Alda-Brú yfir Fossvog

1. ÁSÝND

Ný brú yfir Fossvog sem ber heitið Alda lokar 5 km hring um hið vinsæla útvistarsvæði sem Fossvogurinn er, og eykur enn á notagildi og aðdráttarafl svæðisins. Brúin þverar voginn í mjúkri legu og er eftirtektarverð þó að hún falli áreynslulaust að umhverfinu. Hún er forsenda fyrir Borgarlínunni og tákn nýrra tíma í samgöngum, útfærð með hagkvæmni, upplifun og þægindi notenda að leiðarljósi. Hönnun brúarinnar er sveigjanleg og fellur vel að núverandi skipulagi á svæðinu og jafnframt að þeirri þróun sem vænta má til framtíðar. Hún svarar ákalli um metnaðarfullt og eftirtektarvert mannvirki sem fellur að einstöku náttúrulegu umhverfi Fossvogsins.

1a. Brú - meginhugmynd

Kennileiti

Brúin er glæsilegt kennileiti í nánum tengslum við sjávarumhverfið og afþreyingu og útivist í Fossvogi. Hönnun brúarinnar er viðbót við hina fjölbreyttu og ört vaxandi uppbyggingu sem nú á sér stað í nágrenninu.

Brúarhöfin eru lengri og færri en gert hefur verið ráð fyrir í frumdrögum að brúnni. Áherslan í hönnuninni er lárétt, þar sem mótuð yfirbyggingin teygir sig yfir voginn sitjandi á stöplum töluvert langt neðan brúargólfsins. Ljós áferð yfirbyggingarinnar kemur skarpt fram í samanburði við dekkra yfirborð stöplanna, sem myndar þau hughrif að brúin virðist svífa yfir sjónum.

Fyrirhugað efnisval á ryðfríu Duplex stáli gefur brúnni einstakt útlit, ekki síst í sjávarumhverfinu þar sem ljós sem endurspeglast af vatnsyfirborðinu mun lýsa upp yfirbygginguna. Þetta mun aðgreina hana frá öðrum brúarmannvirkjum á Íslandi á eftirtektarverðan hátt.

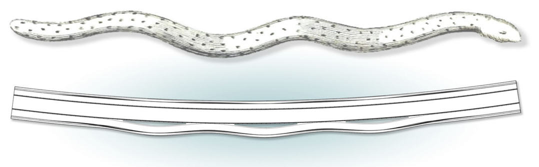
Brúin verður mjög sýnileg frá öllu umhverfi Fossvogs og hún er hönnuð með það að leiðarljósi að einkenni hennar komi skýrt fram frá öllum sjónarhornum:

- Einstök lögun yfirbyggingarinnar verður greinileg úr hærri byggingum, af Kársnesi og Öskjuhlíð og úr flugvélum sem nýta Reykjavíkurflugvöll.
- Neðra byrði brúarinnar verður sýnilegt frá löngum hluta strandlengjunnar og er hannað sem ´framhlið´ jafngild öðrum. Göngustígur undir brúnni Kópavogsmegin gefur sérstakt færi á þessu sjónarhorni.
- Í hönnuninni snýr eftirtektarverðasta hliðin til austurs og blasir þannig við af stígunum meðfram Fossvogi. Við sólsetur mun brúin njóta sín mjög vel innan úr voginum.

Byggingarlist

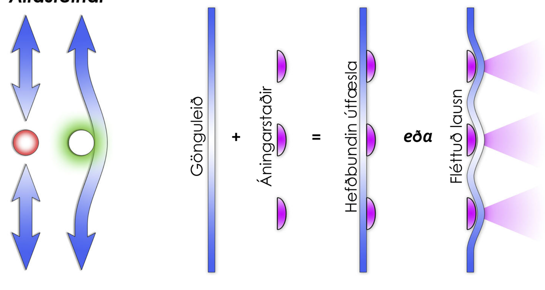
Auk þess að falla að hönnunarforsendum tengir brúin við þjóðsögur úr umhverfi sínu:

Ormur í Kór

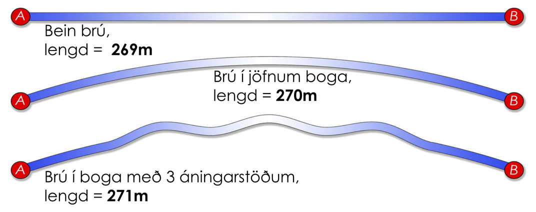


Samkvæmt þjóðsögu einni er örnefnið Kársnes (áður Kórsnes) tilkomið af helli eða laut yst á nesinu sem nefndist Kór. Úti fyrir nesinu á að hafa búið ormur á skerjum, og skreið hann á land á flóði og hafðist við í Kór. Ávalar útlínur austurhliðar brúarinnar þar sem hún líður yfir Fossvoginn vísa í söguna af orminum, sem enn gætir þar sinna horfnu híbýla.

Álfasteinar

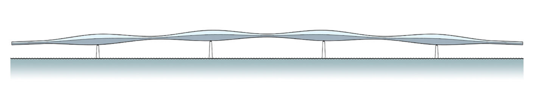


Úr sögum er þekkt að sé álfasteinn á leið þarf hún að sveigja. Á gönguleiðinni á brúnni verða þrír ´álfasteinar´ sem sveigt er hjá á hógværan hátt. Álfasteinarnir á brúnni verða opnir, aflangir stálskúlptúrar sem mynda áningar- og útsýnisstaði fyrir notendur. Í stað hefðbundinna útsýnispalla fléttast þessir áningarstaðir saman við flæði yfirbyggingarinnar yfir voginn. Af þeim verður gott útsýni og bein tenging við það sem fyrir augu ber inn Fossvoginn. Að degi til mun sjást beint niður í sjó af álfasteinunum en þegar dimmir mun innbyggð lýsing lýsa frá þeim, og mögulega baða notendur í ljósi úr Álfheimum.



Álfasteinarnir við gönguleiðina verða hluti af líflegri og minnisstæðri ferð um brúna. Þeir verða ekki á vegi samgönguhjólreiðamanna vestan á brúnni en verða hluti af upplifun gangandi vegfarenda án þess að lengja leið þeirra svo neinu nemi. Sveigð gönguleiðin og tenging hennar við þjóðsögur getur aukið gildi brúarinnar sem hluta af því einstaka og fjölsótta útivistarsvæði sem Fossvogurinn er.

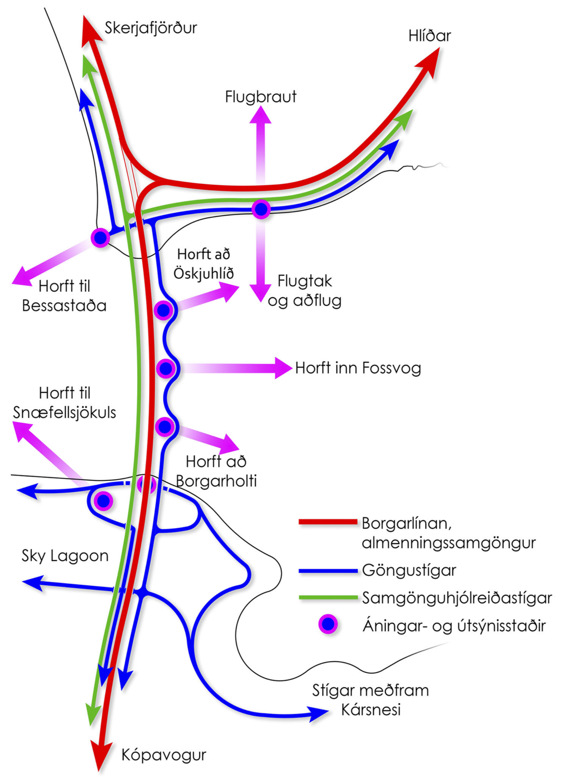
Lögun öldunnar



Brúin þverar Fossvog í mjúkum boga og það eru kantarnir sem bera hana uppi. Þeir hafa mjúka bylgjulögun upp og niður fyrir brúargólfið. Þetta bylgjusamspil í plani og hæð birtist sem áhugaverð þrívíð lögun sem myndar sterka tengingu við sjávaröldurna á Fossvoginum og Skerjafirði. Vel fer á því að þessi skírskotun færi brúnni heiti sitt.

1b. Umhverfi brúarinnar

Tengingar



Í hönnun brúarinnar er samgönguhjólreiðastígur vestast á henni en göngu– og frístundahjólreiðastígur austast, með akbraut Borgarlínunnar á milli. Brúin er forsenda fyrir Borgarlínunni og hönnun hennar fellur í aðalatriðum að frumdrögum að þeirri komandi samgöngubót, með akstursleið almenningsvagna á sérreinum. Þetta stuðlar að einföldu, skýru og öruggu fyrirkomulagi leiða og tenginga fyrir alla notendur.

Á Kársnesi ekur Borgarlínan frá fyrirhugaðri Borgarlínustöð við Bakkabraut til norðurs eftir miðri brúnni. Staðarandi skapast í rýminu milli Borgarlínunnar og strandlengjunnar, og þar má sjá fyrir sér fjölnota almenningsgarð. Slík uppbygging gefur færi á öruggum stígatengingum meðfram ströndinni og undir brúna til vesturs að vesturodda Kársness. Af þessum stíg mun hönnunin á neðra byrði brúarinnar fá að njóta sín.

Norðan Fossvogs liggur sérrein Borgarlínu frá fyrirhugaðri Borgarlínustöð við HR inn á miðja brúna. Stígar norðan Fossvogs þvera sérrein Borgarlínu skammt frá brúarendanum, nokkuð frá gatnamótum almenningssamgangna. Einnig er gert ráð fyrir akstri Strætó austur/vestur milli Skerjafjarðar og HR, en lega brúarinnar heldur inni möguleika á beinni suður/vestur tengingu til framtíðar. Tengingin er einnig hugsuð sem möguleg akstursleið fyrir neyðarbíla.

Samgönguhjólreiðastígurinn á brúnni þjónar hjólreiðafólki mjög vel. Til að tryggja hagkvæmustu og þægilegustu tengingar núverandi og væntanlegra hjólreiðastíga og styðja við samþættingu ólíkra ferðamáta er gert ráð fyrir tvístefnu stofnhjólastíg vestan Bakkabrautar og vestan megin á brú yfir Fossvog.

Stígurinn tengist við núverandi tvístefnuhjólreiðastíga sem liggja að/frá Nauthólsvík og Skerjafirði sem og meðfram sunnanverðu Kársnesi. Til að lágmarka fjölda þverana við Borgarlínuna er stígnum komið fyrir vestan megin á brúnni. Samkvæmt opinberri samgönguspá til 2034 mun meirihluti hjólandi úr suðri eiga leið til til norðvesturs, í átt að Skerjafirði/vesturbæ þegar komið er yfir brú.

Á göngu og frístundahjólreiðastíg austan megin á brúnni munu gangandi vegfarendur njóta forgangs (tillaga að breidd 3,5 m). Stígurinn tengist öðrum gönguleiðum á Kársnesi við fyrirhugaða Borgarlínustöð við Bakkabraut. Stígurinn hefur nægilega breidd til þess hjólandi, sem vilja njóta útsýnisins, geti ferðast þar með gangandi. Þetta fyrirkomulag stuðlar að góðu flæði og þægilegu og öruggu fyrirkomulagi leiða og tenginga fyrir alla notendur. Staðsetning stígsins opnar á möguleikann á áhugaverðum áningarstöðum álfasteinanna og skapar bein tengsl milli brúarinnar og útivistar í Fossvogi.

