru send 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 hjálparmannvirki 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.

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

2.5 Samþykki

2.5.1 Almennt

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 Almennt

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 grunngögn 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. en 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 er 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 fyrirbyggjandi 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 hjáleida á byggingastigi og í viðhaldsvinnu, umhverfisáhrifa, fagurfræði, innbyggðar 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 fyrirbyggjandi skráningar- og rannsóknargögn séu fullnægjandi og meta þörf á frekari rannsóknum eða athugunum, sem hefðu umtalsverð áhrif á frum – eða lokahönnun, mat / úttekt, framkvæmd, starfsemi, viðhalds- eða niðurrifsáðgerðir
- i) Endurmeta nauðsyn samráðs við aðra sem hagsmuna hafa að gæta og innleiðingu samþykktra 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 hönnunarahópi viðkomandi mannvirkis.

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

Óháð yfirferð manns, sem má vera samstarfsmaður / –menn, en ekki úr hönnunarahópi 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 steipt 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)	haflengd < 20 m, skekking < 25°
Stoðveggir	heildarhæð < 7 m
Hljóðveggir	heildarhæð < 3 m
Skilta- og ljósabrýr	haflengd < 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
Grunnhröðun 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 fer yfir 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 Vegagerðinn 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 fer yfir skal vera óháð reiknilíkönum og greiningarvinnu hönnuðarins og unnin án þess að skipst sé á gögnum. Sá sem fer yfir 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 Virkni­kröfur fyrir brýr

3.1.1 Almennt

Í þessum kafla eru settar fram virkni­kröfur fyrir algengar brúargerðir. Kafla 13 á við um sérstakar brúargerðir.

3.1.2 Niðurbeygja

Niðurbeygja burðarvirkis akbrautar eingöngu af völdum kenniálags 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 uppbeygju. Óhagstæðasta skástaða á akbraut / gangbraut / gangstétt er innifalin.

Staðbundinn mismunur lóðréttar færslu við þensluraufar í akbraut, t.d. milli yfirbyggingar og landstöpsuls skal ekki vera meiri en 5 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 í notmarkaástandi, álagstilvik; algengt (e: frequent).

Brýr skulu falla að veglínu í lóðréttu og láréttu plani fyrir allar álagsstöður með stöðugu (e: permanent) álagi. Sjá einnig grein 7.6.7.

Hægt er að vinna 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).

3.1.3 Sveiflur

3.1.3.1 Vegbrýr

Sveiflunæmar vegbrýr skal meta m.t.t. þæginda vegfarenda og endingu hreyfanlegra hluta.

3.1.3.2 Göngu- og hjólabrýr

Sveiflunæmar göngubrýr skal meta m.t.t. þæginda fótgangandi. Meta skal hreyfðarfræðilegt álag frá vindi og umferð í lóðréttu og láréttu 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 sveifla í göngubrúm 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.*

3.2 Hönnunarreglur

3.2.1 Almennt

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.

3.2.2 Staðsetning þensluraufa, lega og liða

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

3.2.3 Brýr án þensluraufa

3.2.3.1 Almennt

Í þessari grein eru teknar saman viðbótarkröfur vegna útfærslu og útreikninga fyrir brýr án þensluraufa.

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

Eftir gerð ásetu í brúaenda er greint á milli:

- Brúa með hreyfanlegri ásetu í báðum endum, sjá gr. 3.2.3.2
- Brúa með aðra ásetu hreyfanlega og hina fasta, sjá gr. 3.2.3.3

Lengd steyptra brúa án þensluraufa er háð hitafari og landfræðilegum aðstæðum, staðsetningu festu í langátt brúar ásamt útfærslu legubúnaðar. Með tilvísun í Eurocode 1, hluta 6, Actions on structures – Part 1 – 5: General actions – Thermal actions skal miða við að summa lengdarbreytinga vegna hitabreytinga sé ≤ 40 mm.

Lengdarmörkin fyrir önnur efni í burðarvirki eða samverkandi efni í burðarvirki (t.d. samverkandi steypa og stál) takmarkast eða skal metast út frá hitaþanstuðlum, viðbragðseiginleikum efnisins við hitabreytingum auk þess sem sagt er um steyptrar brýr hér að framan.

3.2.3.2 Brýr með báða enda hreyfanlega

Fyrir brýr með hreyfanlega ásetu í báðum endum og lengdarviðmið skv. gr. 3.2.3.1 er nægjanlegt að skrá lárétta krafta, sem taka þarf upp ef:

- Skekking í báðum endum brúa er $< 30^\circ$ (skekking er mæld sem frávik frá 90°)
- Hlutfallið milli breidda undirliggjandi veggja í brúarendum er $< 1,1$ og flatarmál undirliggjandi veggjar er $< 1,2$ m²
- Hæð undirliggjandi veggjar mælt frá neðri brún plötu eða bita að neðri brún undirliggjandi veggja er $\leq 2,5$ m, sjá Mynd 4.7 og 4.8
- Lárétti boginn er ≥ 300 m
- Léttar fyllingar eru ekki notaðar í hvorugum enda brúarinnar



Lárétu kraftarnir sem verka í langátt brúar skal taka upp með óvirkum (passiv) jarðþrýstingi á undirliggjandi vegg, sjá gr. 5.6.5, þeir fari beint niður í undirbygginguna eða séu teknir upp með akkerisplötu.

Útreikningana skal gera í brotmarkaástandi.

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

Ef forsendur skv. upptalningunni hér að framan eru ekki uppfylltar skal í útfærslu án þensluraufar meta áhættuna á að yfirborðslagið spryngi / brotni upp skv. gr. 3.2.3.4.

3.2.3.3 Brýr með annan endann hreyfanlega og hinn fastan

Fyrir brýr með hreyfanlegt áset í öðrum enda, hinn fastan og lengdarviðmið skv. gr. 3.2.3.1 skal hanna fasta endann í brotmörkum fyrir hliðarálag og álag í langátt brúar.

Hreyfanlega endann skal reikna til þess að taka upp þverálagið í brotmörkum þannig að það fari beint niður í undirbygginguna eða í akkerisplötu.

3.2.3.4 Brýr með meiri heildarlengd

Ef útfæra skal brú með meiri heildarlengd en lesa má úr viðmiði í gr. 3.2.3.1 án þensluraufar gilda kröfur skv. gr. 3.2.3.2 og 3.2.3.3 varðandi útreikning á upptöku lárétts álags. Því til viðbótar skal meta áhættuna á að yfirborðslagið spryngi / brotni upp á mörkum brúar / fyllingar í notmarkaástandi vegna færsla af völdum hitabreytinga, flétta; kenni (e: characterisk).

Við útreikning á hreyfanlegum enda skal leggja hitann á brúarstaðnum til grundvallar með endurkomutímann 1 ár vegna sólarhringsbreytinga og 5 ár vegna vikubreytinga. Taka skal með í útreikninginn færslur af völdum álags á mannvirkið, þar sem áhrif álagsbreytingar milli sólarhrings og viku kemur inn, sjá gr. 5.6. Færslur eiga ekki að vera meiri en 10 mm yfir sólarhringinn og 20 mm yfir vikuna.

Í brúarenda, sem haldið er föstum skulu hreyfingar í efri brún yfirborðslags uppfylla eftirfarandi kröfur:

- Leyfilega færsla af völdum snúnings um láréttan leguás (ásetulínu) eingöngu af völdum kenni umferðarálags í óhagstæðustu stöðu á yfirbyggingunni að teknu tilliti til miðflóttaáhrifa umferðarálagsins á að vera ≤ 10 mm
- Leyfilegur snúningur um lóðréttan ás (fastar legur) eingöngu af völdum kenni vindálags á að vera ≤ 20 mm

3.2.4 Brýr með þensluraufum

Þensluraufar skulu vera við landstöpla.

Þenslurauf fyrir hengibrýr má staðsetja við turna. Hugsanlegri landbrú skal þá halda fastri við landstöpla.

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.

Brýr að heildarlengd < 500 m skal forhanna með langfestu í öðrum endanum og þenslurauf í hinum. Undantekning frá þessari kröfu eru bogabrýr með að hluta til yfir- / undirliggjandi og undirliggjandi akbraut sem og frítt frambyggðar brýr með heilsteypta meginstöpla.



Í þeim enda sem er haldið föstum skal skoða hreyfingar að fyllingum skv. seinni hluta greinar 3.2.3.4.

Velja skal tveggja þensluraufa lausn þar sem færslur verða meiri en kröfurnar leyfa.

Grundunaraðstæður geta einnig verið takmarkandi hvað varðar eina þenslurauf þar sem af völdum aðstæðna eru 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. 3.2.3.

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.

Til þess að hægt sé framkvæma stærri viðgerðir á yfirborði brúargólfs, endurnýja þenslurafarhluta eða þétti- og slitlög í tveimur áföngum án þess að loka mannvirkinu, verður að gera ráð fyrir eftirfarandi frírri lágmarks breidd:

- a. venjuleg umferð: 7,5 m
- b. að sérflutningum meðtöldum: 8,0 m

Þar við bætist hugsanleg aukin breidd vegna vegboga.

Vinna skal áhættu- og viðkvæmnigreiningu fyrir brýr með fría breidd < 8 m til þess meta greiðfærni.

Meta skal þörf fyrir sérstaka losunarmöguleika fyrir snjó á mjóum mislægum brúm. Hugsanleg mótvægisáðgerð er að breikka axlir.

4.1.2 Gangstígur

Gangstíg skal leggja yfir brýr með sömu breidd og aðliggjandi gangstíg. Lágmarks frí breidd er samkvæmt Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar. Gangstígur skal vera aðskilinn frá akbrautinni með að lágmarki 0,15 m hárra brík mælt frá efri brún á slitlagi akbrautar.

4.1.3 Göngu- og hjólastígur

Göngu- og hjólastíg skal leggja yfir brýr með sömu breidd og aðliggjandi göngu- og hjólastíg. Lágmarks frí 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.

4.1.4 Göngu- og hjólabrýr

Breidd brúa sem sérstaklega eru fyrir gangandi umferð eða göngu- og hjólaumferð skal að lágmarki vera eins og breidd aðliggjandi göngu- og hjólastíga. Það sama á við, þegar gangandi og hjólandi vegfarendur eru aðskildir með gangstéttarkanti, sjá Veghönnunareglur Vegagerðarinnar.

Ef um mislæga brú er að ræða skal meta hvort þörf er á svæði til þess að koma snjó fyrir.

4.1.5 Öryggisrými

Á brúm, sem eru eingöngu fyrir akandi umferð og því án göngu- og hjólréiðastíga skal vera rými milli vegriðanna hugsað sem rými / flóttaleið vegna viðhalds / neyðarstoppa / slysa. Lágmarksbreidd þannig rýmis skal vera skv. Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar.

4.1.6 Frí breidd yfir vegriði

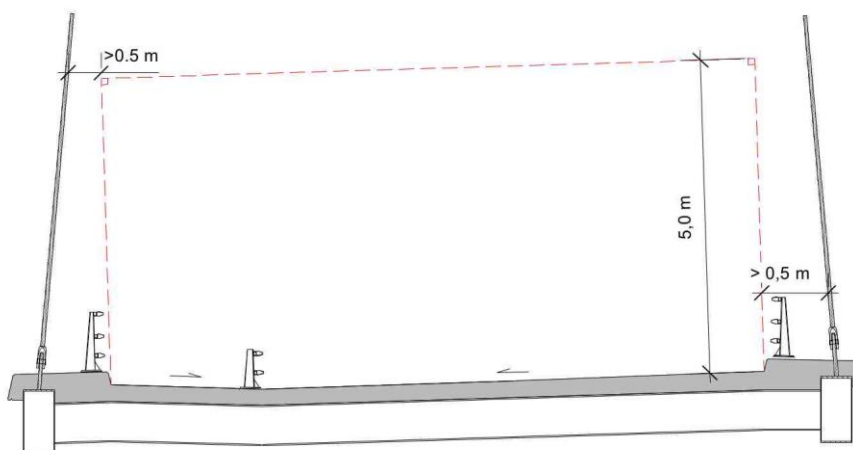
Í nokkrum gerðum brúa er gerð krafa um fría fjarlægð til hliðar frá umferðarsvæði að berandi byggingahlutum eins og t.d. skástögum, togstöngum, þverbitum o.s.frv.

Í vegbrúm er krafan til lágmarks hliðarfjarlægðar $a = 0,5$ m eins og skilgreint er á Myndum 4.1 og 4.2. Forsendan er að innan við burðarvirkið sé vegrið í flokki H2. Ef virknibreidd vegriðsins er $\geq 0,5$ m skal akstursrýmdin vera í samræmi við stærstu virknibreiddina.

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 einhliða hliðarhalla

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.

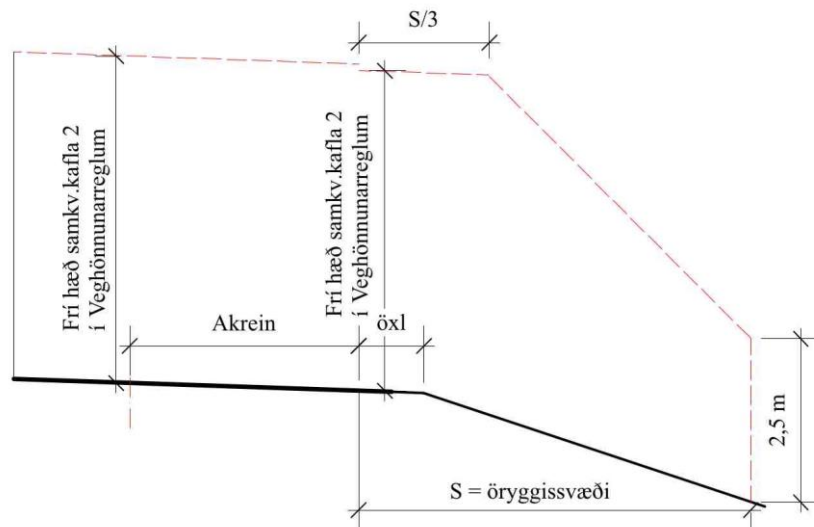
Í forskálum er sett upp föst hæðarslá með hæðina 4,6 m. Hæð upp undir lægsta punkt blásara skal ver 4,8 m.

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.

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, akreinabreidd 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

Venjulega skal velja fría hæð yfir vatnsfalli þannig að hæð yfirbyggingar sé 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.

Reglurnar eiga ekki við um ræsi, sem notuð eru til þess að hleypa vatni í gegnum 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 fyrirmæli í hverju tilviki.

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

4.2.6 Frí hæð og breidd fyrir járnbrautarumferð

Á ekki við

4.2.7 Frí hæð yfir firði og sund

4.2.7.1 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 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 (stjórnsýslu- 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 brúar 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 1,0 m með sömu kröfu um línulega breytingu sem kveðið er á um hér að framan. Sjá mynd 4.6.

4.3 Veglína um brú

Leggja skal sérstaka alúð í hönnun yfiringangssvæðis 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 radíuss lárétta bogans um 50% yfir brú umfram kröfur til hönnunarflokks vegarins. Þegar minnsti lárétti radíusinn er aukinn skal nota aðrar hönnunarkröfur í samræmi við nýja radíusinn
- 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 radíus 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 Brúavegrið og bríkur

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

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.

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

Útkantar yfirbygginga skulu útbúnir dropnefum, hvort sem gerð er krafa um brík eða ekki. Víkja má frá þessum kröfum í þversniðum hengibrua þar sem gæta þarf að áhrifum loftstreymis á þversniðið.

Notkun	Ytra vegrið snýr að:	Breidd bríkur B [m]	Hæð bríkur yfir slitlagi H [m]	Fösun efri og innri horna b x h [mm]	Halli efri brúna 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 styrkleikaflokki H2.

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

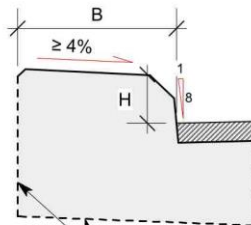
²⁾ Sömu styrkleikakröfur og til kantbita á göngubrúum

Tafla 4.4 – Bríkur, notkunarflokkar og lögun

Á við um steypu, stál og stálstyrkt timbur

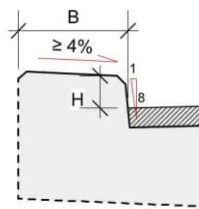
BRÚ MEÐ UMFERÐ ÖKUTÆKJA

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



BRÚ MEÐ GANGANDI EÐA HJÓLANDI UMFERÐ

$B \geq 350$ mm
 $H = 100$ mm



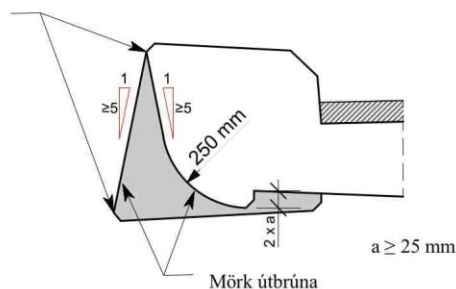
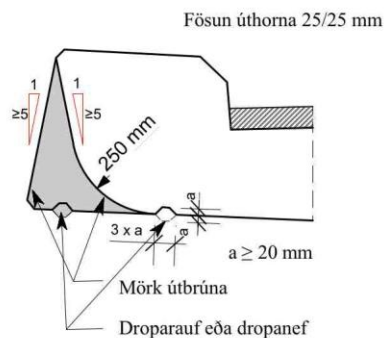
Mörk útfærslu á hlið og neðri brún brikur eru sýnd á mynd 4.5

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



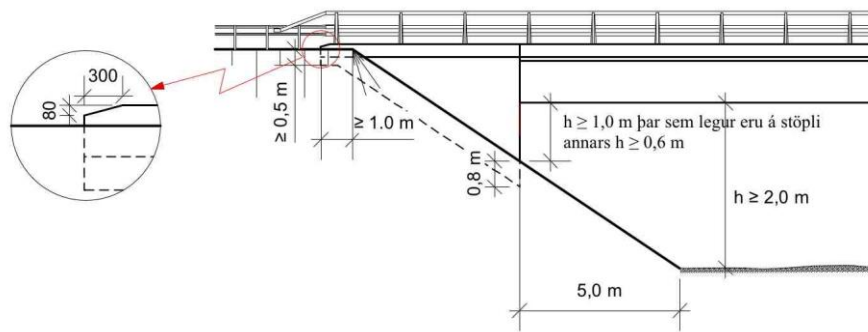
Mynd 4.5 – Brík – úthlið og neðri brún

Kröfur um mál útbrúna og dropnefs/droparaufar.

4.4.2 Vængir landstöpla

Þegar stefna vængja landstöpla er samsíða akstursstefnu skulu þeir ná að lágmarki 1.000 mm aftur fyrir brotpunkt fyllingarfláa og lárétts eða lítt hallandi fyllingaryfirborðs / slitlagsyfirborðs. Dýpt vængenda skal vera ≥ 500 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 500 mm loftmegin, sjá Mynd 4.7.



Mynd 4.6 – Landstöplsvængir samsíða akstursstefnu

Halla skal endum bríka á vængjum landstöpla, sem eru 150 mm að hæð 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.

4.4.3 Sigplötur

4.4.3.1 Almennt

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

Til þess að draga úr sigi á mótum vegfyllingar og brúar, sem leiða til óþæginda í akstri, skal koma fyrir sigplötum við brýr og önnur mannvirki skv. eftirfarandi lágmarkskröfum.

Koma skal fyrir sigplötum við brúaenda þegar fyllingarhæðin við hann er $> 3,0$ m. Fyllingarhæðin F er reiknuð frá efri brún sökkuls landstöpl eða sigfríum / föstum grunni að efri brún slitlags. Í vegum með hönnunarhraða yfir 50 km/klst. skal lengd sigplötu vera $\geq 3,0$ m mælt hornrétt á ásetuásinn. Í vegum með hönnunarhraða ≤ 50 km/klst. sem og í göngu- og hjólastígum skal lengdin vera $\geq 2,0$ m. Krafan á við um brýr með hefðbundnum landstöplum og skífulandstöplum sem og stokka og ræsi o.s.frv.

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

Sigplötur skulu vera á botnplötuendum stokka, ræsa og vegskála í fyllingum, sem keyrt er inn í ef mannvirkin eru grunduð á staurum eða á sambærilegan hátt og þá 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.

Ef fyllingin upp við mannvirki er úr léttum mössum (þöndu polystyren, þöndum leir (lettklinker) o.s.frv.) skal nota sigplötu óháð fyllingarhæð.

4.4.3.2 Brýr án þensluraufa

Brýr án þensluraufa skulu hafa sigplötur skv. gr. 4.4.3.1.

Lengja skal sigplötur um að lágmarki 1,0 m ef endaveggur áfastur yfirbyggingu er aftan við súlu/stöpul undirstöðu.

Auka skal lengd sigplatna brúa án þensluraufa að heildarlengd $L \geq 100$ m og sem haldið er föstum í langátt því sem næst í miðju eða brúa að heildarlengd $L \geq 50$ m, sem haldið er föstum í öðrum endanum um að lágmarki 1,0 m undir öllum kringumstæðum.

4.4.3.3 Krafa um fyllingarþykkt yfir sigplötu

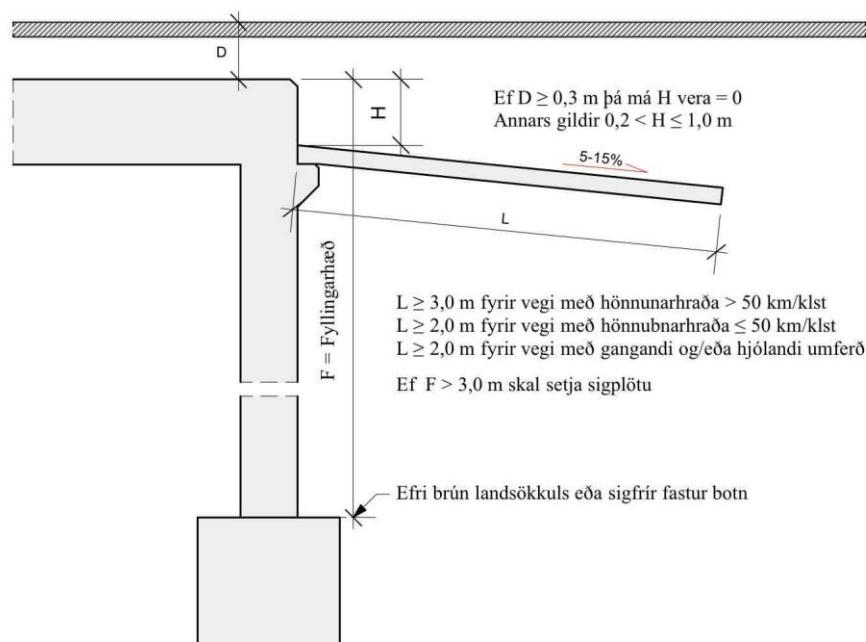
Þegar yfirborðslag er lagt beint ofan á efri brún yfirbyggingar skal hæðin frá efri brún sigplötu að efri brún burðarvirkis vera $0,2 \text{ m} \leq H \leq 1,0 \text{ m}$ í ásetuás sigplötunnar. Ef ídráttarrör fyrir lagnir / strengi eru ofan við sigplötuna á hæðarkrafan $H \geq 0,2 \text{ m}$ við frá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

4.4.3.4 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 áður nefnda árekstra.

Efri brún sigplötu skal halla um $(10 \pm 5) / 100$ frá áseti, 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. Aðgengi holrýma skal hæfa þeim markmiðum, sem sett eru til viðhalds og eftirlits. Skilgreina skal rýmiskröfur í hverju tilviki fyrir sig. Ekki er gerð krafa um aðgengi að kassapversniðum stálbrúa sem eru hönnuð loftþétt skv. meginreglum greinar 8.5.2.2.

4.6 Dyr, lúgur og mannop

4.6.1 Almenn

Dyr eru lóðréttar og þetta op í lóðréttum einingum eins og veggjum, þverbitum, þverstífum og veggjum landstöpla.

Lúgur eru láréttar og eiga að þetta op í láréttum einingum eins og botnplötum í kassabrum og gólfum á mótum þverbita og súlna / turna. Lúgur skal ekki staðsetja í akbraut, öxlum og göngu- og hjólréiðasvæðum.

Mannop geta bæði verið lóðrétt og lárétt og eru án lokunarbúnaðar.

Til greina kemur að snúa / koma dyrum, lúgum eða mannopum fyrir á ská í bogum.

4.6.2 Staðsetning dyra, lúga og mannopa

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 endaþverbita.

Turnar eða bogar með hluta burðarvirkisins yfir aksturfletinum 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 12.8.1.1.

4.7 Aðgengi

4.7.1 Aðgengi að legum

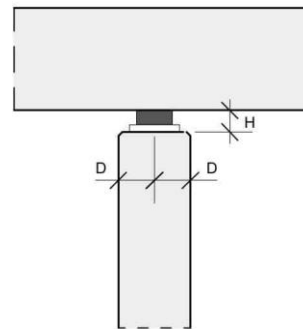
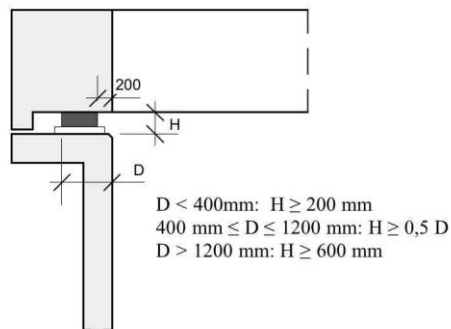
Á legusvæðum skal hanna burðarvirkið með nægjanlegri frírri opnun til þess að tryggja aðgengi til eftirlits- og viðhaldsvinnu, óháð því hvaða efni er í burðarvirkinu.

Kröfur um hæðina H , eru háðar dýptinni D , sjá Mynd 4.8.

Stærðin H er metin sérstaklega fyrir burðarvirki með legum með miklar hreyfingar.

LANDSTÖPULL MEÐ AÐKOMU ÖÐRUM MEGIN FRÁ

SÚLA / STÖPULL MEÐ AÐKOMU BÁÐUM MEGIN FRÁ



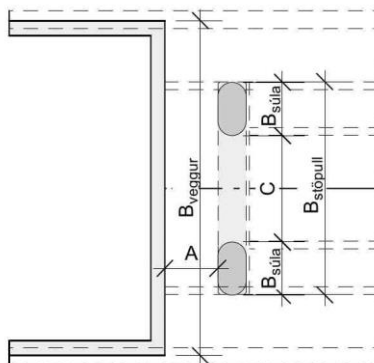
Mynd 4.8 – Föst lega: Krafa um fría hæð við legur

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 4.9:



Minnsta fjarlægð milli stöpla/súlna: $C \geq 1,0 \text{ m}$
 Minnsta fjarlægð milli stöpla/súlna og
 útbrúnar undirliggjandi veggjar:
 $1,5 \text{ m} \geq A \geq 0,6 \text{ m} + 0,5 \times (B_{\text{súla}} - 2R)$
 þar sem: $(B_{\text{súla}} - 2R)$ sem gefur hæsta gildið.

