



ÁÆTLUN UM MEÐHÖNDLUN OFANVATNS Í LAUGARDAL Í REYKJAVÍK

Niðurstöður hermilíkans



Verknúmer: 18215-002	SKÝRSLA NR.: 1	DREIFING: <input checked="" type="checkbox"/> OPIN <input type="checkbox"/> LOKUÐ TIL <input type="checkbox"/> HÁÐ LEYFI VERKKAUPA
	ÚTGÁFU NR.: 1	
Númer skýrslu í kerfi Veitna: 2019-107	DAGS.: 2020-01-16	
	BLAÐSÍÐUR: 61	
	UPPLAG:	

HEITI SKÝRSLU:

Áætlun um meðhöndlun ofanvatns í Laugardal
Niðurstöður hermilíkans

HÖFUNDAR:

Vala Jónsdóttir
Sigurður Grétar Sigmarsson

VERKEFNISSTJÓRI:

Sigurður Grétar Sigmarsson

UNNIÐ FYRIR:

Veitur ohf.

UMSJÓN:

Fjóla Jóhannesdóttir/Hlöðver Stefán Þorgeirsson

SAMSTARFSADILAR:

GERÐ SKÝRSLU/VERKSTIG:

Forhönnun regnvatnslagnar og frumathugun á notkun miðlunartjarna og blágrænna lausna.

ÚTDRÁTTUR:

Árið 2018 gerði Verkís forhönnunarskýrslu og kostnaðaráætlun á nýrri 1400 mm regnvatnslögn í gegnum Laugardalinn. Í þessari skýrslu er um framhaldsverkefni að ræða þar sem skoðaður var möguleikinn á að leggja minni regnvatnslögn en útbúa miðlunartjarnir og yfirfallsmannvirki yfir í stofnblandlögn fyrir stærri úrkomuatburði. Útbúið var hermilíkan sem var notað til þess að skoða hvaða úrkomuviðburði mismunandi stærðir af regnvatnslögnin gætu flutt áður en yfirföll í stofnblandlögn yrðu virk. Niðurstöður sýna að með 600mm regnvatnslögn má minnka stofnkostnað um 30% eða úr 840 milljónum í 600 milljónir.

Einnig var gerð forhönnun á nýrri 1200 mm stofnblandlögn við Laugardalsvöll þar sem núverandi lögn fer undir völinn og líklegt er að farið verði í breytingar á Laugardalsvöllum í náinni framtíð.

LYKILORÐ ÍSLENSK:

Veitur, fráveitukerfi, regnvatnslögn, meðhöndlun ofanvatns, miðlunartjarnir, blágrænar ofanvatnslausnir.

LYKILORÐ ENSK:

Sewer system, stormwater pipe, stormwater management, detention basins, SuDS, CSO's

UNDIRSKRIFT VERKEFNISSTJÓRA:

YFIRFARIÐ AF:

© Getá skal heimilda sé efni skýrslunnar afritað eða birt með einhverjum hætti.

Samantekt

Núverandi stofnblandlög fráveitu Veitna í Laugardalnum tekur við skólpi, afrennsli rigningarvatns og drenkerfum frá um 230 hektara svæði. Lögnin liggur frá gatnamótum Engjavegar og Suðurlandsbrautar í gegnum grasagarðinn í Laugardalnum, undir Laugardalsvöllinn og niður eftir Laugalæk og Kirkjusandi þar sem hún tengist við dælustöð fráveitu Veitna. Þar er fráveituvatni dælt áfram eftir sniðræsi að hreinsistöð við Klettagarða. Við stærri rigningarviðburði verður yfirfall við dælustöð virkt og óhreinsuðu uppblönduðu skólpi er dælt út í sjó.

Megin tilgangurinn með verkefninu er að skoða leiðir til þess að losa regnvatn úr stofnblandlögnum í Laugardalnum til þess að mæta markmiðum Veitna sem eru að leitast við að:

- fækka yfirfallstímum og halda hreinum ströndum alltaf,
- minnka kostnað við dælingu í dælustöðvum,
- minnka magn vatns sem fer í gegnum hreinsistöðvar sem eykur hreinsivirkni, sérstaklega við framtíðaruppbyggingu frekari hreinsunar
- auka skilvirkni og bæta seiglu fráveitukerfis Veitna með tilliti til loftlagsbreytinga.

Verkis gerði forhönnun á regnvatnslögn í gegnum Laugardalinn árið 2018 og eru niðurstöður kynntar í skýrslunni **Regnvatnslögn í Laugardal (2018)**. Í forhönnunarskýrslunni kemur fram að heppilegra geti verið að blanda saman öðrum aðferðum við meðhöndlun á ofanvatni til þess að losa regnvatn úr blandkerfinu. Hér er um framhaldsverkefni að ræða þar sem skoðuð er virkni og hagkvæmni þess að leggja minni regnvatnslögn en jafnframt minnka afrennsli með blágrænum ofanvatnslausnum, hægja á innflæði í kerfið með miðlunartjörnum og útbúa yfirfallsmannvirki yfir í blandlög fyrir stærri úrkomuatburði. Einnig var gerð forhönnun á nýrri stofnblandlög við Laugardalsvöll þar sem núverandi lög fer undir völlinn og líklegt er að farið verði í breytingar á Laugardalsvöllum í náinni framtíð.

Notuð voru úrkomugögn frá Veðurstofu Íslands og hermilíkan (SewerGems) til að meta endurkomutíma sem regnvatnlögnin ræður við og hvenær yfirföll í stofnblandlög væru virk fyrir 3 tilvik með mismunandi stærðum regnvatnslagnar og notkun miðlunartjarna.

Niðurstöður sýna að með 600 mm regnvatnslögn (1000 mm stærð neðst í kerfinu) má minnka magn regnvatns til hreinsistöðvar (m^3) um 80-95% og minnka afrennslistopp (l/s) inn í dælustöð um 55-80% (kafla 5.1.1). Kostnaður við 600-1000 mm regnvatnlögn er um 600 milljónir samanborið við 840 milljónir ef að ekki væri yfirfall í stofnblandlögnum og regnvatnslögn væri 800-1400 mm (kafla 6). Með þessari lausn er því stofnkostnaður lækkaður um 30%.

Efnisyfirlit

Samantekt.....	ii
Efnisyfirlit.....	iii
Myndaskrá.....	v
Töfluskrá.....	vi
Teikningaskrá.....	vii
1 Inngangur.....	1
2 Úrdráttur úr fyrri forhönnunarskýrslu.....	2
2.1 Núverandi stofnblandlögn.....	2
2.1.1 Niðurstöður rennislíkans.....	2
2.2 Ný regnvatnslögn úr forhönnunarskýrslu.....	3
2.2.1 Lagnalega.....	3
2.2.2 Stærðarákvörðun.....	3
3 Afrennsli.....	5
3.1 Afrennslissvæði.....	5
3.2 Úrkomugögn.....	6
3.2.1 Hlutaúrkomuáburður – skilgreining.....	6
3.2.2 Greining á hlutaúrkomuáburðum fyrir úrkomuröð Veðurstofu Íslands.....	7
3.2.3 Niðurstöður.....	8
3.2.4 Úrvinnsla.....	9
4 Uppsetning hermilíkans.....	13
4.1 Afrennislíkan.....	13
4.1.1 Notkun blágrænna ofanvatnslausna.....	13
4.1.2 Notkun 20% öryggisstuðull vegna loftslagsáhrifa.....	14
4.2 Rennislíkan - regnvatnslögn og miðlunartjarnir.....	15
4.2.1 Tilvik 1 - 600 mm lögn.....	17
4.2.2 Tilvik 2 - 800 mm lögn frá þvottalaugum.....	18
4.2.3 Tilvik 3 - 800 mm lögn frá skóla.....	19
4.3 Ný stofnblandlögn við Laugardalsvöll.....	20
5 Niðurstöður rennislíkans.....	21
5.1 Regnvatnslögn.....	21
5.1.1 Samanburður tilvika.....	21
5.1.2 Yfirföll.....	25
5.1.3 Miðlunartjarnir.....	29
5.1.4 Blágrænar ofanvatnslausnir.....	33
5.2 Ný stofnblandlögn við Laugardalsvöll - stærðarákvörðun.....	34
5.2.1 Stærð stofnblandlagningar með notkun regnvatnslagnar.....	35
6 Frumkostnaðarmat.....	37
6.1 Regnvatnslögn.....	37
6.2 Stofnblandlögn.....	38
6.2.1 Ný stofnblandlögn við Laugardalsvöll.....	38
7 Valin lausn til frekari skoðunar.....	40
7.1 Magnminnkun í dælu- og hreinsistöðvum á ársgrundvelli.....	40
7.2 Áhrif 20% öryggisstuðuls á valda lausn.....	41
8 Framkvæmdaröð uppbyggingar.....	43
9 Skipulagsskilmálar.....	45

10	Umræða	47
10.1	Miðlun.....	47
10.2	Rennslí í stofnblandlögn	47
10.3	100% blágrænar	48
11	Heimildir	49
Teikningar		50
Viðaukar		51

Myndaskrá

Mynd 2-1	Langsnið af núverandi stofnblandlögnum frá enda Kirkjusands til upptaka í Gnoðarvogi við 10 ára regn.	3
Mynd 3-1	Afrennslissvæði stofnblandlagnar í Laugardal.	5
Mynd 3-2	Staðsetning veðurstöðvar Veðurstofu Íslands.	7
Mynd 3-3	Hlutaúrkmuatburður fyrir úrkomuröð frá Veðurstöð 1475 í Reykjavík.	9
Mynd 3-4	IDF línurit fyrir hlutaskúrir samanborið við 1-10 ára endurkomutíma úr 1M5 aðferðafræðinni.	11
Mynd 3-5	Chicagotoppar fyrir hlutaskúrir.	11
Mynd 4-1	Yfirlitsmynd yfir lagnalegu regnvatnslagnar (blá) og miðlunartjarnir sem eru notaðar í líkani. Tillaga að legu nýrrar stofnblandlagnar er einnig sýnd (bleik). Tengingar afrennslissvæða (ljós blá) inn á regnvatnslögn sýndar með punktalínu.	15
Mynd 4-2	Tilvik 1: 600 mm lögn (blá) frá Engjavegi að Laugalæk. Miðlunartjarnir við skóla, þvottalaugar og sundlaug. Tillaga að legu nýrrar stofnblandlagnar er einnig sýnd (bleik). Tengingar afrennslissvæða inn á regnvatnslögn sýndar með punktalínu.	17
Mynd 4-3	Tilvik 2: 800 mm lögn (blá) frá þvottalaugum að Kirkjusandi. Miðlunartjörn við skóla, Tillaga að legu nýrrar stofnblandlagnar er einnig sýnd (bleik). Tengingar afrennslissvæða inn á regnvatnslögn sýndar með punktalínu.	18
Mynd 4-4	Tilvik 3: 800 mm lögn (blá) frá skóla að Kirkjusandi. Miðlunartjörn við þvottalaugar, Tillaga að legu nýrrar stofnblandlagnar er einnig sýnd (bleik). Tengingar afrennslissvæða inn á regnvatnslögn sýndar með punktalínu.	19
Mynd 4-5	Úrklippa úr teikningu M24.007 til útskýringa á lagnaleiðarvali.	20
Mynd 5-1	Hlutfall af rennsli í stofnblandlögnum fyrir öll tilvik og mismunandi endurkomutíma og 10 mínútna varanda.	22
Mynd 5-2	Hlutfall magns í stofnblandlögnum fyrir öll tilvik og mismunandi endurkomutíma og 10 mínútna varanda.	23
Mynd 5-3	Hlutfall rennslis í stofnblandlögnum með notkun regnvatnslagnar miðað við núverandi rennsli í stofnblandlögnum.	24
Mynd 5-4	Staðsetningar yfirfalla á regnvatnslögn fyrir tilvikin þrjú.	25
Mynd 5-5	Rennsli um yfirföll í Tilviki 1 við 1 árs og 10 ára endurkomutíma.	27
Mynd 5-6	Rennsli um yfirföll í Tilviki 2 við 1 árs og 10 ára endurkomutíma.	27
Mynd 5-7	Rennsli um yfirföll í Tilviki 3 við 1 árs og 10 ára endurkomutíma.	28
Mynd 5-8	Rennsli og rúmmál í miðlunartjarnir í Tilvik 1b við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda.	30
Mynd 5-9	Rennsli og rúmmál í miðlunartjörn í tilviki 2a við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda.	31
Mynd 5-10	Rennsli og rúmmál í miðlunartjörn í tilviki 3a við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda.	32
Mynd 5-11	Hlutfall af rennsli í stofnblandlögnum fyrir öll tilvik 1 með mismunandi endurkomutíma og 10 mínútna varanda ásamt notkun blágrænna ofanvatnslausna.	33
Mynd 5-12	Hlutfall af rennsli í stofnblandlögnum við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda með með notkun miðlunartjarna og blágrænna ofanvatnslausna.	34
Mynd 5-13	1200 mm stofnblandlögn við Laugardalsvöll (stöð 900-1700) við 5 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda. Græn lína sýnir landhæð, Rauðar línur sýna hámarks vatnsyfirborð í brunnum (e: max hydraulic grade line).	35
Mynd 5-14	1200 mm stofnblandlögn við Laugardalsvöll (stöð 900-1700) við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda. Græn lína sýnir landhæð, Rauðar línur sýna hámarks vatnsyfirborð í brunnum (e: max hydraulic grade line).	35
Mynd 5-15	1000 mm stofnblandlögn við Laugardalsvöll (stöð 900-1700) við 5 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda þegar nægilegt magn hefur verið tengt á	