Upplifun

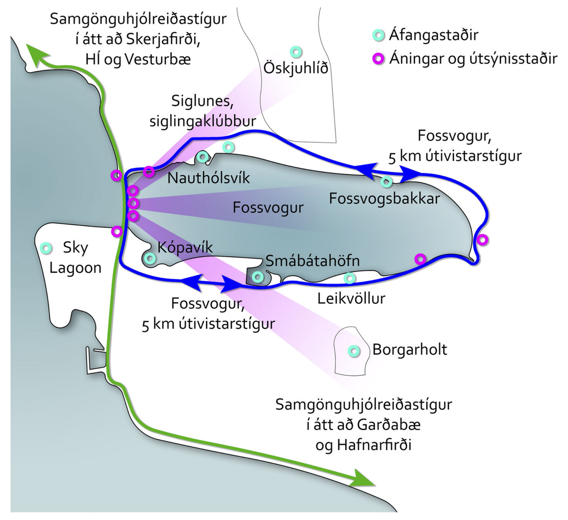
Strandlengjan

Tillagan opnar strandlengju Fossvogs fyrir almenningi með stígum, þrepum og áningar- og útsýnisstöðum sem fela í sér afþreyingarmöguleika meðfram ströndinni, aðskilið frá beinum samgönguleiðum.

Að sunnan er gengt undir brúna á stíg og það opnar á örugga tengingu fyrir þá sem vilja njóta strandlengjunnar á leið sinni að vesturodda Kársness og Sky Lagoon. Til austurs frá brúnni er strandstígur sem tengist við framtíðaruppbyggingu þar í víkinni og áfram til austurs að nýju byggðinni við Naustavör.

Norðan Fossvogs er mótað nýtt almenningsrými báðum megin við brúarendann þar sem gert er ráð fyrir torgum og bekkjum í tengslum við áningarstaðina (sjá að neðan), og þrepaaðgengi að sjónum fyrir sundfólk. Þarna má einnig sjá fyrir sér leiksvæði fyrir fjölskyldur. Frá þessu svæði er greið tenging til austurs meðfram ströndinni að rótgróinni tómstundaaðstöðu Nauthólsvíkur.

Fossvogshringurinn



Nýja brúin lokar 5 km útvistarhring um Fossvog, og með göngustíginn staðsettan austast á brúnni er unnt að fara hringinn án þess að þvera umferðargötur. Núverandi stígar fyrir voginn tengja margvíslega afþreyingarmöguleika og nýi stígurinn á brúnni auðveldar og bætir við þessar tengingar, ekki síst með sínum þrem áningarstöðum sem hafa beina sjónlínu að öðrum hlutum Fossvogshringsins. Bogadregin planlega brúarinnar beinir útsýni frá hverjum áningarstað í mismunandi áttir:

- frá þeim á miðri brúnni inn Fossvog
- frá þeim nyrsta að Öskjuhlíð
- frá þeim syðsta að Borgarholti

Engir áningarstaðir eru fyrirhugaðir á samgöngu-hjólreiðastígnum vestan á brúnni til að ná góðu flæði fyrir þennan mikilvæga notendahóp. Til að koma til móts við þá hjólandi vegfarendur sem kjósa að njóta útsýnisins eru rúmgóðir áningarstaðir með bekkjum og hjólastöndum að vestanverðu við báða brúarendana.

Áningar og útsýnisstaðir

Auk útsýnisstaðanna þriggja við göngustíginn austan á brúnni er gert ráð fyrir fjórum áningar- og útsýnisstöðum fyrir gangandi og hjólandi í landmótuninni við brúna. Þeir eru allir við strandlengjuna, einn vestan brúarinnar við hvorn enda, einn við flugbrautarendann norðan Fossvogs og einn á göngustígnum undir brúnni að sunnanverðu.

Frá hverjum útsýnisstað er sjónum beint sérstaklega að ákveðnu kennileiti, til viðbótar við fjölbreytt útsýni til allra átta. Bein sjónlína að hverjum stað er stillt inn með tveim römmum sem vísa á viðkomandi kennileiti. Horft er:

- frá stað vestan brúar að norðanverðu til Bessastaða
- frá stað vestan brúar að sunnanverðu til Snæfellsjökuls
- við flugbrautarenda norðan Fossvogs eftir flugleiðinni
- undir brúnni að sunnan að Hallgrímskirkju

Algild hönnun

Algild hönnun er í fyrirrúmi er kemur að brúnni og stígatengingum við hana. Skýr aðgreining ferðamáta á brúnni og við hana stuðlar að góðri upplifun og öryggistilfinningu fyrir virka vegfarendur.

Bekkir eru staðsettir með stuttu millibili, bæði á gönguleið á brúnni sjálfri og á áningarstöðum við brúarendana. Bekkirnir uppfylla kröfur um algilda hönnun og eru bæði hugsaðir til þess að gefa fólki tækifæri á að staldra við á áhugaverðum stöðum og ekki síður til að auðvelda þeim sem eiga erfitt með gang að komast á milli staða. Gert er ráð fyrir auðu svæði við hlið bekkja t.d. fyrir fólk í hjólastól og/eða með barnavagn.

Þverhalli (2,5%) og langhalli (2,5%) á brúnni, aðliggjandi stígum og áningarstöðum uppfylla kröfur um algilda hönnun. Leiðilínur og aðvörunarfletir eru staðsettir við þveranir hjólreiðastíga og Borgarlínureina auk þess sem óhefðbundnar leiðilínur eru staðsettar á stærri opnum svæðum til að leiða blinda og sjónskerta hjá hindrunum að náttúrulegum leiðilínum, og lágmarka árekstrapunkta við hjólandi. Til að tryggja öryggi virkra vegfarenda er ekki gert ráð fyrir háum gróðri nærri þverunum.

Meðfram göngustíg á brúnni eru handrið í réttum hæðum til að auðvelda þeim sem eiga erfitt með gang, og ristar í gólfi þjóna sem náttúrulegar leiðilínur. Gætt er að efnisvali hellulagnar á gönguleið að norðanverðu svo að hún myndi ekki hindranir eða hálku. Sebrabrautir, leiðilínur og aðvörunarfletir eru þar sem gönguleið þverar samgönguhjólreiðastíg.

Við suðurenda brúarinnar er gönguleið undir brúnni sem er tengd við göngustíga meðfram Bakkabraut með stígum með langhalla <5%.

2. TÆKNILEG HÖNNUN BRÚARINNAR

2a. Meginatriði í tæknilegri hönnun brúarinnar

Brúin er stálkassabrú í fimm höfum, þar sem kantbitar í langátt eru meginburðarvirkið. Hafskiptingin er lykill að hagkvæmu mannvirki. Brúargólfið er steypt, samverkandi með þverbitum úr stáli sem bera það milli langbitanna. Helstu niðurstöður frumgreiningar á burðarvirki brúarinnar eru sýndar á síðu 3. Greiningin byggir á álagsforsendum Evrópustaðla fyrir umferðarbrýr og göngubrýr (gildir á göngu- og hjólastíg), evrópsku stál- og steypustöðlunum og hönnunarkröfum Vegagerðarinnar m.a. til sveiflueiginleika og grundunar, og niðurstöðurnar staðfesta að burðarvirkið stenst þær kröfur sem til þessu eru gerðar.

Fyllingar við brúarenda eru gerðar úr malarefni sem dælt er af prömmum. Utan á fyllingu er grjótvörn frá -4 m y.s. upp í 4,5 m y.s., þykkt um 0,8 m.

Aðeins fjórir brúarstöplar eru í Fossvoginum og áhrif á straumhegðun sjávar undir brúnni því mjög óveruleg. Neðri brún á öllu miðhafi brúarinnar er yfir 6,4 m y.s og neðri brún yfirbyggingar við enda er 4,5 m y.s., svo lágmarksskerðing er á siglingaleiðum undir brúna.

Undirstöður landstöpla eru grundaðar á fyllingu, en millistöplar verða á stauraundirstöðum í sjó. Sjá skilgreiningu á grundunaraðferð millistöpla á þversniði á síðu 2.

Hönnun brúarinnar lágmarkar vinnu yfir sjó á byggingartímanum, en það styttir framkvæmdatíma og eykur vinnuöryggi. Sjá myndræna framsetningu á byggingaraðferð á síðu 3.

2b. Efnisval

Undirstöður eru grundaðar á steinsteypufylltum stálrörsstaurum niður á berggrunninn. Stöplar eru steyptir.

Stálvirkið í yfirbyggingu brúarinnar er úr hágæða viðhalds- og ryðfríu stáli (Duplex, flotstyrkur > 450 MPa) sem framleitt er úr endurunnu stáli. Þetta stál þarf aldrei að mála. Sjá líftímakostnaðarsamanburð í töflu.

	Ryðfrítt stál Duplex	Hefðbundið stál (S355, S420, S460)
Hráefnisverð	700	250
Vinnsla stáls (skurður, slípun, suða)	450	400
Uppsetning stálvirkis í brú	350	350
Yfirborðsmeðhöndlun á byggingartíma*	20	150
Yfirborðsmeðhöndlun á rekstrartíma**		350
Mismunur á núvirtu endursöluvirði eftir 100 ára líftíma***	-20	
Samtals líftímakostnaður, þús. ISK/tonn	1500	1500

*: 5,5 m² yfirborð/tonn, hefðbundið stál sandblásið að Sa3, málmhúðað og málað 3 lögum, ryðfrítt stál er sandblásið að Sa2

**: 4x endurmálun á líftímanum, tvöfalt byggingartímaverð (unnið yfir sjó), núvirt með 2,5% raunávöxtunarkröfu

***: Núvirt endursöluvirði Duplex stáls umfram svart stál skv. London Metal Exchange, m.v. 2,5% raunávöxtunarkröfu

Kostnaðurinn er sambærilegur og ryðfrítt stál er rétta efnisvalið þar sem það lágmarkar umhverfisáhrif af stálvirkinu, og veðrun málningar mun ekki berast í viðkvæmt og friðað vistkerfi Fossvogsins. Fimm umferðir af málningu á hefðbundið stálvirki á líftíma brúarinnar væru um 10.000 lítrar af málningu.

Yfirborð ryðfríu bitanna er með ljósri, mattri áferð sem endurkastar lýsingu á eftirtektarverðan hátt.

Ryðfrítt stál í handrið og meðfram afvötnunarkerfi og brúarköntum er í samræmi við reglur Vegagerðarinnar. Vegrið er vottað H2 vegrið úr stáli.

Brúargólfið er steinsteypt og verður hluti þess gerður úr forsteyptum einingum sem unnt er að framleiða við bestu aðstæður innandyra. Slitlag á akbraut og stíga er malbik ofan á vatnsvarnarlag sem brætt er á yfirborð steypta gólfsins. Malbik á akbraut er rautt skv. frumdrögum að hönnun Borgarlínu.

2c. Burðarvirki

Brúarkantarnir eru kassabitar sem bera yfirbygginguna milli steyptra stöpla. Þar sitja þeir á legum, fastlegum á landstöpli að norðan en legum lausum í langátt á millistöplum og landstöpli að sunnan, þar sem þensluraufr tekur við lengdarbreytingum yfirbyggingarinnar.

Í steyptu brúargólfinu bera forsteyptar einingar í neðri hluta þess ásteypu í efri hluta gólfsins milli þverbita á byggingarstiginu en í fullbyggðu mannvirki er steypta platan samverkandi með þverbitum. Þverbitarnir eru 0,4 m breiðir, lokaðir kassabitar úr stáli og hafa breytilega þversniðshæð og lengd í samræmi við planlegu brúarinnar. Við opnun í gólfinu á miðhöfum brúarinnar er breidd ásteypulags ofan á þverbitum aukin í 0,8 m til þess að stækka virka breidd samverkandi þversniðs þverbitanna.

Við skilgreiningu á hafskiptingu brúarinnar í þrjú 60 m miðhöf og tvö 45 m endahöf er leitast við að skapa hagkvæmt jafnvægi milli stálburðarvirkis í yfirbyggingu og fjölda millistöpla í sjó og eru stálbitar með breytilegri þversniðshæð ákjósanlegir fyrir slíkar haflengdir m.t.t. álagsdreifingar og uppsetningar.

Hönnun miðar að því að stífni stálburðarvirkisins sé fínstillt með það að markmiði að burðarvirkið hafi þá eiginleika að það sé hagkvæmt m.t.t. efnisnotkunar en þægindi notenda m.t.t. sveiflueiginleika og titrings jafnframt tryggð. Eiginsveifluform brúarinnar og reiknaðar spennur í stálvirkinu sem fram koma í umfjöllun um burðarvirki á síðu 3 renna styrkum stoðum undir þessa eiginleika burðarvirkisins.