$B = 2R$ fyrir hringlaga súlur
 $R = 0$ fyrir rétthyrndar súlur

Mynd 4.9 – Aðgangur umhverfis súlur og ílöng súlusnið



5 Álag

5.1 Almennt

Álag á brýr skal ákvarða skv. ÍST EN 1991 – 1998.

Í kaflanum eru fyrimæli um flokkun árauna og útreikning kenniálags.

Fyrimælin taka til álags sem kemur almennt fyrir og nær ekki til allra sértílvika. Því þarf ávallt að meta hvort það tilvik sem um ræðir falli undir reglurnar í þessum kafla.

5.2 Flokkun álagsáhrifa

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

- varanlegt álag
- breytilegt álag
- óhappaálag

Óbein áraun af völdum færslu er annað hvort viðvarandi eða breytileg.

Nota skal kennigildi áraunar sem grundvöll við útreikning ákvarðandi álagsáhrifa. Gildi kennigildis álagsáhrifa er háð því hvernig það kemur til:

- á millistigum eins og á byggingatíma, þar sem einhverju er komið fyrir eða eitthvað tekið niður o.þ.h.
- í venjulegri notkun
- við óvenjuleg áhrif (vegna óhappaálags eða óvenjulegs umferðar- eða náttúruálags)
- í skemmdu ástandi

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

5.3 Varanleg álagsáhrif

5.3.1 Almennt

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

- þyngd burðarvirkisins (eiginþyngd)
- þyngd varanlegrar mótvigtar og útbúnaðar, sem verður ekki fjarlægður
- ytri vatnsþrýstingur sem reiknaður er frá meðalvatnshæð eða meðalgrunnvatnshæð og með meðalrúþyngd
- jarðþrýstingur vegna þunga jarðvegs og hugsanlegra annarra fyllinga

5.3.2 Eiginþyngd

5.3.2.1 Almennt

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.

5.3.2.2 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 haflengd l [m]			
$L \leq 10$	$10 < l \leq 50$	$50 < l \leq 200$	$L > 200$
5,0 kN/m ² (200 mm)	3,0 kN/m ² (120 mm)	2,5 kN/m ² (100 mm)	2,0 kN/m ² (80 mm)

Tafla 5.1 – Lágmarkskröfur til ákvarðandi þunga yfirborðslaga í akbraut við hönnun brúa með brúargólf úr steypu, stáli eða timbri

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 haflengd l [m]	
$L \leq 10$	$L > 200$
2,0 kN/m ² (80 mm)	1,5 kN/m ² (60 mm)

Tafla 5.2 – Lágmarkskröfur til ákvarðandi þunga yfirborðslaga fyrir brýr með brúargólf úr steypu, stáli eða timbri og 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 haflengd er > 10 m.

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

5.3.3 Vatnsþrýstingur

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

5.3.4 Jarðþrýstingur

5.3.4.1 Almennt

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.

5.4 Breytilegt álag

5.4.1 Almennt

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 mótvingt og búnaði, sem unnt er að fjarlægja
 - álags sem mannvirkið verður fyrir í milliástandi eins og framleiðslu, uppsetningu, vegna sérstakra tímatakmarkaðra aðgerða, niðurtektar 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.

5.4.2 Umferðarálag og annað notálag á fyllingar bak við mannvirki

5.4.2.1 Almennt

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 jarðvegsyfirborðinu.

5.4.2.2 Umferðarálag á akrein

Almennt 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:

- a) 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 akbrautir $\geq 3,0$ m.



- b) 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 innifalið í q_k , sjá gr. a) hér að ofan.

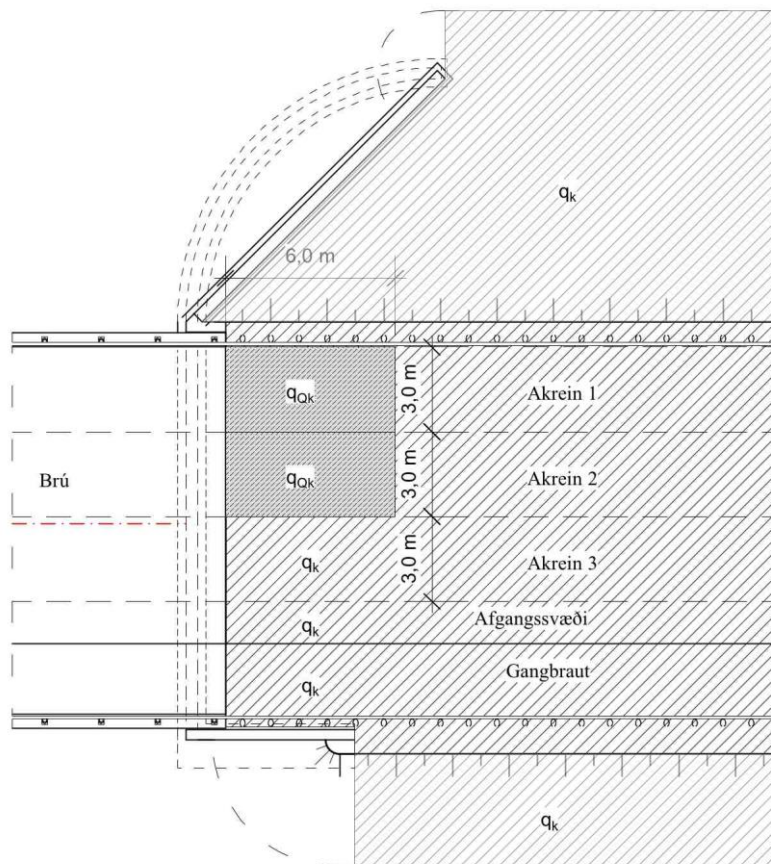
Álagið á við um akbrautir $\geq 3,0$ m.

Á hugsanlegt afgangssvæði með ($w < 3$ m) er sett jafndreift álag $q_{Qk} = 25$ kN/m², en aðeins fyrir akreinabreiddir $\geq 5,5$ 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) $q_{Qk} = 25 \text{ kN/m}^2$ 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.

5.4.3 Jafngildisálag álagsvagns og einfölduð áhrif jarðþrýstings

5.4.3.1 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 miðjúlínu vegar er efst og reiknast:

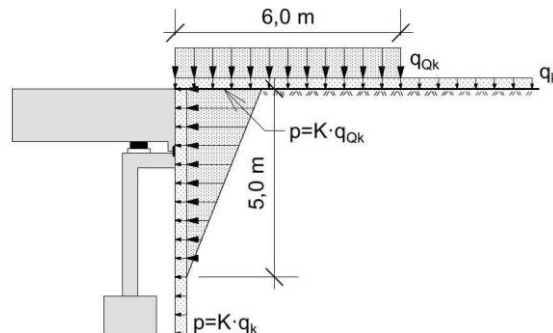
$$p = K * q_{Qk}$$

þar sem:

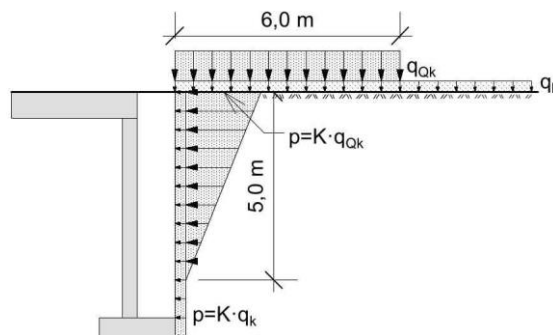
p : jarðþrýstingurinn (kN/m^2)

K : jarðþrýstingsstuðull, sjá ÍST EN 1997-1. Stuðulinn K getur hvort sem er verið virkur (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 breið niður á 5 m dýpi undir yfirborðinu.

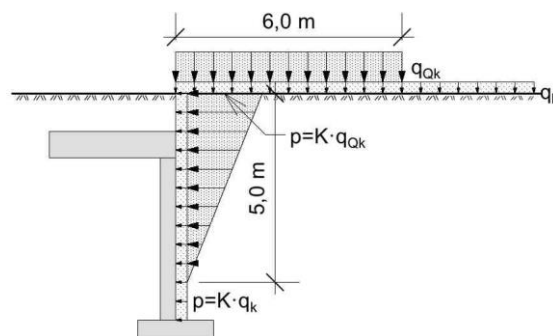


Mynd 5.2 – Umferðarálág á vegfyllingu og jarðþrýstingur vegna þess.



Mynd 5.3 – Umferðarálág á vegfyllingu og jarðþrýstingur vegna þess.

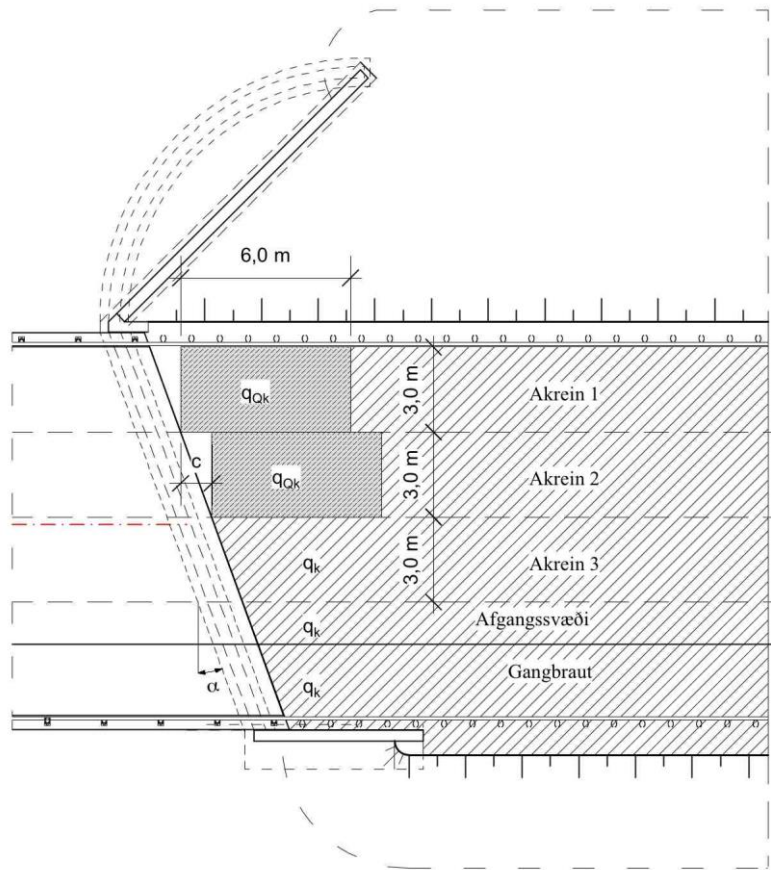
Þegar fyllingarlag er ofan á yfirbyggingunni flyst jarðþrýstingurinn, sem er yfir efri brún yfirbyggingar, með viðnámi niður í yfirborð hennar, sjá mynd 5.4.



Mynd 5.4 – Umferðarálág á vegfyllingu og jarðþrýstingur vegna þess.

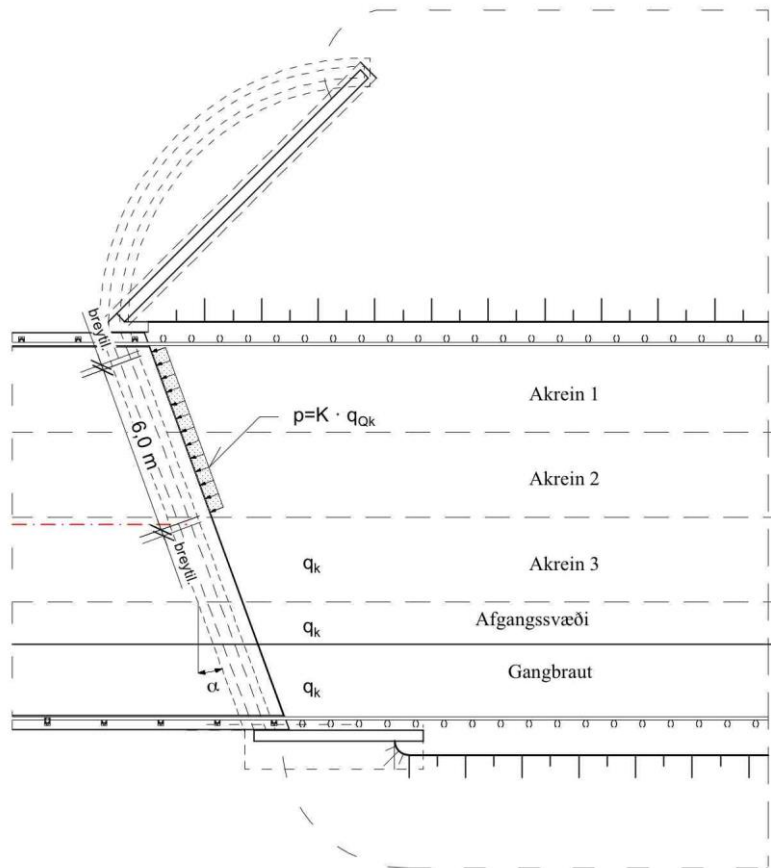
5.4.3.2 Framveggur ekki hornréttur á veglínu

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. 5.4.3.1 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 jafngildisálag álagsvagnsins sé réttu megin við það snið, sem er til skoðunar til þess að komast hjá því, að það virki að hluta til aflastandi.

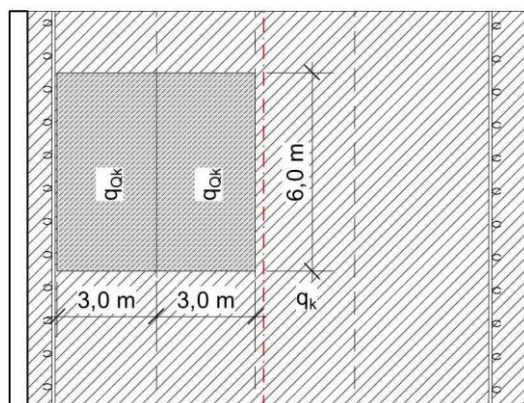


Mynd 5.6 – Áhrifasvæði jarðþrýstings vegna jafngildisálags tveggja öxla við skásettann landstöpul

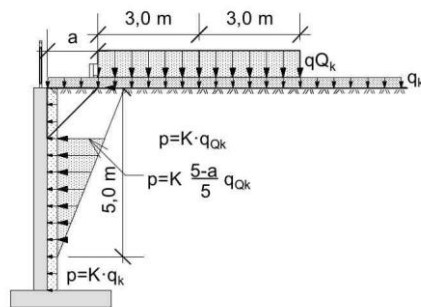
5.4.3.3 Stoðveggir / landstöpulsvængir samsíða akbraut

Með jafngildisálag álagsvagnsins upp við vegg eða vængi má nota einfaldanir skv. gr. 5.4.3.1.

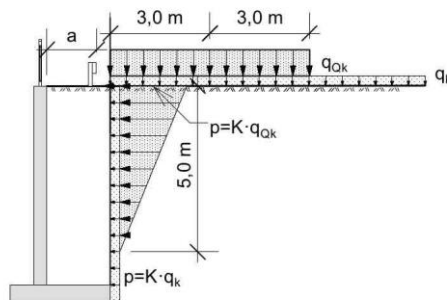
Sé á hinn bóginn vegrið staðsett innan veggja eða vængja, eins og sýnt er á mynd 5.7, flytjast áhrif jafngildisálagsins neðar í fyllinguna í hlutfallinu 1:1, sjá mynd 5.8. Til einföldunar er ekki samtímis gert ráð fyrir álagsdreifingu í langáttina.



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.

5.4.3.4 Umferðarálag og útreikningur jarðþrýstings

Að undanskildu álagi skv. gr. 5.4.3.5 er álag sem fjallað er um í gr. 5.4.2.2 til 5.4.3.6 flokkað sem breytilegt umferðarálag. Álag á svæði skv. gr. 5.4.3.5 er hugsað til annarra nota og þar kann að vera nauðsynlegt að setja hærra álag en sem nemur q_k .

q_k skv. gr. 5.4.3.5 og 5.4.3.6 skal til viðbótar tilfallandi umferðarálagi innifela ónákvæmni í fyllingarhæð, minni útfyllingu, asfalt og snjóálag.

Minnkun jarðþrýstings frá jafngildisálagi álagsvagnsins með vaxandi dýpi skv. gr. 5.4.3 er nálgun til einföldunar. Nota má aðrar viðurkenndar aðferðir til þess að reikna jarðþrýsting frá fyllingu á mannvirkið vegna umferðar-/notálags. Norska Vegagerðin hefur gefið út leiðbeiningar: *Håndbok V220; Geoteknik i vegbygging* 2010. Í gr. 7.3.1 og 7.4 er fjallað um útreikning á breytingu lóðréttis þrýstings með vaxandi dýpi þar sem bæði eru teknir fyrir einsleitir og lagskiptir massar. Farið er í gegnum umreikning lóðréttra spennu í láréttar spennur (jarðþrýsting) í sömu handbók, kafla 5. Í bókinni er einnig að finna reiknuð dæmi, sem geta verið hjálpleg.



5.4.4 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 að hámarki 40 km/klst.

5.5 Náttúruálag

5.5.1 Almennt

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 náttúrálags 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.

5.5.2 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.

Reikna skal snjóálag sem hvílt getur á mannvirki yfir langan tíma sem varanlegt álag.

5.5.3 Vindálag

5.5.3.1 Almennt

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.

5.5.4 Öldu-, straum- og flóðaálag

5.5.4.1 Burðarvirki

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

Vassdragshåndboka - Håndbok i vassdragsteknikk (NVE Tapir forlag 2012).

5.5.4.2 Ákvarðandi öldu- og straumálag

Ákvörðun öldu- og straumálags skal byggja á varfærnislegu mati.

Ákvarðandi ölduálag má byggja á fyrirliggjandi rannsóknum og upplýsingum frá brúarstaðnum eða meta út frá gögnum á stað, þar sem aðstæður eru sambærilegar.

5.5.4.3 Ölduálag

Nota skal Morisons jöfnu til þess að reikna ölduálagið. Lárétta álagið dF á lengdareiningu randar burðarvirkisins er sett fram sem:

$$dF = \rho \frac{\pi D^2}{4} C_m D^2 \dot{u} + \frac{\rho}{2} C_d D u |u| \quad (5.24)$$

þar sem:

ρ rúmpýngd vatnsins

D lárétt þvermál brúareiningar

u ótruflaður láréttur eindarhraði vatns

$\dot{u}$ ótrufluð lárétt eindarhröðun vatns

C_m massastuðull

C_d sogstuðull

Finna má gildi fyrir C_m og C_d í viðurkenndum fræðiritum.

Meta skal áhrif öldulaga (brota).

Byggja má nákvæmari útreikning á öldu- og staumálagi á ISO 21650.

5.5.4.4 Iðuflökt

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

5.5.5 Álag vegna breytilegs vatnsþrýsting

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.

5.5.6 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 fyrirmæli:

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 – Rapport nr 73 Flom- og sørpeskred

5.5.7 Ísálag

5.5.7.1 Almennt

Burðarvirki brúa skal hanna m.t.t. hugsanlegs álags af völdum íss. Álagið eru ákveðið með hliðsjón af staðbundnum aðstæðum, hvaða álag virkar á ísinn (straumur, öldur, vindur og hiti) og útfærslu burðarvirkisins. Rökstyðja skal það mat sem lagt er til grundvallar varðandi val á flokki ísálags sem og eiginleikum og þykkt, þéttleika, seltu og styrk.

Ísálagi er skipt upp eftirfarandi megin gerðir:

- Gerð 1. Álag frá ísjökum sem rekur eða þrýstast að burðarvirkinu vegna áhrifa vinds og straums þar með talið vegna ísabrota, jakahröngls, samanþjappaðs rekíss o.s.frv.
- Gerð 2. Láréttir þenslukraftar af völdum hitabreytinga samhangandi ísbreiða
- Gerð 3. Lyftiálag eða hengiálag frá ís, sem hefur frosið við burðarvirkið
- Gerð 4. Höggálag vegna jakaburðar í jökulhlaupum

Hæðin sem ísálagið virkar í bæði í sjó og ám skal meta út frá gerð álagsins.

Líta má þannig á, að í sjó virki álagið í óhagstæðustu hæðinni milli hæsta stjarnfræðilegs sjávarborðs og lægsta stjarnfræðilegs sjávarborðs, sjá gr. 1.2.3.3.

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

Brotmynstur íssins við mannvirkið er ákvarðandi um stærð álagsins. Greint er milli brotmynstranna: þrýsti-, beygju-, kleifni- og skriðbrots. Brotmynstrið ræðst af íspykkt, 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.

5.5.7.2 Útreikningur íspykktar

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 (5.25). Í lygnum vötnum má setja ákvarðandi íspykktina sem $h_{dim} = h$. Í streymandi vatni má setja ákvarðandi íspykkt sem $h_{dim} = 0,65 h$.

$$h = \frac{\sqrt{F}}{175} [m] \quad (5.25)$$

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

$$F = (F_{10} + F_{100})/2 \quad (5.26)$$

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.

5.5.7.3 Styrkur íss

Styrkur íss er m.a. háður stærð og stefnu ískristallanna, loft- og saltmagni, hita, aldri og myndunarhraða hans.

Ef nákvæmar mælingar eru ekki gerðar má ákveða þrýstipól ferskvatnsíss σ_k skv. eftirfarandi viðmiðunargildum:

$\sigma_k = 3.000 \text{ kN/m}^2$ er notað fyrir ísjaka sem rekur undan straumi og vindi á kaldasta árstímanum

$\sigma_k = 2.500 \text{ kN/m}^2$ er notað fyrir ís sem hreyfist hægt af völdum þenslu og samdráttar

$\sigma_k = 1.500 \text{ kN/m}^2$ er notað fyrir ís að vori í hita nálægt bræðslumarki íssins

$\sigma_k = 700 \text{ kN/m}^2$ er notað fyrir ís, sem að hluta til hefur veikst og hitinn er nálægt bræðslumarki íssins

Styrkleiki sjávaríss er venjulega metinn jafn 2/3 styrkleika samsvarandi leiðbeinandi gilda fyrir ferskvatnsís.

5.5.7.4 Álag frá rekís (Gerð 1)

Álag frá rekís er reiknað skv. jöfnunni:

$$I = C_1 C_2 C_3 \sigma_k t_{dim} b \quad (5.27)$$

Hér tákna:

C_1 formstuðul vegna breiddar stöðpulsins, sjá Töflu 5.4

C_2 formstuðul vegna halla andstreymisenda stöðpulsins, sjá Töflu 5.5

C_3 formstuðull sem tekur til lögunar andstreymisenda stöðpulsins, sjá Töflu 5.6

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

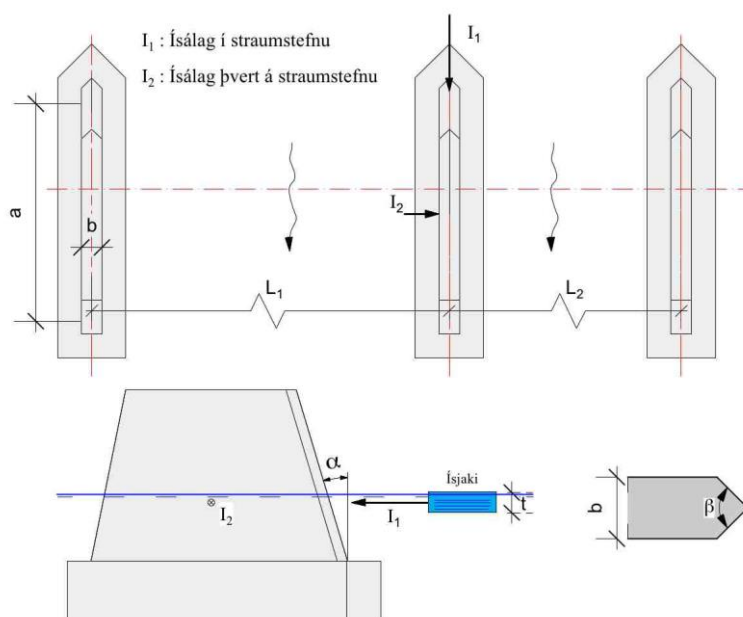
σ_k brotstyrkur íssins [kN/m^2]

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 stöðpulsins sett sem $I_1 = I$. Ísálagið þvert á langstefnu stöðpulsins 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 stöpul, er álagið þáttað, en með $I_2 \geq 0,2 I_1$.



Mynd 5.10 – Skilgreining stöpulstærða 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 stöpul C_1 er skv. Töflu 5.3.

b/t_{dim}	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 stöpuls / 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 samantjappaður rekis getur hrönglast að stöplum, má gera ráð fyrir að ísálag ákveðið með jöfnu (5.27) nái einnig yfir það. En auk þess skal skoða hvort:

$$I_1 \geq i_1(L_1 + L_2)/2 \quad (5.28)$$

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 stöpsuls / undirstöðu, ber að nota aðferðir sem taka tillit til bæði hreyfirorku ísjakans og umfangs / útfærslu burðarvirkisins.

5.5.7.5 Þensluálag (Gerð 2)

Einhliða álag vegna hitabreytinga frá fast frosinni ísbreiðu er reiknað sem jafndreift álag i_{eksp} :

$$i_{eksp} = 300t_{dim} + 1,6 |T_{min}| < 250 \text{ [kN/m]} \quad (5.29)$$

þar sem:

t_{dim} : Ísþykktin í m. Ekki skal setja inn stærra gildi en 0,6 m.

T_{min} : Lægsta hitastigið með 50 ára endurkomutíma, sjá ÍST EN 1991-1-5:2003/NA:2010.

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

$$I_{1,eksp} = i_{eksp}(L_1 + L_2)/20 \quad (5.30)$$

$$I_{2,eksp} = i_{eksp}a \quad (5.31)$$

þar sem L_1 , L_2 og a eru skilgreind í mynd 5.1.

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 (5.30) og (5.31).

Ef föst frosin ísbreiða er á allar hliðar stöpla / undirstaða (tvíhliða álag), er ísálagið ákveðið sem 25 % gildanna skv. jöfnum (5.30) og (5.31).

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 $\alpha = 5 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

5.5.7.6 Lóðrétt álag frá fast frosnum ísbreiðum (Gerð 3)

Ef um fastfrosnar ísbreiður er að ræða skal meta hugsanlegt upphengiálag frá ísbreiðunni. Þetta er raunhæft í brúm í sjó þar sem sjávarhæðin breytist vegna sjávarfalla og í ám / stöðuvötnum vegna miðlunar í tengslum við virkjanir.

Í minni mannvirkjum skal einnig meta lyftiálag, þegar vatnshæð eykst.