	800 mm regnvatnslögn. Græn lína sýnir landhæð, rauðar línur sýna hámarks vatnsyfirborð í brunnum (e: max hydraulic grade line).....	36
Mynd 5-16	1000 mm stofnblandlögn við Laugardalsvöll (stöð 900-1700) við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda þegar nægilegt magn hefur verið tengt á 800 mm regnvatnslögn. Græn lína sýnir landhæð, rauðar línur sýna hámarks vatnsyfirborð í brunnum (e: max hydraulic grade line).....	36
Mynd 6-1	Samanburður á kostnaði regnvatnslagnar eftir tilvikum.....	38
Mynd 6-2	Kennisnið af skurði fyrir nýja stofnblandlögn og regnvatnslögn við Laugardalsvöll. Grátt svæði (33%) sýnir sameiginlegan skurð lagnanna tveggja.....	39
Mynd 7-1	Tilvik 1 með 20% öryggisstuðli á 10 ára hönnunarskúr. Yfirföll í stofnblandlögn merkt með rauðu, brunnar sem flæddi upp úr merktir með gulu.	41
Mynd 10-1	Miðlunarsvæði D og F úr forhönnunarskýrslu	47

Töfluskrá

Tafla 2-1	Helstu stærðir núverandi stofnlagnar	2
Tafla 2-2	Niðurstöður úr forhönnunarskýrslu: Hámarksrennsli í núverandi stofnblandlögn úr rennislíkani	2
Tafla 2-3	Niðurstöður úr forhönnunarskýrslu: Stærð og rennsli í regnvatnslögn við 5 ára og 1árs endurkomutíma.....	4
Tafla 3-1	Afrennissvæði stofnblandlagnar þar sem tekið er tillit til framtíðar uppbyggingu.	6
Tafla 3-2	Helstu upplýsingar um veðurstöð Veðurstofu Íslands	7
Tafla 3-3	Niðurstöður greiningar á hlutaúrkomuáttum fyrir úrkomuraðir Veðurstofu Íslands í Reykjavík	8
Tafla 3-4	Samanburður á sólarhringsúrkomumagni hlutaúrkomuáttum og gilda úr 1M5 aðferðafræðinni fyrir endurkomutíma 1 – 50 ár.	10
Tafla 4-1	Afrennissstuðull og rennlistími afrennissvæða.....	13
Tafla 4-2	Afrennissstuðlar með innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna	14
Tafla 4-3	Stærðir miðlunartjarna í líkani.....	16
Tafla 4-4	Yfirfallshæðir í miðlunartjarnir eftir tilvikum.....	16
Tafla 5-1	Mesta regn sem lögn getur tekið við áður en yfirföll í stofnblandlögn verða virk.....	21
Tafla 5-2	Þörf og staðsetning yfirfalla eftir tilvikum	25
Tafla 5-3	Yfirfallshæð og stærðir yfirfalla í líkani.....	26
Tafla 5-4	Hámarksrennsli um yfirfall (l/s) við 10 ára endurkomutíma og 10 mín varanda.....	26
Tafla 5-5	Stærð innrennislagna inn í miðlunartjarnir og hámarksrennsli við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda.	29
Tafla 6-1	Einingaverð fyrir efni og vinnu við lagningu á Weholite plastlögn í þéttbýli ásamt áætluðum kostnaði miðlunartjarna.	37

Teikningaskrá

Nr.	Lýsing	Kvarði	Stærð
18215.M24.001	Yfirlitsmynd	1:4000	A1
18215.M24.002	Grunnmynd og langsnið ST 0 – 350	1:500	A1
18215.M24.003	Grunnmynd og langsnið ST 350 – 650	1:500	A1
18215.M24.004	Grunnmynd og langsnið ST 650 – 975	1:500	A1
18215.M24.005	Grunnmynd og langsnið ST 975 – 1200	1:500	A1
18215.M24.006	Grunnmynd og langsnið ST 1200 – 1450	1:500	A1
18215.M24.007	Grunnmynd og langsnið ST 1450 – 1800	1:500	A1
18215.M24.008	Grunnmynd og langsnið ST 1800 – 2150	1:500	A1
18215.M24.009	Grunnmynd og langsnið ST 2150 – 2510	1:500	A1



1 Inngangur

Núverandi stofnlögn fráveitu Veitna í Laugardalnum tekur við skólpi, afrennsli rigningarvatns og drenkerfum frá um 230 hektara svæði frá Lækjum, Heimum, Múlum, Laugardalnum og hluta af Skeifunni í eina stóra (800mm til 1400mm í þvermáli) steypa fráveitulögn, svokallaða stofnblandlögn. Lögnin liggur frá gatnamótum Engjavegar og Suðurlandsbrautar í gegnum grasagarðinn í Laugardalnum, undir Laugardalsvöllinn og niður eftir Laugalæk og Kirkjusandi þar sem hún tengist við dælustöð fráveitu Veitna. Þar er fráveituvatni dælt áfram eftir sniðræsi að hreinsistöð við Klettagarða. Við stærri rigningarviðburði verður yfirfall við dælustöð virkt og óhreinsuðu uppblönduðu skólpi er dælt út í sjó.

Markmið Veitna eru að leitast við að:

- fækka yfirfallstímum og halda hreinum ströndum alltaf,
- minnka kostnað við dælingu í dælustöðvum,
- minnka magn vatns sem fer í gegnum hreinsistöðvar sem eykur hreinsivirkni, sérstaklega við framtíðaruppbyggingu frekari hreinsunar
- auka skilvirkni og bæta seiglu fráveitukerfis Veitna með tilliti til loftlagsbreytinga.

Megin tilgangurinn með verkefninu er að skoða leiðir til þess að losa regnvatn úr stofnblandlögninni í Laugardalnum til þess að mæta ofangreindum markmiðum.

Verkís gerði forhönnun á regnvatnslögn í gegnum Laugardalinn og eru niðurstöður kynntar í skýrslunni Regnvatnslögn í Laugardal (2018). Í forhönnunarskýrslunni kemur fram að heppilegra geti verið að blanda saman mismunandi aðferðum við meðhöndlun á ofanvatni til þess að losa regnvatn úr blandkerfinu, fækka yfirfallstímum og minnka dælingu og hreinsun á hreinu vatni. Hér er um framhaldsverkefni að ræða þar sem skoða á virkni og hagkvæmni þess að leggja minni regnvatnslögn en jafnframt minnka afrennsli með blágrænum ofanvatnslausnum, hægja á innflæði í kerfið með miðlunartjörnum og útbúa yfirfallsmannvirki yfir í blandlögn fyrir stærri úrkomuatburði.

Verkefnið felur í sér eftirfarandi vinnu:

1. Herma og hanna blandaðar ofanvatnslausnir þar sem regnvatnslögn verður aldrei stærri en 600-800mm og umfram úrkoma fari í stofnblandlögn.
2. Meta endurkomutíma sem blandaða lausnin ræður við og hversu oft stofnblandlögnin verður notuð sem yfirfall fyrir afrennsli.
3. Meta hvaða áhrif 20% öryggisstuðull vegna mögulegra loftslagsáhrifa á núverandi 5 og 10 ára hönnunarskúr hefur á valda lausn.
4. Meta magnminnkun vatns í dælu- og hreinsistöðvum á ársgrundvelli fyrir valda lausn.
5. Kostnaðarmeta verkliði.
6. Gera tillögu að framkvæmdaröð verkliða.
7. Gera tillögu að breyttum skipulagsskilmálum á aðliggjandi svæðum til að hægt sé að ná settum markmiðum.

Einnig var óskað eftir tillögu að nýrri stofnblandlögn við Laugardalsvöll þar sem núverandi lögn fer undir völlinn og líklegt er að farið verði í breytingar á Laugardalsvellinum í náinni framtíð.



2 Úrdráttur úr fyrri forhönnunarskýrslu

2.1 Núverandi stofnblandlögn

Stofnblandlögnin er frárennislögn fyrir skólp og ofanvatn sem var lögð á árunum 1950 og 1955. Lögnin er steinsteypt og er 800 mm í þvermál við upptök sín í Gnoðarvogi við TBR húsið, sjá teikningu M24.001. Lögnin liggur þaðan undir Fjölskyldu og Húsdýragarðinn þar sem hún stækkar í 1000 mm. Lega lagnarinnar er þá lægst í dalnum eftir honum miðjum að gömlu þvottalaugunum. Þvermál lagnarinnar stækkar þá í 1400 mm og fer hún undir Laugardalsvöllinn, vestanmegin við Laugardalslaugina og þaðan niður eftir Laugalæk að dælustöð við Laugalæk. Síðasti leggurinn að dælustöðinni er 1750 mm lögn þar sem önnur blönduð lögn vestan frá tengist inn í dælustöðina. Samkvæmt upplýsingum frá Veitum geta skólpdælur dælt í kringum 2000 l/s í átt að hreinsistöð en þegar rennsli fer yfir það flæðir yfir í yfirfallshólf. Yfirfallsdælur dæla úr yfirfallshólfinu blöndu skólps og ofanvatns svo til sjávar, afköst í kringum 4500 l/s. Dýpi ofan á lögn er um 3 m frá upptökum og í gegnum Fjölskyldu og Húsdýragarðinn. Þaðan, um miðjan dalinn og að Kirkjusandi er dýpt um 2 m. Lögnin er dýpri frá miðjum Kirkjusandi og að dælustöð þar sem dýpi ofan á lögn nær 6 m. Tafla 2-1 sýnir upplýsingar um meðalhalla lagnar og ofangreindar stærðir.

Tafla 2-1 Helstu stærðir núverandi stofnlagnar

Lýsing	Stærð (mm)	Meðalhalla (‰)	Meðaldýpi ofan á lögn (m)
Frá upptökum í Gnoðarvogi – í gegnum Fjölskyldu- og húsdýragarðinn	800	15,8	3
Mitt í dal - Gömlu þvottalaugarnar	1000	7,5	>2
Gömlu þvottalaugarnar – Laugalækur	1400	3,1*	2
Laugalækur – Kirkjusandur	1400	9,0	<2
Kirkjusandur	1400	6,0	4 (6 max)

*Að undanskildu lagnabili sem er 45‰ við þvottalaugarnar gömlu

2.1.1 Niðurstöður rennislíkans

Rennislíkan af núverandi stofnblandlögn var útbúið í Hydraflow – Storm Sewer innan AutoCAD Civil3D. Forritið velur úrkomustyrk eftir kúrfum úrkomustyrks, varanda og endurkomutíma (intensity-duration-frequency, IDF) frá 1M5 aðferðafræðinni til þess að reikna út uppsafnað rennsli í hverjum legg fyrir sig og gefur hámarksafköst lagnarinnar og reiknað rennsli og hæð orkulínunnar í lögninni. Nánari lýsing á aðferð og niðurstöður úr líkanútreikningum eru að finna forhönnunarskýrslu.