Stálvirki brúarinnar er stærsti einstaki kostnaðarliður verkefnisins og hefur frummat á spennum í kassabitum verið unnið sem grunnur fyrir magntöku, sjá mynd á síðu 3 sem sýnir reiknaðar spennur í stálvirki við ráðandi álagstilfelli sem hlutfall af flotspennu þar sem blár litur táknar 80% nýtingu stálsins. Við deilihönnun er unnt að besta efnisnotkun í stálvirkið. Annar hlutfallslega stór kostnaðarliður eru stauraundirstöðurnar en frístandandi stauraundirstöður í sjó skulu samanstanda af a.m.k. 8 staurum skv. hönnunarreglum Vegagerðarinnar fyrir brýr. Til þess að undirbyggja kostnaðarmat hefur greining á burðarþoli og stífni stauraundirstaða farið fram og er stífnin notuð sem randskilyrði í reiknilíkani sem notað er við mat á stífni og spennum í mannvirkinu, sjá finite element reiknilíkan á síðu 3.

Umferðarálag og sveiflueiginleikar eru ráðandi við hönnun á yfirbyggingu, jarðskjálftaálag er ekki krítískt fyrir stálbitabrú eins og þessa.

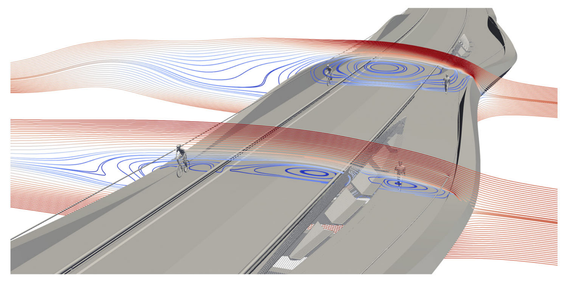
2d. Framkvæmdar- og byggingaraðferð

Myndræn lýsing á byggingaraðferð er sýnd á síðu 3.

- Fyllingar eru byggðar út frá suður- og norðurströnd Fossvogs og grjótvörn raðað utan á.
- Staurar í undirstöður landstöpla eru reknir niður á berg af fyllingunum og staurar millistöpla reknir af pramma.
- Steypuvirki landstöpla er hefðbundin staðsteypa
- Þilkassi utan um undirstöður millistöpla er rekinn niður í setlögin á sjávarbotninn utan um stauragrúppur undirstaðanna.
- Fyllt er með malarefni í botn þilkassans og þrifalag steypt ofan á það með undirvatnssteypu.
- Þilkassi er þéttur og sjó dælt úr honum.
- Staurar eru skornir í lengd, steypt í þá og undirstaða steypt utan um.
- Stöplar eru steyptir ofan á undirstöðu og legum komið fyrir efst á þeim.
- Stálvirkið er híft út á stöpla í fimm einingum, langbitar og þverbitar saman. Stórt lyftiskip er notað við þessa aðgerð.
- Forsteyptar einingar eru lagðar út milli þverbita.
- Ásteypa er steypt ofan á einingar og þverbita. Í ásteypu eru steyptir ryðfríir stálkantar fyrir álfasteina og rennur.
- Vegriðum er komið fyrir, fest með innlímdum boltagrúppum að vestanverðu og yfir þverbitum að austan, en milli þverbita að austan er það fest á innsteyptar stálplötur.
- Ryðfrí stálhandrið eru smíðuð á kanta.
- Stálvirki álfasteina er fest á þverbita og stálkanta og gengið frá rennum, ristum á þær og ljósbúnaði.
- Vatnsvarnarlag er lagt út á yfirborð ásteypu og slitlag ofan á.

2e. Öryggi

Vegrið beggja vegna akbrautar Borgarlínunnar verja gangandi og hjólandi og varna þverunum. Samgönguhjólreiðastígurinn vestan á brúnni er aðskilinn frá gangandi sem eykur þægindi og umferðarrýmd hjólandi og einnig öryggi fyrir bæði gangandi og hjólandi.



Lega hjólastígsins vestast á brúnni hámarkar öryggi og skjól fyrir hjólandi gagnvart ríkjandi austanáttinni, þar sem kantbitar og álfasteinar standa að hluta upp fyrir brúargólfið. Þetta er afar mikilvægt þar sem stór hluti þessa hóps setur veðuraðstæður ekki fyrir sig. Sjá skýringarmyndir af vindaðstæðum á brúnni á síðu 3. Eins og myndirnar sýna tryggja hinar mjúku línur kantbitanna að engar snarpar breytingar verða í vindaðstæðum eftir brúnni. Jafnvel þar sem kantbiti er lægstur, framan við álfasteinana, eru nokkur jákvæð skjóláhrif af honum á áningarstöðunum.

Við áningarstaðina á gönguleiðinni austast á brúnni veita álfasteinarnir þægindi og aðskilnað frá leið Borgarlínunnar. Við teningar og þveranir við brúarendana eru skýrar merkingar og leiðilínur sem bæta aðgengi og öryggi gangandi vegfarenda og auðvelda blindum og sjónskertum að ná áttum á opnum svæðum.

Brúin og öll mannvirki sem sýnd eru í tillögunni er utan hindrunarflata Reykjavíkurflugvallar.

Stálvirki yfirbyggingarinnar gerir fljótlega byggingaraðferð sem lágmarkar vinnu yfir sjó mögulega, og mótauppsláttur steypta gólfsins ofan á forsteyptar einingar verður svo einfaldur sem verða má. Þessir þættir eru lykilatriði í að hámarka öryggi á framkvæmdatímanum.

2f. Lýsing

Brú

Lýsingin mun setja eftirtektarverðan svip á brúna þegar rökkva tekur. Við hönnun lýsingarinnar er unnið með lýsingu skv. kröfum til birtustigs á stígum og akbraut annars vegar (*e. functional lighting*) og sviplýsingu á innra byrði kantbita og álfasteina hins vegar (*e. feature lighting*). Þessi tvö lög vinna saman eftir endilangri brúnni.

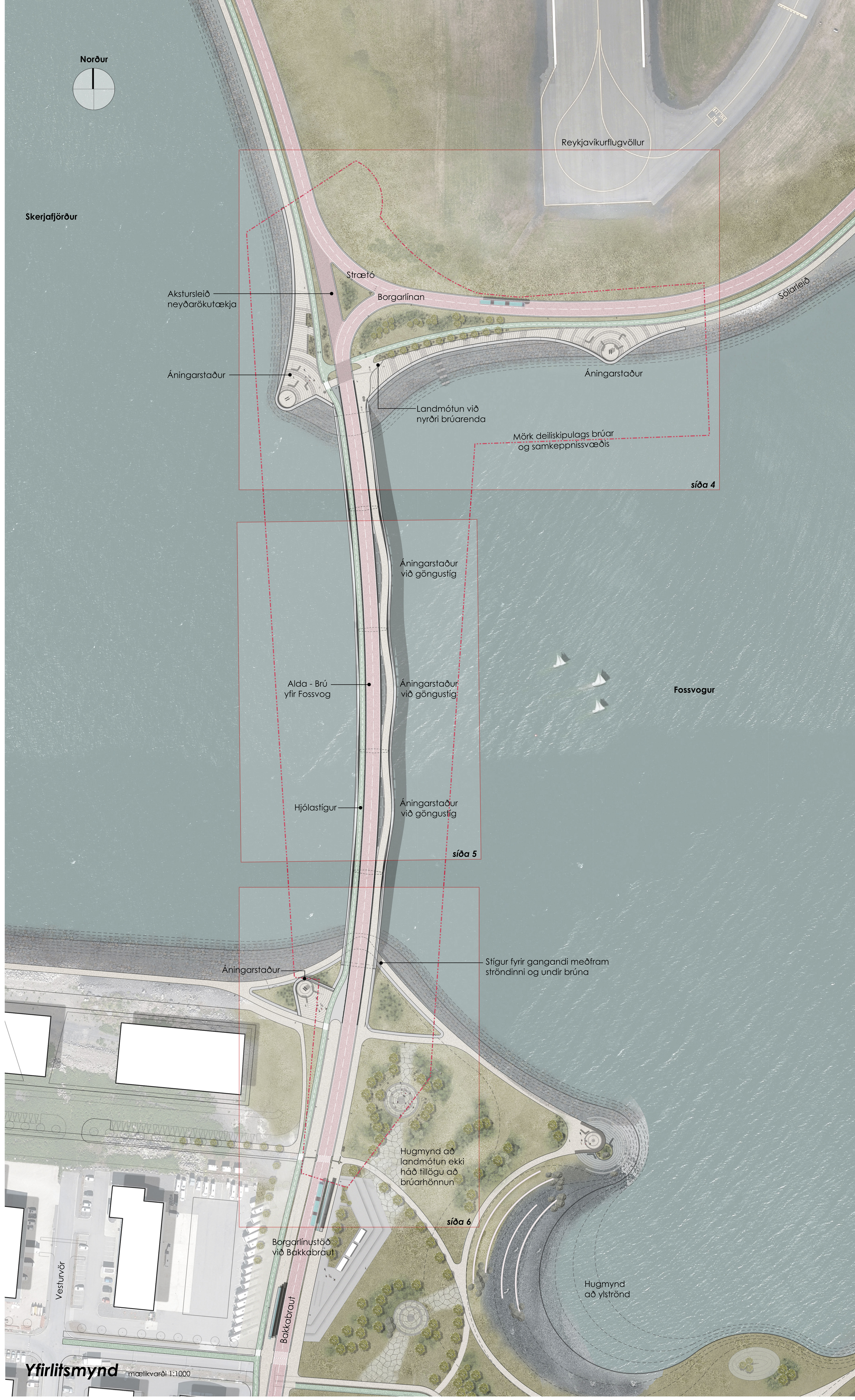
Það er mat hönnuða að birtuviðmið P3 fyrir göngu- og hjólastíga og M6 fyrir Borgarlínuna eigi vel við á brúnni. Með þessi viðmið er birtustig ívið hærra á stígum en akbraut; stígar eru lýstir með innfelldri handriðslýsingu sem ekki skarast við eða dregur úr áhrifum af sviplýsingu, og akbraut er lýst frá vegriðum.

Við val á ljósgjöfum er tekið mið af hönnunarforsendum út frá kröfum um endingu og viðhald. Gert er ráð fyrir slitsterkum búnaði með um 5 ára framleiðsluábyrgð, sem hentar til notkunar við sjó. Ljós undir brúargólfinu verða aðgengileg ofan frá til skoðunar og viðhalds.

Unnt verður að glæða brúna litum með fáguðum hætti eftir aðstæðum með forritanlegum stjórnbúnaði. Hann verður tengdur lýsingu álfasteina og línulegri lýsing á innra byrði kantbita. Þessi ljósbúnaður, sem staðsettur er neðan brúargólfsins, mun í samspili með breytilegri hæð kantbitanna birta flæði gangandi og hjólandi á lifandi hátt þegar horft er að brúnni. Sviplýsingin rammar einnig inn gönguleiðina framan við álfasteinana og afhjúpar áhugavert form mannvirkisins fyrir vegfarendum strandstíga og sjófarendum.