Lyftiálagið má reikna á eftirfarandi hátt:

$$I_v = 2(a + b)i_v \quad (5.32)$$

$$i_v = 0,6t_{dim}\sqrt{\sigma_b h k} \quad (5.33)$$

þar sem:

I_v : upplyftiálag [kN]

i_v : upplyftiálag meðfram löngum beinum vegg [kN/m]

σ_b : beygjustyrkur íspekjunnar [= 0,7 σ_k]

- h : vatnsstöðubreytingin
 t_{dim} : Ísþykktin í [m]. Ekki skal setja inn stærra gildi en 0,6 m
 k : uppdrifsstuðullinn (= 10 kN/m³)
 a : er sett fram í Mynd 5.10
 b : er sett fram í Mynd 5.10

Ef um hringlaga þversnið er að ræða er upplyftiálagið reiknað skv. jöfnunni:

$$I_v = \pi d i_v \quad (5.34)$$

þar sem:

d - þvermál þversniðsins

5.5.7.7 Höggálag (Gerð 4)

Sérstakt mat.

5.5.8 Áraun af völdum hita

5.5.8.1 Almennt

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. 5.5.8.2-5.5.8.4.

Fyrir burðarvirki og burðarvirkjahluta, sem ekki falla undir þversnið skilgreind í ÍST EN 1991-1-5, 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.

5.5.8.2 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 $\Delta T_{N,kom}$.

5.5.8.3 Mismunur í hitahlutdeild ólíkra byggingahluta

Í útreikningi mismunar á jafndreifðri hitahlutdeild milli ólíkra byggingarhluta 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.

5.5.8.4 Hitastigsmunur

Ákveða skal í hverju einstöku tilviki hitastigsmun í holum stálþversniðum byggingahluta.

5.5.9 Jarðskjálftaáraun

ATH. Til nánari skoðunar með hagnýtu verkefni

5.5.9.1 Almennt

Jarðskjálftaálag er óvenjulegt álag með endurkomutíma skv. gr. 5.5.1.

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

Jarðskjálftaálagið er sett fram sem lýsing á hreyfingu einstaks punkts berggrunnsins. Leiðréttta verður fyrir breytingu jarðskjálftahröðunar sem verður milli berggrunns 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.

5.5.9.2 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 hjáleiddum fyrir neðri veginn eru góðar og hreinsun í kjölfar tjóna af völdum jarðskjálfta eða hruns burðarvirkisins getur gengið hratt fyrir sig.

5.6 Færsluálag

5.6.1 Almennt

Færsluálag er álag sem tengjast færslum sem burðarvirkið verður fyrir eða eiginleikum burðarvirkjaefnanna 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.

5.6.2 Uppspenna, rýrnun, skrið og spennueftirgjöf

Vísað er í gr. 7.3.2.

5.6.3 Sig

Færsluálag af völdum sigs nær til:

- álags, sem burðarvirkið verður fyrir af völdum jafns sigs
- álags, sem mannvirkið verður fyrir vegna mismuna- og skásigs
- álags, sem burðarvirkið verður fyrir sem afleiðingu skúffærslu í fláa eða fyllingum með tæpan stöðugleika

Við útreikning kennigilda má taka tillit til kerfisbundinnar vöktunar sigs og hugsanlegra bættra ráðstafana til þess að hindra að farið verði yfir fyrirskrifuð hámarksgildi.

Sjá gr. 11.3.7 og 11.4.6 varðandi grundun á fyllingum eða staurum.

5.6.4 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.

5.6.5 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:

$$k = \begin{cases} k_0 + (k_p - k_0) \frac{\delta}{\delta_p} & ; 0 \leq \delta \leq \delta_p \\ k_p & ; \delta > \delta_p \end{cases} \quad (5.35)$$

þar sem :

k_0 - stuðull fyrir hvíluþrýsting



k_p - stuðill 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 útfra jöfnunni hér fyrir framan með því að setja $\delta_p = H / 200$, þar sem H er hæð undirliggjandi veggjar.

.

5.7 Óhappaálag

5.7.1 Almennt

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.

Þegar önnur mannvirki hafa áhrif á brýrnar má nota regluverk með önnur öryggisstig. Ákveða skal í hverju tilviki hvaða regluverk er ákvarðandi. Sérstaklega skal gera öðrum samþykkisyfirvöldum viðvart, ef öryggiskröfur skv. [Reglum um hönnun brúa](#) eru lægri en í öðrum reglum, sem málið snertir.

5.7.2 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 hætta 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 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.

5.7.3 Ásiglingarálag frá skipum

5.7.3.1 Almennt

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

Ásiglingarálagið er háð lögun skipsins og stærð, þunga þess og hraða, ásiglingapunkti og ásiglingastefnu ásamt þunga burðarvirkisins, stífleika og hugsanlegum ásiglingadeyfandi vörnum.

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, hvort hætta er á að siglt verði á ákveðinn hluta burðarvirkis.

Hugsanleg ásiglingadeyfandi vörn á undirstöðum brúa skal vera steyp.

Ásiglingadeyfandi vörn getur verið eftirgefanleg fyrir ákvarðandi ásiglingaálag.

5.7.3.2 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.

5.7.3.3 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.

Áraun af völdum ásiglingarinnar er gefin með beina árekstrarkraftinum (e: frontal impact) F_{dx} og þverárekstrarkraftinum F_{dy} , sem virkar hornrétt á beina árekstrarkraftinn og með viðnámsþættinum F_r , sem er samsíða F_{dx} .

Minnstu gildi árekstrarálags á svæðum þar sem ekki er búist við skipaumferð eru sett fram í ÍST EN 1991-1-7:2006 gr. 4.6.3. Fyrir þá hluta yfirbyggingarinnar, sem eru hærri 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.

5.7.4 Ákeyrsluálag frá járnbrautarumferð

Venjulega er ekki reiknað með ákeyrsluálagi frá járnbrautarumferð, þegar áhættan á ákeyrslu er talinn minni en sett er fram í gr. 5.7.1. Sjá ÍST EN 1991-1-7, hluta B9.4.

5.7.5 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 brunálag 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 hættu er fyrir hendi skal hanna mannvirkið sjálft fyrir brunaálag, sem skoða þarf sérstaklega í hverju tilviki, en 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..

Hanna skal burðarvirkjahluta brúa, sem taldir eru útsettir fyrir bruna 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 utanáliggjandi spenniköplum
- 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. eldneysisgeymslur og timburlagerar, bílastæði o.fl.) leggja til.

5.7.6 Óhappaálag frá skriðum og ofanflóðum

5.7.6.1 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. 5.5.6.

5.7.6.2 Óhappaálag af völdum ofanflóða

Frí hæð brúa yfir ám skal vera í samræmi við kröfur í gr. 4.2.4. Ákveða skal flóðaálag með 200 ára endurkomutíma.



5.8 Samtímaálag

5.8.1 Almennt

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 rúmpýngd vatns veldur, komi ekki fyrir með náttúrálagi annarrar gerðar.

5.8.2 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

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

6.2 Meginreglur hönnunar

6.2.1 Almenn

Gert er ráð fyrir hönnun með útreikningum eftir hlutstuðlaaðferðinni skv. ÍST EN 1990:2002, Kafla 6. Leggja verður aðrar hönnunaraðferðir t.d. hönnun með prófunum eða með líkindafræðilegum aðferðum fyrir Vegagerðina til samþykktat í hverju tilviki fyrir sig. Markmið útreikninganna er að sýna fram á, að ákvarðandi álagsáhrif séu ekki meiri en þolviðmiðin.

6.2.2 Markástandshönnun

Brúamannvirki skal hanna fyrir brotmarka- og notmarkaástand skv. í ÍST EN 1990:2002, kafla 3. Einnig skal meta hvort um hugsanlegt óhappamarkaástand geti verið að ræða.

6.2.2.1 Brot- og notmarkaástand

Hanna skal brýr í brot- og notmarkaástandi skv. ÍST EN 1990:2002, kafla 3. Einnig skal meta hvort um hugsanlegt óhappamarkaástand sé að ræða.

6.2.2.2 Óhappamarkaástand og jarðskjálfti

Setja skal upp samþykkisviðmið, þar sem fram kemur hvers konar staðbundnar skemmdir er unnt að sætta sig við í einstöku tilvikum. Staðbundið tjón eru ásættanleg að því gefnu að slíkt ástand leiði ekki til hættu á:

- manntjóni
- heildartjóni á brúarmannvirkinu eða stóru fjárhagslegu tjóni
- tjóni, sem erfitt er að gera við
- að útilokað sé að rýma brúarmannvirkið með tryggum hætti

Á byggingastigi er hægt að sleppa að skoða óhappamarkaástand ef afleiðingar tjóns eru metnar ásættanlegar. Í slíku mati skal leggja áherslu á hvort:

- það sé tími til þess að rýma mannvirkið
- mannvirkið sé varið tímabundið gegn óvenjulegum áhrifum með áþreifanlegum varnaraðgerðum, skiltum, viðvörunum, lýsingu, vöktun o.fl.
- sá sem verður fyrir fjárhagslegu tjóni (verktaki / verkkaupi) sætti sig við það

6.2.3 Stærðarfrávik

Ef frávik frá stærðum hefur óheppileg áhrif á öryggi mannvirkisins skal taka tillit til þeirra í útreikningunum með því að reikna með þeim í óhagstæðustu vikmörkunum sem sett eru fram í þeim stöðlum sem við eiga. Ef frávik eru umfram vikmörk skal endurreikna mannvirkið með mældum raunstærðum.

6.2.4 Líkantilraunir og mælingar í mörkinni

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 Útreikningur álagsáhrifa

6.3.1.1 Almennt

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

Ef notaðar eru einfaldaðar aðferðir skulu liggja fyrir upplýsingar / heimildir um að þær gefi niðurstöðu á öruggu hliðinni.

6.3.1.2 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.

6.3.1.3 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.

6.3.1.4 Líkantilraunir

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

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.

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, 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 hreyðarfræðilegar) sem hafa þýðingu í tilrauninni skulu innifalin 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.

6.3.2 Ákvarðandi álagsfléttur

6.3.2.1 Brot- og notmarkaástand

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.

6.3.2.2 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. Ef það eru vensl milli óhappaálagsins og umferðarinnar skal setja $\psi_{2,i} = 0,5$ fyrir umferð, $\psi_{2,i} = 0,0$ fyrir annað breytilegt álag.

Ef meiriháttar staðbundið tjón á mannvirki, sem afleiðing óhappamarkaástands eða jarðskjálftaástands er ásættanlegt, skal reikna ráðandi breytilega álagið með $\psi_{2,i} = 0,5$ í skemmdu ástandi. Fyrir annað breytilegt álag er $\psi_{2,i} = 0,0$. Ef gert er ráð fyrir að unnt sé að loka brú sem hefur orðið fyrir tjóni má fella umferðarálag úr álagsfléttunni.

Við hönnun 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 leyfðar í brotmarkaástandi.

6.4 Kröfur vegna ólínulegra greininga

6.4.1 Forsendur

Ólínulegar greiningar skal byggja á kerfisskilgreiningum sem lýsa öllum raunverulegum formum brota og brothegðunar. 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. Mögulegt þarf að vera að taka tillit til áhrifa breytinga í burðarkerfinu.

Stakskilgreiningar með frelsisgráðum og streitupáttum o.s.frv. skulu geta leitt fram öll raunhæf brotform. Stærðaruppdeiling staka verður að vera þannig að reikna meggi spennur / krafta með góðri nákvæmni.

Nota skal efnislíkön sem:

- geta leitt fram öll raunhæf brotform og sem lýsa dæmigerðum styrk m.t.t. þess brotmarkástands, sem um er að ræða
- gefa lýsandi stífleika m.t.t. þess álagssviðs sem er til skoðunar (fyrir steypu getur komið til greina að framkvæma greiningar með mismunandi fjaðurstuðlum og togstyrk ef ekki er ljóst hvað er á öruggu hliðinni)
- taka tillit til tímaháðra eiginleika (skriðs, rýrnunar, spennueftirgjafar o.fl.)
- taka tillit til mismunandi hegðunar efnis við löstun- og aflöstun

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 álaga í greiningunni ef rökstutt er að það gefi traustar niðurstöður.

Tekið sé tillit til viðnáms og lástapa við uppspennu og að stefna spennikraftsins fylgi formbreytingum. Áhrif streitubreytinga í burðarvirkinu eftir uppspennu (vegna uppspennu, skriðs, rýrnunar, hita, ytri álaga, spennueftirgjafar (e: relaxation) o.fl.) verða að vera innifalin.

6.4.2 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 Almenn

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

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.

Fjallað er um staura í gr. 11.4 og gr. 11.5 og burðarvirki úr samverkandi steypu og stáli í kafla 8.

7.2 Efni

7.2.1 Steypa

7.2.1.1 Almenn

Öll hlutfeni, efnasamsetningar, framleiðsluaðferðir, framkvæmd og tilbúin steypa skal uppfylla kröfur skv. Alverki, kafla 84, ÍST EN 13670 og ÍST EN 206-1.

7.2.1.2 Steypuskilgreining

Án sérstakra varnarráðstafana skal velja steypu sem a.m.k. uppfyllir framsettar kröfur í Töflu 7.1, en jafnframt skal m.a. uppfylla kröfur um hámarkshita í byggingarhlutum. Í ÍST EN 13670:2009 gr. 8.5 er hámarkshiti byggingarhluta sem er í votu umhverfi eða votu og þurru umhverfi á víxl miðaður við $\leq 70^{\circ}\text{C}$ 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 og / eða 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.

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:

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

Áreitiflokkur, burðarvirkjagerðir o.fl.	Steypuskilgreiningar Vegagerðarinnar
Burðarvirki - sem verða fyrir efnaáraun t.d. í snertingu við einkar áreitin efni - mjög súlfatríkt grunnvatn	Steypugerð er ákveðin sérstaklega
Undirvatnssteypa, sjá: Sjá Alverk	Skolstælt steypa eða venjuleg steypa
Burðarvirki sem eru ekki stöðugt í söltu vatni: - í sjávarfalla hæð¹⁾ og í skvettusvæðinu²⁾, steypt með hefðbundnum hætti - að minnst 6 m yfir sjávarfallahæðinni á strandsvæðum sem verða fyrir litlu umhverfisálagi og að minnst 12 m 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 $\leq 0,4$, kísilryk $\geq 6 \%$ með CEM I, $\geq 6 \%$ með CEM II/A-V)
Burðarvirki: - 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 $\leq 0,4$, kísilryk $\geq 6 \%$ með CEM I, $\geq 6 \%$ með CEM II/A-V)
Burðarvirki: - 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 $\leq 0,45$, kísilryk $\geq 6 \%$ með CEM I, $\geq 6 \%$ með CEM II/A-V)

Virknistuðullinn fyrir kísilryk er settur jafn 1,0 bæði gagnvart CEM I og CEM II. Sjá gr. 5.2.5.2.3 í ÍST EN 206-1:2000.

- 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

7.2.1.3 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 .

7.2.1.4 Fjaðurstuðull steypu

Í mannvirkjum, þar sem gildi fjaðurstuðulsins skiptir máli fyrir öryggi á not- eða byggingarstigi mannvirkis, skal setja fram kröfu um lágmarksgildi fjaðurstuðuls steypunnar í samkeppnisgögnum. Þar sem færslur skipta miklu máli skal leggja mældan fjaðurstuðul til grundvallar útreikningum á færslum / niðurbeygju.

7.2.1.5 Léttsteypa

Krafa um rúmpýngd skal samræmast skilgreindum styrkleikaflokki.

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

7.2.1.6 Steypa með lága hitamyndun

Sjá gr. 7.2.1.2.

7.2.2 Slakbending

7.2.2.1 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 járnþending með mál og eiginleika skv. ÍST NS 3576-3 uppfylli kröfurnar.

Tengimúffur (**e: Mechanical splices**) skulu vera skv. viðeigandi Evrópskum tækni samþykktum (European Technical Approval) eða samþykktum einstakra Evrópuþjóða (þ.á.m. seiglu- og þreytukröfur) í samræmi við fyrirmæli og samþykktar af verkkaupa.

7.2.2.2 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 pittatæringu, en 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, og 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

7.2.2.3 Bending úr samsettum efnum (e: composite materials)

Rökstyðja skal notkun bendingar úr samsettum efnum. Senda skal stuðningsgögn um efnaeiginleika slíkrar bendingar til Vegagerðarinnar til mats og hugsanlegrar samþykktar, nema fyrir liggi ETA (e: European Technical Approval) – viðurkenning og CE – merking.

7.2.2.4 Trefjabending

Ekki skal nota stál- eða fjölíða trefjar til þess að taka upp álag í burðarvirkjum.

Aðeins má nota trefjar í annars stigs burðarvirki til sprungudreifingar að fenginni heimild frá Vegagerðinni.

7.2.3 Spennt járnalögn og spennikerfi

Spennikerfi skulu vera vottuð skv. „European Technical Approval“ (ETA).

7.3 Ákvarðandi álagsáhrif

7.3.1 Almenn

Nota skal forsendur og reiknlíkön sem henta til þess að sjá fyrir hegðun burðarvirkisins í því markástandi sem er til skoðunar með ásættanlegri nákvæmni.

Fara skal eftir grundvallarkröfum skv. ÍST EN 1990:2002, gr. 5.1 og ÍST EN 1992:2004:

Við útreikning ákvarðandi sniðkrafta má nota ÍST EN 1992:2004, gr. 5.3.2.2. Þegar legur eru notaðar má setja upplagslengdina í ÍST EN 1992-2:2005, gr. 5.3.2.2 jafna snertilengd legunnar við yfirbygginguna í langstefnunu.

Í útreikningi stífleika skal nota efniseiginleika sem eru lýsandi fyrir það markástand, sem um ræðir.

Í útreikningi skv. 1. gráðu línulegra fjaðurfræða má venjulega reikna krafta og vægi sem aðeins eru háðir hlutfallslegum stífleikum (stífleikahlutfalli súlu / bita) með stífleikum byggðum á einsleitum steypusniðum.

7.3.2 Formbreytingaálag

Í hönnuninni skal taka tillit til áhrifa formbreytingarálags skv. gr. 5.6 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 spenntri steypu sem einsleitt þversnið án framlags frá bendingunni.

Reikna skal áhrif formbreytingarálags á tveimur tímamörkum í líftíma mannvirkisins, þ.e. við uppspennu ($t = 0$) og við lok hönnunarlíftímans, venjulega 100 ár ($t = 100$ ár) skv. gr. 1.1.9.1.

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.

7.3.3 Útreikningur hreyfðarfræðilegrar svörunar

Ef deyfing frá jarðgrunni og / eða loft- eða vatnshreyfðarfræðileg deyfing er innreiknuð skal rökstyðja þau gildi, sem gengið er út frá.

7.4 Hönnun

7.4.1 Almennt

Efnisstuðlar skulu vera í samræmi við ÍST EN 1992-1-1:2004, gr. 2.4.2.4 án þess að tekið sé tillit til frávika þversniðsmálanna. Aðeins má nota skerta efnisstuðla skv. ÍST EN 1992-1-1, gr. A2.2 fyrir sérstök mannvirki að fengnu skriflegri heimild frá Vegagerðinni.

Ef ekki er sýnt fram á annað skal nota viðbótarskerðingarstuðul 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; *Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann*.

7.4.2 Brotmarkaástand

7.4.2.1 Almennt

Í hverju sniði skal hanna burðarvirkjaeiningar fyrir summu 1. og 2. gráðu vægja, en ekki í neinu sniði fyrir minna vægi en 1. gráðu vægi að inniföldum áhrifum hugsanlegrar hjámiðju.

Stífleikaforsendur skulu vera í samræmi við ákvarðandi álagsáhrif og streituástandið sem við á.

Þegar ekki er unnt að gera ráð fyrir seigluhegðun súlna eða annarra undirliggjandi byggingahluta skal meta stífleika sérstaklega.

Dæmi um það eru súlur með mikinn áslægan kraft, hugsanlega í tengslum við háan steypustyrk og í sumum tilvikum burðarvirki grunduð á fyllingum eða súlum.

Í hönnuninni skal ekki velja minni járnþögnu í neinum hluta burðarvirkisins enn þá sem gengið er út frá við útreikning niðurbeygja / færslna.

7.4.2.2 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 þverbíta sem situr á grannri súlu
- Þar sem er stórt punktálag, legur og lyftipunktar
- Festur spennibendingar

7.4.2.3 Skúfhönnun

Þar sem ekki eru notaðar aðrar aðferðir en þær sem tilgreindar eru í ÍST EN 1992 skal hanna fyrir skúfkrafti og snúnigsvægi skv. ÍST EN 1992:2004, gr. 6.2, 6.3 og 6.4.

Cotg θ á ekki að velja stærri en 2,0, ef sprunguvíddir eru ekki reiknaðar í kroppi skv. ÍST EN 1992-1-1:2004, gr. 7.3.4.



Vinna má hönnun fyrir kröftum í plani veggja og kassa- / flangapversniða 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 lögunum fullnægir skilyrðinu um línulega streitubreytingu yfir þykktina.

Reikniaðferðir 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.

7.4.3 Notmarkaástand

7.4.3.1 Sprunguvíddir

Leyfilegar sprunguvíddir eru skv. ÍST EN 1992-1-1:2004, gr. 7.3.1. Þegar um bráðbrigða- / millibilsástand er að ræða á byggingastigi skal takmarka leyfilegar sprunguvíddir við $0,60 k_c$.

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

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

Þegar gr. 6.5 í ÍST EN 1992:2004 er notuð má reikna sprunguvíddir skv. ÍST EN 1992:2004, gr. 7.3.3. Við hönnun kleyfnibendingar má nota ÍST EN 1992:2004, Töflu 7.2N.

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

- Skv. kröfum fyrir slakbendingu
- Skv. kröfum fyrir spennibendingu

7.4.4 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.

7.5 Bendireglur

7.5.1 Þéttleiki bendingar og niðurlögn steypu

Burðarvirki skal móta og velja stærðir þannig að örugglega verði unnt að steypa það með fyrirhugaðri steypu og að unnt sé að leggja hana niður og þjappa. Til álita kemur að skipta burðarvirkjahlutanum upp í steypuáfanga.

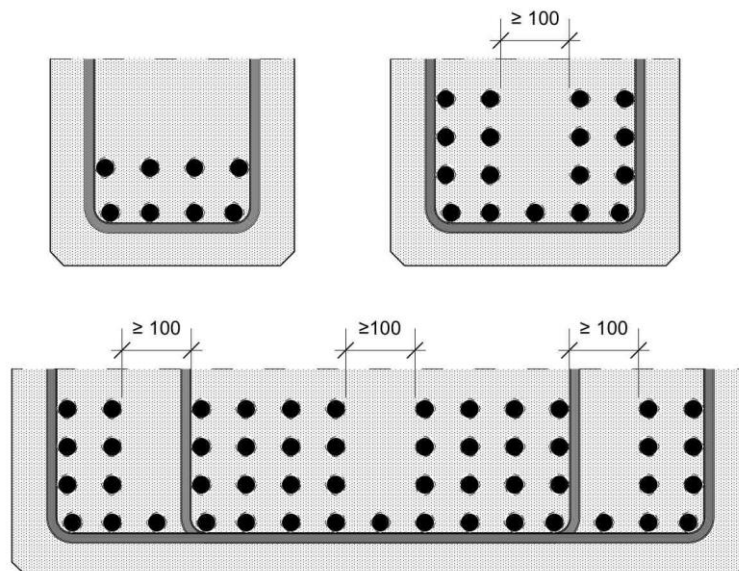
Á skeytasvæðum og annars staðar þar sem bending er þétt skal teikna stækkuð deili og / eða snið sem sýna nákvæmlega staðsetningu járnþræðingarinnar. Taka skal tillit til stoðbendingar, innsteyptra hluta, kapalrenna, ídráttarröra og þ.h. sem gerir niðurlögn erfiðari. Ef þéttleiki járnþræðingarinnar er óásættanlega mikill skal endurvinnna járnþræðingarlausnina t.d. með því að dreifa bendingarskeytum á fleiri snið, með því að velja sverari járn og / eða með því að nota tengimúffur o.s.frv.

Taka skal tillit til raunmála kambstáls í byggingahluta við gerð deila járnþræðingar. Við útreikning nauðsynlegrar stærðar byggingahluta, frírrar fjarlægðar milli bendistanga og samsvarandi skal reikna með raunmálum bendistáls eins og sýnt er í töflu 7.3:

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

Tafla 7.3. – Nafnmál og raunmál fyrir kambstál
[mm]

Hugsa skal fyrir opum í járnþræðingunni, sem titurstafir komast í gegnum, $\phi \geq 100$ mm. Dæmi um járnalögn sem tryggir góða útlögn steypu eru sýnd á Mynd 7.1:



Mynd 7.1 – Dæmi um járnalögn m.t.t. titurstafs

7.5.2 Fjarlægð bendingar frá yfirborði

7.5.2.1 Almennt

Fylgja skal kröfum sem settar eru fram í ÍST EN 1992:2004, kafla 4 og 8 um fjarlægð járnþendingar frá yfirborði.

Kröfurnar í ÍST EN 1992 og Töflu 7.4 eru lágmarkskröfur sem skerpa má til þess að gefa betra mótstöðu gegn umhverfisáhrifum og tryggja betri framkvæmd.

Vísað er í ÍST EN 1992 gr. 4.4.1.1 og 4.4.1.2 varðandi notkun tákna.

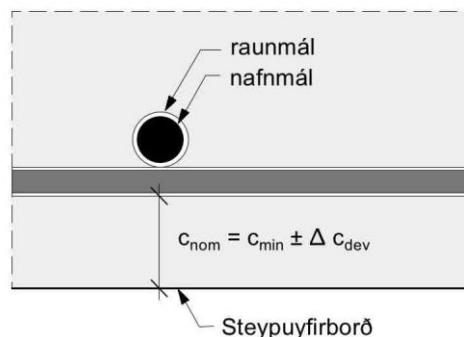
7.5.2.2 Krafa um steypuhulu

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.

Leyfilegt frávik í staðsetningu burðarbendingar háð stærð steypuhulu sem og leyfilegt frávik fyrir staðsetningu stoðstanga háð þvermáli þeirra skal vera skv. Töflu 7.4.

Leyfilegt frávik burðarbendingar.	
c_{min}	Δc_{dev}
$\geq 70 \text{ mm}$	$\pm 15 \text{ mm}$
$< 70 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$

Tafla 7.4: Leyfilegt frávik burðarbendingar og stoðbendingar

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

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 áreitis og virknikröfur	Venjuleg járnþending C_{minv} [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
• Niðurrekstrartaurar (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 afþvingarefnum (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 þensluráfum 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	50
Efri brún yfirbyggingar (Viðbót vegna slits skv. gr. 4.4.1.2 (13) í ÍST EN 1992-1-2)	50
Að þurum og aðgengilegum holrýmum, t.d. í kassapversniðum og súlum sem og að aukarörum og ídráttarrörum	25
Allir aðrir fletir	40

Tafla 7.5 Minnsta steypuhula slakbendingar

7.5.2.3 Spennibending

Auka skal steypuhulur skv. Töflu 7.5 um 10 mm fyrir tæringarnæma spennibendingu.

Heftikrafa skv. Töflu 4.2 í ÍST EN 1992:2004 getur verið ráðandi hvað varðar steypuhulur eftirspenntrar járnalagnar.