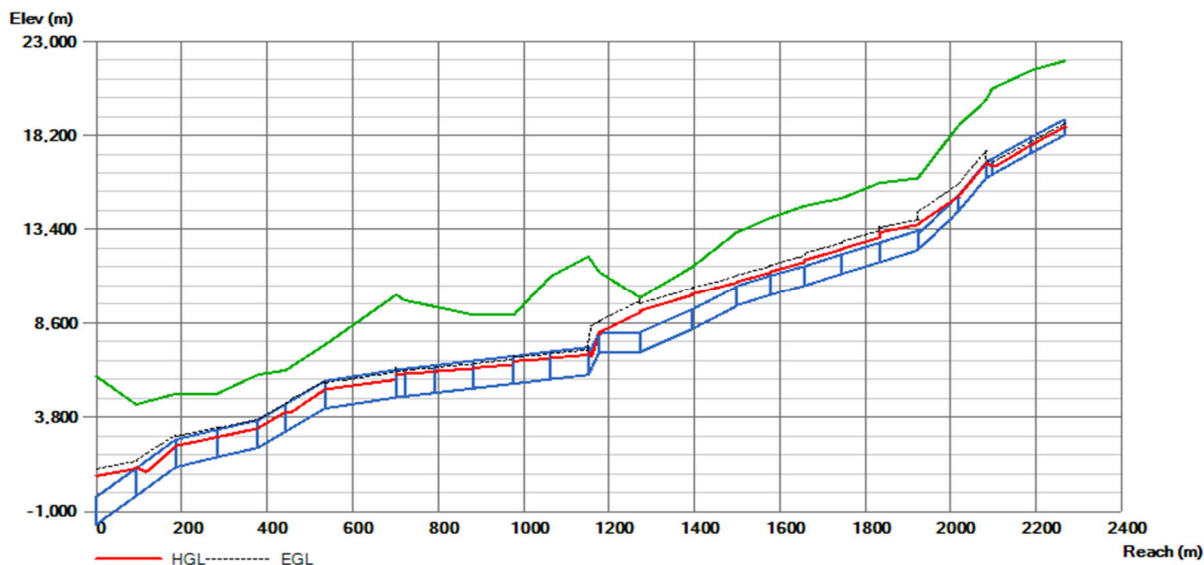
Tafla 2-2 sýnir mesta rennsli í lögninni miðað við núverandi afrennlistuðla fyrir 1-árs, 5-ára og 10-ára skúr.

Tafla 2-2 Niðurstöður úr forhönnunarskýrslu: Hámarksrennsli í núverandi stofnblandlögn úr rennislíkani

	Núverandi ógegndræpt hlutfall	
Q 1 ár (l/s)	2.540	
Q 5 ár (l/s)	3.590	
Q 10 ár (l/s)	4.170	



Mynd 2-1 sýnir langsnið af núverandi stofnblandlögnum fyrir hönnunarviðburð með 10 ára endurkomutíma með óbreyttu ógegndræpu hlutfalli. Lögnin er sýnd frá enda Kirkjusands til upptaka í Gnoðarvogi í bláu. Græna línan sýnir landhæð, rauða línan er vatnsyfirborð „hydraulic grade line“ (HGL) og punkta línan er heildarorkulínan „energy grade line“ (EGL).



Mynd 2-1 Langsnið af núverandi stofnblandlögnum frá enda Kirkjusands til upptaka í Gnoðarvogi við 10 ára regn.

Við gömlu þvottalaugarnar er mjög flatur leggur sem hefur lítil afköst og áhrifa þess fer að gæta upp eftir lögninni en niðurstöður rennslislíkansins sýna að lögnin virðist vera rétt stærðarákvörðuð miðað við núverandi afrennsli. Þó veldur flatur leggur í lögninni við gömlu þvottalaugarnar því að hætta er á að við stærri viðburði megi sjá uppstúfun upp úr kerfinu upp á yfirborð.

2.2 Ný regnvatnslögn úr forhönnunarskýrslu

2.2.1 Lagnalega

Forhönnun nýrrar regnvatnslagnar í fyrri skýrslu (Vala Jónsdóttir o.fl, 2018) miðaðist að því að lögnin myndi nýtast fyrir sömu afrennissvæði og afrennissuðla og fyrir núverandi stofnblandlögnum. Því var ný lagnaleið valin nálægt núverandi stofnblandlögnum til að framtíðar regnvatnskerfi frá þessum sömu afrennissvæðum geti tengst inn á nýja lögn. Þó eru nokkrar breytingar á lagnaleiðinni eins og lýst er hér fyrir neðan.

Ekki þótti ákjósanlegt að ný lögn skyldi fara meðfram núverandi blandlögnum í gegnum Fjölskyldu og húsdýragarðinn og undir Laugardalsvöllinn. Valið var að fara niður Engjaveg og halda áfram með lögn við göngustíg, austan megin við Fjölskyldu og húsdýragarðinn. Við þvottalaugarnar er lagnaleið sunnar en núverandi lagnaleið til að geta haldið lögn ofar í landi og forðast grasagarðinn því ákjósanlegasta lagnaleiðin var talin vestan megin við Laugardalsvöll.

2.2.2 Stærðarákvörðun

Stærðarákvörðun á lögn var miðuð við 5 ára endurkomutíma í sjálfrennsli (lagnir ekki undir þrýstingi) og 10 ára endurkomutíma undir þrýstingi án þess að vatnsyfirborð nái yfirborði lands. Niðurstöður úr líkanaútreikningum sýndu að stærð regnvatnslagnar þyrfti að vera svipuð núverandi stofnblandlagnar fyrir utan 1200 mm lögn við Laugardalsvöll í stað 1400 mm (Tafla 2-3).

Einnig var skoðað hvaða stærð á lögn fengist ef hönnuð væri regnvatnslögn fyrir 1 árs endurkomutíma og stofnblandlögnum væri notuð sem yfirfallslögn við stærri regnviðburði (Tafla 2-3).



Tafla 2-3 Niðurstöður úr forhönnunarskýrslu: Stærð og rennsli í regnvatnslögn við 5 ára og 1árs endurkomutíma.

Svæði	Stöðvabil	1 árs endurkomutími (l/s) Yfirfall í stofnblandlögn		5 ára endurkomutími (l/s)	
		Rennsli (l/s)	Lagnastærð (mm)	Rennsli (l/s)	Lagnastærð (mm)
Kirkjusandur	0-300	2500	1200	3900	1400
Laugalækur	300-600	2100	1200	3300	1400
Laugadalsvöllur/laug	600-1400	1700	1000	2800	1200
Þvottalaugar	1400-2000	1300	800	2000	1000
Grasagarður	2000-2200	1200	800	1700	1000
Engjavegur	2200-2500	350	400	500	800

Niðurstöður sýndu að með því að hanna lögn fyrir 1 árs endurkomutíma í stað 5 ára endurkomutíma væri hægt að hafa 1200 mm lögn í Kirkjusandi í stað 1400 mm. Svo ljóst var að ekki er mikill munur þar á og hanna þyrfti fyrir enn minni endurkomutíma til að minnka lagnastærð enn frekar.



3 Afrennsli

3.1 Afrennslissvæði

Heildarafrennslissvæði fyrir núverandi stofnblandlögn sem liggur í gegnum Laugardalinn og niður Laugalæk var áætlað um 230,2 ha. Hæðarlínur voru fengnar frá úttektarsíðu Borgarvefsjár en upplýsingar um fráveitukerfi Veitna var fengið frá Veitum. Heildarafrennslissvæðinu var deilt niður í 11 afrennslissvæði sjá Mynd 3-1.



Mynd 3-1 Afrennslissvæði stofnblandlagnar í Laugardal.



Hlutfall gegndræps flatarmáls var fengið með notkun samgöngufláka og húsafláka sem eru aðgengilegir á úttektafvef Borgarvefsjár. Tafla 3-1 sýnir hlutfall ógegndræps flatarmáls. Afrennslissvæði 3 er á reit M2g í Aðalskipulagi Reykjavíkur og flokkast undir þróunarsvæði. Þá er gert ráð fyrir uppbyggingu á reitnum og má því gera ráð fyrir aukningu í ógegndræpu flatarmáli á afrennslissvæði 3. Því hefur verið reiknað með auknu ógegndræpu flatarmáli.

Tafla 3-1 Afrennslissvæði stofnblandlagar þar sem tekið er tillit til framtíðar uppbyggingu.

Svæði	Heildar flatarmál (ha)	Ógegndræpt flatarmál (%)	Ógegndræpt flatarmál (ha)	Hlutfall ógegndræps yfirborðs svæðis af heildar-ógegndræpu flatarmáli (%)
1	36,3	75	27,2	28,2%
2	16,1	49	7,9	8,2%
3	6,7	50	3,4	3,5%
4	17,0	40	6,8	7,0%
5	9,1	28	2,5	2,6%
6	26,8	43	11,5	11,9%
7	12,6	37	4,7	4,8%
8	47,0	18	8,5	8,8%
9	8,1	44	3,6	3,7%
10	24,0	30	7,2	7,5%
11	26,6	50	13,3	13,8%
Samtals	230,2	42	96,5	100%

3.2 Úrkomugögn

Til þess að geta skoðað hvaða afköst minni lögn en var lagt til í fyrri forhönnunarskýrslu hefur var unnið út frá aðferðafræði um svokallaðar hlutaúrkomuáburði eða „percentile rainfall event“ á ensku. Þessi aðferðafræði hefur verið notuð í Bandaríkjunum við að skilgreina regndýpt sem notuð er við hönnun á blágrænum ofanvatnslausnum eða við ofanvatnshreinsun. Þessir hlutaúrkomuáburðir eru minni en úrkomudýptir fyrir 1-árs endurkomutíma og því hægt að meta það magn sem minni regnvatnslögn getur afkastað og ákvarðaða tíðni yfirfallstilvika.

3.2.1 Hlutaúrkomuáburður – skilgreining

Hlutaúrkomuáburður (e. „percentile rainfall event“) er hugtak sem skilgreinir það magn úrkomu sem ákveðið hlutfall allra úrkomuáburða fer ekki yfir. Með öðrum orðum þá er t.d. 95% hlutaúrkomuáburður skilgreindur sem mæld úrkomudýpt yfir einn sólarhring fyrir ákveðið tímabil úrkomumælinga sem er raðað frá hæsta til lægsta gildi og er í 95% sætinu af öllum daglegum úrkomugildum fyrir þetta gefna tímabil. Sólarhringsúrkoma er yfirleitt skilgreind frá miðnætti til miðnættis fyrir hvert daglegt gildi. Viðmiðið er að notast við að minnsta kosti 20-30 ára tímabil úrkomumælinga fyrir þessa aðferðafræði.

Minni úrkomuáburðir sem jafngilda sólarhringsúrkomu undir 2,5mm eru ekki teknir með í þessa greiningu þar sem gert er ráð fyrir að úrkoma af þessari stærðargráðu leiðir yfirleitt ekki af sér afrennslu af yfirborði vegna uppgufunar, fyllingar á litlum holrýmum og upptöku gróðurs á bæði gegndræpum og ógegndræpum yfirborðsflötum.

Frekari útskýringar á þessari aðferðafræði er að finna í leiðbeiningum umhverfisstofnunar Bandaríkjanna (2009) en þessi aðferðafræði hefur verið notuð við að skilgreina hönnunarforsendur fyrir ofanvatnshönnun verkefnum á vegum alríkisstofnana þar í landi.