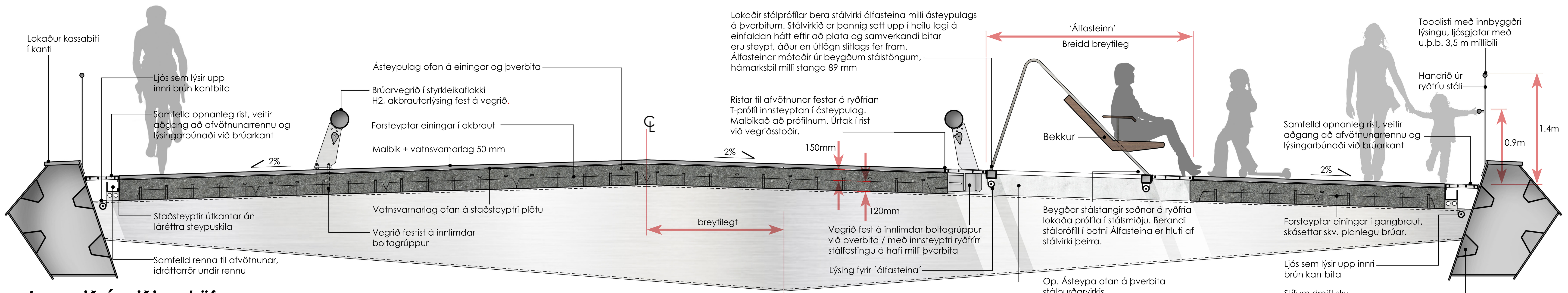
Lýsing á landi

Stíga- og akbrautarlýsing mun tengjast götulýsingarkerfum við brúarendana og stjórnast þar af ljósnemum og/eða öðrum stjórnbúnaði. Einnig verður unnt að stýra lýsingu eftir notkun, t.d. að auka lýsingu þegar Borgarlínuvagnar aka um. Meðfram Borgarlínunni, við þveranir og á hjólastígum við brúarendana er hefðbundin stauralýsing. Staurar ná ekki upp í hindrunarfleti flugvallarins. Með vali á ljósgjöfum sem lýsa í báðar áttir er á köflum unnt að lýsa akbraut og stíga frá sömu ljósgjöfum. Á stígum næst strandlengjunni að sunnan er lýsing frá lægri pollum sem valdir verða m.a. út frá slitstyrk gagnvart skemmdarverkum. Viðbótarlýsing er felld inn í steyptan kant yst á áningarstöðum norðan Fossvogs, sjá yfirlitsmynd lýsingar á síðu 3.

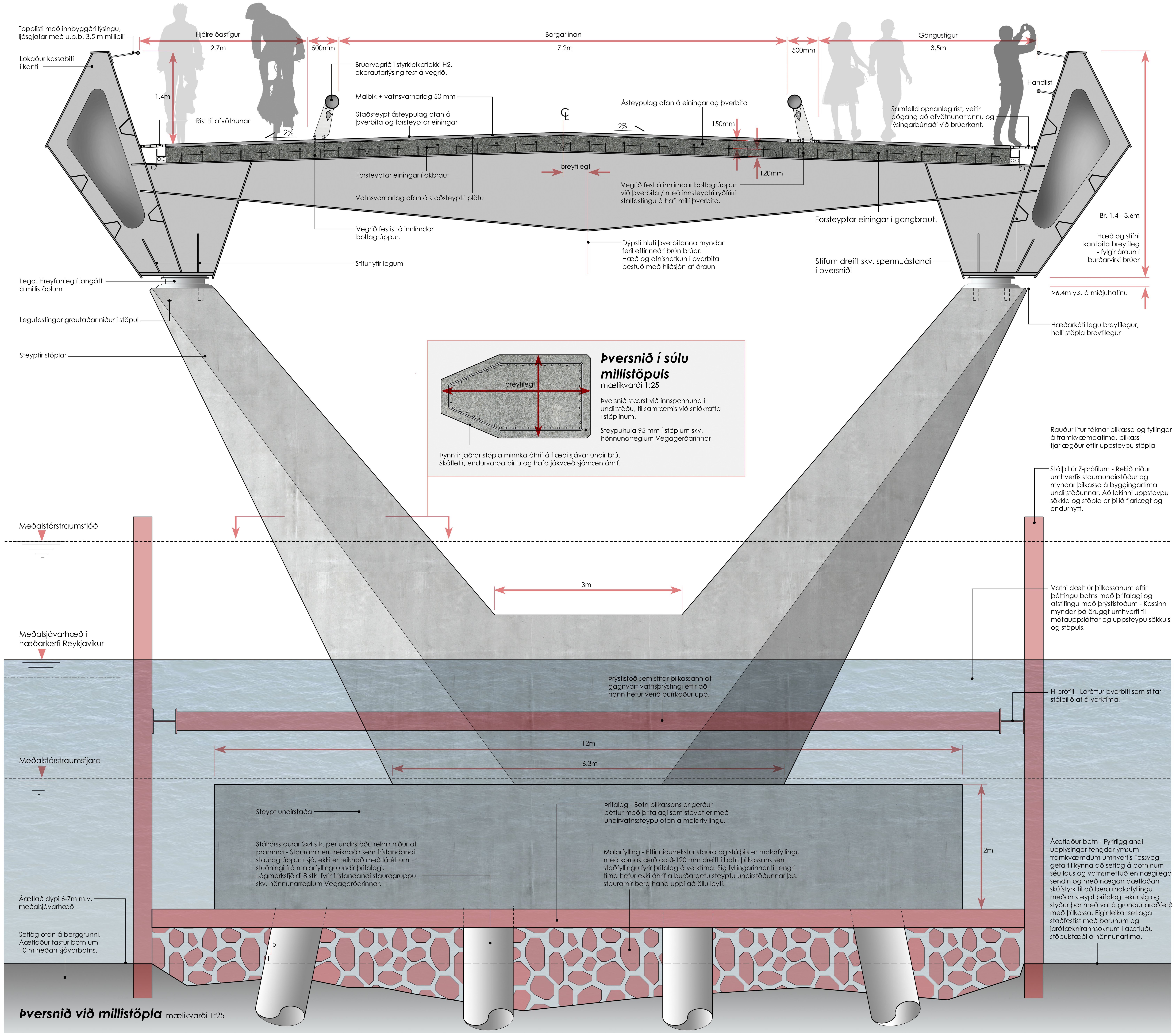


Yfirlitsmynd mælikvarði 1:1000

Hliðarásýnd austan
mælikvarði 1:300



Þversnið á miðjum höfum mælikvarði 1:25



Þversnið við millistöpla mælikvarði 1:25

Þversnið í súlu millistöpuls
mælikvarði 1:25

Þversnið stærst við innspennuna í undirstöðu, til samræmis við sniðkrafta í stöplinum.

Steypuhula 95 mm í stöplum skv. hönnunarreglum Vegagerðarinnar

Þynntir jaðrar stöpla minnka áhrif á flæði sjávar undir brú. Skáfletir, endurvarpa birtu og hafa jákvæð sjónræn áhrif.

Horft í suður eftir brú

Horft í vestur út Fossvog

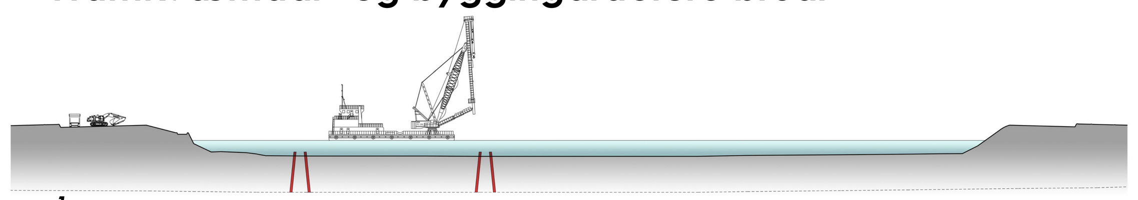
Horft í vestur út Skerjafjörð
Fossvogur-01

Horft í austur inn Fossvog
Fossvogur-02

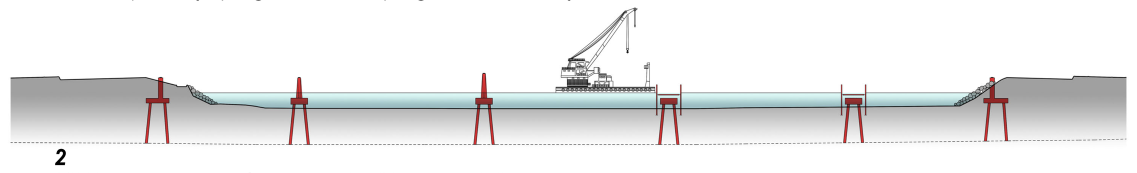
2

0426052

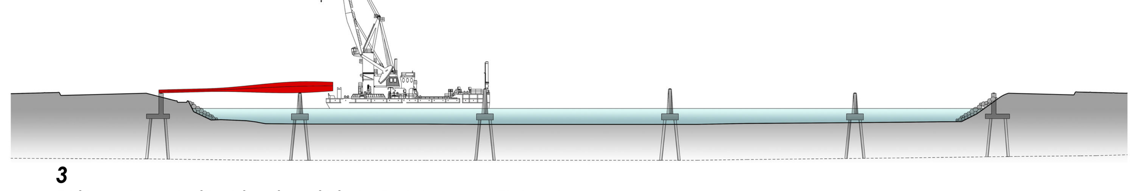
Framkvæmdar- og byggingaraðferð brúar



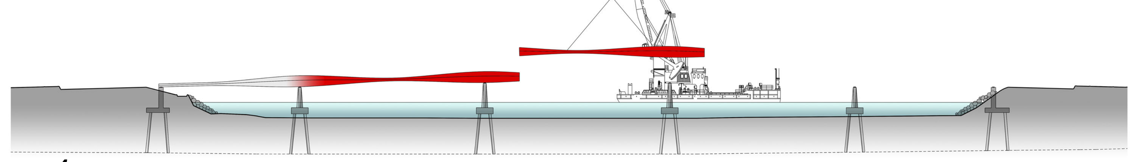
1
Staurar í undirstöður millistöpla reknir niður af pramma, staurar í endastöpla af sjófyllingu. Unnið við fyllingar, hefðbundin jarðvinna.



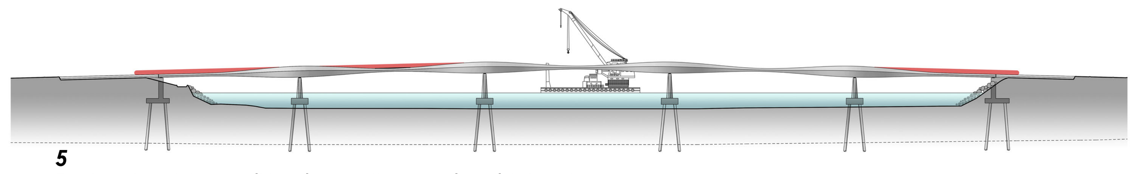
2
Sökklar steyptir ofan á stauraundirstöður innan þilkassa, súlur steyptar í forsmíðuð mót ofan á sökklum