7.5.2.4 Sérstakar steypuhulukröfur

Í Töflu 7.6 eru sett fram tilvik þar sem auka skal minnstu steypuhuluna, c_{min} , með viðbótar steypuhulunni Δc_{sv} .

Orsök áreitis og virknikröfur	Viðbótar steypuhula Δc_{svv} [mm]
Léttsteypa	5
Notkun skriðmóta	10
Notkun yfirliggjandi móta þar sem gegndræpur mótadúkur sem leiðir til minna umfangs loftbólna er ekki notaður	10

Tafla 7.6 Krafa um viðbótarsteypuhulu

Minnsta steypuhula í úrtökum fyrir svelgi og gegnumtök fyrir rör skal vera eins og fyrir mannvirkið að öðru leyti.

Hanna skal brýr með skertan hönnunarlíftíma fyrir 50 ára hönnunarlíftíma, sjá grein 1.1.9.2.

Nota má lágmarks steypuhuluna $c_{min} = 60$ mm.

Fyrir bráðabrigðamannvirki 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.

Í mannvirkjum sem verða fyrir sliti af völdum rennandi vatns eða íss skal auka gildin skv. töflu 7.4 hér að framan um 10 mm skv. ÍST EN 1992-2, gr. 4.4.1.2 (115).

Steypuhula á járnbendingu úr trefjastyrktum fjölíðum ræðst af kröfunni um hefti $c_{min,b}$ og lágmarkskrafan er 20 mm.

Meta skal steypuhulukröfur á járnbendingu úr trefjastyrktum fjölíðum sérstaklega m.t.t. bruna.

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

7.5.3 Lágmarksbending einstakra burðarvirkjahluta

7.5.3.1 Almennt

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.

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

Undantekning frá þessu eru sérstök deili þar sem minna þvermál bendistálsins hentar t.d. vegna beygjuradíuss / beygjuþvermáls, en þó ekki ≤ 8 mm.

Ekki skal rétta eða endurbeygja stangir að þvermáli ≥ 16 mm.

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

Allir þversniðshlutar skulu vera með tvær bendigrindur í báðar áttir. Krafan á ekki við um siglötur.

7.5.3.2 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, steypd undirstaða) hindri hreyfingar efra burðarvirkis, skal hanna járnþendingu 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 (hitafall og rýrnun, (thermal and autogenous shrinkage)) íslenskrar steypu.

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

Valin þending	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 þendigrindur í báðar áttir. Ekki skal nota þendingu með minna þvermál en 12 mm. Sérstök deili geta verið undantekning, þar sem minna þvermál járn er nauðsynlegt vegna t.d. minni beygjuradíusar.

Þending í neðri brún undirstöðu yfir stauraendum skal venjulega vera 50 mm yfir toppi staurs, en ef fjarlægðin milli þessarar þendingar og neðri brúnar undirstöðu er stærri en 200 mm skal leggja sérstaka þendingu 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 járanalögn.

Lágmarks fjarlægðir milli járna í undirvatnssteypum:

Í undirvatnssteypu verður miðjufjarlægð milli járna í sama lagi að vera það mikil að útfæði 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	- grönn mannvirki $A \leq 4$ m² - burðarvirki þar sem allri steypuvinnu er lokið á ≤ 4 tímum - burðarvirki sem steypd eru með hærri stighraða $\geq 1,5$ m/klst.
Flokkur 2	öll burðavirki, 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 skolstælttri steypu og síðan haldið áfram með venjulegri steypu skal velja minnsta fría bil járna eins og steypd 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 $\geq 80 \text{ mm}$. Það á einnig við um svæði, sem skeytt er á.

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

7.5.3.3 Stöplar / súlur og veggir

Járnbendingu í burðarvirkjum skal hanna fyrir þá sniðkrafta og þvingunarkrafta, sem eru til staðar. Hanna skal bendingu fyrir sniðkröftum sem og reikna lágmarksbendingu, ef um það er að ræða skv. ÍST EN 1992-2. Ef þvingunarkraftar myndast t.d. að undirstaða (klöpp, steyppt undirstaða) hindri hreyfingar efra burðarvirkis, skal hanna járnþendingu 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, $w_{\max} \leq 0,3 \text{ mm}$. Í útreikningum skal m.a. nota mældra raunrýrnun (hitafall og rýrnun, (thermal and autogenous shrinkage)) íslenska steypu.

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

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

Miðjufjarlægð lágmarks bendingar lóðrétt og lárétt, þ.e. annarrar bendingar en þvingunarbendingar, skal vera $\leq 200 \text{ mm}$. Lágmarksbending á að vera samhverf. Þvermál höfuðbendingar á að vera $\geq 12 \text{ mm}$, í undirvatnssteypu $\geq 16 \text{ mm}$ og $\geq 12 \text{ mm}$ í lykkjubendingu.

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

7.5.3.4 Yfirbygging

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

Þvermál langbendingar í þverbitum á að vera $\geq 16 \text{ mm}$.

7.5.3.5 Úrtök

Umhverfis úrtök, einnig bráðbrigðaúrtök, skal leggja viðbótarbendingu, a.m.k. 2 stk. $\phi 20$ eða tilsvareandi. Í þá stefnu, sem bendingin er burðarpólslega nauðsynleg, skal viðbótarbendingin a.m.k. svara til þeirrar bendingar, sem rofin var. Í þverátt skal viðbótarbendingin a.m.k. svara til 70 % rofinnar bendingar í höfuðstefnuna, en þó ekki minna en sú bending, sem úrtakið rýfur í þveráttina.

7.6 Hönnunarreglur

7.6.1 Almennt

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.

Að öðru leyti er vísað í gr. 3.2.1.

7.6.2 Steypuskil

Steypa skal lóðrétt steypuskil að mótum.

Steypuskil eiga að vera með trapisulöguðum 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 steyppt er. Sambærilegt á við um efri brún úrtaka fyrir festur spennbendingar áður en steyppt er í þau.

7.6.3 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.

7.6.4 Undirstöður

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 steyppt jöfnunarlag er notað skal meta hvort þurfi að benda það. Steyppt jöfnunarlag skal vera í sama styrkleikaflokki og steypan í burðarvirkinu.

Innmæla skal raunstaðsetningu stöpsuls / súlu eftir reisingu. Í undirstöðum ofan á staurum skal minnsta fjarlægð frá ytri brún undirstöðu að staur vera:

- Staurar með þvermál ≤ 400 mm: 300 mm
- Staurar með þvermál > 400 mm: 500 mm

Sjá einnig gr. 11.4 varðandi vikmörk um frávik frá fræðilegri staðsetningu.

Innsteypulengd stauris 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 stöpul / súlu.

Þegar steyp 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 burðarluta undistöðunnar og leiðir það ekki til lækkunar á kröfu um steypuhulu.

7.6.5 Landstöpull

Ef æskilegt er að afvatna yfirborð fótplötu landstöpuls skal hallinn vera $\geq 1:20$ til þess að vatn renni af því. Frárennsli skal vera frá landsöplum með lokuðum rýmum.

Hugsa skal fyrir möguleikum til þess að lyfta yfirbyggingunni upp eins og sett er fram í gr. 12.4.5.

7.6.6 Sigplata

Hanna skal sigplötur með sæti á brú 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 fyrir landstöpla, 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. 3.2.3.

7.6.7 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. Útreikningana skal vinna með álagstilvikinu, ígildi stöðugs álags (quasi permanent) og með súlu- / stöpulstífleikum, sem settir eru fram í gr. 7.3.1.

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

Í öllum stærri brúamannvirkjum með haflengd > 50 m skal byggja færslu- og yfirhæðareikninga á mældum E -gildum steypunnar í burðarvirkinu.

Þversniðsþykktir ættu ekki að vera minni en 250 mm.

Yfirgangssvæði milli kropps, og efriplötu og kropps og botnplötu sem og í þversniðsbreytingum í langátt brúar skal útfæra með fláum.

- *Minnsta stærð $b \times h = 120 \times 120$ mm* Halli milli 1:1 og 1:5
Fláalengdin minnst 15 % fjar-lægðarinnar milli kroppa
- *Í útkröguðum plötum* Fláalengdin minnst 30 % lengdarinnar



- Í þversniðsbreytingum Hallinn 1:5 eða minni

7.6.8 Spennt burðarvirki

Spennta járnalögn skal hanna skv. ÍST EN 1992, gr. 5.10, 6.10 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. Knastinn skal síðan steypa eins fljótt og kostur er.

Verja skal endafestur með því að steypa yfir þær 200 mm þykka ásteypu.

Fyrirmæli skv. gr. 11.7 eiga einnig við um spennta járnalögn, sem notuð er til festu í berg.

7.6.9 Utanáliggjandi og ógrautuð spennbending

Burðarvirki með spennta járnalögn utan steypuþversniðsins (utanáliggjandi 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 tilfelli:

- 1) Einum tilfallandi spennikapli skipt út.
Hvaða kapli sem er sé 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.

7.6.10 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.

Viðbótarbending umhverfis úrtakið í þá stefnu, sem bendingin er burðarpólslega nauðsynleg, skal a.m.k. svara til þeirrar bendingar, sem rofin var. Í þverátt skal viðbótarbendingin a.m.k. svara til 70 % rofinnar bendingar í höfuðstefnuna, en þó ekki minna en sú bending, sem

úrtakið rýfur í þveráttina. Við úrtök í þrýstisvæði skal hanna bendinguna til að taka upp hliðarfærslukraftana skv. gr. 7.4.2.2.

Í bráðbrigðaúrtökum með bendingu sem skagar fram skal úrtakið vera það stórt / djúpt að skeyta megi bendinguna með víxlögn í endursteypu. Kröfur um útskagandi bendingu sem skal rétta eða endurbeygja eru settar fram í gr. 7.5.3.1.

Hugsanlega má skeyta bendinguna með múffum eða suðum, þar sem það er leyft.

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.

7.6.11 Léttandi úrtök

Léttandi úrtök skal ekki nota nema að fenginni skriflegri heimild frá Vegagerðinni í plötubrúm þar sem burðurinn er aðallega í eina átt.

7.6.12 Steypuliður

Í gegnum steypulið skal vera ryðfrí járnending.

7.6.13. 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, gæðaflokk A4.

Innan í holrýmum svo sem steypum kössum, steypum turnum má nota heitsínkhúðaða festihluti.

7.6.14 Bakskautsvörn

Í sérstökum tilvikum gæti þurft að gera kröfu um bakskautsvörn í burðarvirkjum í sjó.

Öll bending og aðrir innsteyptir hlutir í burðarvirkjum, sem ráðgert er að verja með bakskautum, á 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 þeirra 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. Á yfirlitsteikningum skal sýna burðarvirkjahluta með fórnarskautum ásamt tilvísun í deiliteikningar.

Hönnunin byggir á Veritas rapport DNV RP B401: Cathodic Protection Design (Jan. 2005) og Norsok Standard M 503: Cathodic Protection (Rev. 2, September 1997).



8 Stálburðarvirki

8.1 Inngangur

Stálburðarvirki og samverkandi burðarvirki úr stáli og steypu fyrir brýr skal hanna skv. ÍST EN 1993-2 og ÍST EN 1994-2.

Hér á eftir er vísað sérstaklega í greinar í viðeigandi stöðlum. Þær eru hugsaðar sem hjálp við að finna þær kröfur sem við eiga, en eru ekki takmarkandi hvað varðar aðrar kröfur í stöðlunum.

Varðandi steypa hlutann í samverkandi burðarvirki er vísað í kafla 7.

8.2 Efni

8.2.1 Stál í burðarvirki

Stál í burðarvirkjum skal velja skv. ÍST EN 1993-2.

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 höfuðburðarkerfi brúa skal almennt nota stál í styrkleikaflokki 355 – 460 MPa, en í undantekningartilvikum eru lægri styrkleikaflokkar heimilaðir.

Valsað stál (e: rolled steel):

Stáltegundir (e: steel types):

Hönnuður skal velja stáltegundir samkvæmt þeim ákvæðum sem fylgja hér á eftir.

Stáltegundir 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 álagsáhrifum og er flokkað í Burðarstál I og Burðarstál II samkvæmt Töflu 8.1.

Burðarstál III (e: non structural steel) er stál til nota í byggingarhluta, samskeyti eða samsetningar sem eru ekki burðarpólslega 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 burðarþolslega mikilvæg.

Tafla 8.1

Burðarstál (e: Structural steel):

Í plötur og stálhluti (e: sections) í burðarvirki skal nota róað (e: normalised), valsað, suðuhæft, fínkorna (e: fine grain) stál skv. ÍST EN 10025-3 eða 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, ef annað er ekki tekið fram í sérverklýsingu.

Nota má óefnabætt stál samkvæmt ÍST EN 10025-2 í byggingarhluta sem eru ekki burðarþolslega mikilvægir (e: secondary structures).

Í 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 -30° 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 lágmarkstyrk. Hámarks leyfilegur styrkur er S460.

Ef ráðgert er að nota stál með hærri styrk skal það háð samþykki verkkaupans.

Til að forðast stökkt brot skal hönnuður ákvarða hámarksþykktir fyrir mismunandi stáltegundir í samræmi við ÍST EN 1993-1-10, tafla 2.1.

Burðarstál fyrir brýr skal hanna í samræmi við Afleiðingarflokk (e: Consequence Class) CC3.

Nota má Afleiðingarflokk CC2 fyrir stál sem hefur engin áhrif á öryggi brúarinnar eða burðarþol.

Í Töflu 8.2 er yfirlit yfir leyfilegar stálgerðir í brúm með viðeigandi mestu efnisþykktum háð lágmarks lofthita samkv. ÍST EN 1991-1-5:2003. Taflan gildir fyrir Afleiðingarflokk CC3. Forsendur töflunnar eru einnig að hitafall vegna útgeislunar er þar meðtalið $\Delta T_r = 0$ og að öryggisvismörkin $\Delta T_r = 0$. Af þessu leiðir að lágmarks lofthiti T_{md} er jafn viðmiðunarhita T_{ed} . Í töflunni er enn fremur 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 tilsvarende leyfilegum hámarksþykktum fyrir plötur og prófíla								
		Charpy -V samkv. ÍST EN 10045-1	höggþolspróf samkv. ÍST EN 10045-1	Lágmarks lofthiti samkv. ÍST EN 1991-1-5:2003 [°C]				
Stál- tegund	Undir- flokkur	Prófunar- hitastig [°C]	Lágmarksorka J_{min} [J]	-10 til - 20	-20 til - 30	-30 til - 40	-40 til - 50	< -50
S235 ¹⁾	JR	20	27	- ²⁾	-	-	-	-
	J0	0	27	40	-	-	-	-
	J2	-20	27	60	50	40	-	-
S275 ¹⁾	JR	20	27	-	-	-	-	-
	J0	0	27	35	-	-	-	-
	J2	-20	27	55	45	35	-	-
	N,M	-20	40	65	55	45	-	-
	NL,ML	-50	27	95	75	65	55	45
S355	JR ³⁾	20	27	-	-	-	-	-
	J0 ³⁾	0	27	25	-	-	-	-
	J2 ³⁾	-20	27	40	35	25	-	-
	K2,N,M	-20	40	50	40	35	-	-
	NL,ML	-50	27	75	60	50	40	30
S420	N,M	-20	40	45	35	30	-	-
	NL,ML	-50	27	65	55	45	35	25
S460	Q	-20	30	30	25	20	-	-
	M,N	-20	40	40	30	25	-	-
	QL	-40	30	40	30	25	-	-
	NL,ML	-50	27	60	50	40	30	20
	QL1	-60	30	70	60	50	40	30

¹⁾ Smíðastál S235 og S275 sem er ekki leyfilegt að sjóða í burðarvirki
²⁾ - þýðir að stáltegundin hentar ekki fyrir tilgreint hitastigsbil
³⁾ Óefnabætt stál skal almennt ekki nota í burðarvirki

Tafla 8.2

Burðarstál III (e: non structural steel):

Nota má plötur og stálhluti (e: profiles) úr óefnabættu stáli samkv. ÍST EN 10025-2 í byggingarhluta sem eru ekki burðarþolslega mikilvægir.

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 sýnt fram á efnasamsetningu, kolefnisjafngildi, hörku og höggþol (e: notched impact resistance) þannig að kröfur til fullsoðins stálhluta séu uppfylltar.

Burðarstál I og II:

Fyrir Burðarstál I gilda skerptar kröfur um bættu eiginleika skv. Töflu 8.3. Hönnuður skal ákvarða um kröfur til Z_{Ed} (reiknað þol gegn lagskiptingu, $Z_{Ed} \leq Z_{Rd}$, lagskipting; e: lamellar tearing) samkv. ÍST EN 1993-1-10 og skal það tilgreint í sérverklýsingu með því t.d. að bæta við „-Z“ í skilgreiningu stáltegundarinnar (S355N-Z).

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	Valkostur 4: Gildir fyrir stál þar sem gerðar eru kröfur til bættra formbreytingaeiginleika hornrétt á plötuplanið. Stálið skal uppfylla kröfur samkv. ÍST EN 10164-Z25 ¹⁾ Valkostur 6: 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 Valkostur 7: 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. Valkostur 14: Höggþol og styrk skal sannreyna fyrir flatt stál fyrir sérhverja plötu („móðurplötu“) eða framleiðsluhóp.
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 hærri Z _{ED} gildi skal hönnuður skilgreina Z35

Tafla 8.3

Fyrir Burðarstál II samkv. 10025-3 og ÍST EN 10025-4 (fínkornastál) gildir eftirfarandi ófrávíkjanlegt val samkvæmt framleiðslustaðli ÍST EN:

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	Valkostur 14: Fyrir sérhverja plötu („móðurplötu“) eða framleiðsluhóp fyrir flatt stál skal sannreyna höggþol og styrk Gildir fyrir stál sem á að heitsínkhúða: Valkostur 5: Efnið skal vera hæft til heitsínkhúðunar. Gildir fyrir stál sem á að kaldbeygja: Valkostur 12: Plötur og bönd með nafnmál ≤ 8 mm ætlað er til kaldbeygingar skal uppfylla kröfur um beygjuradía samkv. gr. 7.4.2.2.2-3 í ÍST EN10025-3 og 10025-4
S420	N,M,NL,ML	
S460	N,M,NL,ML	
S460	Q,QL,QL1	

Tafla 8.4

Fyrir Burðarstál II samkvæmt framleiðslustaðli ÍST EN 10025-2 (óefnabætt smíðastál) gilda eftirfarandi viðbótarkröfur:

Burðarstál II - Framleiðslustaðall ÍST EN 10025-2	
Stáltegund	Ófrávíkjanlegt val (e: mandatory selection) ÍST EN 10025-2 kafli 13
S235J2+N	Valkostur 19A: Efniseiginleikar skulu vera +N
S275J2+N	
S355J2+N	
S355K2+N	
Allar stáltegundir	Valkostur 26: Max kolefnisinnihald í stálhlutum skal vera 0,18% Sérstakar kröfur: Lágmarksinnihald áls í stálhlutum skal vera 0,06 Gildir fyrir stál sem á að heitsínkhúða: Valkostur 5: Efnið skal vera hæft til heitgalvanhúðar. Gildir fyrir stál sem ætlað er til kaldbeygingar: Valkostur 12: Plötur og bönd með nafnþykkt ≤ 8 mm ætlað er til kaldbeygingar skal uppfylla kröfur um beygjuradía samkv. gr. 7.4.2.2.2-3

Tafla 8.5

Fyrir heitmótaða (e: hot finished) hola stálhluta (e: hollow sections) gildir eftirfarandi ófrávíkjanlegt val á stáltegundum:

Burðarstál II - Heitbeggðir holir stálhlutir, (e: hollow steel profiles)		
Framleiðslustaðall ÍST EN 10210-1		
Stáltegund	Undirtegund	Ófrávíkjanlegt val (mandatory selection) ÍST EN 10210-1 kafli 5.2
S275 ¹⁾	J2H	Gildir fyrir stál sem skal heitsínkhúða
S355 ¹⁾	J2H	Valkostur 1.4: Efnið skal vera hæft til heitsínkhúðunar
		Valkostur 1.5: Suðuviðgerðir á grunnefninu (e: parent matherial) í holum stálhlutum úr óefnabættu stál eru ekki leyfðar
S275 ²⁾	NH,NLH	
S355 ²⁾	NH,NLH	

¹⁾ Óefnabætt stál má ekki nota sem smíðastál sem ætlað er til suðu.

²⁾ Stál sem ætlað er til nota við lægra lofthitastig en -30° skal vera af gerð S275NLH / S355 NLH

Tafla 8.6

Burðarstál III (e: non structural steel):

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.

Fyrir kaldmótaða (e: cold formed) hola stálhluta (e: hollow sections) gildir eftirfarandi:

Burðarstál III (e: non structural steel)		
Kaldbeggðir holir stálhlutir, (e: hollow steel profiles)		
Framleiðslustaðall ÍST EN 10219-1, Viðauki A		
Stáltegund	Framleiðslu-tegund (e: product form)	Ófrávíkjanlegt val (mandatory selection) ÍST EN 10219-1 kafli 5.2
S235JRH		Gildir fyrir stál sem á að heitsínkhúða. Valkostur 1.7: Efnið skal vera hæft til heitsínkhúðunar Valkostur 1.8: Suðuviðgerðir á grunnefninu (e: parent material) í holum stálhlutum eru ekki leyfðar.
S275JOH	CFRHS	
S355JOH	CFRHS	Valkostur 1.9: Sérstakrar skoðunar og prófunar er krafist á stáltegundum JR og JO

Tafla 8.7

Yfirborðseiginleikar:

Stálhlutir (e: plates and universals) samkvæmt ÍST EN 10163-1 og ÍST EN 10163-2:

- 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 B and subclass 3)

Stálstangir (e: steel rod) skv. ÍST EN 10221

- Burðarstál I og II: Flokkur D eða C
- 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. 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).

Þegar tregryðgandi stál (e. weathering steel) er notað í varanlegum burðarvirkjum skal það háð sérstakri heimild þar sem metið er hvort notkun þess hæfi aðstæðum.

Suðuefni (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 uppgengið 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.

Sé annað ekki tilgreint í sérverklýsingu skal nota 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 IIY.

8.2.2 Boltaskeyti

Vísað er í ÍST EN 1993-2.

Boltaskeyti:

Boltar og rær skulu afhentar með prófunarvottorði af gerð 2.2 samkv. ÍST EN 10204. Boltar og rær skulu uppfylla kröfur samkv. ÍST EN ISO 898-1 og ÍST EN ISO 898-2. Fyrir bolta án spennikrafts (hrein skúfyfirfærsla) skal nota bolta af gerð 8.8 en fyrir spennna bolta (skúfyfirfærsla og núningsyfifærsla (e: friction)) skal nota bolta af gerð 8.8 eða 10.9.

Boltar og rær í samskeyti án spennu skulu vera samkv. ÍST EN 15048-1 og 2.

Boltar og rær í samskeyti með spennu skulu vera samkv. ÍST EN 14399-1.

Boltar rær og skífur skulu vera heitgalvanhúðaðar samkv. ÍST EN ISO 10684. Boltar með minna þvermál en 12 mm skulu vera sýrupólnir. (e: acid resistant).

Skrúfur og boltar skulu valdir samkvæmt töflum 8.8 og 8.9:

Skrúfur og boltar			
Flokkur	Skrúfur og boltar	Rær	Skinnur
8.8	ÍST EN ISO 4014	ÍST EN ISO 4032	ÍST EN ISO 7090
	ÍST EN ISO 4017		

Tafla 8.8

Spenntir boltar (e: High strength friktion grip bolts)				
Flokkur	Gerð	Boltarr	Rær	Skinnur
8.8 og 10.9	Type HR	ÍST EN 14399-3		ÍST EN 14399-5
10.9	Typr HV	ÍST EN 14399-4		ÍST EN 14399-6

Tafla 8.9

Þétthersla bolta:

Til að fá sem jafnastan spennikraft í boltana skal smyrja boltana með viðeigandi smurefni. 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)
- álagsmælingaraðferðin (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 innbyrðis í samskeytum. 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 þau a.m.k. einu sinni á hverri vakt, þegar skipt er um boltategund eða boltastærð.

Við snúningsátaksaðferðina er notaður kvarðaður snúninglykill (e: torque wrench). Snúninglykillinn skal kvarðaður upp á $\pm 5\%$ nákvæmni.

Snúninglykillinn skal stilltur á að lágmarki það átak sem nauðsynlegt 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, skinnum og róm). Einkennandi prófun skal gerð með minnst 6 boltum af hverri stærð og styrk sem fyrirhugað er að nota.

Eftir þéttherslu þá 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.

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 snúningsátaksaðferðina 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.

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 snúningsátakmælingunni.

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 snúningátaksmæli í togprófunartæki (e: 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 samsettningar.

8.2.3 Skúfboltar

Vísað er til ÍST EN 1993-2.

Skúfboltar:

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 lögun á suðuna og til að takmarka umfang suðunnar út á stálhlutann sem soðið er í. Þessar suðuaðferðir 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.

8.2.4 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).

8.3 Ákvarðandi álagsáhrif

8.3.1 Útreikningur álagsáhrifa

8.3.1.1 Almennt

Við útreikning álagsáhrifa skal taka tillit til áhrifa skúfhliðrunar (e: shear lag), skv. ÍST EN 1993-1-5:2006, kafla. 3 og ÍST EN 1994-2:2005, gr. 5.4.1.2.

Taka skal tillit til áhrifa byggingaraðferðar, þ.e. áfangaskiptingu og tenginga stálsniða ásamt tímasetningu og röð áfanga við steypu gólfplötu. Einnig skal taka tillit til áhrifa skriðs og rýrnunar. Vísað er til ÍST EN 1994-2, gr. 5.4.

8.3.1.2 Álagsáhrif ákvörðuð út frá flotfræði

Ef burðarvirki verður fyrir óhappaálagsáhrifum skal gera útreikninga í óhappamarkaðstandi.

Nota má álagsáhrif ákveðin út frá flotfræði þegar óhappamarkaðstand er skoðað sbr. ÍST EN 1993-2, gr. 5.4.1

Leyft er að nota flotliði með fullum snúningi í útreikningum eftir flotfræðum, þegar allar burðareiningar sem innihalda flotlið eru í þversniðsflokk 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.

8.3.1.3 Álagsáhrif á skúfbolta

Við útreikning álagsáhrifa á skúfbolta í burðarvirki úr samverkandi stáli og steypu skal nota þversniðgildi 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 spenntrar járnalagnar við gólfið skv. ÍST EN 1994-2, gr. 6.6.2.3.

8.3.2 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.

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.

8.4 Hönnun

8.4.1 Almennt

Hanna skal stálburðarvirki og samverkandi burðarvirki úr stáli og steypu í mismunandi markástandi skv. ÍST EN 1993-2 og ÍST EN 1994-2 ásamt viðbótarfyrirmælum sem sett eru fram hér á eftir. Nákvæmari fyrirmæli fyrir mismunandi burðarvirkjagerðir eru sett fram í kafla 13.

Samverkandi þversnið úr steypu og stáli flokkast í sömu þversniðsflokka og hrein stálþversnið, sbr. ÍST EN 1994-2:2005, gr. 5.5.