3.2.2 Greining á hlutaúrkomuátturðum fyrir úrkomuröð Veðurstofu Íslands

Leitast var við að finna hlutaúrkomuátturði fyrir Reykjavík út frá mældum gögnum Veðurstofu Íslands. Skoðuð var úrkomuröð frá Veðurstofu Íslands sem Veitur ohf. fengu afhenta síðla árs 2018, stöðvarnúmer 1475 með gildi yfir 17,5 ára tímabil frá 1.1.2000 til 30.6.2018. Veðurstöðin er staðsett á veðurstofuhæð við Bústaðarveg (sjá helstu upplýsingar um veðurstöðvarnar frá www.vedur.is fyrir neðan). Báðar raðir eru gefnar upp í klukkustundargildum með eininguna mm/klst.

Tafla 3-2 Helstu upplýsingar um veðurstöð Veðurstofu Íslands

Rvk_2000_2018_urkoma.csv

Nafn	Reykjavík
Tegund	Sjálfvirk veðurathugunarstöð
Stöðvanúmer	1475
WMO-númer	4130
Skammstöfun	reitir
Spásvæði	Faxaflói(fa)
Staðsetning	64°07.653', 21°54.120' (64,1275, 21,902)
Hæð yfir sjó	52.0 m.y.s.
Upphaf veðurathuguna	1993
Eigandi stöðvar	Veðurstofa Íslands



Mynd 3-2 Staðsetning veðurstöðvar Veðurstofu Íslands.

Eftirfarandi aðferðafræði var beitt við úrvinnslu á gögnunum:

1. Klukkustundarregngildum var breytt í sólarhringsgildi.
2. Öllum gildum sem voru undir 2,5mm var hent úr seríunni
3. Úrkomuröðin var raðað frá stærstu að minnstu.
4. Hverju gildi var gefið %, þ.e. stærsta gildi 0% upp í neðsta gildi 100%
5. Sú dýpt sem mælist við 95% er svokallaður 95% hlutaúrkomuátturður



3.2.3 Niðurstöður

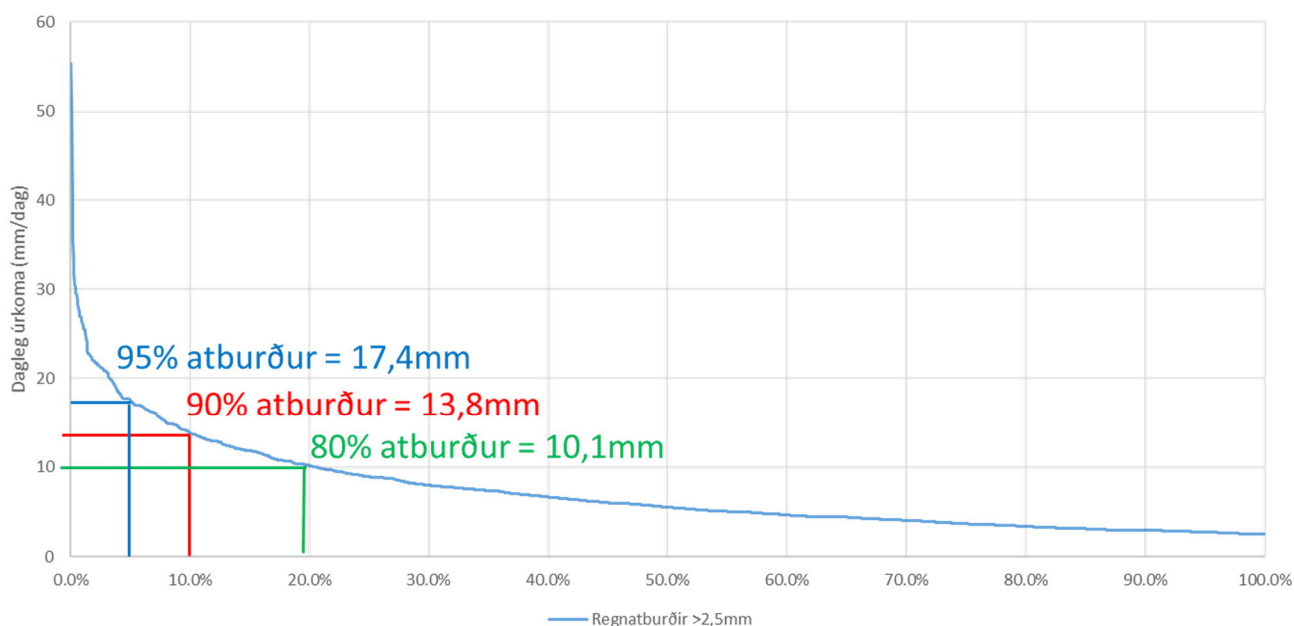
Tafla 3-3 sýnir niðurstöður greiningarinnar.

Tafla 3-3 Niðurstöður greiningar á hlutaúrkomuáttburðum fyrir úrkomuraðir Veðurstofu Íslands í Reykjavík

	Veðurstöð 1475	
Tímabil	1.1.2000 - 30.6.2018	
Fjöldi daggilda	6754	
Fjöldi daggilda með mældu regni	3877	57%
Fjöldi daggilda með mældu regni >2,5mm	1914	28%
Heildardýpt (mm)	15754	
Heildardýpt með mældu regni >2,5mm (mm)	13852	88%
80% hlutaúrkomuáttburður (mm)	10,10	
Heildarrúmmál skúra < 80% skúr (mm)	11776	85,0%
85% hlutaúrkomuáttburður (mm)	11,80	
Heildarrúmmál úrkomu < 85% hlutaúrkomuáttburður (mm)	12342	89,1%
90% hlutaúrkomuáttburður (mm)	13,8	
Heildarrúmmál úrkomu < 90% hlutaúrkomuáttburður (mm)	12813	92,5%
95 percentile skúr (mm)	17,44	
Heildarrúmmál úrkomu < 95% hlutaúrkomuáttburður (mm)	13335	96,3%
99 percentile skúr (mm)	25,87	
Heildarrúmmál úrkomu < 99% hlutaúrkomuáttburður (mm)	13735	99,2%

Niðurstöðurnar sýna að um 57% af fjölda daga innan tímabilanna eru með mælanlega úrkomu en einungis um 28% daganna með úrkomugildi hærra en 2,5mm sem notaðar voru í greininguna. Það voru því 1914 dagleg gildi sem raðað var upp frá stærsta til minnsta til þess að útbúa línurit fyrir hlutaúrkomuáttburði fyrir þessar úrkomuraðir en samtals þá innihalda þessi gildi um 88% af allri úrkomu á tímabilinu.

Hlutaúrkomuáttburður "percentile storm" Veðurstöð 1475 Reykjavík



Mynd 3-3 Hlutaúrkomuáttburður fyrir úrkomuátt frá Veðurstöð 1475 í Reykjavík.

Línuritíð á Mynd 3-3 sýnir hvernig hvernig gildi fyrir hvern hlutaúrkomuáttburður er fengið. Einnig má ímynda sér hvernig allt rúmmál úrkomu sem er undir láréttu línunum fyrir hvern hlutaúrkomuáttburður er uppsafnað heildarrúmmál úrkomu sem er minni heldur en gildi þess hlutaúrkomuáttburðar. Þannig má gefa sér að ef ofanvatnskerfi er hannað til þess að safna og meðhöndla ákveðinn hlutaúrkomuáttburður (t.d. 90% hlutaúrkomuáttburður = 13,8mm) þá er allt að 92,5% af rúmmáli afrennslis þess ofanvatnskerfis safnað og meðhöndlað á ársgrundvelli.

3.2.4 Úrvinnsla

Hægt er að setja niðurstöður þessarar greiningar á hlutaúrkomuáttburðum fyrir Reykjavík í samhengi við núverandi aðferðafræði við hönnun á regnvatnskerfum útlistuð í flóðahandbók Vatnaverkefisstofu Háskóla Íslands (útbúin af prófessor emeritus Jónasi Elíassyni), svokallaðri 1M5 aðferðafræði. Í reiknilíkani meðfylgjandi flóðahandbókinni (MT_Reikn.xlsx) hefur Jónas sett fram tíðnibreytu fyrir hönnunarflóð sem hægt er að nota til þess að áætla hönnunarmagn fyrir hvaða endurkomutíma sem er. Með því að nálgast endurkomutímann að sólarhringsdýpt hlutaúrkomuáttburðanna er hægt að skoða hvaða endurkomutíma hlutaúrkomuáttburðirnir gætu mögulega haft. Hafa ber í huga að aðferðafræðin við úrvinnslu hágildadreifinga á ársgrundvelli er ekki gild fyrir endurkomutíma minna en 1 ár eins og Jónas útskýrir í kafla 7.2 í flóðahandbókinni og skal því taka þessum niðurstöðum með varúð.

Tafla 3-4 sýnir sólarhringsgildi hlutaúrkomuáttburða samanborið við sólarhringsúrkomu úr 1M5 aðferðafræðinni miðað við M5 gildi = 40 sem er það gildi sem finna má á veðurstofuhæð Veðurstofu Íslands og þann endurkomutíma (<1árs skúr) sem sólarhringsúrkomu fyrir hvern hlutaúrkomuáttburður samsvarar.

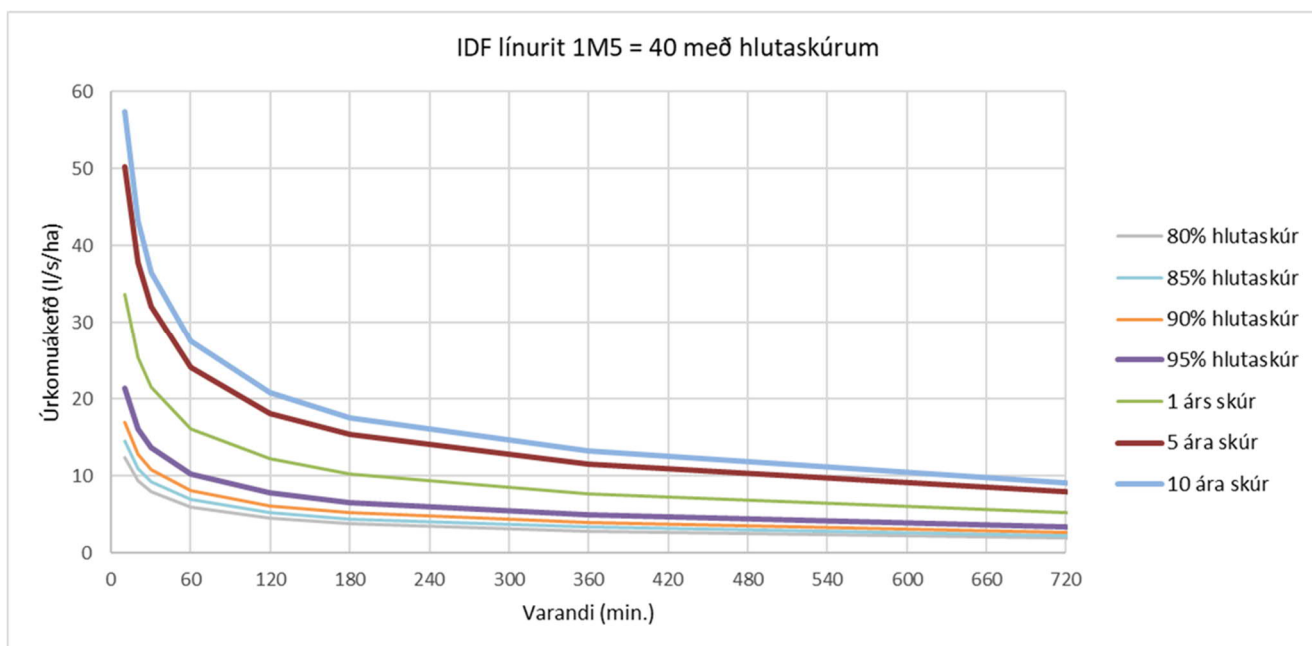


Tafla 3-4 Samanburður á sólarhringsúrkomumagnni hlutaúrkomuáttburða og gilda úr 1M5 aðferðafræðinni fyrir endurkomutíma 1 – 50 ár.