3
Fljótandi krani hífir stálbrúna út í alls 5 einingum - Eining 1.

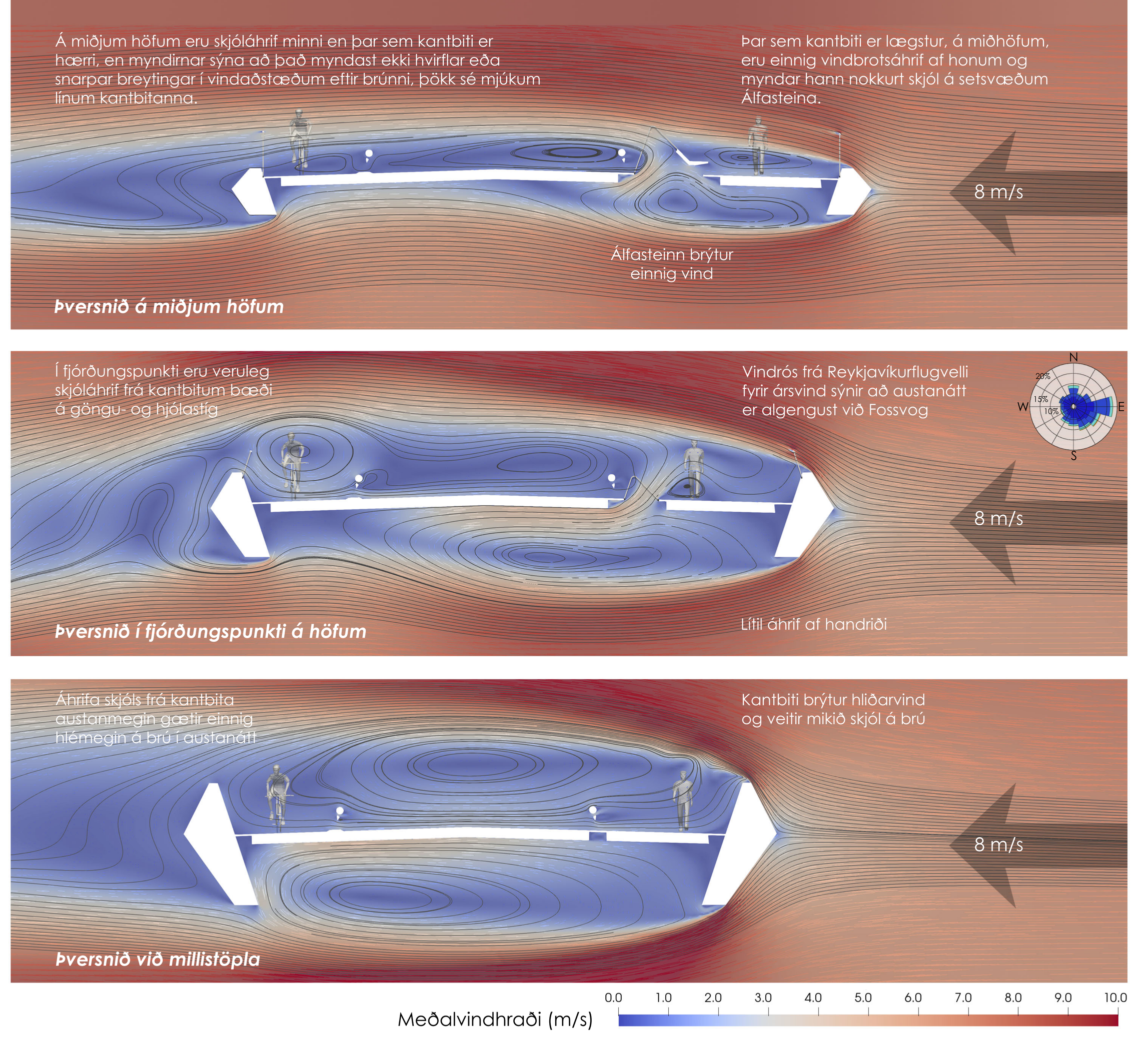


4
Stálbrú - Einingar 2 og 3.



5
Forsteyptar einingar hífðar á þverbita og brúargólf steypt ofan á. Handrið, vegrið, slitlag og annar frágangur.

Meðalvindhraði í austanátt sýndur á þversniðum



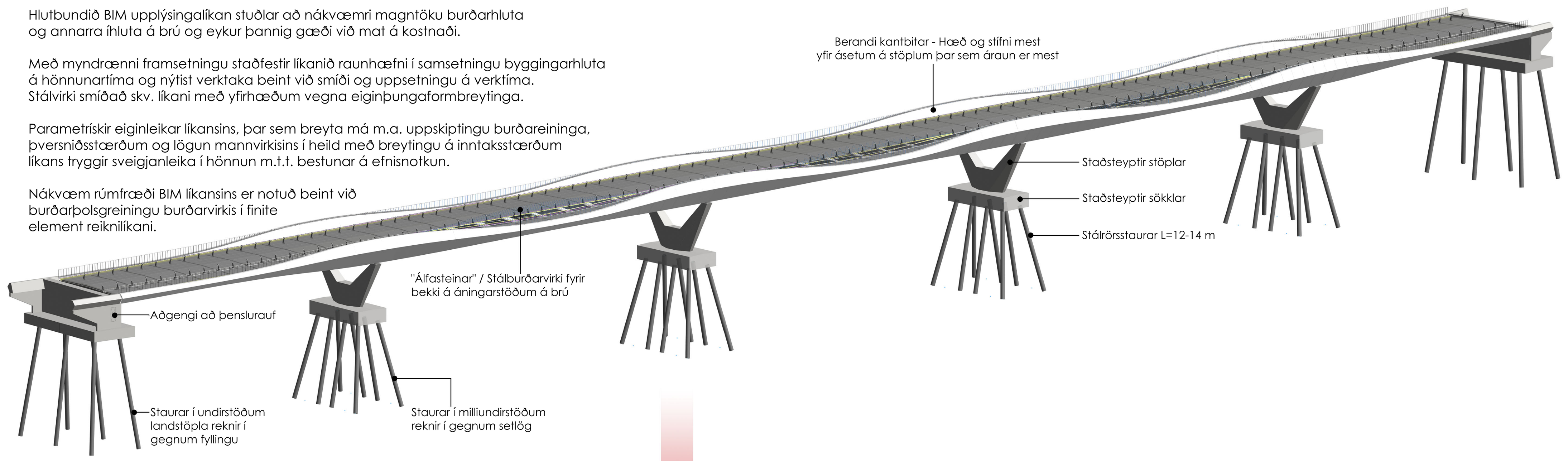
BIM upplýsingalíkan - Samsetning burðarvirkis

Hlutbundið BIM upplýsingalíkan stuðlar að nákvæmri magntöku burðarhluta og annarra íhluta á brú og eykur þannig gæði við mat á kostnaði.

Með myndrænni framsetningu staðfestir líkanið raunhæfni í samsetningu byggingarhluta á hönnunartíma og nýtist verktaka beint við smíði og uppsetningu á verktíma. Stálvirki smíðað skv. líkani með yfirhæðum vegna eiginþungaformbreytinga.

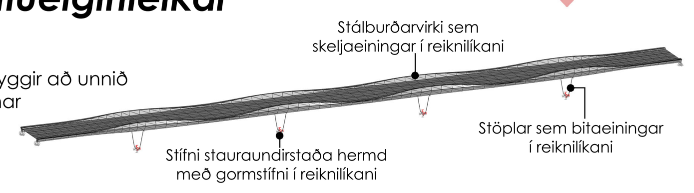
Parametrískir eiginleikar líkansins, þar sem breyta má m.a. uppskiptingu burðareininga, þversniðsstærðum og lögun mannvirkisins í heild með breytingu á inntaksstærðum líkans tryggir sveigjanleika í hönnun m.t.t. bestunar á efnisnotkun.

Nákvæm rúmfræði BIM líkansins er notuð beint við burðarþolsgreiningu burðarvirkis í finite element reiknilíkani.

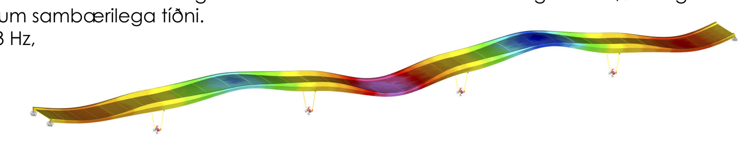


Burðarvirki og sveiflueiginleikar

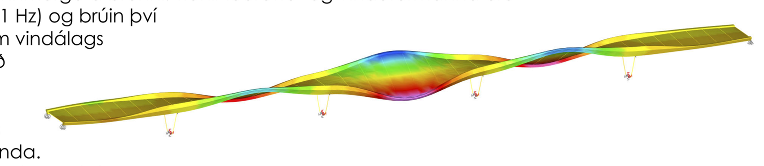
Finite element einingarlíkan
Bein afurð úr BIM upplýsingalíkani - Tryggir að unnið er með nákvæma rúmfræði brúarinnar við greiningu burðarvirkis.



Sveifluform og svörun yfirbyggingar við álagi
Hönnun mun tryggja að burðarvirkið verði hagkvæmt m.t.t. efnisnotkunar en þægindi notenda m.t.t. sveiflueiginleika og titrings jafnframt tryggð. Fyrsta lárétta eiginsveifluform brúarinnar er samhverft, þvert á brúna og hefur eigintíðni 1,5 Hz, fyrsta samhverfa lóðrétta eiginsveifluformið á aðalhöfum hefur eigintíðni 1,6 Hz og næstu lóðréttu form á hliðarhöfum sambærilega tíðni.
Fyrsta vinduformið hefur tíðni 2,3 Hz, sjá myndir af lóðréttu- og vindu-sveifluformum þar sem stærstu útslög eru sýnd í bláum og bleikum litum.

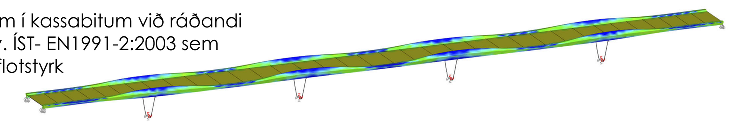


Eigintíðni fyrsta lárétta sveifluformsins er að talsverðu leyti háð stífni stauraundirstaðanna gagnvart færslu þvert á brúna og snúningi um langás brúarinnar og er stífni undirstaðna og yfirbyggingar stillt af til að halda eigintíðninni hæfilega vel yfir bilinu 0,5-1,1 Hz og brúin því ekki næm fyrir örvun í þverátt af völdum hreyfifræðilegs álags frá gangandi vegfarendum. Þá er sveiflumassi steypta brúargólfsins nægilega hár til að koma í veg fyrir teljandi örvun í þverátt við mannmergð á brúnni. Tíðnir lóðréttu- og vinduformanna eru vel yfir meginorkusviði vinds (<1 Hz) og brúin því ekki næm fyrir örvun af völdum vindálags en tíðnir þeirra eru í grennd við lóðrétta göngutíðni fólks (1,7-2,1 Hz) og því mikilvægt að meta svörun burðarvirkisins við umferð gangandi vegfarenda.

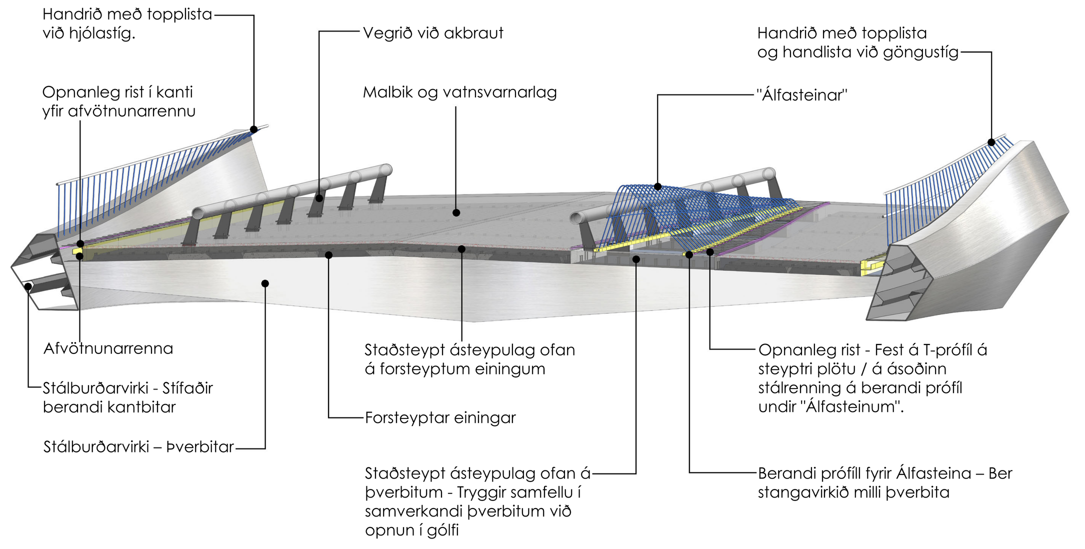


Massi steyptu plötunnar sem borin er af léttu stálvirkinu er ráðandi þáttur í útreiknuðum eigintíðnum en hefur einnig dempandi áhrif á burðarkerfið. Reiknast þannig lóðrétt hröðun vegna umferðar gangandi vegfarenda, fyrir álagstilfelli með talsverðum þéttleika fólks 1,0 pers./m2 skv. gildandi hönnunarviðmiðum, sem einungis 0,4 m/s2 sem gefur til kynna hámarks þægindi og því mjög ólíklegt að titringur valdi óþægindum hjá vegfarendum.