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.

8.4.2 Brotmarkaástand

8.4.2.1 Almennt

Sýna skal fram á burðargetu meginburðarkerfisins skv. ÍST EN 1993-2:2006, kafla 6 og ÍST EN 1994-2:2005, kafla 6.

Útreikning platna í þversniðsflokki 4 skal vinna skv. ÍST EN 1993-2:2006, gr. 6.2.2.5 eftir aðferð þar sem gengið er út frá virkri breidd. Að öðrum kosti skal nota aðferð með skertum spennum.

Athygli er vakin á, að aðferðin með skertum spennum getur gefið lægri burðargetu enn aðferðin með virkri breidd, þar sem burðargetan takmarkast af veikustu plötunni. Aðferðin með skertum spennum getur t.d. verið hentug í tvívíðu spennuástandi.

8.4.2.2 Skúfhliðrun

Reikna má áhrif skúfhliðrunar (e: shear lag) ásamt fléttuðum áhrifum skúfhliðrunar og staðbundinnar kikunar í þversniðinu skv. ÍST EN 1993-1-5:2006, köflum 3 og 4 og ÍST EN 1994-2:2005, gr. 5.4.1.2.

8.4.2.3 Víxlverkun

Víxlverkun milli vægja, áslægs krafts, skúfkrafts og þverálags er reiknuð skv. ÍST EN 1993-2:2006, gr. 6.2.8. Vinduvægi skal skoða skv. ÍST EN 1993-2:2006, gr. 6.2.7.

Víxlverkun milli samtíma þverálags, vægis og áslægs krafts skal reikna skv. ÍST EN 1993-1-5:2006, kafla 7.

8.4.2.4 Skúfboltar

Burðargetu skúfbolta skal reikna skv. ÍST EN 1994-2:2005, kafla 6.6.

8.4.3 Notmarkaástand

Útreikninga í notmarkaástandi skal vinna skv. ÍST EN 1993-2:2006, kafla 7 og ÍST EN 1994-2:2005, kafla 7.



Reikna skal renglutölu kroppplötunnar skv. ÍST EN 1993-2:2006, gr. 7.4 til þess að komast hjá kroppflökti (e: web breathing), þ.e. endurteknum útbeygjum sem geta leitt til þreytubrota í suðum eða grunnefnum á aðliggjandi svæðum að flöngum.

8.4.4 Þreyta

Útreikninga í þreytumarkaaðstandi skal vinna skv. ÍST EN 1993-3:2006, kafla 9 og ÍST EN 1994-2:2005, kafla 6.8.

8.4.5 Suðuskeyti

Sýna skal fram á burðargetu suðuskeyta skv. ÍST EN 1993-1-8:2005, kafla 4.

8.4.6 Boltaskeyti

Deila skal krafti á einstaka bolta boltaskeyta í burðarvirki eftir fjaðurlínulegum reikningum. Um löng samskeyti gilda sérstakar reglur skv. ÍST EN 1993-1-8:2005, gr. 3.8.

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 brotmarkaaðstandi og viðnámsburðargetu í notmarkaaðstandi.

Útfærslan skal vera skv. ÍST EN 1090-2:2008, kafla 8.



8.5 Framleiðslu- og hönnunarreglur

8.5.1 Almenn

Vísað er til ÍST EN 1993-2:2006, kafla 4 og 7 sem og ÍST EN 1994-2:2005, kafla 4.

8.5.2 Holrými

8.5.2.1 Holrými aðgengileg til eftirlits

Frárennsli skal vera í öllum lágpunktum holrýma, sem eru aðgengileg til eftirlits og yfirborðsmeðhöndluð, eins og t.d. stálkassa, hola stálturna o.þ.h. Einnig er vísað til ÍST EN 1993-2:2006, gr. 7.12.

Ef afrakataeki eru ráðgerð vegna tæringarvarnar innri flata eins og fram kemur í gr. 8.6.2 á útfærsla holrýmisins að miðast við að það sé sem næst loftþétt. Dyr, lúgur og lagnagöt skulu útbúin þéttingum og lokunarþúnaði sem tryggir nauðsynlegan þéttleika. Gengið er út frá því að útförðun þrýstingunar milli út- og innhliðar holrýmisins sé hluti þess sem afrakataekið sér um.

8.5.2.2 Holrými í minni kassabversniðum

Kassabversnið 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 þver styrkingar.

Leggja skal hugsanleg ídráttarrör sem samhangangandi þétt rör úr ryðfríu efni og með halla.

8.5.2.3 Holrými í prófilum og samsvarandi

Sívalir og holir stálhlutir sem eru ekki aðgengilegir til eftirlits og yfirborðsmeðhöndlunar svo sem rör, holprófilar, trapisulaga plötufstíingar o.fl. skal loka og útfæra sem loftþétt virki. Þrýstiprófa skal hverja einingu.

Trapisulagaðar plötufstíingar, rör og önnur holrými inni í kassasniðum með afrakavörn, sem skal tæringarverja, mega vera opin.-

8.5.3 Yfirbygging

8.5.3.1 Plötuþykktir

Þykkt flangaplatna með ásoðnum skúfboltum á ekki að vera minni en 20 mm. Þykktir kroppplatna eiga ekki að vera minni en 10 mm. Plötuþykkt kassaveggja og kassabotns á ekki að vera minni en 8 mm. Mælt er með að minnsta plötuþykkt í göngubrúum sé 8 mm.



8.5.3.2 Þverstífuð krossstífuð plata

Ef þverstífuð / krossstífuð stálplata er notuð í akbrautinni (e: ortotropic plate) skal velja plötuþykkt og stífur skv. ÍST EN 1993-2:2006, Viðauka C.

Útfærsla þverstífaðra / krossstífaðra stálbrúagólfa skal vera skv. ÍST EN 1993-2:2006, Viðauka C.

8.5.3.3 Plötuþykktur með togspennur hornrétt á plötuflötinn

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.

8.5.3.4 Fösun platna

Þar sem þykktarbreytingar eru í stálplötum, flöngum eða kroppum skal fláa þykkari hlutann niður með hámarkshallanum 1:5. Við breiddarbreytingar flanga skal fláa breiðari hlutann niður í hlutfallinu 1:10.

8.5.3.5 Plötustífur

Plötustífur skal staðsetja þannig, að þær sjáist sem minnst frá hlið. Krafan á ekki við um ásetur.

8.5.3.6 Þrýstiflutningur um snertiflöt 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 fáið. Þar sem annað er ekki tekið fram er krafa um réttleika $t = 0,2$ mm skv. ÍST EN ISO 1101.

8.5.3.7 Skúfflutninugur í samverkandi burðarkerfi

Ekki skal nota skúftengingu milli steypu og stáls í aðeins hluta af samfelldu burðarkerfi mannvirkis.

8.5.4 Grindaristagólf

Grindargólf á aðeins að nota í brúm með hönnunarlíftíma ≤ 5 ár.

8.5.5 Suðuskeyti

8.5.5.1 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	
Þverstífgingar/ 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, afstífgingar, vindgrind		x	
Sperra, annað		x	
Hengibrú, kapalspennur, og neðri kapalfestingar			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 aðrir ekki berandi einingar ³⁾	x		
Skrúfuð samskeyti			
Viðnámssamskeyti í aðalburðarvirkjum ⁴⁾			x
Viðnámssamskeyti í aukaburðarvirkjum ⁵⁾		x	
Öll önnur boltuð samskeyti ⁶⁾	x		
Tæringarvörn			
Svæði sem erfitt er að komast að			x
Önnur svæði		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

⁴⁾ Aðalbitar í I-bita brúm, hlutar í burðarsperrum

⁵⁾ T.d. þverstífgingar og aðrar aukaafstífgingar.

⁶⁾ T.d. syllur, stigar, gönguleiðir o.s.frv.

Tafla 8.10

Um trapisulagaðar afstífgingar sem eru hluti burðarsniðs í stálkassa gildir að stúfsuður þeirra og T-tengingar þeirra við þverstyrkingar og þverstífur skulu vera í eftirlitsflokki 3. Öryggisfestingar og lyftieyru skal hanna fyrir hreyfðarfræðilegu viðbótarálagi. Öll lyftieyru og öryggisfestingar skulu skoðuð skv. Eftirlitsflokki 3.

8.5.5.2 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.



8.5.5.3 a – mál kverksuða

Minnsta a - mál kverksuða sem flytja kraft skal vera 4 mm í plötupykkjum að 25 mm, en 5 mm í þykkari plötum. Í öðrum tilvikum á minnsta a – málið að vera 3 mm.

8.5.5.4 Keðjusuður

Ekki er leyft að nota keðjusuður (ósamfelldar suður), sem berandi suður í tilbúnu brúaburðarvirki.

Á hinn bóginn má nota keðjusuður á byggingastigi að því gefnu að þær hafi ekki óheppilegar afleiðingar m.t.t. tæringar og viðhalds tilbúinnar brúar.

8.5.5.5 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.

8.5.6 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.

8.6 Yfirborðsmeðhöndlun

8.6.1 Almennt

Allt stályfirborð skal verja með fullnægjandi tæringarvörn. Viðhald tæringarvarnarinnar þarf að vera auðvelt á ætluðum líftíma mannvirkisins.

8.6.2 Burðarvirki úti

Yfirborðsmeðhöndlun stálburðarvirkja:

Útfleti stáls, sem ekki á að heitsínkhúða skal ryðverja með „duplex“- ryðvarnarkerfi sem samanstendur af bakskautsverjandi málmhúð og málningu. Nota skal KERFI 1 með sínkmálmhúðun.

Undirbúningur: Lútarþvottur (ef nauðsynlegt er talið, affitun og spúlun með hreinu vatni.

Sandblástur: Sa3

Grófleiki: Medium G, $R_{y5} = 50 - 85 \mu\text{m}$

Málningarkerfi:

1. A.m.k. 100 μm hrein málmhúð
2. A.m.k. 25 – 30 μm epoxy polyamid „tie coat“ grunnur
3. A.m.k. 100 – 125 μm epoxymastic
4. A.m.k. 60 – 100 μm polyurethan eða polyurethan acryl

Þykkt á síðustu umferð skal valin í samræmi við fyrirmæli framleiðanda þeirrar málningartegundar sem valin er. (sjá upplýsingablað framleiðanda).

Heildarþykkt málningarlags og málmhúðunar: Að lágmarki 285 μm .

Allar uppgefnar þykkir eru þurrfilmþykkir.

Hvert málningarlag skal hafa sinn lit. Litanúmer á síðasta málningarlagi kemur fram í sérverklýsingu.

Hinar ýmsu málningar ásamt þynningarefnum o.s.frv. skulu vera frá sama framleiðanda.

Innfletir holrýma með aðgengi til eftirlits og tæringarvarna og sem eru leystir skv. gr. 8.5.2.1 skal tæringarverja skv. öðrum eftirfarandi kosta:

- a) Fletina skal yfirborðsmeðhöndla skv. KERFI 1, sem lýst er hér að framan
- b) Holrýmið sé útbúið afrakataeki. Ef meðal hlutfallslega rakastigið er $< 45 \%$ og hámarks hlutfallslega rakastigið ávallt $< 60 \%$ má alveg sleppa yfirborðsvörn

Mælt er með notkun kasthreinsaðara platna með þunnum grunni (e: shopprimer). Vinnubirta verður m.a. betri til eftirlits og viðhaldsvinnu í rýmum, þar sem fletir eru ljósir.

Boltar, sem komið er fyrir á verkstað, skulu vera heitsínkhúðaðir samkv. ÍST EN ISO 10684, en boltar með þvermál $\leq 12 \text{ mm}$ sýrupólnir (e: acid resistant).

Yfirborðsmeðhöndla skal skeytasvæði, sem hafa ekki að fullu verið yfirborðsmeðhöndluð fyrir uppsetningu, að henni lokinni eins og hér segir:

Almenn krafa:

Yfirborðsmeðhöndlun að uppsetningu lokinni ásamt yfirborðsmeðhöndlun á verkstæði / í smiðju skal vera heildar yfirborðsvörn skv. kröfum í sérverklýsingu eða fyrirmælum.

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 koma heildar tæringarvörn eins og á aðra hluta brúarinnar.

Skrúfuð skeyti:

Að herslu lokinni skal hreinsa alla smurningu af boltum. Fullmála skal boltahausa, rær, skífur og boltaenda eins og brúna að öðru leyti.

Þykkt heitsínkhúðunar á vegriðum og öðrum minni stálhlutum, sem á ekki að steypa inn eða snerta ferska steypu með öðrum hætti, skal ákveða skv. þeim kröfuflokki hér að neðan, sem viðkomandi stálhlutar (e: sections) í hverju tilviki falla næst.

Ath.: 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 sínkhúðin uppfylla kröfur samkv. þeim staðli.

Val á þykkt sínkhúðar:

Ef þykkt á sínkhúð 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 sínkhúðar er val á undirbúningsvinnu, efnasamsetningu stálsins og efnisþykktum sem gerir það mögulegt að ná skilgreindri þykkt á sínkhúðinni. Sjá hæfiflokka m.t.t. efnasamsetningar í gr. 7.4.3 í ÍST EN 10025.

Þykkt sínkhúðar er skipt í flokka háð þörfinni á vörn, efnisþykkt og efnissamsetningu stálsins ásamt yfirborðseiginleikum þess.

Flokkur A:

Ætlaður á stálhluta (e: sections) til venjulegra nota. Þykkt sínkhúðarinnar tilsvavar minnstu þykkt samkv. ÍST EN ISO 1461 og má reikna með að henni sé hægt að ná á flestar tegundir stáls og steypujárns.

Flokkur B:

Ætlaður til nota í mjög tærandi umhverfi og/eða þegar langs líftíma er krafist. Þessi flokkur er notaður á flest mannvirki vegagerðarinnar í vegakerfinu þar sem ekki er krafist viðbótarmálningu. Sínkþykktum sem tilgreindar eru í Töflu 8.11 má ná á heitvölsuðum stálhlutum og kísilblönduðu stáli ásamt stáli án kísilblöndunar ef yfirborðið er (sand)blásið með stálkúlum

Flokkur C:

Ætlaður til nota í sérstaklega tærandi umhverfi og/eða þegar krafist er sérstaklega langs líftíma. Sínkþykktum sem tilgreindar eru í Töflu 8.11 má ná á heitvölsuðum stálhlutum úr stáli með kísilinnihaldi meira en 0,3%

Ath.

Þegar Flokkur B eða C er fyrirskrifaður þá þarf að vera búið að fyrirskrifa stálgerð sem hæfir sínkhúðinni.

Þykktarflokkar sínkhúðunar						
Efni, nafnþykkt, t	Flokkur A		Flokkur B		Flokkur C	
	Min. staðb. þykkt	Meðal þykkt á hverjum hlut	Min. staðb. þykkt	Meðal þykkt á hverjum hlut	Min. staðb. 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 ≤ 6			85	95	115	140
1,5 < t ≤ 3			60	70		
Litlir hlutir ¹⁾			Á ekki við			
Steyptir hlutir						
¹⁾ Litlir hlutir sem eru heitgalvanhúðaðir í körfum með eftirfarandi þeytivindu til að fjarlægja umframsínk						

Tafla 8.11 Þykktir sínkhúðunar við heitgalvanhúðun

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.

Sprautusínkhúðun:

Sprautusínkhúðunina skal vinna skv. ÍST EN ISO 2063:2005. Málmhúðin skal uppfylla kröfur, sem settar eru fram í staðlinum.

- Undirbúningur: Lútarþvottur (ef nauðsynlegt er talið), affitun og spúlun með hreinu vatni.
- Sandblástur: Sa3
- Grófleiki: Medium G, $R_{y5} = 50 - 85 \mu m$
- Lagþykkt $\geq 100 \mu m$, ef annað er ekki tekið fram í sérverklýsingu
- Málmhúðinni skal sprauta á í sem jafnastri þykkt
- Ef þykktarmunur er breytilegur eða lagið bylgjött getur komið upp krafa um að það verði fjarlægt og endurlagt

Málningarkerfi:

1. A.m.k. 100 μm hrein málmhúð
2. A.m.k. 25 – 30 μm epoxy polyamid „tie coat“ grunnur
3. A.m.k. 100 – 125 μm epoxymastic
4. A.m.k. 60 – 100 μm polyurethan eða polyurethan acryl

Þykkt á síðustu umferð skal valin í samræmi við fyrirmæli framleiðanda þeirrar málningartegundar sem valin er. (sjá upplýsingablað framleiðanda).



Heildarþykkt málningarlags og málmhúðunar: Að lágmarki 285 μm .

Allar uppgefnar þykktir eru þurrfilmupykktir.

Hvert málningarlag skal hafa sinn lit. Litanúmer á síðasta málningarlagi kemur fram í sérverklýsingu.

Bráðabrigða 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.

8.6.3 Burðarvirki í vatni

Meginreglan er að stálflatir burðarvirkja, sem eru stöðugt undir vatnsyfirborði, séu útbúnir bakskautsvörn með fórnarskautum, sjá gr. 7.6.14. Ef virk (aktiv) bakskautsvörn er raunhæf skal leita upplýsinga hjá stofnunum eða aðilum, sem málið kann að varða. Meta skal áhættu og afleiðingu lekastraums. Ekki skal nota virka bakskautsvörn 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.

9 Timburburðarvirki

9.1 Almennt

Í þessum hluta eru sett fram fyrirmæli um efnisval, hönnun og útfærslu timburburðarvirkja í brúm.

Varðandi burðarvirki úr stáli, steypu eða öðrum efnum er vísað til viðeigandi kafla.

Almennt skal reikna brýr í veðurfarsflokki 3 skv. töflu 3.1 í ÍST EN 1995-1-1.

Í veðurfarsflokk 2 má setja burðarvirkjahluta, sem eru vel varðir gegn rakaáhrifum.

9.2 Efni

9.2.1 Burðartimbur og límtré

Timburburðarvirki skal uppfylla kröfur sem settar eru fram í ÍST EN 338 fyrir flokkað burðarvirkjatimbur og ÍST EN 1194 varðandi límtré í burðarvirkjum.

9.2.2 Áhrif hita, þrútnunar og skriðs

Setja má hitaþanstuðul fyrir norrænt greni og furu sem:

Í trefjastefnuna: 0,005 mm/(m°C)

Þvert á trefjastefnuna 0,04 mm/(m°C)

Við útreikning breiddar- og lengdarbreytinga vegna rakabreytinga í timburvirkinu má reikna með eftirfarandi gildum í töflu 9.1 fyrir norrænt greni og furu:

	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 9.1 – Málbreytingar vegna rakabreytinga í trévirki

Á við um norrænt greni og furu með rakahlutfall að 28%

Reikna má með að rakastig í rakavörðu timbri sé á bilinu 10 – 18 %.

9.2.3 Rúmpyngd timburs

Rúmpyngd timburs er háð timburgerð, styrkleikaflokki, gegndreypingu og rakastigi timbursins. Rúmpyngd breytist einnig með tímanum eftir rakastigi timbursins.

Rúmpyngd timburs er háð því hversu mikið burðarvirkjaeiningarnar eru klæddar af og skal velja eins og hér segir:

- Undir þaki og vörðum hliðum: 7,0 kN/m³
- Undir þaki 7,5 kN/m³
- Óvarið 8,0 kN/m³

Þyngd stálhluta / stálfestinga er ekki innifalinn.

9.2.4 Festingar

Boltar og rær skulu vera í samræmi við gr. 8.2.2.

Kröfur til festinga:

Tréskrúfur eiga ekki að vera í lægri styrkleikaflokki en 4.6.

Gengjustangir eiga ekki að vera í lægri styrkleikaflokki en 8.8.

Binditeinar (e: rod dowels) eiga að vera úr sýrupólnu stáli samkv. ÍST EN ISO 10088, stálnúmer 1.4404, 1.4418, 1.4436 eða sambærilegu. Skinnur eiga að vera skv. hluta 10 í ÍST EN ISO 1995-1-1.

Til þess að fá sem jafnastan uppspennukraft spenntra bolta skal bera sérstakt smurefni á bolta.

Raufaplötur (e: slotted plates) eiga að hafa ávalar brúnir og ávöl horn.

Yfirborðsmeðhöndlun skal vera heitgalvanhúðun samkv. gr. 8.6.2 Flokki B. Boltar og rær skulu vera heitgalvanhúðaðar samkv. ÍST EN ISO 10684. Raufaplötur skulu heitgalvanhúðaðar og duftlakkaðar samkv. eftirfarandi:

Dufthúð :

1. 90 µm sínkhúð fengin með böðun í bráðið sínk
2. Sinkfosfat eða sink-manganfosfat grunnur (e: conversion layer)
3. Min 75 µm polyester dufthúð eða tilsvarende efni
4. Lagþykkt alls: Að lágmarki 165 µm

Dufthúð skal uppfylla eftirfarandi prófunaraðferðir.

Samþykkisviðmið fyrir málningarkerfi skv. Málningarkerfi 1	
Prófun	Samþykkisviðmið
ISO 20340	Samþykkisviðmið skilgreind í ISO 20340 eiga við. Einnig á við: - Viðloðun meiri en 5MPa fyrir prófun og minna en 50% lækkun eftir prófun (ÍST EN ISO 4624) - Krítarpróf: Stigagjöf 2 eða lægra (IST EN ISO 4628-6) - Yfirmálun með yfirmálningu eftir prófun án mekanískrar meðhöndlunar á yfirborði. Viðloðun a.m.k. 5 MPa (IST EN ISO 4624).

Tafla 9.2

Ef annað er ekki tekið fram í sérverklýsingu skal nota polyester dufthúð.
Litanúmer dufthúðar kemur fram í sérverklýsingu.

Að öðru leiti vísast til sérverklýsingar.

9.2.5 Brúagólf úr timbri

9.2.5.1 Hefðbundið brúargólf

Nota má hefðbundið timburgólf með langbitum, þverbitum og klæðningu, þar sem álagsforsendur leyfa. Velja skal yfirborðslög m.t.t. hættu vegna hálfu t.d. með stálmottum.



9.2.5.2 Þverspennt brúargólf (Stress-laminated deck plates)

Þverspennt brúargólf er sett saman úr burðarbitum úr timbri eins og t.d. timbur- eða límtrésbitum. Bitunum er haldið saman á þvervegin með spenntum stöngum úr hástyrkleikastáli, lími eða boltum. Ekki er leyfilegt að negla bitana saman. Sambland mismunandi kerfa er einnig hugsanlegt. Heimilt er að nota eftirfarandi kerfi:

- Þverspennta fleka úr óflokkuðum söguðum við eða límtré
- Límtréfleka
- Krosslímda fleka (e: cross-laminated deck plate) skv. ÍST EN 1995-2
- Samskrúfaða fleka að fengnu samþykki Vegagerðarinnar

9.2.5.3 Þverspennt brúargólf

Þverspennt brúargólf skal ekki nota í vegbrýr þjóðvegakerfisins. Gólfgerð þessa skal heldur ekki nota yfir veg, göngu- eða hjólastíg, járnbraut, bílastæðasvæði eða svæði með starfsemi af öðrum toga.

Reikna skal með hönnunarlíftímanum 50 ár fyrir þverspennt brúargólf. Ef krafa er gerð um 100 ára líftíma skv. gr. 1.1.9.1 skal brúargólfið vera útskiptanlegt. Meta skal afleiðingar m.t.t. umferðaröryggis, greiðfærni sem og kostnað við að skipta út brúargólfinu. Niðurstöðuna skal bera saman við aðrar lausnir áður en ákvörðun er tekin.

Í útfærslu deila skal búa í haginn fyrir að unnt verði að skipta gólfinu auðveldlega og hratt út.

9.2.6 Spennistangir

Auk kröfu um að stangirnar séu sprautusínkhúðaðar skulu þær vafðar með sérstöku límbandi, krumpuplasti eða samsvarandi. Á festusvæðum stanganna skal vera samsvarandi vörn. Gera skal ráð fyrir 50 ára hönnunarlíftíma lausnar af þessari gerð.

0,1 % kenniflotmörk spennistanga skulu að lágmarki vera 900 MPa og að öðrum kosti uppfylla kröfur til spennistáls skv. ÍST EN 1992-1-1.

Tæringarvarið spennistál á að henta fyrir endurtekna uppspennu.

Nægjanleg vörn spennistanga bráðbrigðamannvirkja felst annað hvort í að vefja þær með límbandi eða sprautusínkhúða þær.

9.3 Ákvarðandi álagsáhrif

9.3.1 Almenn

Ákvarðandi álag skal ákveða eftir viðurkenndum aðferðum byggðum á fjaðurfræðum.

9.3.2 Útreikningur álagsáhrifa í þverspenntu brúargólfi

9.3.2.1 Almenn

Byggja skal útreikning álagsáhrifa þverspennta brúargólfa á plötufræðum með mismunandi eiginleika í hvora átt (e: orthotropic).

Að öðrum kosti má reikna þau eins og krossbitagólf eða nota einfaldaða aðferð eins og lýst er í ÍST EN 1995-2. Forsenda fyrir notkun einfaldaðrar reikniaðferðar eins og hún er sett fram í ÍST EN 1995-2 er að krafan um þrýstispennu $\geq 0,35$ MPa milli fleka að teknu tilliti til allra tapa, sé uppfyllt.

Aðeins skal nota kerfisstuðulinn f_{sys} sem settur er fram í ÍST EN 1995-1 í eifölduðum útreikningum.

Í útreikningi álagsáhrifa þverspenntar plötu skal greina á milli kerfiseiginleika sem notaðir eru til þess að reikna sniðkrafta og niðurbeygjur og hins vegar staðbundna skerta þversniðseiginleika, sem notaðir eru til að reikna spennu- og burðargetu.

9.3.2.2 Kerfiseigineikar til útreiknings með mismunandi eiginleikum í hvora átt

Í útreikningum byggðum á plötufræðum 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 $E_{0,mean}$ skal byggja á E_0 í ÍST EN 338 fyrir óflokkaðan sagaðan við og gildi í ÍST EN 1194 fyrir límtré.

Setja má vindustífleikann jafnan reiknuðu meðalgildi vindustífleika höfuðstefnanna tveggja.

Setja má Poissons töluna $\nu = 0$. Nota má eftirfarandi jöfnur með Poisson tölur $\nu_x = \nu_y = 0$

Beygjstífni í langstefnu bita:
$$D_{xx} = k_{bs} E_x \left(\frac{h^3}{12} \right) \quad 9.1$$

Beygjstífni þvert á bita:
$$D_{yy} = E_y \left(\frac{h^3}{12} \right) \quad 9.2$$

Vindustífni
$$D_{xy} = 2 \sqrt{k_{bs} G_x G_y} \left(\frac{h^3}{12} \right) \quad 9.3$$

Endaskeytastuðull
$$k_b = 0,67 + 0,033n \leq 1,0$$

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 $E_{90,mean} = E_0$ 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

$k_{bs} = 1 - (1 - k_{bs}) \frac{a}{l_1}$ Endaskeytastuðull fyrir skerta kerfiseignleika. Með góðri nálgun má setja gildið = 0

n - fjöld bita með endaskeyti 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

a - fjarlægð milli bita í endaskeytum, þ.e. lengd endaskeyta

l_1 - fjarlægð milli endaskeyta í bitastefnu skv. ÍST EN 1995-2

9.3.2.3 Skertur stífleiki vegna sprungumyndunar milli bita

Ef uppspennan er ekki nægileg til þess að koma í veg fyrir samskeyti milli fleka opnast skal minnka reiknaðan stífleika í þverátt í hlutfalli við dýpt sprungunnar.