Úrkomuáttburður	Endurkomutími (ár)	mm/dag
80% hlutaúrkomuáttburður	0,13 (1,6 mánuðir)	10,1
85% hlutaúrkomuáttburður	0,16 (1,9 mánuðir)	11,8
90% hlutaúrkomuáttburður	0,20 (2,4 mánuðir)	13,8
95% hlutaúrkomuáttburður	0,31 (3,7 mánuðir)	17,4
99% hlutaúrkomuáttburður	0,83 (10 mánuðir)	25,9
1 árs 1M5	1	27,4
5 ára 1M5	5	40,9
10 ára 1M5	10	46,7
50 ára 1M5	50	60,3

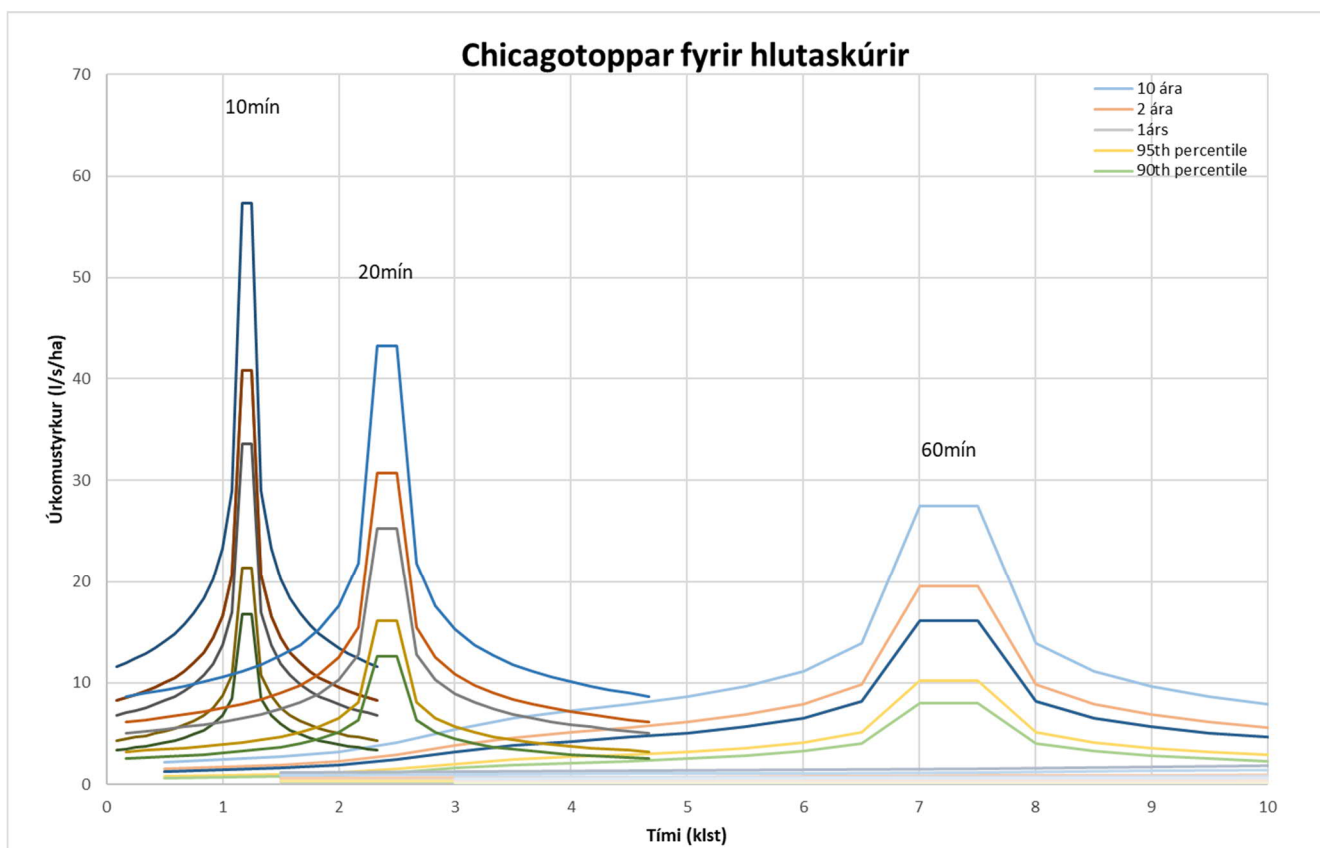
Niðurstöðurnar úr Töflu 3-4 sýna að hlutaúrkomugreiningin samsvarar vel þeirri stærðargráðu á sólarhringsúrkomu sem finna má úr 1M5 aðferðafræðinni (þ.e. magn hlutaúrkomuáttburða er minna en sem nemur 1 árs endurkomutíma en nálgast þá tölu eftir því sem hlutaúrkomuáttburðurinn nálgast 100%).

Þá er hægt að notast við reikniforritið í MT_Reikn og hægt að útbúa IDF kúrfur fyrir hlutaúrkomuáttburðina fyrir varanda frá 10 mín upp í 6 klst eins og gert hefur verið í fráveituhönnunarleiðbeiningum Orkuveitu Reykjavíkur og þannig hægt að útbúa svokallaða hlutaskúr. Mynd 3-4 sýnir sambærilegar IDF kúrfur fyrir 80% - 95% hlutaskúr samanborið við þær kúrfur sem sýndar eru í leiðbeiningum OR fyrir M5 gildi = 40.



Mynd 3-4 IDF línurit fyrir hlutaskúrir samanborið við 1-10 ára endurkomutíma úr 1M5 aðferðafræðinni.

Að lokum voru svo útbúnir Chicagotoppar fyrir hlutaskúrirnar með aðferðafræði 1M5 við gerð Chicagotoppa úr reiknilíkaninu MT_Reikn. Mynd 3 sýnir Chicagotoppa fyrir þrjá mismunandi varanda, 10min, 20min og 60min. Þessir úrkomutoppar voru svo notaðir við myndun á afrennsli í hermilíkani fyrir hönnun og greiningu á afkastagetu nýrrar regnvatnslagnar og yfirfallstíðni í stofnblandlög.



Mynd 3-5 Chicagotoppar fyrir hlutaskúrir.





4 Uppsetning hermilíkans

Rennislíkan var útbúið í SewerGEMS sem er dýnamískt vatnafræði- og straumfræðiforrit fyrir fráveitulagnakerfi frá Bentley. Í SewerGEMS er hægt að nota svokallaða dýnamíska útreikninga sem geta tekið inn regnseríu (Chicagotoppa) og tekið tillit til geymslu í miðlunum.

Upplýsingar um lagnalegu, stærðir og hæðarkóta voru nýttar úr uppsetningu í AutoCad Civil 3D og flutt yfir í líkan í SewerGEMS. Einnig voru upplýsingar um stærðir og lögun afrennslissvæða nýttar.

4.1 Afrennislíkan

Til að reikna rennsli voru eftirfarandi stillingar valdar í SewerGEMS:

- Dýnamísk reiknivél (e: engine type): Implicit (SewerGEMS Dynamic Wave)
- Afrennislisaðferð (e: runoff method): Time-Area
- Time-Area diagram type: Synthetic Curve (HEC-1)
- Tap aðferð (e: loss method): Afrennslisstuðull (e: runoff coefficient)

Afrennslisstuðlar C voru samkvæmt leiðbeiningum Veitna (LAV-503-10.0):

- Ógegndræp svæði (malbik, þök, steiptir fletir) 0,9
- Gegndræpt svæði (gróin svæði) 0,2

Tafla 3-1 var notuð til þess að finna veginn afrennslisstuðull C fyrir hvert afrennslissvæði (Tafla 4-1). Rennlistími var fundinn fyrir hvert afrennslissvæði fyrir sig og var lágmarks rennlistími 10 mínútur notaður fyrir svæði þar sem rennlistími er innan við 10 mínútur (Tafla 4-1).

Tafla 4-1 Afrennslisstuðull og rennlistími afrennslissvæða

Afrennslis- svæði	Veginn afrennslisstuðull C	Rennlistími afrennslissvæðis (Tc)
1	0,72	14 mín
2	0,54	10 mín
3	0,55	10 mín
4	0,48	10 mín
5	0,40	10 mín
6	0,50	11 mín
7	0,46	10 mín
8	0,33	23 mín
9	0,51	12 mín
10	0,41	10 mín
11	0,55	10 mín

Upplýsingar um Chicagotoppa fyrir mismunandi endurkomutíma úr kafla 3 að ofan og varanda voru settar inn í sem Time-Intensity kúrvur undir Storm Data.

Ekki var tekið tillit til þurrvirðisrennslis í stofnblandlagn þar sem það væri svo lítið hlutfall rennslisins en sjá má umfjöllun í forhönnunarskýrslu – Regnvatnslagn í Laugardal.

4.1.1 Notkun blágrænna ofanvatnslausna

Einnig var skoðað hvaða rennsli mætti vænta ef blágrænar ofanvatnslausnir (BGO) væru innleiddar á afrennslissvæðunum. Til einföldunar var afrennslisstuðull ógegndræps svæðis lækkaður til að skoða þau áhrif og skoðuð voru tvö tilvik:



- Blágrænar 1: Ógegndræp svæði (malbik, þök, steptir fletir) 0,7 (40 l/s/ha)
- Blágrænar 2: Ógegndræp svæði (malbik, þök, steptir fletir) 0,5 (29 l/s/ha)

Tafla 3-1 var notuð til þess að finna veginn afrennslisstuðull C fyrir hvert afrennissvæði fyrir þessi tilvik (Tafla 4-2).

Tafla 4-2 Afrennslisstuðlar með innleiðingu blágrænna ofanvatnslausna

Afrennslis- svæði	Veginn afrennslisstuðull C Blágrænar 1	Veginn afrennslisstuðull C Blágrænar 2
1	0,57	0,42
2	0,44	0,35
3	0,24	0,23
4	0,40	0,32
5	0,34	0,28
6	0,41	0,33
7	0,38	0,31
8	0,29	0,25
9	0,42	0,33
10	0,35	0,29
11	0,45	0,35