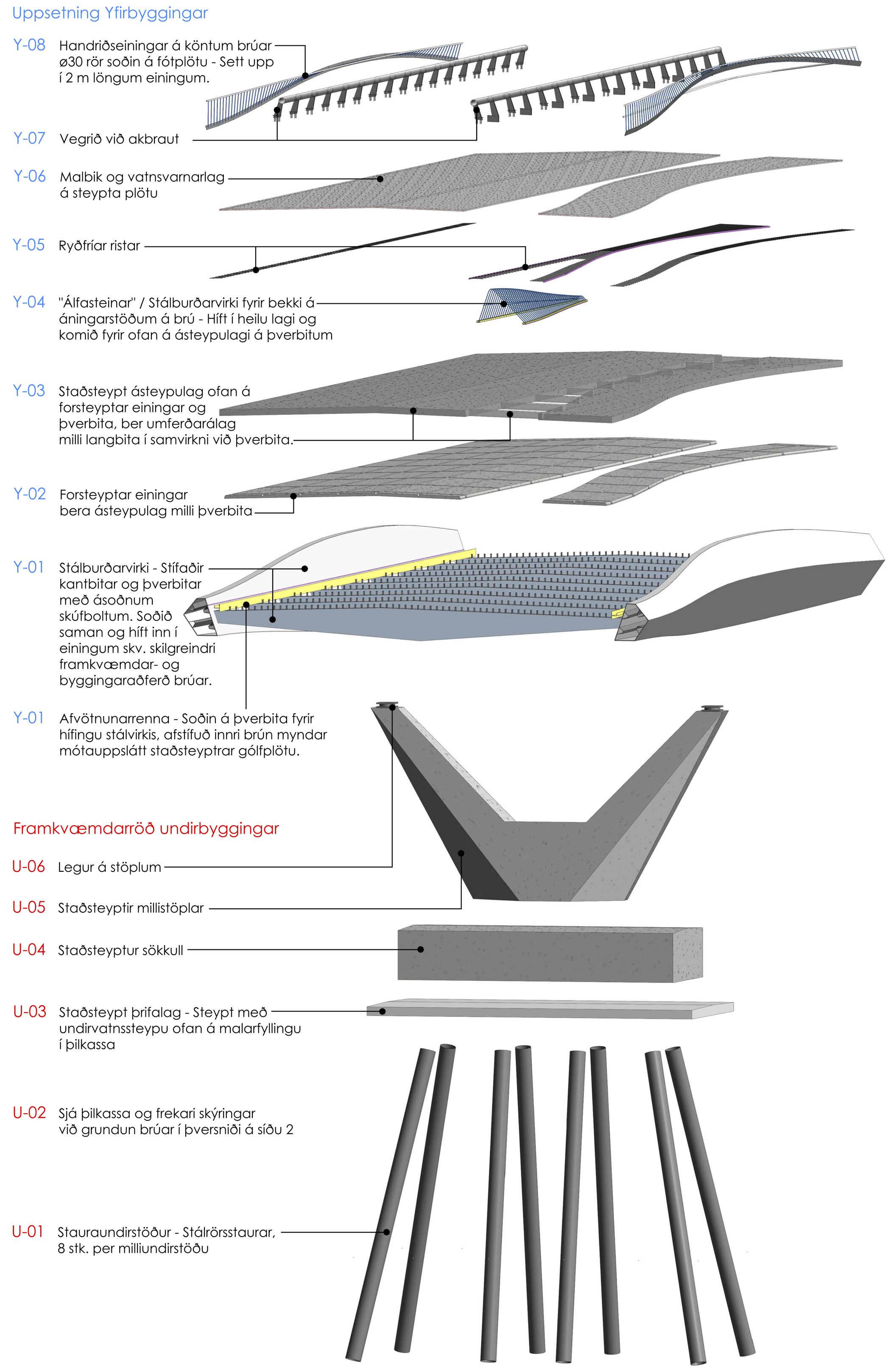
Von Mises spennur í stálvirki
Sjá frummat á reiknuðum spennum í kassabitum við ráðandi álagstilfelli með umferðarálag skv. ÍST- EN1991-2:2003 sem aðalálag þar sem 80% hlutfall af flotstyrk er táknað með bláum lit.

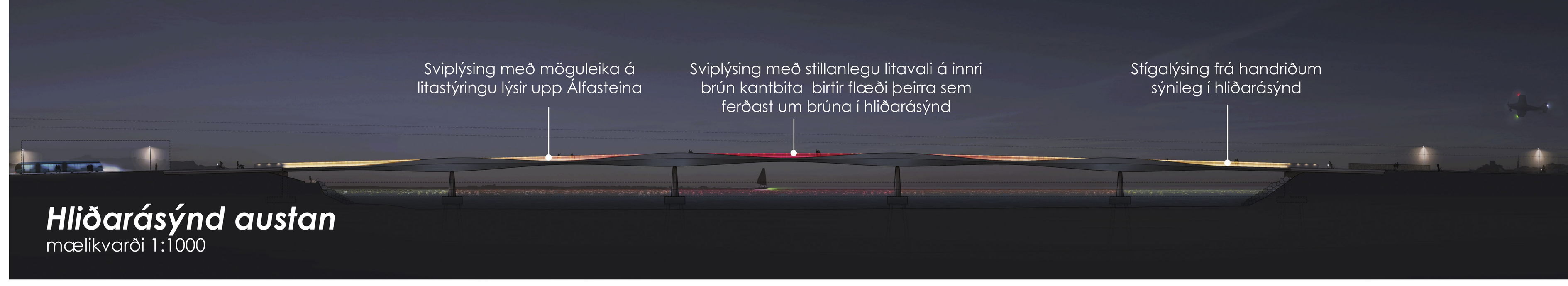


Líkanmynd á brúarhafi - Samsett burðarvirki



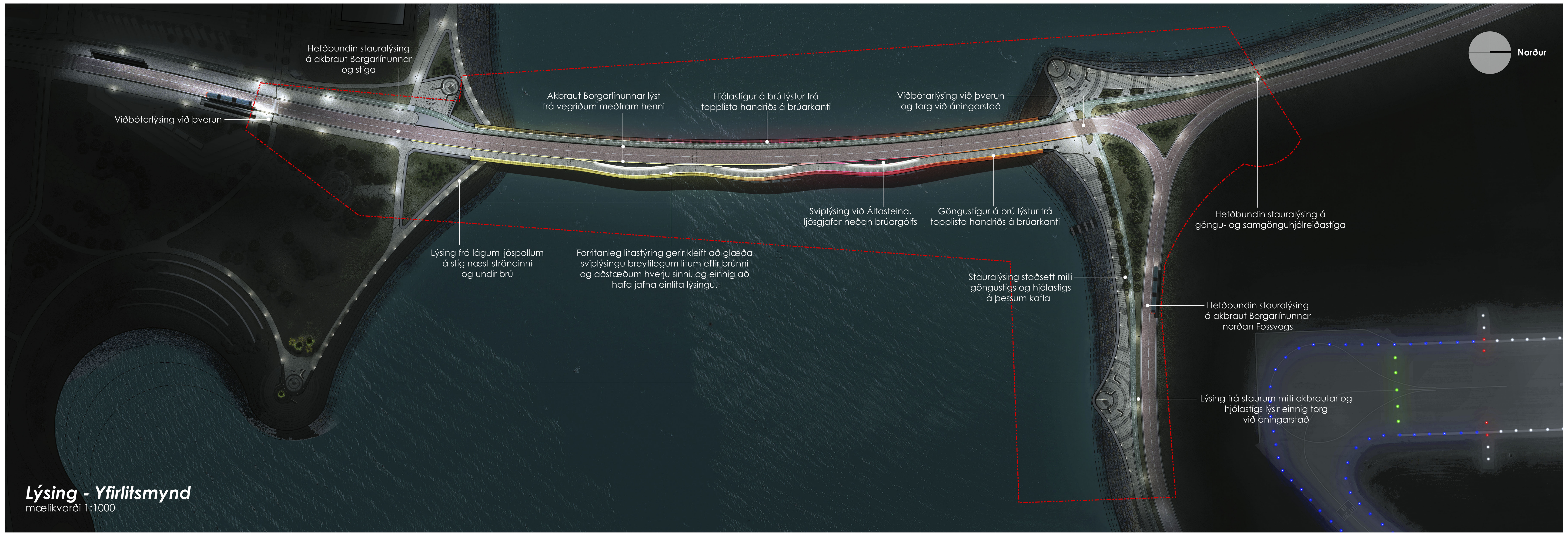
Líkanmynd við stöpul - Samsetning helstu eininga