Skertar stærðir má reikna á eftirfarandi hátt:

Stífleikinn þvert á flekastefnuna verður þá: $D_{yy} = E_y \left(\frac{h_{red}^3}{12} \right)$

þar sem:

h_{red} - minnkuð virk þversniðshæð vegna sprungunnar

Á sprungnum svæðum minnkar þar með álagsdreifandi eiginleikar í þverátt og stærri hluti verður að berast í trefjastefnuna.

9.4 Hönnun brúagólfa

9.4.1 brotmarkaástand

9.4.1.1 Uppspenna

Brúargólfið skal spenna upp skv. gr. 9.5.6.

Þverspennt brúargólf skal spenna upp með uppspennukrafti sem að tímaháðum tölum meðteknum (útpornun, skriði) tryggir að það myndist ekki innbyrðis skrik milli fleka jafnvel við lægsta hitastig, sem reiknað er með.

Ef spennistál með 0,1 % kenniflotmörk 950 MPa er fullnýtt og þrýstispena í þversniðinu eftir uppspennu er ~ 1 MPa mun spennikrafturinn breytast um ~0,4 % / C°.

Gera má ráð fyrir 60 % spennitap samsvari heildartölum í brúargólfum.

Eftirstöðvar uppspennu í svæðum sem fá samþjappað álag skal að löngum tíma liðnum að lágmarki vera, $P_{\min} = 80 \text{ kN/m}$.

ÍST EN 1992-2:2004, gr. 6.1.2 (5) og (6) fjallar um brúargólf gerð úr 223 mm óflokkuðum söguðum viði. Þar sem það er kraftur á lengdareiningu, sem ákveður viðnámið milli bita og ekki spennan, eru kröfur staðalsins fyrir þykkari brúagólf ekki réttar.

9.4.1.2 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.

Við útreikning snertiprýstings milli festiplötu og útbíta má margfalda ákvarðandi þrýstipól í veðurfarsflokki 2 hornrétt á trefjarnar skv. ÍST EN 1995-1-1:2004 með stuðlinum 2,4. Þrýstingurinn á heldur ekki að vera meiri en 4,5 MPa fyrir óflokkaðan sagaðan við og 5,1 MPa fyrir límtré.

Uppspennustaða	Uppspennukraftur	Varanleikaflokkur
Við uppspennu	$1,06 P_0$	Skyndiálag
Eftir uppspennu	P_0	Skammtímaálag
Að löngum tíma liðnum	$0,6 P_0$	Viðvarandi álag

Gildin fyrir P_0 eru sett fram í gr. 9.5.6.

Tafla 9.3

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 til þess að dreifa þrýstingnum af völdum uppspennikraftsins nokkurn veginn jafnt undir sér.

9.4.1.3 Skrik milli bita

Þegar innbyrðis skrik á milli bita er reiknað skal flétta saman skúfkraft í plötu frá t.d. álagi frá hjóli og láréttum skúfkrafti í fletinum sem verkar á sama tíma, ef það er raunhæft. Uppfylla skal eftirfarandi kröfur:

$$\sqrt{\left(\frac{v_v}{\mu_{90,d}}\right)^2 + \left(\frac{v_H}{\mu_{0,d}}\right)^2} \leq \rho_{\min}$$

9.6

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

$\rho_{\min}$ - minnsti uppspennukraftur (að teknu tilliti til allra tapa) (kN / m)

Reikna má láréttan skúfkraft jafndreifðan yfir hæð, 0,9 * plötupykktn, að því gefnu að viðeigandi vægipól sé nægjanlegt og skoðað hvort af völdum parabólskrar dreifingar í brotmörkum verði ekki skrik milli flekana.

Í Töflu 9.4 eru sett fram þau gildi ákvarðandi viðnámstuðulinn μ_d , sem mælt er með.

Hrjúfleiði bita-hæðarinnar	Hornrétt á trefjastefnuna	Samsíða trefjunum
	$\mu_{90,d}$	$\mu_{0,d}$
Óheflað á móti óhefluðu (bandsagað)	0,4	0,3
Heflað á móti hefluðu	0,3	0,25
Óheflað á móti hefluðu	0,4	0,3

Skýringar:

- Reikna skal pykktarheflað timbur eins og það sé heflað á móti hefluðu, þar sem flekarnir eru oft heflaðir á báðum hliðum. Sama á við um fleka úr límtré.
- Gildin sem sett eru fram hér að framan eru hærri en þau sem tilgreind eru í ÍST EN 1995-2, töflu 6.1. Gildin í Töflu 6.1 í ÍST EN 1995-2:2005 eiga við nema sýnt sé fram á að önnur gildi séu réttari. Gildin skv. töflu þessari byggja á norskum og sænskum rannsóknum og líta má þannig á, að sýnt hafi verið fram á að þau séu nothæf.

Tafla 9.4 Ákvarðandi viðnámsstuðlar

9.4.1.4 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. 9.3.2.2.



9.4.1.5 Opnun rifu

Rífa milli samskeyta vegna sveigju þvert á flekana er ásættanleg í brotmörkum svo framarlega að tillit sé tekið stífniskerðingar við útreikning álagsdreifingar frá hjólaálagi. Sjá eða öðru leyti gr. 9.3.2.3.

9.4.1.6 Þreytumarkaðstand

Skoða skal timburburðarvirki m.t.t. þreytu skv. ÍST EN 1995-2.

Í hnútpunktum með innfelldum plötum og stífteinum og þar sem álagið skiptir um stefnu ($R < 0$, þ.e. einn eða fleiri kraftanna í sniðinu skiptir um stefnu) skal tryggja að stífteinarnir dragist ekki út.

9.4.2 Notmarkaðstand

9.4.2.1 Niðurbeygja

Takmarka skal togstreitu í efri brún þverspennta brúargólfa við 1,2 ‰ m.t.t. sprungna í yfirborðslaginu. Reikna skal með ψ - stuðli skv. ÍST EN 1990:2002, Tafla A.6, álagstílvik algengt (e: frequent).

9.4.2.2 Uppspennukraftur

Velja skal spennikraftinn í þverspenntum brúagólfum það stóran að sveigja þvert á bitana leiði ekki til sprungu milli þeirra. Þetta skal skoða í notmarkaðstandi með ψ - stuðli skv. ÍST EN 1990, töflu A2.6, algengt álag, (e: frequent load).

9.5 Framleiðslu- og hönnunarreglur

9.5.1 Almenn

Ekki skal nota nagla og naglaplötur sem festingar í berandi brúahlutum.

Aðeins má nota innlímða bolta í burðahlutum sem varðir eru gegn beinum rakaáhrifum t.d. með rakavarnarlagi eða málmáfellum.

9.5.2 Gagnvörn

Allt timbur skal vera gagnvarið með efnum sem Norræna timburverndarráðið samþykkir (NTR), gagnvarnarflokkur A.

Timbur í bráðabrigðamannvirkjum þarf ekki að vera gagnvarið.

9.5.3 Tæringavörn

Innfelldar stálplötur og aðra stálfleti, sem liggja að timbri og eru ekki aðgengilegir til viðhalds, skal heitsínkhúða skv. flokki B skv. gr. 8.6.2 og dufthúða. Að auki skal vera 2 mm viðbótar efnisþykkt á öllum stálplötum í snertingu við timbur.

Í burðarvirkjum með skertan hönnunarlíf tíma eða 50 ár má sleppa aukatæringarvörninni.

Ekki er gerð nein krafa um tæringarvörn bráðabrigða burðarvirkja, sjá gr. 8.6.2.



Stífteinar eiga að vera úr ryðfríu stáli.

9.5.4 Þak, veggáfellur og rimlavörn

Hanna skal áfellur á flötum, sem eðlilegt er að ganga á vegna eftirlits, reksturs og viðhalds, fyrir 1,0 kN þunga frá manni á flöt 0,1 x 0,1 m.

Útfærsla blikkáfella á að vera þannig, að vatn renni ekki niður á undirliggjandi mannvirki.

Þakáfella á að hafa útkrögun með dropnefi aðlöguð veggáfellu eða rimlatjaldi. Á mörkum veggjar / þaks á að vera rauf, sem gerir útloftun mögulega á sama tíma og slagregn undir 30° horni frá lóðréttu slær ekki inn bakvið áfelluna. Sama á við um rimlavörn. Veggáfella á að ganga a.m.k. 50 mm niður fyrir neðri brún bita / burðareiningar.

Í stað veggáfellu má nota rimlavörn, ef hönnunarlíftímin er 50 ár. Áfellum má sleppa alveg í bráðabrigða mannvirkjum.

9.5.5 Hnútpunktar með innfelldum stálplötum

Til þess að ná 100 ára hönnunarlíftíma skal vera unnt að taka stálhluta niður og skipta þeim út. Hanna skal og leysa hnútpunkta með stálhlutum, innfelldum plötum, stífteinum og boltum, sem eru í snertingu við timbur þannig að unnt sé að fjarlægja a.m.k. 20 mm þykkt timbur við útskiptin. Í stað timburs, sem hefur verið fjarlægt skal setja nýtt að öðrum kosti skal laga stáfestinguna að breyttum stærðum. Burðargetan skal vera óbreytt.

Krafan á ekki við um brýr með skertan hönnunarlíftíma eða bráðabrigða burðarvirki, sjá gr. 1.1.9.2 og 1.1.9.3.

9.5.6 Þverspennt brúagólf

9.5.6.1 Uppspennukraftur

Uppspennistangir í þverspenntu brúargólfi skal spenna með krafti $P_0 = P_{max}$ skv. ÍST EN 1992-1-1:2004, gr. 5.10.2.1.

Að a.m.k. ári liðnu og í síðasta lagi innan eins og háls árs skal yfirfara kraftana í uppspennistöngunum og endurspena þær, ef þörf krefur. Þetta er gert með því að nota kvarðaðan tjakk, spenna stöngina upp í fyrirskrifaðan kraft og herða róna.

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.

11.1.2 Frosttrygging

Öll grundun og fylling að undirstöðum eða öðrum burðarvirkjum á að vera unnin með ófrosthæmum steinefnum og framkvæmd í samræmi við það. Hönnun skal miða við frostsamtölu sem svarar til 100 ára endurkomutíma, sjá skilgreiningu á frostsamtölu í gr. 5.5.7.2 hér að framan.

11.1.3 Rof og rofvarnir

Sé ekki annað ákveðið skal byggja hönnunina á 100 ára endurkomutíma flóða og ölduhæðar. Taka skal einnig 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 skråninger (Statens Vegvesen Norge) Sjá sérstaklega kafla 3.3 Sikkring av skråninger 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).

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.

11.2 Ákvarðandi álagsáhrif

Ákvarðandi álag og álagsáhrif skal vera skv. ÍST EN 1990. Taka skal tillit til þess að ákvarðandi álagsáhrif á burðarvirki í grunni geta verið ólík því sem á við um mannvirkið að öðru leyti. Ákvarðandi álagsáhrif skulu innifela áhrif lárétts álags og áhrif álags, sem hengir sig á mannvirkið.

11.3 Bein grundun

11.3.1 Almennt

Ákveða skal efnisbreytur og grunnvantsstöðu / póruþrýsting sem hluta forrannsókna vegna hönnunarinnar.

Mat á hugsanlegri ákvarðandi burðargetu getur verið hluti forrannsóknanna, þannig að aðlaga megí rannsóknina að því sem þarf að skoða vegna grundunarlausrinnar.

Ef mannvirkið er næmt fyrir breytilegum stífleika í langátt brúar, þegar grundað er beint á bergi, skal sprengja nokkurn veginn lárétt sæti sjá gr. 7.6.4. Vísað er í gr. 11.7 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.

Í kafla 7 eru settar fram kröfur um hönnun og hagnýtar útfærslur steyptra undirstöða.

11.3.2 Útreikningur hjámiðju

Í beinni grundun eiga eftirfarandi skilyrði að vera uppfyllt í neðri brún undirstöðu í brotmarkaástandi skv. ÍST EN 1990 AMD 1:2005, álagstilfelli; sjaldgæft, sem hér er sett fram í eftirfarandi töflu með skýringum, þar sem fléttan er ekki hluti af töflu 2.6 í ÍST EN 1990 AMD 1:2005:

Álagsflétta	Stöðugt álag		Uppspenna	Breytilegt álag Q_d	
	Óhagstætt	Hagstætt		Ráðandi álag	Annað álag
Sjaldgæf	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	P	$\psi_{1,inf} Q_{k,1}$	$\psi_{1,j} Q_{k,i}$

Í ÍST EN 1990 AMD 1:2005, Töflu A2.1, Ath. 2 er mælt með eftirfarandi gildum á $\psi_{i,inf}$, 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) og T (thermal actions)
- 0,6 fyrir F_{wk} í viðvarandi álagsástandi
- 1,00 í öðrum tilvikum (þ.e. kennigildið er notað sem sjaldgæft gildi)

Skilyrðin sem skal uppfylla eru:

$$\sqrt{\left(\frac{e_x}{b/3}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{l/3}\right)^2} \leq 1$$

$e_x = M_y / (N + S)$ – álagshjámiðja í langstefnu brúar (eftir x – ásnum)

$e_y = M_x / (N + S)$ – álagshjámiðja í þverstefnu brúar (eftir y – ásnum)

b – mál undirstöðu í langstefnu brúar

l – mál undirstöðu í þverstefnu brúar

S – kraftur í uppspenntri miðlægt staðsettri bergfestu

Reikna skal summu ytri vægja og uppspennu M_x og M_y um miðju undirstöðu í undirstöðum þar sem spennit bergfesta er hjámiðja.

11.3.3 Ákvarðandi grunnþrýstingur og virkur undirstöðufloötur

Ákvarðandi grunnþrýstingur á undirstöðu í brotmörkum í beinni grundun er $\bar{q}_v$ reiknað sem:

$$\bar{q}_v = \frac{N+S}{4 \left(\frac{b}{2} - e_x \right) \left(\frac{l}{2} - e_y \right)} \leq \bar{\sigma}_v$$

þar sem tákn, sem ekki eru í. gr. 11.3.2 eru:

$\bar{\sigma}_v$ - ákvarðandi burðargeta grunnsins í brotmarkaástandi

$N + S$ - ákvarðandi lóðrétt álag

Í jöfnunni fyrir $\bar{\sigma}_v$ er gengið út frá jöfnum jarðþrýstingi yfir rétthyrndan flöt með hliðarnar jafnar annars vegar $(b - 2 e_x)$ og hins vegar $(l - 2 e_y)$.

Ef uppspenntar bergfestur eru staðsettar hjámiðja má nota sömu jöfnu, en færa skal vægin M_x og M_y í reikningana skv. skilgreiningu í gr. 11.3.2. 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.

11.3.4 Ákvarðandi burðargeta á klöpp

Í ÍST EN 1997-1:2004 / NA:2010 töflu G2 er sett fram leyfilegt álag eða álag í notmörkum á klöpp, þegar sérstök rannsókn fer ekki fram á henni.

11.3.5 Skrið á klöpp

Þegar grundað er beint á bergi er hugsanlegt skrið undirstöðu í brotmörkum skoðað skv. eftirfarandi jöfnu:

$$\sqrt{V_x^2 + V_y^2} \leq \mu (N + S)$$

þar sem tákn umfram það sem skýrt er í gr. 11.3.2 og 11.3.3 eru:

V_x – ákvarðandi skúfkraftur í neðri brún undirstöðu í langstefnu brúar (eftir X-ásnum)

V_y – 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.

Venjulega er reiknað með $\mu = 1,0$.

11.3.6 Ákvarðandi burðargeta fyllinga

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. 11.3.9. varðandi viðbótar greiningar / upplýsingar.

11.3.7 Sig vegna grundunar á fyllingum

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 kafla 7 í handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok V220, Geoteknikk 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 reiknað mismunasig milli aðlægra undirstaða er meira en 1/1000 fjarlægðarinnar milli undirstaðanna eða meiri en 50 mm, skal íhuga aðra grundunaraðferð, t.d. grundun á staurum.

Ef mismunasig skv. grundunarútreikningum og faglegu mati getur orðið meira en það sem yfirbyggingin er hönnuð fyrir skal skoða hvort til álita komi að koma fyrir legum milli undir- og yfirbyggingar. Legur og ásetur skal leysa þannig að auðvelt sé að koma fyrir lyftibúnaði og lyfta yfirbyggingunni.

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.

11.3.8 Rof og rofvörn

Þegar grundað er á fyllingum er afar mikilvægt að búa til tryggja rofvörn, sjá einnig gr. 11.1.3. Hönnunina skal byggja á flóði / straumi með að lágmarki 100 ára endurkomutíma.

Í stað grundunar á fyllingum í og við vatnsföll skal íhuga grundun á staurum til þess að komast hjá óæskilegum afleiðingum rofs.

Slík lausn er venjulega traustari og getur komið í veg fyrir algjört hrun af völdum rofs undan mannvirkinu.

11.3.9 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. smábítaforritum) 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 álagstílvikum, þar með talið vegna endurtekens álags.



11.4 Staurar og stauraundirstöður

11.4.1 Almennt

Fyrirmælin eiga við um allar gerðir staura og stauraundirstaða. Hér á eftir er undirstaða skilgreind sem hluti burðarvirkis brúarinnar sem tekur til stöðuls / súlu, undirstöðu og staurasamstæðu.

Viðbótarfyrirmæli fyrir frístandandi staurasamstæðu í vatni eru sett fram í gr. 11.5. Fyrirmælin skv. gr. 11.5 gilda umfram fyrirmælin skv. gr. 11.4

Krafa um hönnun og faglega útfærslu steyptra undirstaða er sett fram í kafla 7. Hanna skal stálburðarvirki skv. kafla 8.

11.4.2 Samræming hnitakerfa

Ganga skal úr skugga um að samræmi sé milli mismunandi reikniforrita / reiknilíkana yfirbyggingar og undirbyggingar í markástandi.

Breyta skal slíkum kerfum ef nauðsynlegt kann að reynast, þannig að um samræmi sé að ræða.

11.4.3 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.

11.4.4 Meginreglur hönnunar

11.4.4.1 Almennt

Staura og staurasamstæður skal hanna skv. viðurkenndum aðferðum og gr. 11.4 og 11.5. Styðjast má við *Peleveiledningen*, sem Norsk Geoteknisk Forening gefur út. Fyrirmæli skv. gr. 11.4 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 .



11.4.4.2 Skerðingarstuðull

Velja skal skerðingarstuðulinn f_a að undangengnu sérstöku mati aðstæðna eins og t.d. því sem sett er fram í Peleveledningen, gr. 1.5.3, ásamt öðrum hugsanlegum þáttum sem skipta máli fyrir burðargetu staurisins, þar með talið ööryggi í reiknilíkani sem aðrir stuðlar ná ekki yfir. Röðstöðja skal val skerðingarstuðulsins.

Ef forsendur fyrir vali skerðingarstuðulsins breytast að loknum niðurrekstri skal endurhanna með endurmetnum skerðingarstuðli.

11.4.4.3 Hliðarstuðningur frá jarðvegi

Ákveða skal breytur fyrir jarðstuðning þannig að álagsáhrifin séu á öruggu hliðinni.

Reikna má stuðning frá jarðvegi við staur með því að búa til líkan af hliðarstuðningi og áslægu upplagi sem fjaðrar, hugsanlega með aðstoð tölvuforrits, sem sérstaklega er þróað með það að markmiði.

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.

11.4.4.4 Tæring stálstaura (prófilstál)

Staurar úr stáli eiga að hafa fullnægjandi tæringarvörn eða vera með viðbótarefnisþykkt vegna væntanlegrar tæringar.

11.4.4.5 Togfestur fyrir staura

Ekki skal nota togfestur fyrir staura með boltum, stögum eða öðrum festugerðum í berg.

11.4.5 Vikmörk og frávik

Í hönnun skal taka tillit til þess að lögun og lega staura og staurasamstæða getur vikið frá fræðilegu formi og legu. Vikmörk þessi skal setja fram á teikningum. Ef staurar hafa verið reknir niður og innmæling sýnir fram á frávik umfram vilmörkin skal endurreikna burðargetuna og yfirfara hvort hún sé nægjanleg. Ef burðargetan er ekki nægjanleg skal grípa til aðgerða t.d. reka niður viðbótar staura og / eða stækka stauraundirstöðuna / stauratoppstykkið.

11.4.6 Sig við grundun á staurum

Skoða skal í hverju tilviki hvort sig og / eða skásig staurasamstæðu sé raunhæft álagstilvik. Hugsanlegt álag frá jarðvegi, sem hengir sig á staurana er stöðugt álag með álagsstuðli jöfnum 1,0 í öllum tilvikum markástands, en tillit er aðeins tekið til þess, þegar álagið er óhagstætt.

Eiginþungi stauris að frádregnu uppdrifi er reiknaður sem álag á staurinn.

Reikna skal sig staura, sem ekki eru reknir niður á fast undirlag eftir viðurkenndum aðferðum t.d. skv. þeim sem settar eru fram í *Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging*, gr. 11.11.5. Álag vegna sigs skal reikna í notmarkaástandi, líta á það sem færsluálag og reikna stærðina skv. ÍST EN 1990, fléttað skv. töflu 2.6., álagstilfelli, ígildi stöðugs álags (e: quasi permanent). Hanna skal yfirbyggingu brúar undir öllum kringumstæðum þannig, að hún ráði



a.m.k. við mismunasig sem nemur 1/1000 fjarlægðarinnar milli undirstaðanna eða allt að 50 mm í löngum höfum.

Meta skal hvort koma eigi fyrir legum milli undir- og yfirbyggingar, ef mismunasig skv. grundunarútreikningum og faglegu mati getur orðið meira en það sem yfirbyggingin er hönnuð fyrir. Legur og ásetur skal hanna þannig, að auðvelt sé að koma fyrir lyftibúnaði og lyfta yfirbyggingunni.

Eigi kaplar 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.

11.4.7 Togstaurar

11.4.7.1 Almennt

Tog er ekki leyft í þeim hlutum stauris sem reiknað er með í jarðtæknilegri burðargetu hans í nomarkaástandi í fyllingum eða á bergi skv. ÍST EN 1990, álagið fléttað skv. töflu 2.6, álagstilvik, einkennandi (e: characteristic).

Ekki er reiknað með að staur hafi jarðtæknilega burðargetu fyrir tog af völdum langtímaálags (álagsáhrif reiknuð við enda stauris, þ.e. að meðtöldum þunga stauris í vatni) í brotmarkaástandi. Með langtímaálagi í þessu samhengi er átt við stöðugt álag fléttað með álagi af völdum hita ásamt álagi, sem kemur af og til og hugsanlegu öðru álagi sem virkar í meira en eina klukkustund. 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. 11.4.7.2 og 11.4.7.3. Með skammtímaálagi í þessu samhengi er átt við allar tegundir álags, sem ekki er skilgreint sem langtímaálag í greinunum hér að framan, t.d. umferð, ákeyrsla og högg frá skipi o.s.frv.

Eftirfarandi almennar kröfur eiga við um togstaura í fyllingum og bergi auk krafa skv. gr. 11.4.7.2 og 11.4.7.3:

- 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.

11.4.7.2 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 áður nefndra efna (siltkennd efni) á lægri kenniburðargetan við reiknuð skv. ofanskráðu.



Við ákvörðun ákvarðandi burðargetu er hlutstuðullinn marfaldaður með líkanstuðli $\gamma_d = 1,8$ í brotmarkaástandi og 1,2 í óhappamarkaástandi. Aðeins má víkja frá kröfum um líkanstuðlinn að undangengnu sérstöku mati.

Ef fyrir liggja dæmigerð gögn frá álagsprófunum má að undangengnu sérstöku mati ákveða burðargetuna út frá upplýsingum úr þeim.

11.4.7.3 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 γ_d , sem valinn er þannig að líkanstuðullinn $\times$ 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 steyppt inn.

11.4.8 Viðbótar greiningar á burðar- og sigeiginleikum jarðvegsins

Þegar til stendur að grunda stór burðarvirki (t.d. meginundirstöður hengibrúa, skástagabrúa og frítt frambyggðra brúa) á staurum sem ekki ganga niður á berg skal framkvæma viðbótar (framsæknar) greiningar með þar til ætluðum forritum (t.d. smábítaforritum) 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 á öllum álagstilvikum, þar með talið vegna endurtekens álags.

11.4.9 Sérstakar reglur um staura í stálröri

11.4.9.1 Burðarviðbót frá stálörum

Horfa skal framhjá hlutdeild stálrörsins í mati á burðargetu stauraþversniðs í notástandi.

Reikna má með hlutdeild stálrörsins í þoli / burðargetu í notástandi í eftirfarandi tilvikum:

- 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 steyppt 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 efnisþykktar og tæringarhraða sé þannig, að það sem eftir stendur verði þannig að burðargeta verði fullnægjandi eftir 100 ár.

Ekki skal reikna hlutdeild frá stálröri fyrir frían staura í vatni eða í fyllingu, sem er grófkorna og / eða ekki einsleit.



11.4.9.2 Stífleiki reiknaður

Reikna skal stálrörið með í útreikningi stífleika, ef aukinn stífleiki leiðir til óhagstæðari álagsáhrifa.

11.4.9.3 Steypa

Lægsti leyfði styrkleikaflokkur steypu er C30/37.

Sleppa má kröfum um frostþolna steypu með lofti í samræmi við Alverk kafla 84.4, þegar um frostfría dýpt er að ræða.

11.4.9.4 Járnbending

Steypuhula á járnum í stálrörsstaurum á að vera eins og sett er fram í Töflu 7.4.

Bending á ekki að snerta stálrörið, þannig að það leiði straum. Stólar undir bendistálið eiga því að vera úr efnum, sem leiða ekki.

Ákveða skal lágmarksbendingu eins og fyrir stöpla / súlur skv. ÍST EN 1992.

Þó má minnka járn magnið 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.

Lágmarks járn magnið skal vera jafndreift yfir ummál staurisins og yfir lengd hans alla. Ef járnastangir liggja búntuð skulu þau mest vera tvö og tvö saman. Á skeytum eru þó leyfðar þrjár stangir í búnti. Frítt bil á milli bendistanga eða búnta skal þó ekki vera minna en 80 mm. Dreifa skal skeytum. Við mat á fríu bili skal reikna með raunverulegu þvermáli, þ.e. að kömbum með reiknuðum.

Skoða skal hvort staðsetja megi bendingu í undirstöðu eins og ætlað er einkum þar sem hún þverar járn sem ganga upp úr staurunum.

11.4.9.5 Steypa

Mesta steinstærð steypu í stálrörastaura á ekki að vera minni en 16 mm og ekki stærri en 1/5 frírrar fjarlægðar milli járnastanganna / járnabúntanna, en járnafjarlægðir á skeytasvæðum eru ekki teknar með þar.