4.1.2 Notkun 20% öryggisstuðull vegna loftslagsáhrifa

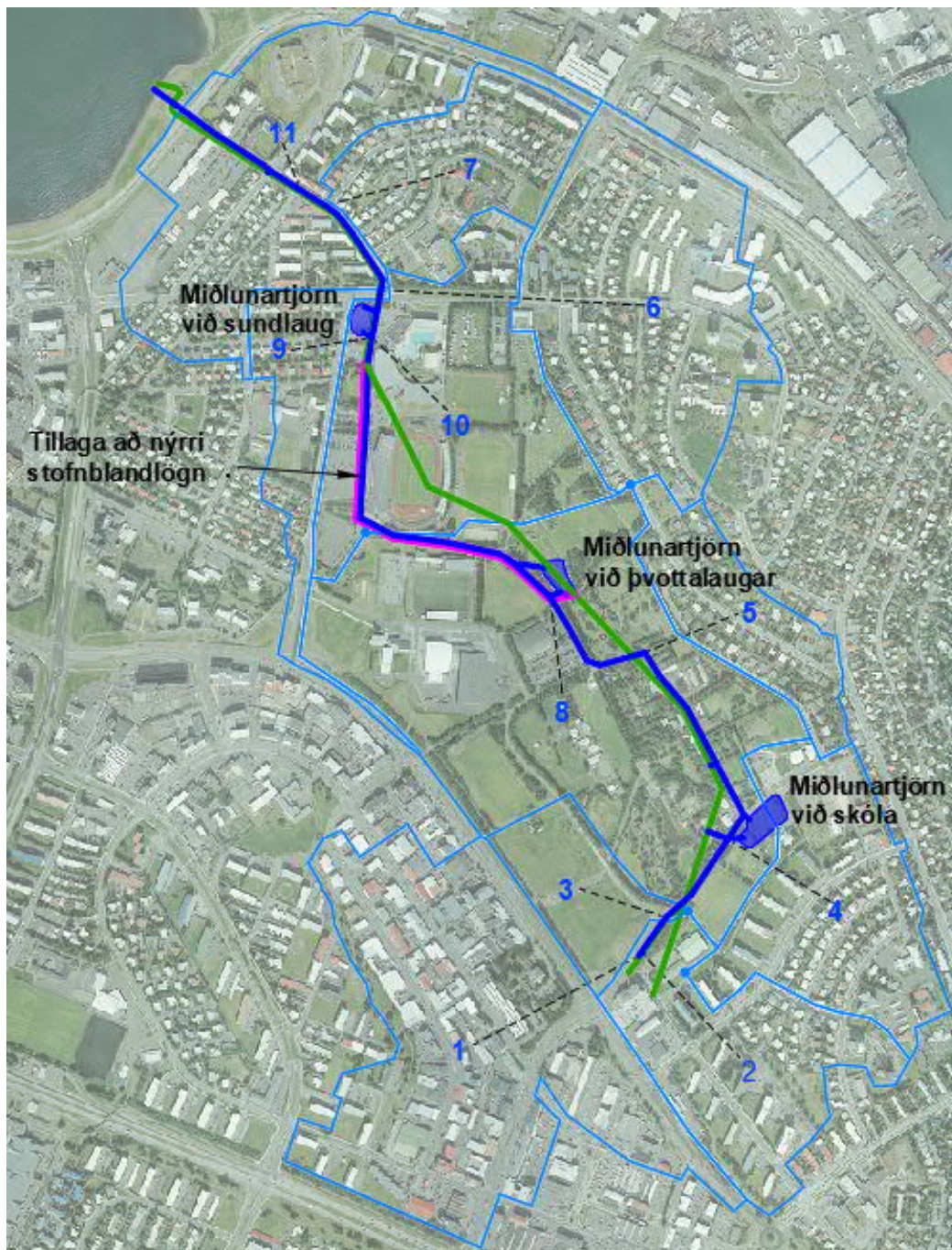
Að beiðni Veitna var skoðað hvaða áhrif notkun 20% öryggisstuðuls vegna loftslagsáhrifa myndi hafa á rennsli fyrir valda lausn við 5 og 10 ára hönnunarskúr. Þekkt er að á norðurlöndunum séu nýjar regnvatnlagnir stærðarákvarðaðar með öryggisstuðli vegna loftslagsáhrifa og er sem dæmi reiknað með að minnsta kosti 25% auknu afrennsli í Svíþjóð eða svokölluðum klímatfaktor sem er 1,25 (Svenskt Vatten, 2016).

Aðferðafræðinni sem beitt var var eftirfarandi:

1. Bætt var við 20% ofan á dýpt 5- og 10-ára hönnunarskúra.
2. Reiknað út hvaða endurkomutíma það jafngilti miðað við gildandi tölfræðigreiningu á endurkomutímum.
3. Þá var útbúin nýr Chicagotoppur með sömu aðferð og líst var í kafla 3.2.
4. Chicagotoppur voru síðan settir í hermílikanið sem var keyrt fyrir valda lausn.

4.2 Rennislíkan - regnvatnslögn og miðlunartjarnir

Notast var við lagnalegu úr fyrri forhönnunarskýrslu sem var valinn til þess að nýta sömu tengingar við afrennissvæðin og tengjast núverandi stofnblandlögn (sjá Mynd 4-1). Veitur og Reykjavíkurborg funduðu um mögulegar staðsetningar miðlunartjarna í byrjun árs 2019 en fyrri forhönnunarskýrsla hafði gert tillögu að nokkrum möguleikum. Þrjú svæði fyrir mögulegar miðlunartjarnir voru valin til frekari athugunar við hermilíkangerð; miðlunartjörn neðan við Langholtsskóla, miðlunartjörn við Þvottalaugar og neðanjarðar miðlunargeymslurými í bílastæðum við Laugardalslaug (sjá Mynd 4-1).



Mynd 4-1 Yfirlitsmynd yfir lagnalegu regnvatnslagnar (blá) og miðlunartjarnir sem eru notaðar í líkani. Tillaga að legu nýrrar stofnblandlagnar er einnig sýnd (bleik). Tengingar afrennissvæða (ljós blá) inn á regnvatnslögn sýndar með punktalínu.



Í forhönnunarskýrslu var gert ráð fyrir að afrennsli af afrennissvæðum 6 og 9 væri hægt að miðla í miðlunartjörn við sundlaug en við nánari athugun á hæðarkótum var ekki talið líklegt að hægt væri að miðla frá afrennissvæði 6 í tjörn við sundlaug.

Útbúið var hönnunarlíkan fyrir miðlun á rigningarskúrum sem var svo notað til þess að ákvarða stærð geymslurýmis miðlunartjarnanna með svokölluðum krítískum varanda hönnunarskúrar (e. critical storm duration). Þá er mismunandi varandi fyrir alla endurkomutíma skoðaður og sá varandi sem hefur mesta þörf fyrir geymslurými valinn. Miðað var við að miðla rennlistoppi fyrir 10 ára endurkomutíma. Framhjálaup í lögn og útrennsli úr miðlunartjörn var svo ákveðið miðað við 600 mm regnvatnslögn og var svo rúmmál og flatarmál miðlunartjarna ákvarðað.

Sömu aðferð var beitt til að finna stærð miðlunartjarnar við skóla. Stærðir miðlunartjarna við þvottalaugar og sundlaug hafa breyst frá forhönnunarskýrslu vegna þess að nánari greining var gerð á svæðunum til að skoða hámarks landssvæði sem hægt væri að nota undir miðlun sem var kynnt á fundi Veitna og Reykjavíkurborgar á áður tilgreindum fundi.

Eftirfarandi stærðir á miðlunartjörnum (Tafla 4-3) voru notaðar sem útgangspunktur fyrir líkanagerð. Stærð útrásarmannvirkis var miðuð við 200 mm útrennslisop.

Tafla 4-3 Stærðir miðlunartjarna í líkani

Svæði	Stærð tjarnar (m ²)	Dýpt (m)	Rúmmál (m ³)
Við skóla	5065	0,7	3096
Við þvottalaugar	2700	0,8	1400
Við sundlaug	2100	1	1850

Prófað var að keyra hermilíkanið með mismunandi stærðum lagna og sást þá hvar væri mesta þörf fyrir miðlunartjörn. Út frá þessum prófunum voru 3 tilvik skilgreind til frekari skoðunar á virkni. Uppstillingu á þessum þremur tilvikum er líst hér fyrir neðan. Þá var einnig skoðað hvaða áhrif notkun BGO hefðu á þessi tilvik.

Yfirföll í miðlunartjarnir voru skilgreind þannig að þau virkjast þegar regnvatnslögn er orðin full og komin undir þrýsting (Tafla 4-4 sýnir yfirfallshæðir). Þar sem yfirföll í stofnblandlögn og yfirföll í miðlunartjarnir eru á sama stað er hæð yfirfalls í stofnblandlögn undir efri brún miðlunartjarnar. Allar hæðir og staðsetningar yfirfalla í stofnblandlögn voru fundnar með í hermilíkani og eru niðurstöður í kafla 5.1.2.

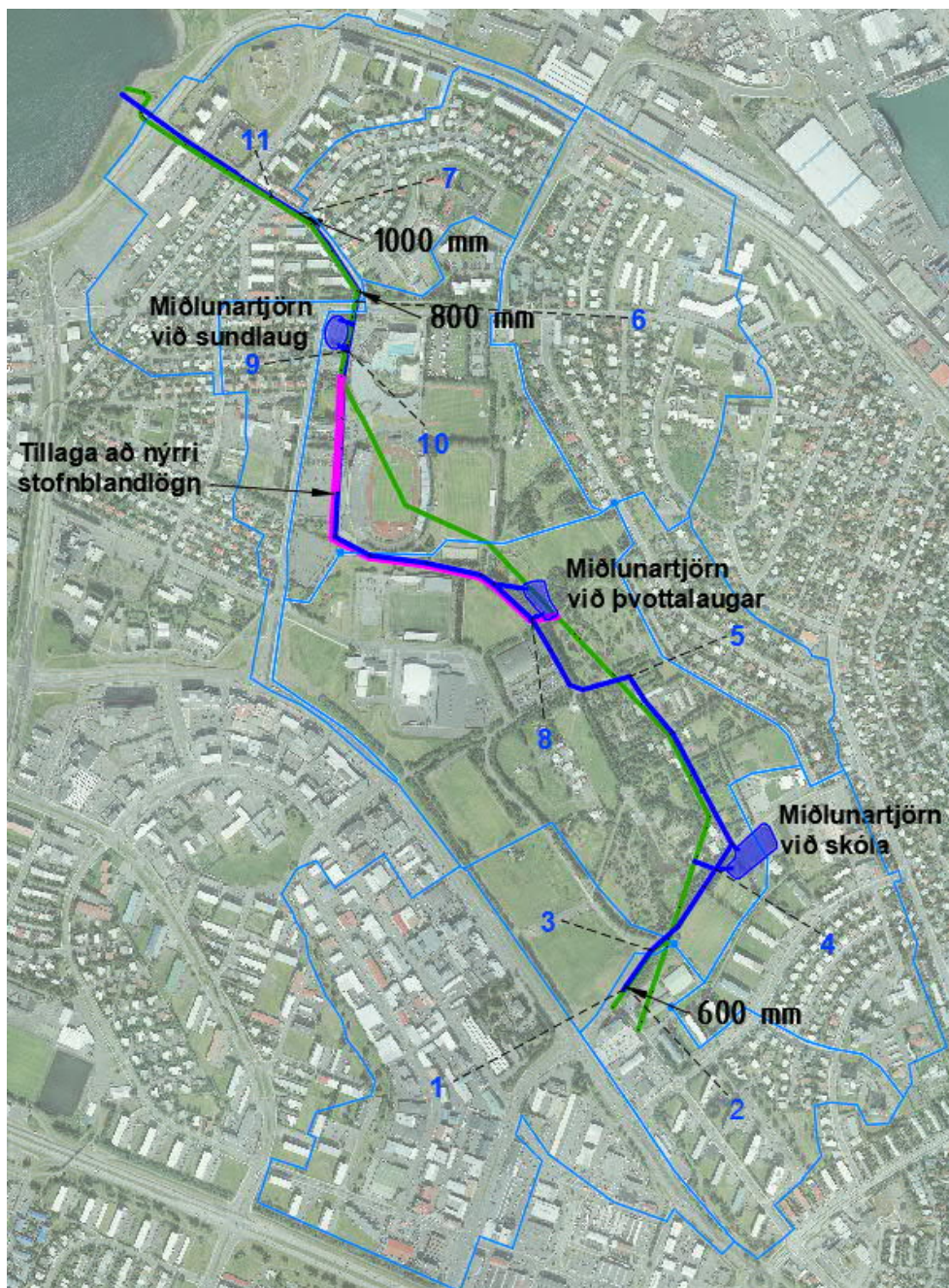
Tafla 4-4 Yfirfallshæðir í miðlunartjarnir eftir tilvikum.