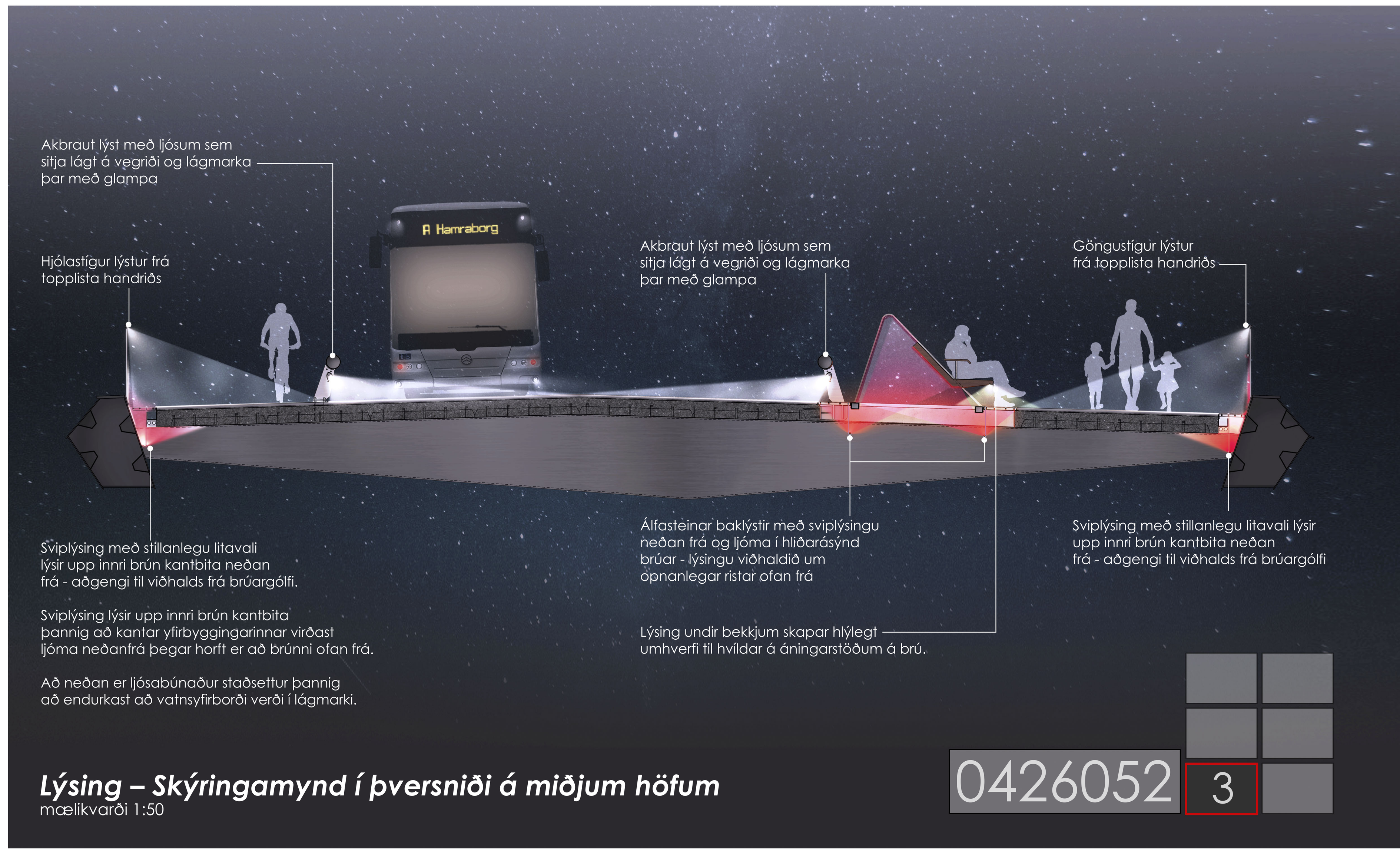


Hliðarásýnd austan
mælikvarði 1:1000

Brúin að kvöldlagi

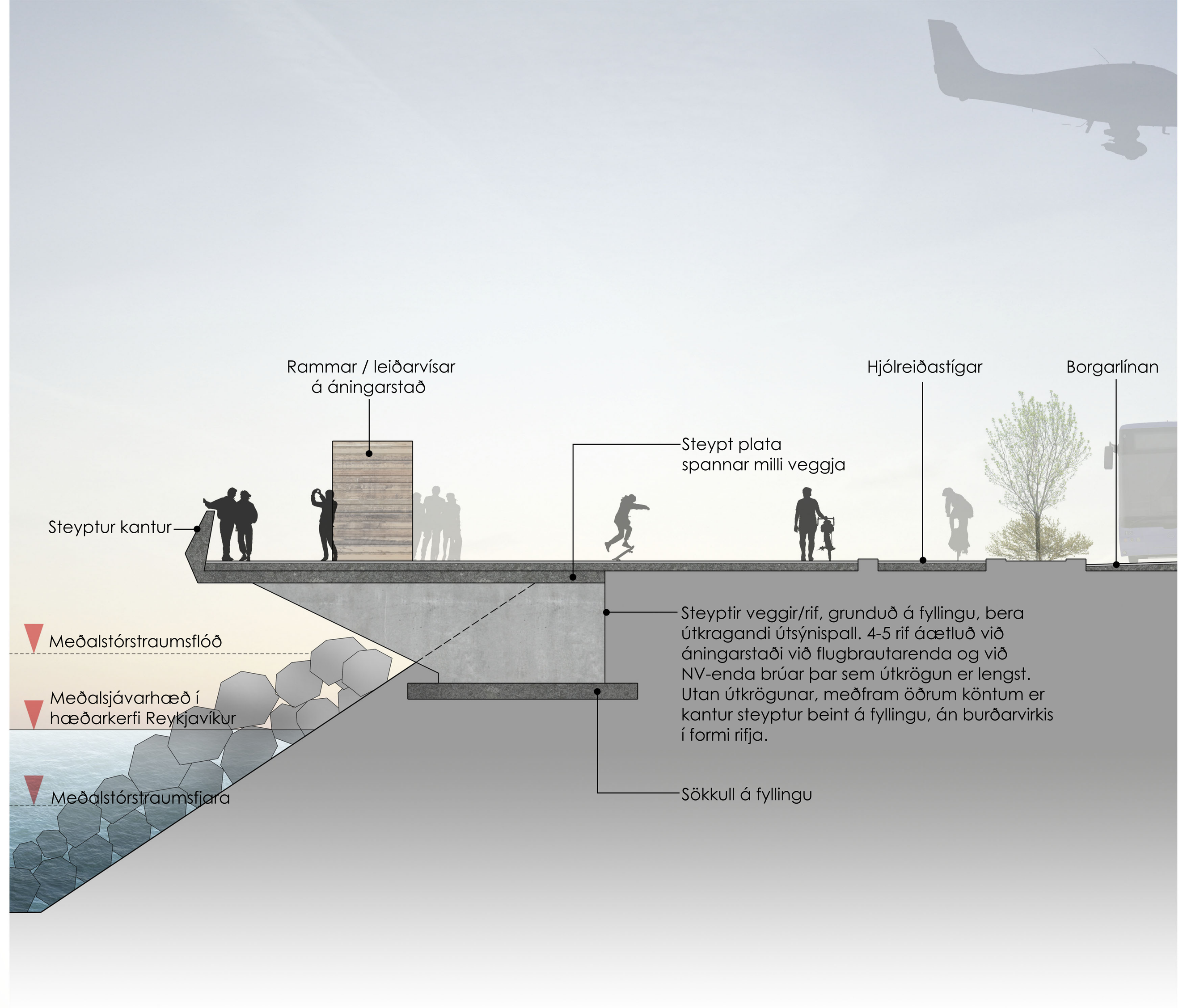


Lýsing - Yfirlitsmynd
mælikvarði 1:1000



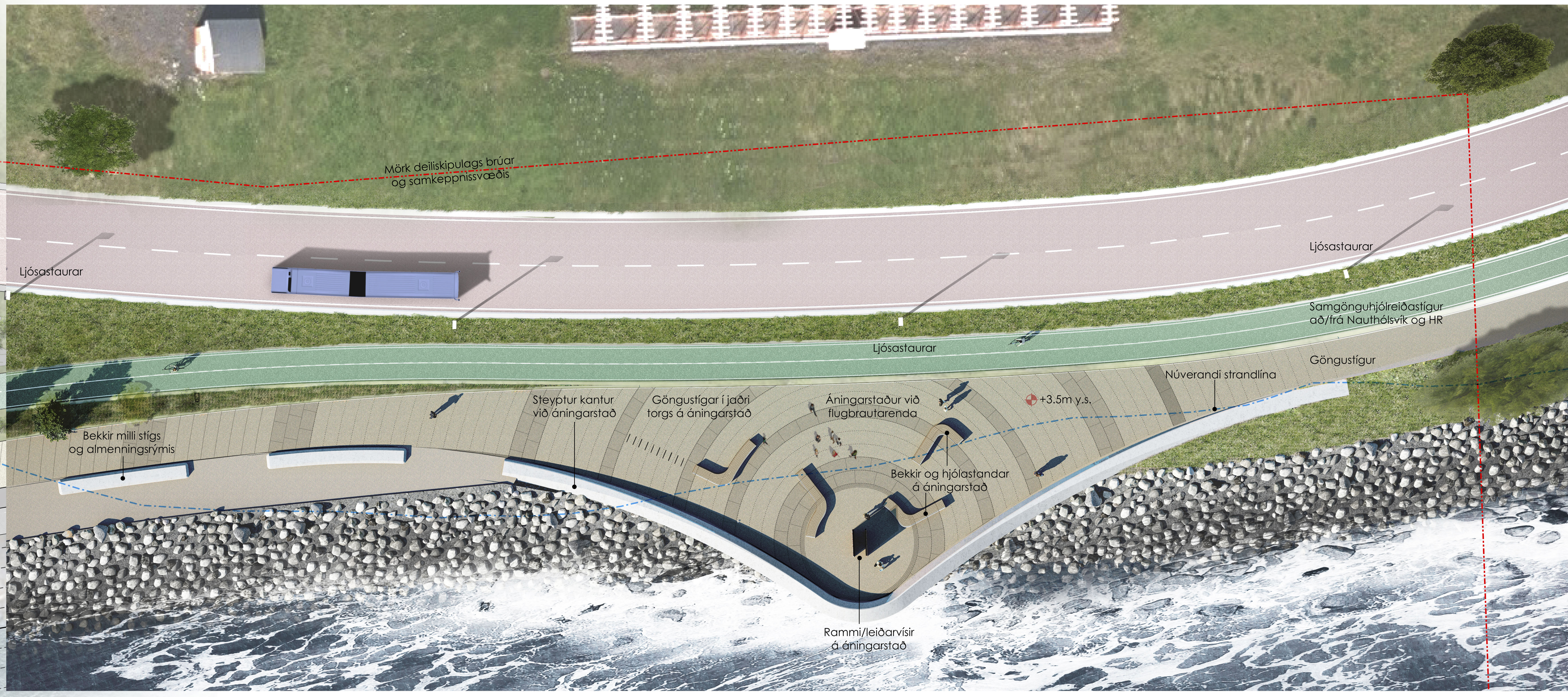
Lýsing – Skýringamynd í þversniði á miðjum höfum
mælikvarði 1:50

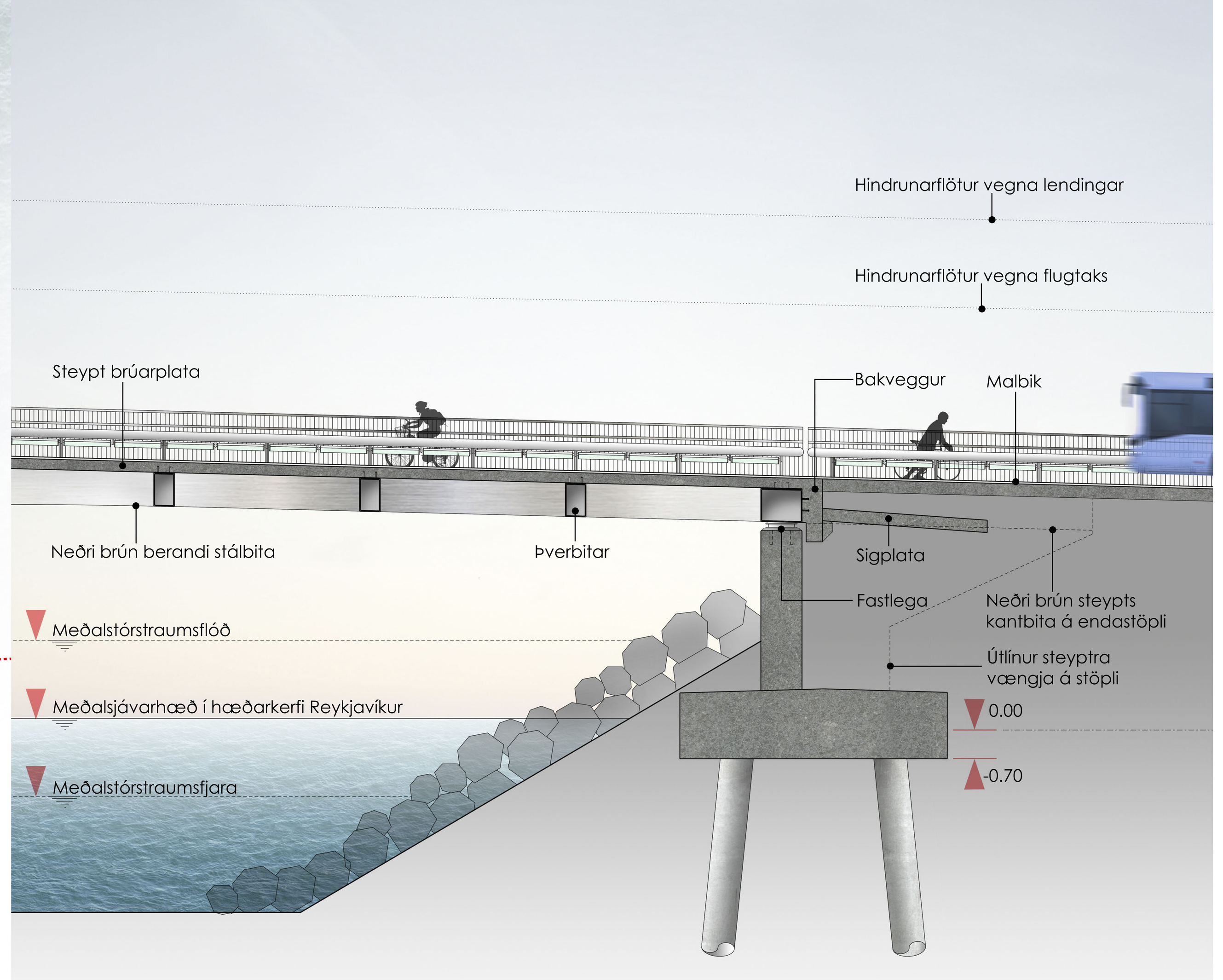
Landmótun við brú norðan Fossvogs - Grunnmynd
Mælikvarði 1:200