Meginreglan er að steypa í stálrörastaur sé unnin sem venjuleg steypa (þ.e. ekki sem undirvatnssteypa).

Þegar það þjónar tilgangi t.d. vegna vatnsleka inn í rörið eða vegna uppdrifskrafta, sem erfitt er að yfirvinna, má steypa í stálrörastaura með undirvatnssteypu. Ef það er gert skal steypa að lágmarki neðstu 3 m staurisins með skolstætri steypu (steypa með efnum sem vinna á mótí útskolun sements) og það sem eftir er með venjulegri steypu. Steypa skal þessar steypugerðir samfelld blautt í blautt án steypuskila. Ekki má nota skolstælda steypu þar sem búast má við frost / þíðu áhrifum.

Við lögn undirvatnssteypu er gert ráð fyrir að nota steypu, sem er dælt er með steypudælu í rör undir vatni, þ.e. steypuyfirborðið ýtir vatninu upp á undan sér.



Rörendinn skal vera að lágmarki 2 m undir vatnsyfirborðinu. Steypurörið á að vera þétt á skeytum og helst 125 mm í þvermál.

11.5 Frístandandi staurasamstæður úr ísteyptum stálrörastaurum í vatni

11.5.1 Almennt

Þessi grein á við um frístandandi staurasamstæður í vatni þar sem staurarnir eru útfærðir sem ísteyptir stálrörastaurar og þar sem umtalsverður hluti stauranna er ekki jarðvegsstuddur. Styðjast má við Peleveledningen eða sambærilegar leiðbeiningar og kröfur skilgreindar sérstaklega í hverju verkefni.

11.6 Þil, rásarveggir og aðrir stoðveggir

11.6.1 Almennt

Hanna skal sponspil og rásarveggi (byggja á útgreftri og slurrytækni) skv. gr. 6.2. Krafa m.t.t. festa er sett fram í gr. 11.7. Leiðbeiningar má t.d. finna í *Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging*.

Stál í burðarðarvirkjum í undirstöðum í jörðu skal vera samkv. Töflu 11.1 sé annað ekki tekið fram í sérverklýsingu.

Gerð einingar	Burðareining			Ekki berandi eining		
	Gæði efnis	Afhending samkv. staðli	Efnisvottun	Gæði efnis	Afhending samkv. staðli	Efnisvottun
Stálrörsstaurar: Spiralsoðin staurarör ∅ 406-1220 mm	[S355 NH] ¹⁾	ÍST EN 10210	ÍST EN 10204 gerð 3.1	S355J2H	ÍST EN 10219	ÍST EN 10204 gerð 2.2
Stauraendar fyrir stálrörsstaura	S355J2	ÍST EN 10025-2	ÍST EN 10204 gerð 3.1	S355J2 ²⁾	ÍST EN 10025-2	ÍST EN 10204 gerð 2.2
Stálstaurar: gegnheilir stálhlutir	S355N	ÍST EN 10025-3	ÍST EN 10204 gerð 3.1			
Stauraendar fyrir stálstaura	Sérverklýsing					
Stálkjarnastaurar sem eru ekki skeyttir með suðu ∅ 70-200 mm	S355J2AR	ÍST EN 10025-2	ÍST EN 10204 gerð 3.1			
Stálkjarnastaurar sem eru skeyttir með suðu ∅ 70-200 mm	S355N	ÍST EN 10025-3	ÍST EN 10204 gerð 3.1	S355J2H	ÍST EN 10219	ÍST EN 10204 gerð 2.2
Rörafóðringar (stálkjarnastaurar) ∅ 89-324 mm	[S355J2H] ¹⁾	ÍST EN 10210	ÍST EN 10204 gerð 3.1			
Stálsponspil	S355GP	ÍST EN 10248	ÍST EN 10204 gerð 3.1			
Endastyrkingar og festur (e: Dowels/ foot bolts) (allar gerðir staura og sponspils)	S355J2	ÍST EN 10025-2	ÍST EN 10204 gerð 3.1			

¹⁾ Staurarör fyrir stálrörsstaura og fódingsrör fyrir stálkjarnastaura eru venjulega ekki burðareiningar. Þessi stálgæði eru notuð þegar geta þarf þess í sérverklýsingu.

²⁾ Þessi stálgæði má nota fyrir staura í lausum efnun.

Tafla 11.1

11.6.2 Tæring stálpilja

Stálsponspil sem eru hluti varanlegs burðarvirkis skal vera tæringarvarið á fullnægjandi hátt eða hannað m.t.t. tæringarferlis, þannig að burðargetan eftir 100 ár verði fullnægjandi.

11.7 Festur

11.7.1 Almennt

Hanna skal festur í jarðvegi skv. ÍST EN 1537 og [Reglum um hönnun brúa](#). Festa skal vera gerð úr a.m.k. 2 einingum, ef annað er ekki ákveðið í sérstökum reglum.

Við val á brothorni bergsins γ 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**.

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.

Vinna skal skoðun á brottfalli einstaks stags skal á sama hátt og sett er fram í gr. 11.5.3.5.

Fyrirmæli varðandi hönnun af festum hengibrúar eru sett fram í gr. 13.2.6.

11.7.2 Spenntar festur í bergi eða fyllingum

11.7.2.1 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 *Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging*, Kafla 10.

Framkvæma skal prufuuppspennur eftir viðurkenndum aðferðum upp að 90 % af 0,1 – mörkum ($f_{p0,1k}$) kapalsins / stagsins til þess að fá mat á burðargetu festunnar. Stöðug uppspenna á ekki að vera meiri en 75 % af 0,1 – mörkunum. Setja skal burðargetu festunnar jafna stöðugum uppspennukrafti skertum sem nemur öllum töpum, en ekki hærri en 67 %, 0,1 – markanna (hlutstuðull $\gamma_{Rd} = 0,9$).

Varanlegar spenntar festur skulu hafa tvöfalda tæringarvörn.

11.7.2.2 Burðargeta

Við skoðun burðargetu í brotmarkaástandi skal aðeins reikna með hlutdeild frá þyngdarafli og hugsanlegum bergfestum. 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.

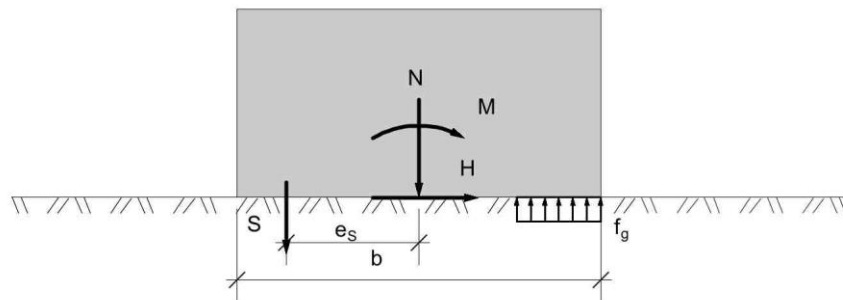
Hlutdeild p af heildarburðargetu, sem leyft er að taka upp með bergfestum bæði í brot- og óhappamarkaðstandi í fullbúnu mannvirki er takamörkuð við:

$$p \leq \begin{cases} 0,2, & \text{engin endurdreifing álags} \\ 0,3, & \text{endurdreifing álags er möguleg} \end{cases}$$

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:

$$1) \text{ Ákvarðandi vegna veltu: } \frac{S}{N} \frac{(1+(2e_s)/b) N_0 - 2N - S}{N_0 - N} \leq \frac{p}{1-p} \quad 11.11$$

$$2) \text{ Ákvarðandi vegna skriðs: } \frac{S}{N} \leq \frac{p}{1-p} \quad 11.12$$

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 grunnþrýstings f_g í rétthyrndu spennusvæði fyrir tilvik annars vegar með og hins vegar án festa. Þess vegna skal einnig reikna skv. gr. 11.3 með raunverulegu álagi byggðu á burðarþolslegri nauðsynlegri burðargetu bergakkeri eins og hún er ákveðin skv. þessari grein. Reikna skal bergfestur í þrýstisvæðinu með að fullu í grunnþrýstingsútreikningunum skv. gr. 11.3.3, en skerðast að öðru leyti við burðarþolslega nauðsynlegt gildi.

11.7.3 Festur með mótvigt

Burðargeta festa sem byggir á mótvigt í kössum er reiknuð skv. reglum í gr. 11.7.2, en takmarkast við að taka má upp allt að 20% nauðsynlegrar burðargetu með spennnum bergfestum, einnig í því tilviki þegar endurdreifing krafta geti átt sér stað.

Skrá skal eiginþunga fyllinga í mótvigtarkössum. Sjá gr. 1.3.2.

11.7.4 Bergboltar

11.7.4.1 Burðargeta reiknuð í brotmörkum

Þegar burðargeta í brotmörkum er reiknuð skal aðeins reikna með framlagi frá þyngdarafli og hugsanlegum bergboltum.

Við ákvörðun burðargetu bergboltanna skal nota líkanstuðla, sem velja skal þannig að líkanstuðullinn * hlutstuðullinn $\geq 2,0$. Venjulega skal nota kambstál B 500 NC skv. ÍST EN 3475, hluta 3.

Viðnámsstuðullinn fyrir skrið bergs á bergi og steypu á bergi er venjulega valinn = 1,0.

Allir bergboltar eiga að vera tæringarvarðir eins og sett er fram í skýrslu Norsku Vegagerðarinnar *intern, rapport nr. 2374, Forankring med bergbolter ved fundamentering av støttemurer og landkar på berg*, þ.e. heitsínkhúðaðir og duftlakkaðir. Lagþykkt sínks $\geq 65 \mu\text{m}$ og duftlökkun með epoxy skv. ÍST EN 13438.

Sleppa má tæringarvörn bergbolta, sem aðeins eiga að vera virkir á byggingastigi.

Í fullbúnu mannvirki er leyft, að allt að 10 % nauðsynlegrar burðargetu sé tekin upp með bergboltum þar sem ekki er um endurdreifing krafta að ræða. Þar sem endurdreifing krafta á sér stað má taka allt að 20 % nauðsynlegrar burðargetu upp með bergboltum.

Á byggingarstigi og í óhappamarkástand má leyfa allt að allt að 50 % nauðsynlegrar burðargetu sé tekin upp með bergboltum.

Burðargetan er reiknuð eins og sýnt er í gr. 11.7.2.



11.7.4.2 Festilengd í bergi

Festilengd bergbolta í klöpp, límduð með þenjandi sementsvellungi, 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:

- steipt ofan vatnsborðs 60* ϕ
- í undirvatnssteypu 80* ϕ

þar sem ϕ er þvermál boltans.

Í undirvatnssteypu skal lengja festilengd boltans upp í undirstöðu um 150 mm umfram kröfuna skv. ÍST EN 1992.

11.7.4.3 Hönnun fyrir stoðveggi, ræsi, liðlausu ramma og landstöpla

Hanna má bergbolta og undirstöður fyrir stoðveggi, ræsi, ramma án liða og landstöpla skv. áðurnefndri skýrslu Norsku Vegagerðarinnar, intern rapport 2374, ef nákvæmari aðferðir eru ekki notaðar.

Í þessu felst að venjulega þarf ekki að reikna burðarvirki þessarar gerðar m.t.t. krafna í gr. 6.3.2 og 11.3, þar sem gengið er út frá að tekið hafi verið tillit til þeirra í hönnun skv. intern rapport 2374.

11.8 Afvötnun, fylling og rofvörn

Styðjast má við leiðbeiningar varðandi uppbyggingu, þjöppun og afvötnunar fyllinga við ræsi, stoðveggi og landstöpla í handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok N200, Vegbygging*, kafla 2.

Styðjast má við handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok N200, Vegbygging, kafla 5*, varðandi uppbyggingu síumannvirkja.

Styðjast má t.d. við eftirfarandi handbækur varðandi grjótvörnir gegn rofi:

Handbók NTNU; *Veileder for dimensjonering av erosjonering av stein*,

Handbók Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok V221, Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, veiledning*.

Handbók Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE): *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein* (2009) eins og nánar er sett fram í gr. 1.2.2.





12 Yfirborðslög, vegbúnaður og íhlutir

12.1 Almenn

12.1.1 Deilihönnun

Yfirborðslög skal deilihanna. Setja skal fram kröfur um efnisgerðir, efniseiginleika ásamt kröfum um tæringarvörn. Þegar þannig háttar til, að deilihönnunin 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 fyrir en hitastig og byggingatími liggur fyrir.

12.1.2 Tæringarvörn og efniseiginleikar

Allur útbúnaður skal vera heitsínkhúðaður og í flokki B skv. gr. 8.62 eða hærri 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 snerta ferskan múr gegn efnabreytingum og gasmyndun.

Meðhöndla skal sérstaklega snertiflöt milli heitsínkhúðaðs stálhlutar og ferskrar steypu bæði í inn- og útflötum t.d. í tengslum við undirsteypu fótplatna til þess að komast hjá efnabreytingum og gasmyndun við snertingu heitsínkhúðunar við sement (sementsslam / 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 sínkið frá sementinu (sementsslamminu / sementsvellingnum) með epoxymálningu, sem þurrur sandi er stráð yfir eða
- með sérstöku sínklagi, sem inniheldur króm, í eftirmeðhöndlunaraðgerð að heitsínkhúðun lokinni

Stál í legum og þensluraufum á að vera tæringarvarið eins og lýst er hér að framan eða varið með kerfi 1 skv. gr. 8.6.2.

Festingar, sem verða fyrir þreytuáhrifum skulu vera úr ryðfríu stáli eða heitsínkhúðaðar eins og lýst er hér að framan.

12.1.3 Festingar í steypu

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.



Ekki skal nota límnda múrbolta til þess að festa í neðri brún láréttra flata. Notkun límndra 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 lóðréttu eða nærri lóðréttu fleti og á efri brún láréttra flata
- CE – merktan útbúnað

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 járnbendingu er leyft að taka í sundur, þegar bora þarf í steypu.

Ekki skal steypa undir festingar nema krafa sé gerð um það.

12.2 Yfirborðslög

12.2.1 Almennt

Krafa um ákvarðandi þunga yfirborðslaga er sett fram í gr. 5.3.2.2.

Eftirfarandi skilgreiningar eru notaðar um vatnsvörn, rakavörn og yfirborðslög.

Yfirborðslag: Lag sem ver burðarvirkið gegn sliti og niðurbroti. Yfirborðslagið getur verið byggt upp af rakavörn, jöfnunarlagi, bindi- eða asfaltlagi

Rakavörn: Tálmi milli burðarvirkis og asfalts til þess að koma í veg fyrir að raki gangi niður í burðarvirkið

Vatnsvörn: Tálmi milli burðarvirkis og fyllingar til þess að hindra að raki- og vatn gangi inn í mannvirkið undir og yfir grunnvatnsstöðu

Afréttingarlag: Asfaltlag milli rakavarnarlags og bindilags þar sem brúargólfíð gerir það erfiðleikum bundið að uppfylla stærðarkröfur slitlagsins

12.2.2 Brúargólf

Á öllum brúargólfum skal vera yfirborðslag nema annað sé ákveðið. Með brúargólfi er átt við:

- akbraut
- gangstétt
- göngu- og hjólastíg
- brúargólf á brúm sérstaklega ætluðum gangandi- og hjólandi vegfarendum
- miðdeili
- efri brún allrar botnplötunnar í stökkum, forskálum í byggð eða samsvarandi þar sem umferð er beint á botnplötunni

Slithlutanum má skipta út í miðdeilum o.s.frv. með öðrum efnum en asfalti.

Í brúm án þensluraufa skal að lágmarki nota tvö lög (bindi – og slitlag) malbiks, yfirborðsmalbik eða steypuasfalt yfir rakavörnina. Í asfaltinu á að vera polymerbætt bindiefni.

Yfirborðslögum á nýjar brýr er skipt upp í eftirfarandi flokka:

•	A2	Malbiksslitlag með einfaldaðri rakavörn á brúargólfíð
•	A3	Malbiksslitlag með fullri rakavörn á brúargólfíð
•	B1	Steypt slitlag steyp sem ein heild við burðarvirkjasteypuna
•	B2	Slitlag steyp sérstaklega eftir á

Um brýr í vegi með malarslitlagi gildir eftirfarandi:

•	A3	Á brýr með þenslurauf og brýr með brúargólfi úr stáli eða þverspennt trégólf
•		Ekki er gerð krafa um hvaða yfirborðsflokkur er notaður í öðrum brúargerðum

Í undirgöngum fyrir gangandi vegfarendur skal nota annan hvorn yfirborðsflokkinn A2 eða A3.

Í öðrum tilvikum en þeim sem upp eru talin hér að framan skal nota slitlagaflokk A3

Þegar slitlagaflokkur B1 er notaður skal steypa slitlagið samtímis berandi brúargólfinu með því að fyriskrifa 30 mm stærri hulu yfir járnbindingunni í efri brún.

12.2.3 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.

12.2.4 Vörn burðarvirkja í fyllingum

12.2.4.1 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 sjálflímandi eða heilbrædda asfalt dúka, þar sem aðstæður krefjast (t.d. há grunnvatnsstaða, vatnsþrýstingur). Styðjast má t.d. við *Håndbok R510 Vann- og frostsíkring í tunneler* eða vatnsvörn skv. lýsingu um yfirborðsflokka A3-2.

Á mörkum tveggja raka- / vatns- varnarflokka skulu flokkarnir tveir virka saman.

Ef notaðar eru raka- / vatns- varnir, sem sprautað er á skal setja sérstakar reglur í hverju tilviki.

Líta skal á heila botnplötu með fyllingum milli steypu og asfalts sem undirstöðu.

12.2.4.2 Burðarvirki yfir grunnvatnsstöðunni þar sem vatn er ræst fram

Verja skal burðarvirki í fyllingum gegn yfirborðsvatni, sem sitrar niður í jarðvegin.

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 vatnsvarnar á aðra hluta forskálans. Varðandi val á vatnsvörninni má t.d. styðjast við. handbók Norsku Vegagerðarinnar; Håndbok R510 Vann- og frostsíkring í 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 1.000 mm 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.

12.2.4.3 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 fylling milli botnplötu og neðra asfaltlagsins.

Utan á burðarvirkinu og undir lægstu grunnvatnsstöðu á að vera sjálflímandi / 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 1.000 mm 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.

12.2.5 Deili

12.2.5.1 *Almennt*

Endafragangur yfirborðslags skal ekki vera þannig að hann leiði til skertrar steypuhulu.

Áfellur og festur eiga ekki að óþörfu að vera til trafala fyrir framtíðar rekstur og viðhald.

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.

12.2.5.2 *Frágangur þar sem ekki er brík eða leiðikantur*

Rakapétting og varnarlag á að ná alveg út að fasaðri útbrún brúargólfs. Malbiksbrún skal vera að lágmarki 50 mm inn á rakvörnina og fasa þaðan upp í fulla hæð.

12.2.5.3 *Frágangur upp við bríkur*

Bera skal fjölliðuendurbætta bikþeytu, C60BP3 á yfirborðslög í flokkum A2 og A3 100 mm upp 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. Þetta skal gert með því að bera C60BP3 á yfirborðið í endurteknum umferðum þar til það metkast.

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 raufin 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 bindilagsins. Milli slitlags / bindilags og steypa bita skal vera rauf, sem í er þéttiefni t.d. CIM eða Topeka 4S sbr. lýsingu hér að framan.

12.2.5.4 *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 sjálflímandi eða ásoðinn asfaltpappa. Við val

á pappa 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.

12.2.5.5 *Fragangur við vegriðsstoðir*

Bera skal fjöluliðubætta bikpeytu á undirsteypu stoða, fótplatna og bolta upp í hæð við efri brún slitlags. Það sama á við, ef polyúretan er notað sem rakavörn. Slitlag skal halla vel frá öllum hliðum vegriðsstoðar.

12.2.5.6 *Frágangur við niðurfall*

Rakavörn skal leggja að niðurfalli með skörun. Tryggja skal að vatn sem rennur á rakavörnninni og „í“ malbikinu fari ofan í niðurfallið.

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.

Þenslurskeyti í vegriði skal forstilla á sama hátt og legur. Sjá gr. 12.4.7.

12.4 Legur og liðir

12.4.1 Almennt

Brúalegur skulu almennt vera skv. ÍST EN 1337. Legurnar eru byggðar upp til þess að taka þrýstikraft og geta ekki tekið tog. 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 færlum.

Allar legur, sem byggja á því að renna á gerviefni eða tæringarvörðu stáli búa við skertan hönnunarlíftíma og þarf að útfæra þannig, að þær séu útskiptanlegar. Aðeins rúllulegur úr ryðfríu stáli og steypuliðum fullnægja kröfum um 100 ára hönnunarlíftíma.

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.

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.

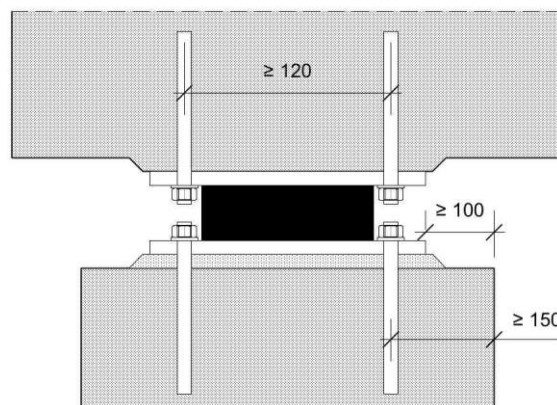
Múr til þess að innsteypa hluti í úrtökum skal a.m.k. vera í styrkleikaflokki C45/55. Nota á tilbúna þanmúrblöndu til undirsteypu í styrkleikaflokki $\geq$ C45/55, þannig að múrinn þenjist lítið eitt á plastísku stiginu.

12.4.2 Hönnunarreglur

Eftirfarandi á við um legur í steypum burðarvirkjum:

- Minnsta fría bil milli innsteyptra festibolta á að vera ≥ 120 mm
- Miðja festiboltanna á að vera ≥ 150 mm frá útlínunum burðarvirkjasteypunnar
- Minnsta fjarlægð frá legukanti eða rennileguplötu að útlínunum burðarvirkjasteypu ≥ 100 mm

Sjá Mynd 12.1.



Mynd 12.1 Kröfur um lágmarksmál stálplatna og festibolta að útlínunum burðarsteypu o.fl.

Eftirfarandi á við um legur stálburðarvirkja:

- Ef notaðar eru stýringar sem hindra færslur skal sandblása alla snertifleti, málmhúða og bera á þá bindigrunn (e: tie coat sealer), en ekki mála. Þykkt málmhúðar á að vera á bilinu 30 – 50 μm .

Meðhöndlun viðnámsflata:

Alla snertifleti, laska og fóðringar og millilegg í viðnámstengingum skulu sandblásnir og málmhúðaðir og grunnaðir með bindigrunni (e: tie-coat). Snertifletina skal ekki mála.

Sprautusínkhúðun:

- Undirbúningur: Lútarþvottur (ef nauðsynlegt er talið), affitun og spúlun með hreinu vatni.
- Sandblástur: Sa3
- Grófleiki: Medium G, $R_{y5} = 50 - 85 \mu\text{m}$
- Lagþykkt $\geq 30 \mu\text{m}$ og $\leq 50 \mu\text{m}$ nema annað sé 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
- Ef málning lendir á snertifletinum skal sandblása hana burt og málmhúða á ný
- Á öllum stigum, þ.e. við flutning, uppsetningu skal séð til þess að fita eða önnur óhreinindi berist ekki á viðnámsflötinn

Málningarkerfi:

1. Málmhúð með lagþykkt $\geq 30 \mu\text{m}$ og $\leq 50 \mu\text{m}$ nema annað sé tekið fram í sérverklýsingu
2. A.m.k. 25 – 30 μm epoxy polyamid bindigrunni (e: tie coat)

Ef hvítryð myndast á snertiflötum skal það fjarlægt.

Viðnámsfletir samskeyta skulu varðir (pakkaðir inn) þegar stálhlutir eru fluttir eða þar sem þeir eru í geymslu.

12.4.3 Tenging milli yfir- og undirbyggingar

Aðeins á að nota legur eða heilsteypa tengingu. Líta ber á steypulið sem heilsteypa tengingu og um hana er fjallað í gr. 7.6.12. Í undirstöðum þar sem þörf getur verið á að lyfta yfirbyggingunni eiga að vera legur.

Sem dæmi má nefna væntanlegt sig undirstöðu.

Æskilegt er að nota ekki fleiri en tvær legur í brú að heildarbreidd $< 16 \text{ m}$.

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

Í forsteypum eða staðsteypum bitabrum með þrem eða fleiri bitum í hverju hafi skal heilsteypa endabita með þverbitum þannig að tvær legur dugi. Sama meginregla á við um stálbita, steypar plötueiningar og bita- eða plötueiningar úr timbri.



12.4.4 Viðbótarkraftar þvert á hreyfistefnu legu

Reikna skal stífleika yfir- og undirbyggingar í þær áttir sem um ræðir með því að reikna þvingunarkraftana, þegar tveimur legum í sömu undirstöðu er þannig fyrir komið að lárétti krafturinn (óháð stefnu) dreifist á báðar legurnar.

12.4.5 Eftirlit, rekstur og viðhald

Unnt á að vera að skoða ástand lega, sjá gr. 4.7.1. Undir- og yfirbygging brúa eiga að vera þannig hannaðar og leystar að unnt sé að lyfta yfirbyggingunni upp 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.

12.4.6 Uppsetning

Legur skulu vera láréttar á stöplum og landstöplum. 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.

12.4.7 Hönnun og forstilling

Vegna útreiknings á forstillingu skal taka tillit til færsla af eftirfarandi völdum:

- hita
- skriðs og rýrnunar
- uppsetningar
- byggingaaðferðar
- hugsanlegra annarra álaga

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, álagsflétu einkennandi (e: characteristic).

Ákvarðandi legufærslur skulu vera innan færslugetu (færsla og hornsnúningur) leganna, þ.e. þeirra gilda sem framleiðandi gefur upp.

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).



12.5 Þensluraufar

12.5.1 Almennt

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 endanlega hæð þensluraufar, þegar hæðin á efri brún slitlags liggur endanlega fyrir.

Þensluraufar eiga að vera með dempun m.t.t. hljóðs, þannig að komist verði hjá óþarfa hávaða. Ef sérstakar kröfur eru gerðar til hljóðdempunar eða greiðfærni fyrir gangandi og hjólandi vegfarendur skal það koma fram á teikningum.

Það á ekki að nota lausan hreyfhluta í þensluraufum. 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.

Þensluraufar eiga að vera vatnspéttar eða opnar með tryggri afvötnun undir sér. Meta skal hvort þörf sé á afvötnun undir þenslurauf.