Staðsetning	Tilvik 1: 600 mm lögn	Tilvik 2: 800 lögn frá þvottal.	Tilvik 3: 800 lögn frá skóla
Miðlunartjörn við skóla	15,4 m	15,4 m	-
Miðlunartjörn við þvottalaugar	10,20 m	-	10,40 m
Miðlunartjörn við sundlaug	7,18 m	-	-

4.2.1 Tilvik 1 - 600 mm lögn

Í tilviki 1 var gert ráð fyrir 600 mm lögn frá upptökum að Laugalæk þar sem lögn verður 800 mm. Í Kirkjusandi stækkar lögn í 1000 mm (Mynd 4-2). Þar hefur ekki fundist svæði fyrir miðlunargeymslurými og tengjast afrennissvæðin þar inn á lögn án miðlunar sem leiðir til þess að lögnin þarf að stækka í 1000mm. Prófað var að keyra líkanið fyrir mismunandi endurkomutíma og varanda með þessari stærð af lögn og með eftirfarandi undirtilvikum:

- **Tilvik 1:** Engar miðlunartjarnir notaðar með regnvatnslögn
- **Tilvik 1a:** Miðlunartjörn við þvottalaugar notuð með regnvatnslögn
- **Tilvik 1b:** Miðlunartjörn við þvottalaugar og skóla notuð með regnvatnslögn
- **Tilvik 1c:** Miðlunartjörn við þvottalaugar, skóla og sundlaug notuð með regnvatnslögn

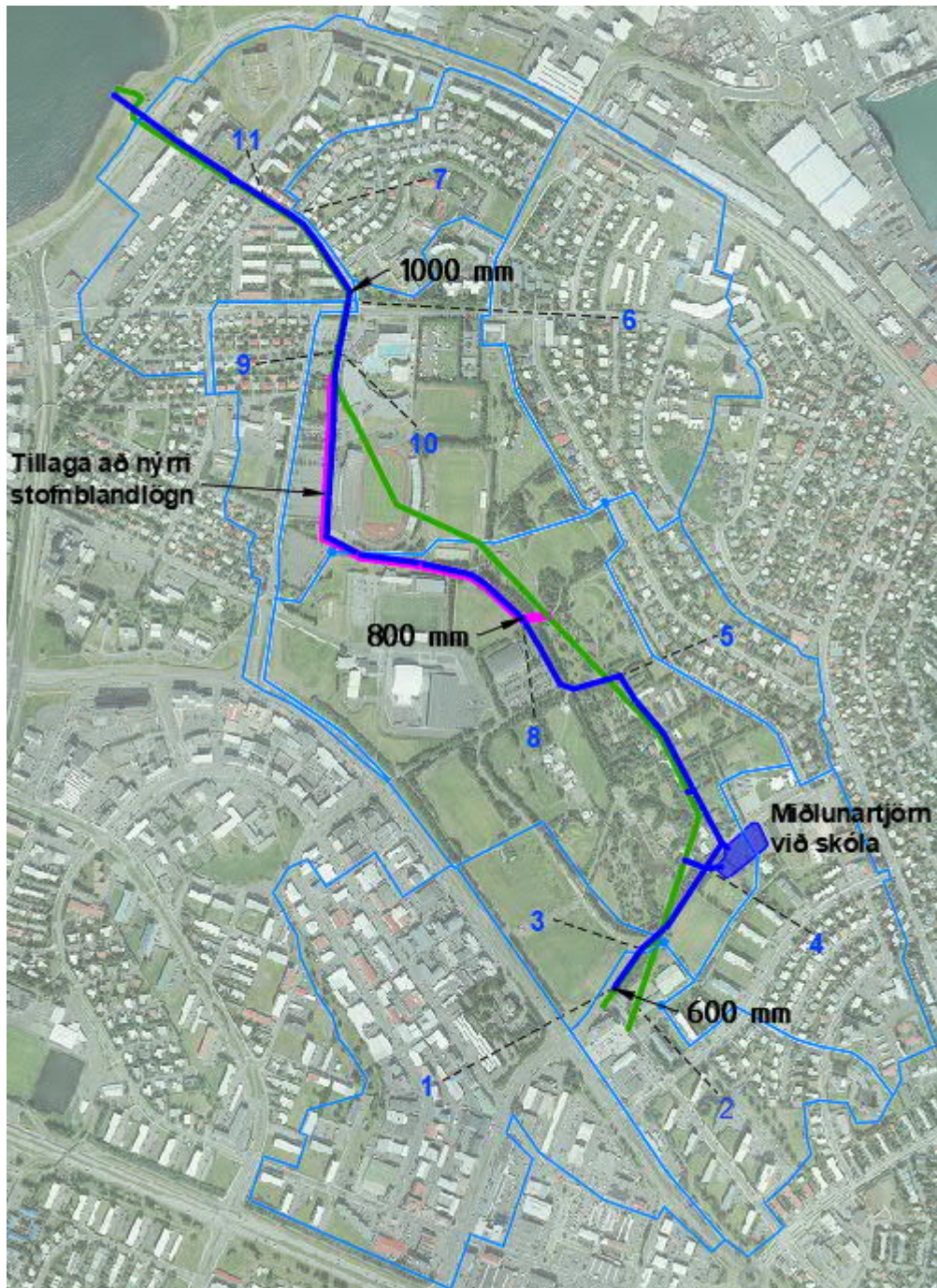


Mynd 4-2 Tilvik 1: 600 mm lögn (blá) frá Engjavegi að Laugalæk. Miðlunartjarnir við skóla, þvottalaugar og sundlaug. Tillaga að legu nýrrar stofnblandlagnar er einnig sýnd (bleik). Tengingar afrennissvæða inn á regnvatnslögn sýndar með punktalínu.

4.2.2 Tilvik 2 - 800 mm lögn frá þvottalaugum

Í tilviki 2 var gert ráð fyrir 600 mm lögn frá upptökum að þvottalaugum þar sem lögn verður 800 mm. Í Laugalæk stækkar lögn í 1000 mm (Mynd 4-3). Prófað var að keyra líkanið fyrir mismunandi endurkomutíma og varanda með þessari stærð af lögn og með eftirfarandi undirtilviki:

- **Tilvik 2:** Engar miðlunartjarnir notaðar með regnvatnslögn
- **Tilvik 2a:** Miðlunartjörn við skóla notuð með regnvatnslögn

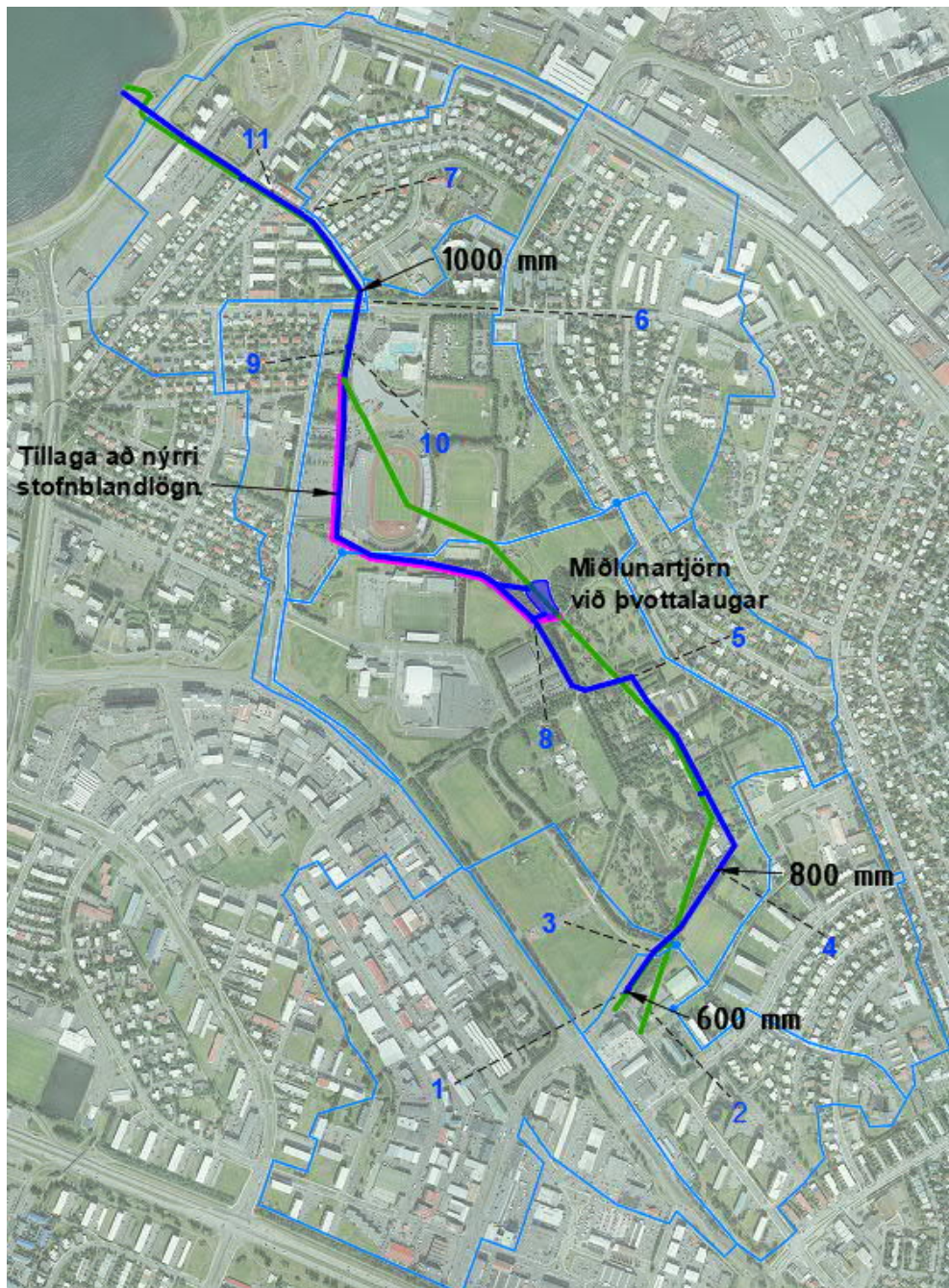


Mynd 4-3 Tilvik 2: 800 mm lögn (blá) frá þvottalaugum að Kirkjusandi. Miðlunartjörn við skóla, Tillaga að legu nýrrar stofnblandlagnar er einnig sýnd (bleik). Tengingar afrennissvæða inn á regnvatnslögn sýndar með punktalínu.

4.2.3 Tilvik 3 - 800 mm lögn frá skóla

Í tilviki 3 var gert ráð fyrir 600 mm lögn frá upptökum þar til afrennslissvæði 4 tengist inn á neðan við Landholtsskóla þar sem lögn verður 800 mm. Í Laugalæk stækkar lögn í 1000 mm (Mynd 4-4/Mynd 4-3). Prófað var að keyra líkanið fyrir mismunandi endurkomutíma og varanda með þessari stærð af lögn og með eftirfarandi undirtilviki:

- **Tilvik 3:** Engar miðlunartjarnir notaðar með regnvatnslögn
- **Tilvik 3a:** Miðlunartjörn við þvottalaugar notuð með regnvatnslögn



Mynd 4-4 Tilvik 3: 800 mm lögn (blá) frá skóla að Kirkjusandi. Miðlunartjörn við þvottalaugar, Tillaga að legu nýrrar stofnblandlagnar er einnig sýnd (bleik). Tengingar afrennslissvæða inn á regnvatnslögn sýndar með punktalínu.

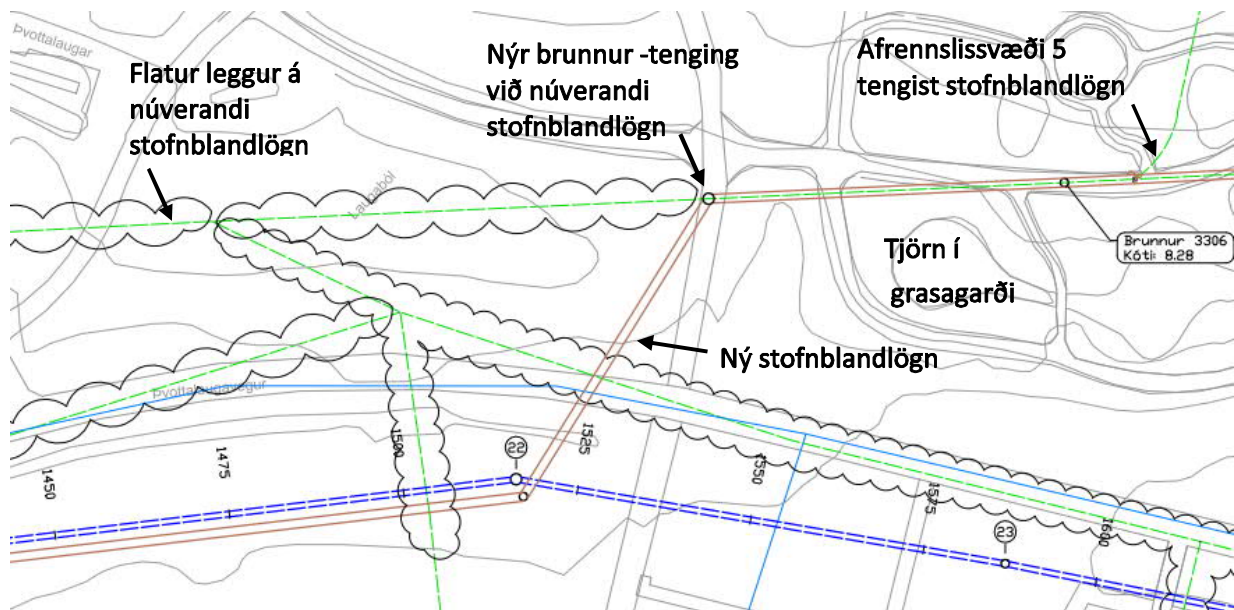
4.3 Ný stofnblandlögn við Laugardalsvöll

Þar sem núverandi stofnblandlögn fer undir Laugardalsvöll og líklegt þykir að farið verði í breytingar á leikvanginum í náginni framtíð var útbúinn forhönnun á nýrri stofnblandlögn samhliða nýrri regnvatnslögn við Laugardalsvöll. Í tillöggunni er útbúinn nýr brunnur S10 milli Grasagarðs og Þvottalaugana í grennd við brunn 3306 þar sem ný stofnblandlögn tengist inn á núverandi stofnblandlögn (sjá teikningu M24.007 og Mynd 4-5). Með þessari staðsetningu tengibrunns við núverandi stofnblandlögn er einnig flatur leggur við þvottalaugar tekinn úr notkun, sjá umfjöllun í kafla 2.1.1.