Snið í áningarstað við flugbrautarenda
Mælikvarði 1:100

Horft yfir áningarstað við flugbrautarenda að brú



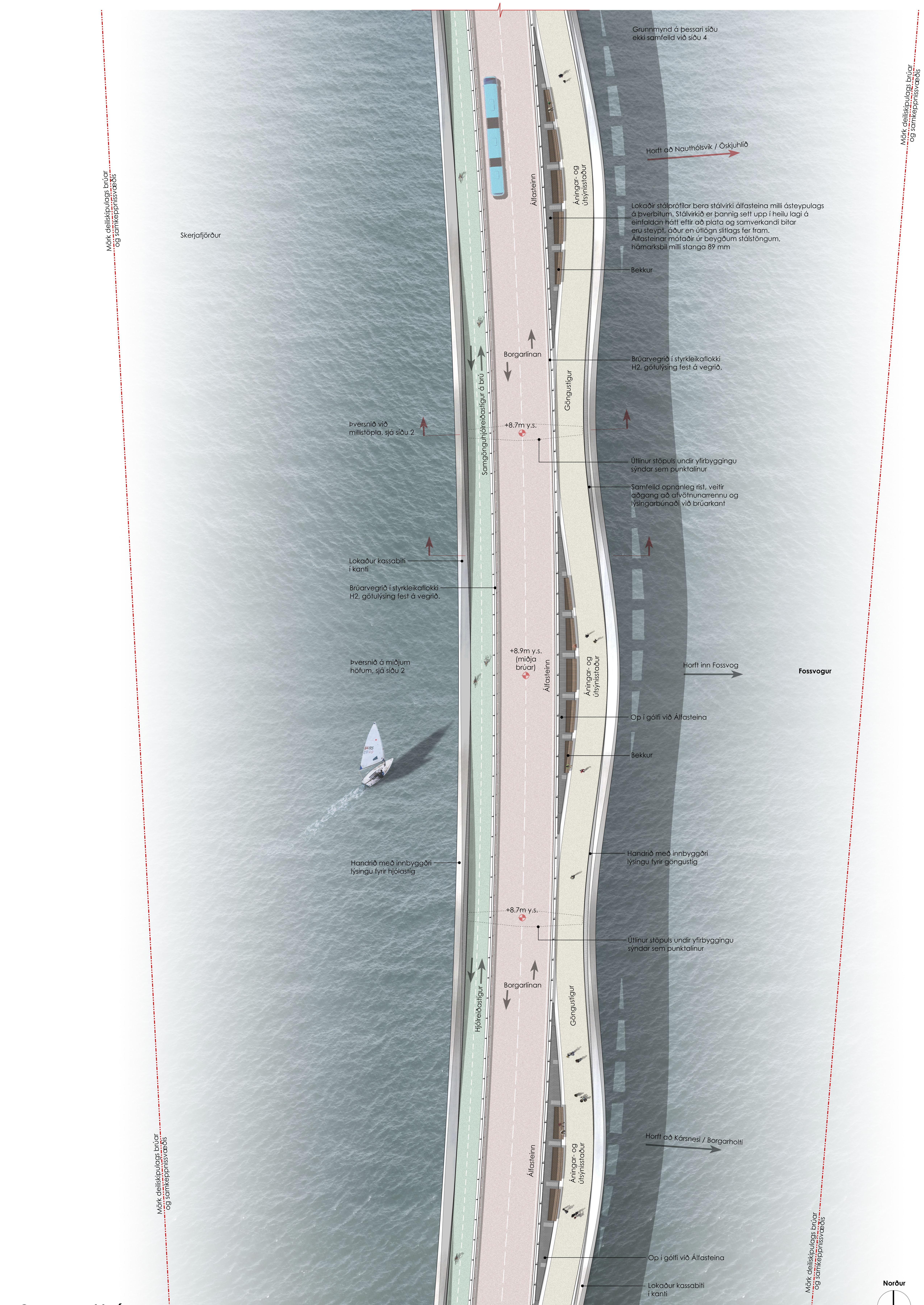


Snið í nyrðri landstöpul
Mælikvarði 1:100

Horft yfir norðurenda brúar og áningarstað vestan hans

4

0426052



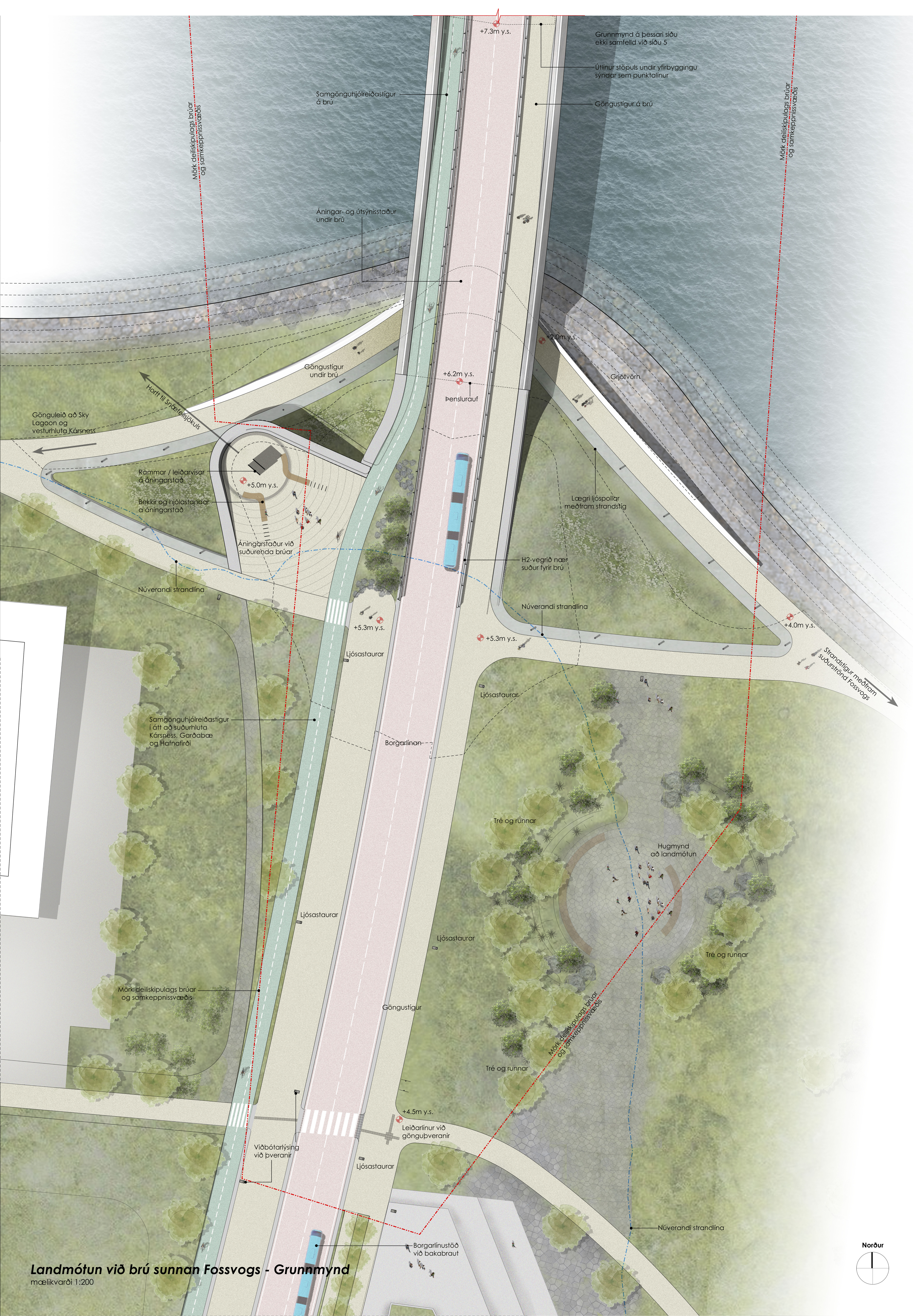
Grunnmynd brúar
mælikvarði 1:2 00

Horft í norður af göngustíg á brú

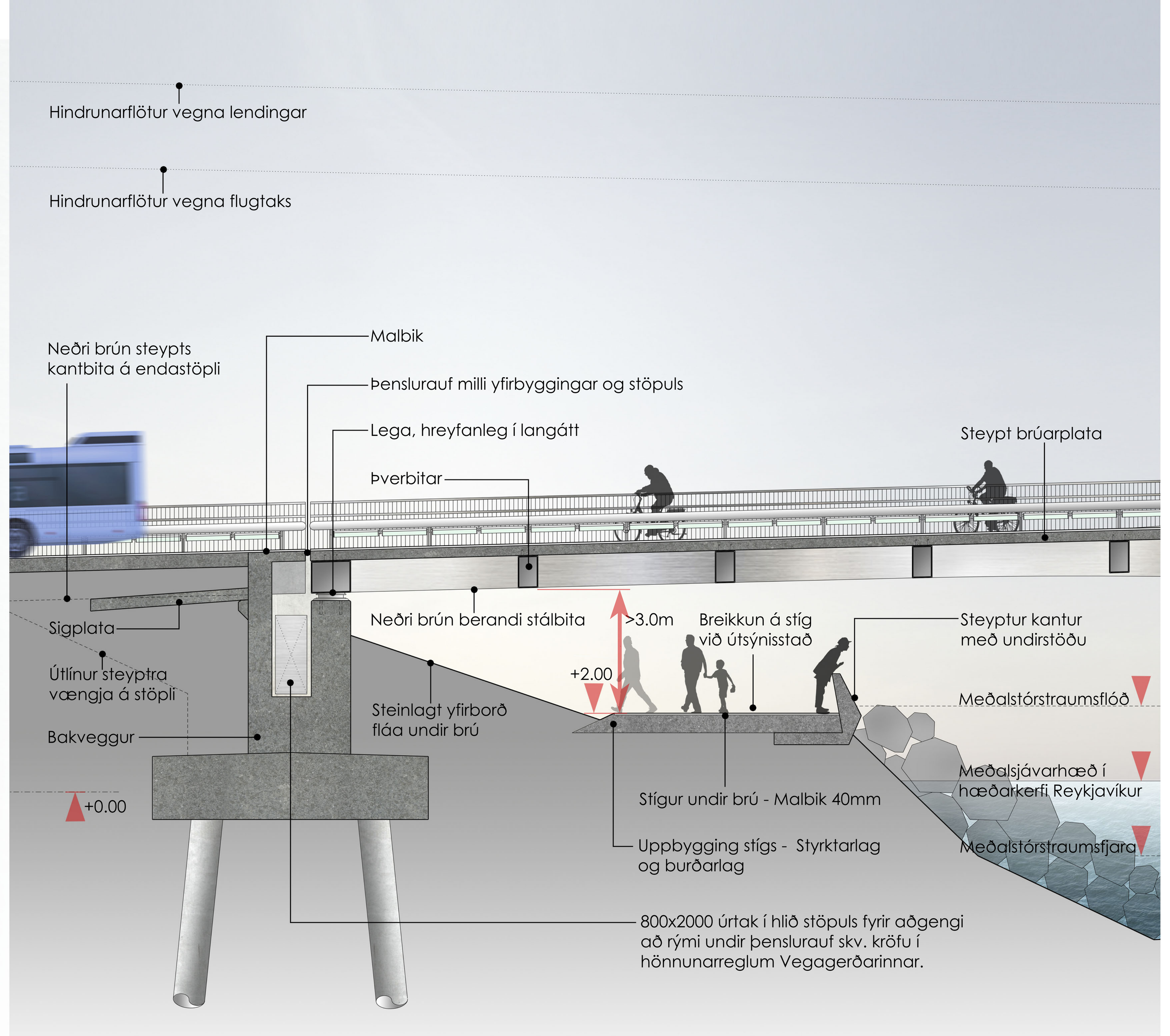
Austurhlið brúar frá Kársnesi

Vesturhlið brúar frá Kársnesi

0426052



Landmótun við brú sunnan Fossvogs - Grunnmynd
mælikvarði 1:200



Snið í syðri landstöpul og stíg á útsýnis- og áningarstað undir brú
mælikvarði 1:100

Horft að áningarstað á stíg undir brú að sunnan

Horft í norður undir brú

0426052