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 Samhæfing við aðra brúarhluta

Samhæfa skal hönnun þensluraufa við alla hluta brúar, sem þýðingu hafa við gerð þensluraufarinnar og virkni hennar í rekstri. Eftirfarandi aðstæður eru sérstaklega tilgreindar:

- Færsla brúar á meðan verið er að koma hreyfihlutanum fyrir og á rekstrarstiginu sem og staða við uppsetningu
- Mislægni, lárétt og lóðrétt planlega yfirbyggingar sem leiða til hreyfinga í öllum hlutum þensluraufarinnar
- Úrtak fyrir sætið, raufarviddin og járnending
- Úrtök í leiðikant, kantbita og steypu vegrið
- Vegstöðir og festing vegriðs
- Afstaða hreyfihluta við yfirborðið
- Lögn ídráttarröra undir raufinni
- Þensluraufarþröskuldurinn, rakavörn og slitlag



12.5.3 Sæti þensluraufar

Tryggja skal að útfærsla sætis, sérstök járnbending í sæti, endafrágangur og uppsetning sé aðlöguð þeirri sérstöku þensluraufargerð, sem valin er.

Setja skal mál, sem eru háð hita eða framskriði með skýrum hætti.

Úrtakið skal vera hæfilega stórt, þannig kröfur vegna járnbendingar 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 ryðfrú stáli.

12.5.4 Járnending

Vinna skal endanlega járnlista, þegar eftirfarandi liggur fyrir:

- Uppmældar raunstærðir og endanleg slitlagshæð (veglínan)
- Kröfur framleiðanda til járnendingar
- Forstilling

Hanna skal járnendingu til þess að festa hreyfihluta í sæti þannig að hún sé ekki faststeyppt við uppsetningu hreyfihlutar. Það þarf að vera mögulegt að laga járnendinguna að boltum hreyfihlutar og hæð (ef hækka þarf eða lækka veglínu) og breytilegum málum þensluraufar samtímis og kröfur til steypuhulu eru uppfylltar.

12.5.5 Uppsetning

Þenslurauf þarf að vera samsíða og 5 ± 2 mm undir efri brún slitlags aðliggjandi þensluraufarþröskulda og slitlags.

12.5.6 Yfirborðsvatn

Leiða skal lekavatn burt frá þensluraufinni þannig að það komi ekki í snertingu við undirliggjandi burðarvirki eða legur.

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. Einnig er vísað til gr. 12.6.

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 steypðu burðarvirkisins. Sjá einnig gr. 12.6.

12.5.7 Þensluraufar í brík, leiðikanti og steyppt vegrið

Þensluraufar skulu gerðar úr opinni rás og þar yfir lok úr ryðfrú stáli. Lokið skal vera að lágmarki 30 mm lægra en steyppta yfirborðið að akbrautinni og festast þeim megin frá, sem fyrst er ekið yfir hana. Það skulu vera a.m.k. tvær raðir festipunkta við akbrautina, boltastærð $\geq M10$. Í neðsta lóðréttu hlutanum að akbrautinni skulu einnig vera festingar.



12.5.8 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.

12.5.9 Hönnun og forstilling

Hanna skal þensluraufar fyrir færslur á sama hátt og legur, sjá gr. 12.4.7. Einnig skal taka tillit til ákvarðandi hreyfinga á byggingastigi vegna hitahreyfinga og hugsanleg vegna skriðs og rýrnunar.

Ákvarðandi færslur þensluraufar skulu vera innan þeirra marka, sem framleiðandinn gefur upp.

Ákvarða má krafta sem flytjast milli aðliggjandi burðarvirkjahluta um þenslurauf út frá upplýsingum framleiðandans.

Reikna skal forstillingu þensluraufa á sama hátt og fyrir legur, sjá gr. 12.4.7.

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.

12.6 Ofanvatn

12.6.1 Almennt

Allar brýr skal hanna m.t.t. þess að geta veitt burt ofanvatni. Nota skal eina eða fleiri þeirra aðferða, sem lýst er hér að neðan. Þar sem það á við skal tryggja að vatnið fari í fráveitukerfið eða móttaka.

Koma skal fyrir rofvörnum 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, járnabrautarspor, bílastæði o.þ.h. Ef um umferð á sporum er að ræða skal fara að reglum, sem um hana gilda.

Ef vatn er leit niður um lagnir skal staðsetja svelgi í samræmi við það.

Rist og fljótandi ristarrammi skal vera í samræmi við kröfur ÍST EN 124. Rist ásamt ristamma 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 sem leiddar eru niður með stöpli og súlu skulu vera ryðfríar (ryðfrítt stál eða plast).

Ofanvatnslögn skal ekki hengja þvert á brú nema frá útbrún að kroppi.

Takmarka skal fjölda samsetninga (rennimúffa) í rörum. Undir þenslurauf skulu vera eftirgefanlegar rörtengingar úr ryðfríu stáli. Taka skal tillit til áslægra krafta í eftirgefanlegu tengingunni og tryggja að hún ráði við allar hreyfingar. Forstilla skal eftirgefanlegu tenginguna á sama hátt og legur, sjá gr. 12.4.7.

Frárennsliskerfið á að vera útskiptanlegt.

Í úrtökum í brúarkössum 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.

Varðandi rör inni í brúarkassanum gilda einnig kröfur skv. gr. 12.7.6.4 og 12.7.6.7.

12.7 Rafbúnaður, kaplar og lagnir sem flytja vökva

12.7.1 Almennt

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 taka til leiðsla í einkaeign sem og leiðsla 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.

Meta skal hvort brúin verður síðar útbúin rafbúnaði (þar með talið tækjabúnaði), sem mun virkja þörf á jarðtengibúnaði. Brúarmannvirkið skal, ef svo er, vera undirbúið og búið í haginn 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 forstilla 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 ljósarofi 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. Ljósfliturinn 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 prCEN/TR 13201-1 rev, prEN 13201-2 rev og prEN 13201 -3. Götu- og veglýsing, reglur um lýsingu gatna, Ljóstæknifélag Íslands, en einnig má styðjast við handbók Norsku Vegagerðarinnar *Håndbok V124 Teknisk planlegging av veg- og gatebelysning*.

Ídráttarrör fyrir rafstrengi, jarðtengingar og síma- og merkjastrengi eru leyfð í bríkum. steiptum vegriðum eða uppbyggðum miðdeilum.



Steypuhula að ídráttarrörum í þeirri hlið steypits vegriðs sem snýr að ak- og / eða gangbraut skal vera ≥ 150 mm.

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 merkjajósum / 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 annar en Vegagerðin

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 hagin, 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, skól, 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 rafsegulmögnum sviði
- Hvaða hættu útbúnaðurinn veldur fólki sem vinnur að brúaviðhaldi
- Hugsanlegar sérstakar aðstæður á yfirgangssvæðinu milli brúar og vegs / fyllingar
- Hættu á tæringu (riðstraumstæringu) spennibendingarinnar

Til grundvallar ákvörðunar um hvort leiða skuli útbúnað fram hjá, í eða undir brú skal vinna samsvarandi greinargerð eins og lýst er hér að framan fyrir lögn búnaðar fram hjá henni. Sú veitustofnun / veituaðili, sem málið varðar skal setja vinnu við greinargerðina í gang og kosta hana.

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 (sjá þó gr. 12.7.4) í bríkur, steipt vegrið, upphækkaða göngu- eða hjólastíga, gangstéttar eða sambærilegt. Ídráttarrör skal staðsetja innan yfirborðsbendingar burðarvirkjahlutans. Fjarlægð frá ídráttarröri að járnþöndingu skal vera í samræmi við þær steypuhulukröfur sem settar eru fram í gr. 7.5

Fyrirkomulag ídráttarröra skal vera þannig, að vatn komist ekki inn í þau. Frárennsli skal vera frá lágpunktum þannig að komist verði hjá uppsöfnun þéttvatns.

Þar sem þenslurauf er í brúnni skal vera þenslurauf í ídráttarrörunum. Forstilla skal þensluraufar á sama hátt og legur, sjá gr. 12.4.7.

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 framtíðar notkunar.

Sérstakar kröfur eru gerðar til ídráttarröra fyrir hverja kapalgerð.

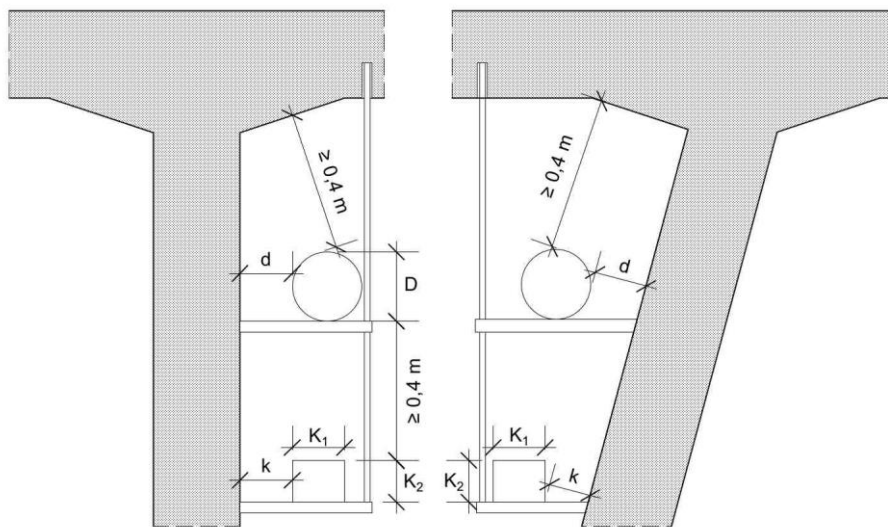
12.7.6.4 Staðsetning röra, kapla og kaplarena

Eftirfarandi kröfur um lágmarksfjarlægðir eiga við um einstakar einingar að undanteknum staðsetningum við þverstyrkingar og í festipunktum, 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 sjá einnig gr 4.5

Horfa skal til framtíðar varðandi stærð, styrkleika og fjölda ídráttarröra.

Fjarlægð milli síma- / merkjastrengja og háspennustrengja skal vera skv. kröfu framleiðanda eða að lágmarki 600 mm.



Mynd 12.2 – Staðsetning kapla og lagna í steyptri brú

12.7.6.5 Síma- og merkjastrengir

Strengir með spennu að 50 V eru skilgreindir sem síma / merkjastrengir.

Fjarlægðin frá úthlið ídráttarrörs að útbyrði steypuyfirborðsins 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 ódregnum undir brúarplötu eru ekki æskilegir m.t.t. framtíðar rekstrar og viðhalds.

12.7.6.6 Háspennukaplar

Kaplar með spennu yfir 1.000 V AC eða 1.500 V DC eru skilgreindir sem háspennukaplar.

Útbúa skal háspennukapla með útsláttarvörn, þannig að þeim slái samstundis út við lekastraum eða skammhlaup. Olíueinangraðir strengir eru ekki leyfðir í brúm.

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.

Kapla skal leggja í jarðtengdum málmrörum með eða án innri plaströra til þess að létta ídráttinn.

Fjalla skal um staðsetningu háspennukapla í greinargerð þeirri sem nefnd er í gr. 12.7.6.2.



Ef háspennuköplum er komið fyrir í burðarluta 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 ídráttarröum.

Fjarlægðin frá efsta ídráttarrörinu að efri brún burðarvirkisins skal að lágmarki vera 300 mm. Krafa um fjarlægð að yfirborði annarra steypuflata er 150 mm. Binda skal alla langbendingu sem er nokkur veginn samsíða innsteyptum ídráttarröum og innan 200 mm fjarlægðar frá þeim við sérhvert þverbendingarjárn.

Ef köplum er komið fyrir ódregnum 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.

Kaplar sem komið er fyrir ódregnum undir brúarplötu eru ekki æskilegir m.t.t. framtíðar rekstrar og viðhalds.

Lágmarkskrafan hækkar um 200 mm fyrir ódregna kapla, ef fasarnir eru í sama fleti.

Til viðbótar skal vera að lágmarki 800 mm breitt frítt svæði á aðra hliðina m.t.t. eftirlits. Festipunktarnir eiga ekki að vera innan frírýmisins.

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.

Minnsta fría fjarlægðin frá kapli að burðarluta 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 Vökvaflýttjandi 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 vökvaflýttjandi 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 (vökvaflýttjandi 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 undantekningatilvikum.



12.8 Annar útbúnaður

12.8.1 Fyrirmæli um búnað til eftirlits

12.8.1.1 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 plötupykkkt 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.

12.8.1.2 Stigar, gönguleiðir og handrið

Allir stigar, stigapallar, pallar 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.

Framan við dyr, sem ekki eru í landhæð skal vera pallur með handriði.

Það á ekki að nota skipastiga / kaðalstiga innanhúss.

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 1,5 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.

Tryggja skal að óviðkomandi komist ekki upp á gönguleiðir, vegrið o.þ.h.

Sjá að öðru leyti Byggingareglugerðina.

12.8.1.3 Kláfur

Hengi- og skástagabryr lengri en 500 m skal útbúa með kláfi. Í hverju hafi skal útbúa stífaða 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 stífaða langbitans.



Vagninn á að ná milli þverbita, ef stífaði 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 stífaðs 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 stífaða 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/m^2 á flötinn og punktálagi 2 kN á flöt $0,1 \times 0,1 \text{ m}$, sem staðsett er í óhagstæðustu stöðu
- Bremsuálag jafnt og $0,5 \times$ lóðrétt 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 sjálfvirk 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 hann niður og hann vera útbúinn hentugum handburðarbúnaði, þannig að hann sé hæfur til þess að flytja hann og meðhöndla í höndum. Meta skal hvort framdrifts- og bremsukerfi með tannstangarkerfi hæfi. Til vara skal vagninn útbúinn handdráttarbúnaði.

Vagninn á að geta náð hraða að lágmarki $1,1 \text{ m/s}$.

12.8.1.4 Burðarkaplar

Kaplar 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.

12.8.1.5 Hengistangir

Meta skal í hverju tilviki þörfina á sérstöku fyrirkomulagi til eftirlits og viðhalds hengistanga.

12.8.2 Hæðarboltar

Koma skal fyrir hæðarboltum úr kopar í yfirbyggingum allra brúa með meiri haflengd en 10 m. Boltana skal staðsetja í pörum (á báðar brúarhliðar), annað hvort í bríkum eða beint í brúarplötunni, ef hún er án kantbita. Að lágmarki skal koma boltapörum fyrir við endaásetur og í hafmiðju. Í brúm með lengri haflengd en 25 m skal að auki koma fyrir boltapörum í fjórðungspunktum. Í brúm með lengri haflengd en 100 m skal koma fyrir boltapörum með að hámarki 25 m millibili í langátt brúar. Haga skal deilingunni þannig að hæðarpunktar séu við ásetur, hafmiðju og í fjórðungspunktum. 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. Koma skal fram hvaða fastpunktar eru notaðir, krafa um mælinákvæmni, tillaga um tíðni innmælinga og hugsanlegra annarra atriða, sem skipt geta máli við mælingarnar. Áður nefndar upplýsingar skulu koma fram í ERV - áætlun eða eftirlits-, rekstrar- og viðhaldsáætlun, sjá gr. 1.47.

12.8.3 Ljós- og skiltastaurar

Þar sem þess er kostur skal staðsetja ljós- og skiltastaura utan brúar.

Festiboltar ljósastaura skal staðsetja utan ytra vegriðs (ath. þó virknibreidd vegriðanna) eða milli vegriða í miðdeili.

Hanna skal festipunkta, útkragaða 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 Sérstækar kröfur til burðarvirkja

Reglur um hönnun brúa gilda ekki fyrir:

- Brýr með haflengd yfir 80 m
- Hengibrýr
- Skástagsbrýr
- Hreyfanlegar brýr

Þar sem þess er þörf eru sérstækar 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 fyrirbætur varðandi hönnun kapla og kapalkerfa.

Niðurbeygjukröfur skv. gr. 3.1.2 eiga ekki við um hengibrýr. Í stað þess er krafa um hámarks hornsúning við ásetu, $\alpha \leq 1/30$ (33%).

13.2.2 Reiknilíkan

Hengibrýr skal reikna og vinna skv. aðferð sem tekur tillit til 2. gráðu áhrifa og rúmfræðilegs stífleika burðarkerfisins.

Reikna má sniðkrafta burðarpólslegra áлага í skástagsbrúm út frá 1. gráðu fjarlægðum 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 hengistöð

Hanna skal hengibrýr þannig, að unnt sé að skipta um eitt hengistag / skástag.

Ef hengistöð 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. 5.5.1 og 5.5.3.3. 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 x 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 notmarkaástandi 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
Sjaldgæf	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	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 þörum við hlið hvers annars eða í samstæðum á krafan við um samtímaslit í einingunni sem heild.

Skoða skal ástandið skv. gr. 6.3.2.2.

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 óhappamarkaðstandi. 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. Liggi spennikaplarnir um borholu í bergi skal nota fódurrör 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 fódurrörsins og bergsins sem og í sjálft fódurrörið.

Í útreikningi burðargetu festu í brotmarkaðstandi er aðeins reiknað með framlagi frá viðnáms- og þyngdaraflskröftum.

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:

$$F_d = (F_g + F_f) / \gamma_m$$

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 Almennt

Í kafla þessum eru settar fram kröfur m.t.t. efnisvals, hönnunar og hagnýtrar útfærslu kapla og kapalkerfa, 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.

Fyrirmælin eiga ekki við um spennikapla fyrir spennt steyp burðarvirki.

Í kafla 13.2 er sett fram krafa um útreikning og hagnýta útfærslu brúaburðarvirkja, þar sem kaplar eða kaplakerfi eru burðareiningar.

Í gr. 11.7 eru settar fram kröfur m.t.t. útreiknings festa í jörð.

13.3.2 Efni og útfærsla

13.3.2.1 Kaplar í hengibrúum

Kröfur til burðarkapla og burðarstaga skulu vera skv. eftirfarandi: Stuðst er við kröfur Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok R410, kabler til hengebruer*.

Burðarkaplar og burðarstög hengibrúa skulu vera spiralvafðir kaplar; eða sem kaplar byggðir upp úr stökum samsíða þráðum hnepptum 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 skástagabrum

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. Grauta skal í rörið með viðurkenndum graut, sjá t.d. *Fib recommendation bulletin 30: Acceptance of stay cable systems using prestressing steels (2005)*.

Varðandi val á efni í þráðum má styðjast við handbók norsku Vegagerðarinnar, *Håndbok R410, Kabler til hengbruer*,

13.3.2.3. Kapalfestingar

Varðandi val á efni í kapalfestingar má styðjast við; *Håndbok R410, Kabler til hengbruer*.

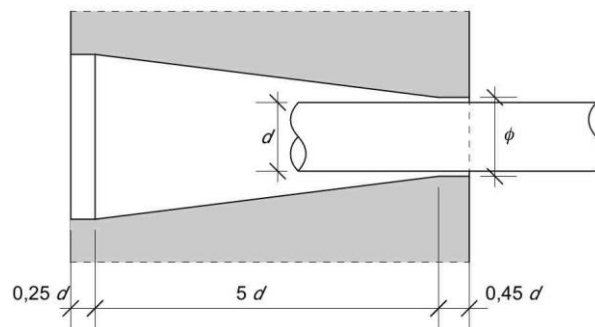
Kapalfestingin á að vera með keilulaga gati til að steypa inn kapalinn eins og sýnt er á mynd 13.1. Stærðir kapalfestinganna eru ákveðnar með útreikningum eða með tilraunum.

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. Panta skal kapalfestingar með nauðsynlegum yfirmálum vegna fræsingarinnar. Allar brúnir á yfirborðinu eiga að vera rúnnaðar.



Mynd 13.1: Kapalfestingar

13.3.2.4 Styrkleikaeiginleikar kapla

Við val á styrkleikaeiginleikum kapla má styðjast við handbókar norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok R410, Kabler til hengbruer*.

13.3.3 Hönnun

13.3.3.1 Ákvarðandi álagsáhrif

Í kafla 13.2 er sett fram krafa um útreikning brúarburðarvirkja, þar sem kapall er burðareining.

13.3.3.2 Brotmarkaástand

Við útreikning í brotmarkaástandi er burðargeta burðarkapla, burðarstaga og skástaga sett jöfn:

$$F_{Rd} = \frac{F_{uk}}{1,5 \gamma_m}$$

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 Almennt

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 tímapunkti 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 södulplötu, leguþrýsting milli kapals og söduls og klemmukraftinn frá klemmuhulsunum skv. DIN 18 800. Setja skal viðnámsstuðullinn milli kapals og undirlags = 0,1, ef ekki er sýnt fram á annað réttara gildi.

13.3.4.3 Söðla og burðarstangafestingar fyrir kapla úr samsíða þráðum

Þar sem kapalar eru lagðir yfir turntopp, kapalsúlu og dreifisöðla skal leggja kapallinn í kapalsöðul sem skipt er upp í lóðrétt rými fyrir hverja lóðrétt röð hlutkapla. Radíus í söðli á ekki að vera minni en $30 \cdot$ þvermál eins hlutkapals. Viðnámsstuðullinn milli kapals og undirlags á ekki setja hærri 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 mótaðar hringlaga að innan. Festa skal helmingana tvo saman með boltum (gengjuð stög). Styrkleiki boltanna á ekki að vera hærri 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 burðarstagafestingunni 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 = samannlagður klemmikraftur í boltunum (boltinn spenntur upp í 80 % prófálagsins)

k_r = skerðingarstuðull á klemmikraftinn frá boltunum = 0,7 (tímaháð töp vegna spenniefirtingjafar í boltunum og frekari samþjöppunar kaplanna)

α_k = þrýstidreifingarstuðull á klemmikraft boltanna = 2,8

U = burðarstagarkrafturinn (settur inn með neikvæðu formerki þegar burðarstöngin er fest í neðri hluta burðarstagafestingarinnar)

α_u = þrýstidreifingarstuðull á burðarstagarkraftinn = 1,4

μ = viðnámsstuðull = 0,15

γ_m = öryggisstuðull = 1,65

13.3.5 Kaplar úr samsíða þráðum

Að spuna / gerð lokinni skal þjappa köplum úr samsíða þráðum saman í hringlaga form með vökvatjökkum. Tryggja skal legu kaplanna með stálvír með millibili $\leq 1,0$ m. Að þjöppun lokinni skal vefja kapalinn með S – laga vír eða rúnnuðum vír. Fjarlægja skal stálvírinn sem er bundinn er í tengslum við þjöppunina, þegar kapallinn er vafinn. Togstyrkur vírsins, sem notaður er til að vefja kapalinn á að lágmarki að vera 570 MPa og brotlenging ≥ 8 % mælt yfir 250 mm lengd. Rúnnaður vír, sem notaður er til að vefja á að vera 3,5 mm í þvermál og strekkjast með 1,5 kN krafti. Vafningsþráðinn skal festa við boltana (snitteinana) í burðarstagafestingunum. Eftir að kaplarnir hafa verið vafðir með stálþræði á að vefja kapalinn með styrktu límbandi, sem unnt er að sýna fram á hafi góða endingu.

13.3.6 Yfirborðsmeðhöndlun

13.3.6.1 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.

13.3.6.2 Yfirborðsmeðhöndlun kapalsöðla og burðarstagafestinga

Sprautusínkhúða skal alla stálhluta í kapalsöðlum og burðarstagafestingum í snertingu við kapalinn með $\geq 200 \mu\text{m}$ lagi og rúnna alla kanta með radíus ≥ 5 mm.



13.3.6.3 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.

13.6 Vegskálar, forskálar og stokkar í fyllingum

13.6.1 Inngangur

Styðjast má við handbækur Norsku Vegagerðarinnar; *Håndbok N500 Vegtunneler*, *Håndbok V138 Veger og snøskred* og *Håndbok V139 Flom- og Sørpeskred*.

Þegar vegskálar og forskálar eru byggðir til þess að verja vegfarendur gegn skriðum og hruni skal útfæra og hanna þá fyrir því álagi sem af því leiðir.

13.6.2 Vegskálar

13.6.2.1 Skriðusaga

Forsenda fyrir lausn og hönnun aðgerða er að kortleggja nákvæmlega skriðusögu og skriðuhættu m.t.t. skriðugerðar, skriðutiðni, útbreiðslu, flutningsmagns og hraða.

13.6.2.2 Jarðgrunnsaðstæður

Gera skal grunnrannsóknir til þess að kortleggja burðargetu jarðgrunnsins. Leggja verður sérstaka áherslu á rannsóknirnar þar sem hætta getur verið á lausum, óstöðugum jarðlögum sem geta gefið sig við löstun. Meta skal stöðugleika í skriðum, ef reisa á vegskála á þannig svæði.

13.6.2.3 Staðsetning

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 við skriðufarvegum, í 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.

13.6.2.4 Vatn

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 bráðnunarvatn úr fyllingum við mannvirkið, frá þakfletinum og aðliggjandi landi ofan skálans.

13.6.2.5 Lausnir

Vegskála skal móta með opnum eða lokuðum útveggjum háð landaðstæðum 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.

Reisa skal leiðiveggi / leiðigarða sem eiga að beina skriðunni yfir yfirbygginguna samsíða væntri skriðustefnu eða að hámarki með 10° fráviki frá henni.

13.6.2.6 Álag

Vísað er til gr. 5.5.6 varðandi álag frá skriðum. Taka skal tillit til uppsöfnunar skriðumassa yfir mannvirkinu, hreyfðarfræðilegra krafta þegar skriðan fer yfir það, og sog- / þrýstingskrafta á útvegg. Einnig skal taka tillit til hugsanlegra viðbótarkrafta ef skriðan breytir um stefnu við að lenda á vegskálanum.

13.6.2.7 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 endurkomutímann 100 ár.

13.6.3 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*.

Hanna má óvirka, óspennta bergbolta skv. skýrslu Norsku Vegagerðarinnar; Internrapport 2374, Forankring med bergbolter ved fundamentering av støttemurer og landkar på berg.

Þegar þil er notað sem stoðveggur skal koma fram á teikningunni hvort þilið er til bráðabrigða eða er varanlegt.

Þegar bentur jarðvegur er notaður með hlöðnum stoðveggjum má hafa á sömu deiliteikningu af stoðveggnum og grundunarteikningu.

13.8 Ræsi og rör

13.8.1 Almenn

Þegar fyllt er yfir ræsi skal þykkt kraga að lágmarki vera 300 mm.

Meta skal sérstaklega hvernig haga skal lausninni fyrir göngu- og hjólamannvirki.

*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.*

13.8.2 Stálrör

*Dæmigerð þversnið er 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. Að lágmarki er gerð krafa um flokk B skv. töflu 8.6.1.*

13.8.3 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 Anneks 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: Texhcnical requirements for the execution of steel structures – Stage34
ÍST EN	1090	-2 :2008 FprA1	Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Texhcnical 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	-10	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 – Size and layout of drawing sheets
ÍST EN ISO	5457	:1999/ A1:2010	Technical product document – Size 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 Haflengdir 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 Hönnunarálág
 - Eiginþyngd
 - Umferðarálág
 - Náttúruálág
 - Snjóálág
 - Vindálág
 - Jarðskjálftaálág
 - Ísálág
 - Jarðþrýstingur
 - Óhappaálág
 - 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 Burðarþolsgreining

Lýsing á burðarþolsgreiningu 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 fyrirbyggjandi 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