Frá nýjum tengibrunni við núverandi stofnblandlögn er ný stofnblandlögn sunnan við nýja regnvatnslögn og þar til hægt er að tengjast aftur inn á núverandi stofnblandlögn við sundlaug í brunni 2282, sjá teikningu M24.004. Til að ná að tengjast aftur inn á núverandi stofnblandlögn í brunni 2282 þarf halli nýrrar stofnblandlagar að vera í lágmarki eða 4‰ en síðasta lögn fyrir tengingu þarf að hafa minni halla eða um 2‰. Núverandi stofnblandlögn hefur minni halla en 4‰ á þessum slóðum svo ekki er hægt að tengjast neðar í kerfinu.

Tengingu frá íþróttamiðstöð Ármanns þarf að flytja yfir á nýja stofnblandlögn, teikning M24.006. Regnvatnslögn milli Laugardalsvallar og World Class sem tengist núv. stofnblandlögn yrði tengd inn á nýja regnvatnslögn, teikning M24.004.

Ný stofnblandlögn meðfram nýrri regnvatnslögn sést einnig á Mynd 4-1.



Mynd 4-5 Úrklippa úr teikningu M24.007 til útskýringa á lagnaleiðarvali.



5 Niðurstöður rennislíkans

5.1 Regnvatnslögn

5.1.1 Samanburður tilvika

Þegar tilvikin höfðu verið skilgreind var athugað hvað væri mesta skúr sem lögn gæti tekið við áður en yfirföll yfir í stofnblandlögn virkjast (Tafla 5-1).

Í tilviki 1 með 600 mm lögn frá upptökum að Laugalæk getur regnvatnslögn flutt 80% hlutaskúr og 85% hlutaskúr með notkun miðlunartjarna áður en yfirföll í stofnblandlögn verða virk.

Í tilviki 2 og 2a með 800 mm lögn frá þvottalaugum getur lögn flutt 90% hlutaskúr.

Í tilviki 3 og 3a með 800 mm lögn frá skóla getur lögn flutt 95% hlutaskúr.

Tafla 5-1 Mesta regn sem lögn getur tekið við áður en yfirföll í stofnblandlögn verða virk.

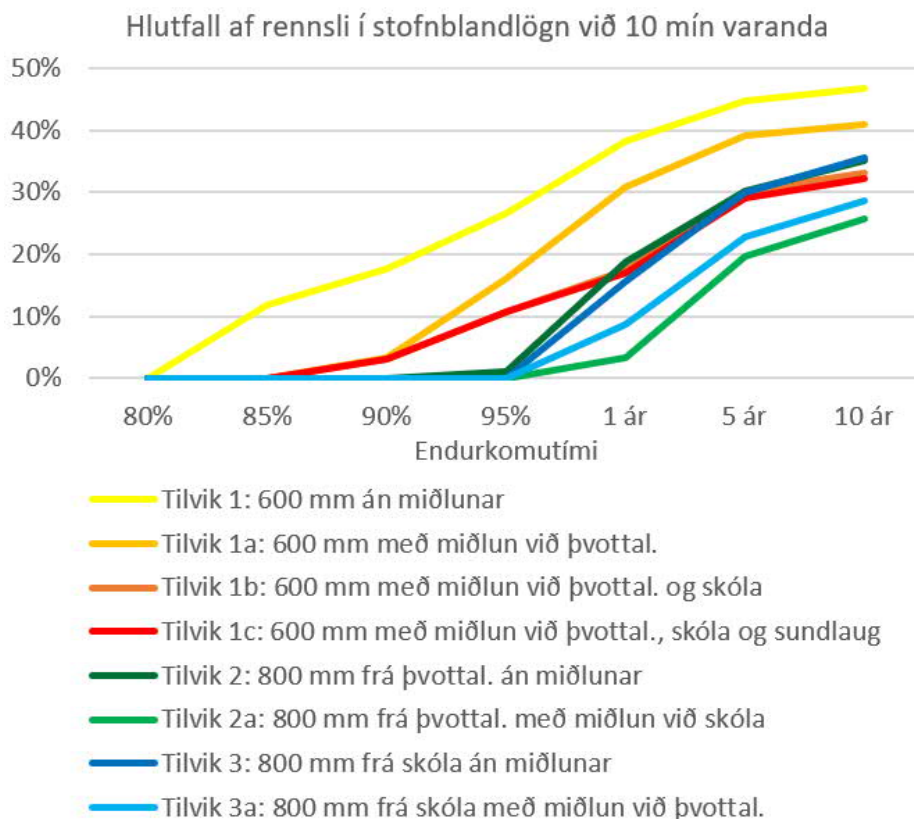
Tilvik	Endurkomutími, 10 mín varandi
Tilvik 1: 600 mm án miðlunar	80% hlutaskúr
Tilvik 1a: 600 mm með miðlun við þvottal.	85% hlutaskúr
Tilvik 1b: 600 mm með miðlun við þvottal. og skóla	85% hlutaskúr
Tilvik 1c: 600 mm með miðlun við þvottal., skóla og sundlaug	85% hlutaskúr
Tilvik 2: 800 mm frá þvottal. án miðlunar	90% hlutaskúr
Tilvik 2a: 800 mm frá þvottal. með miðlun við skóla	90% hlutaskúr
Tilvik 3: 800 mm frá skóla án miðlunar	95% hlutaskúr
Tilvik 3a: 800 mm frá skóla með miðlun við þvottal.	95% hlutaskúr

Þetta þýðir að á ársgrundvelli þá má ætla að 80-95% af heildarmagni afrennslis frá afrennslissvæðum færi beint út í sjó án dælingar sem að undir núverandi kringumstæðum færi í dælingu, hreinsun og frekari dælingu úr hreinsistöð við Klettagarða. Þetta myndi hafa töluverð áhrif á virkni hreinsistöðvarinnar til langtíma sem og kostnaðarsparnað vegna minni dælingar.



5.1.1.1 Hlutfall af rennslistoppi í stofnblandlögn

Til að meta hlutfall rennsli sem fer á yfirfall í stofnblandlögn við rennslistopp af rennslistatburðar var rennsli í stofnblandlögn deilt með heildarennslu (rennsli í stofnblandlögn, regnvatnslögn og til miðlunartjarna) Hlutfall af mesta rennsli í stofnblandlögn fyrir öll tilvikin og mismunandi endurkomutíma frá 80% hlutaskúr að 10-ára hönnunarskúr við 10 mínútna varanda er sýnt á Mynd 5-1.



Mynd 5-1 Hlutfall af rennsli í stofnblandlögn fyrir öll tilvik og mismunandi endurkomutíma og 10 mínútna varanda.

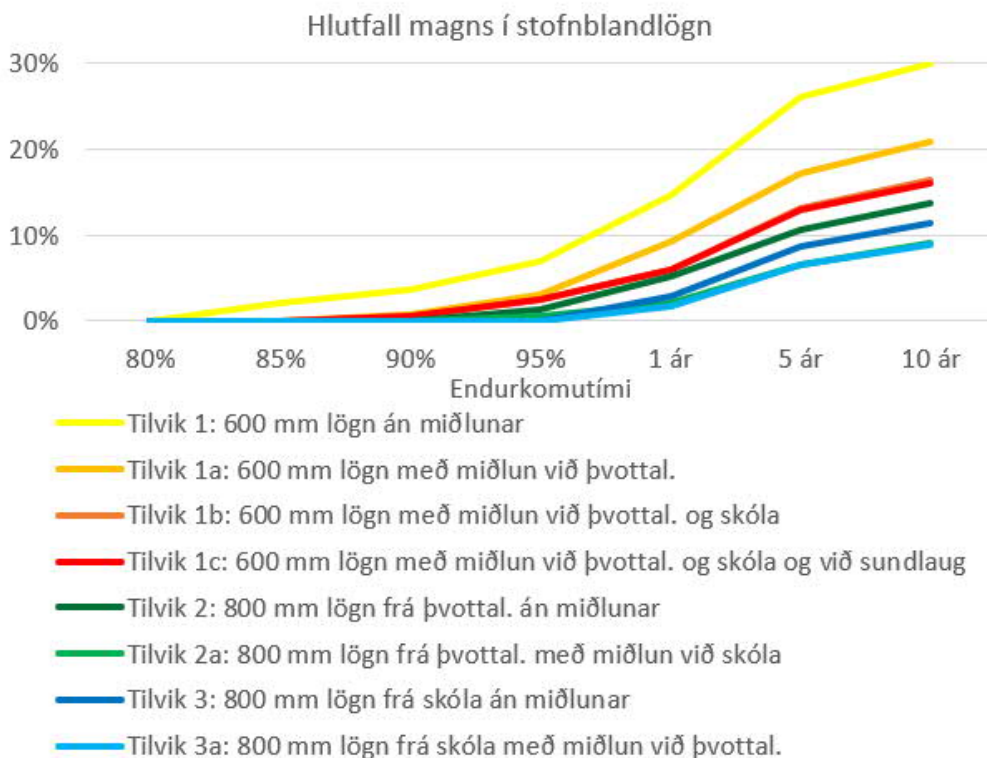
Með því að bæta við miðlunartjörnum við þvottalaugarnar og við skólann fyrir 600 mm lögn (tilvik 1b) má minnka hlutfall í stofnblandlögn úr 47% í 33% við 10 ára endurkomutíma samanborið við engar miðlunartjarnir (tilvik 1). Áhrifa af því að bæta við miðlunargeymslurými við sundlaug (tilvik 1c) fer ekki að gæta fyrir en við 10 ára viðburð, samanborið við tilvik 1b. Þetta skýrist af því að ekkert yfirfall í stofnblandlögn virkjust við þetta miðlunargeymslurými eða fyrir neðan við það í kerfinu fyrir en við þennan endurkomutíma. Frekari umfjöllun um nauðsynlegar staðsetningar yfirfalla er í kafla 5.1.2, sjá einnig umfjöllun um miðlunargeymslurýmið við sundlaugina í kafla 5.1.3.

Í tilvikum 2 og 3 fer lítið sem ekkert í stofnblandlögn fyrir en við stærri regnviðburð en 95% skúr. Við 10 ára endurkomutíma fer 35% af rennsli í stofnblandlögn og er hægt að minnka það niður í 29% í tilviki 3a og 26% í tilviki 2a með notkun miðlunartjarna.



5.1.1.2 Hlutfall af rennslismagni í stofnblandlögn

Einnig var hlutfall magns sem fer á yfirfall í stofnblandlögn metið með því að deila magni sem rann um stofnblandlögn með heildar magni um heildarkerfið (stofnblandlögn og regnvatnslögn). Hlutfall magns í stofnblandlögn fyrir tilvikin og mismunandi endurkomutíma og 10 mínútna varanda er sýnt á Mynd 5-2.



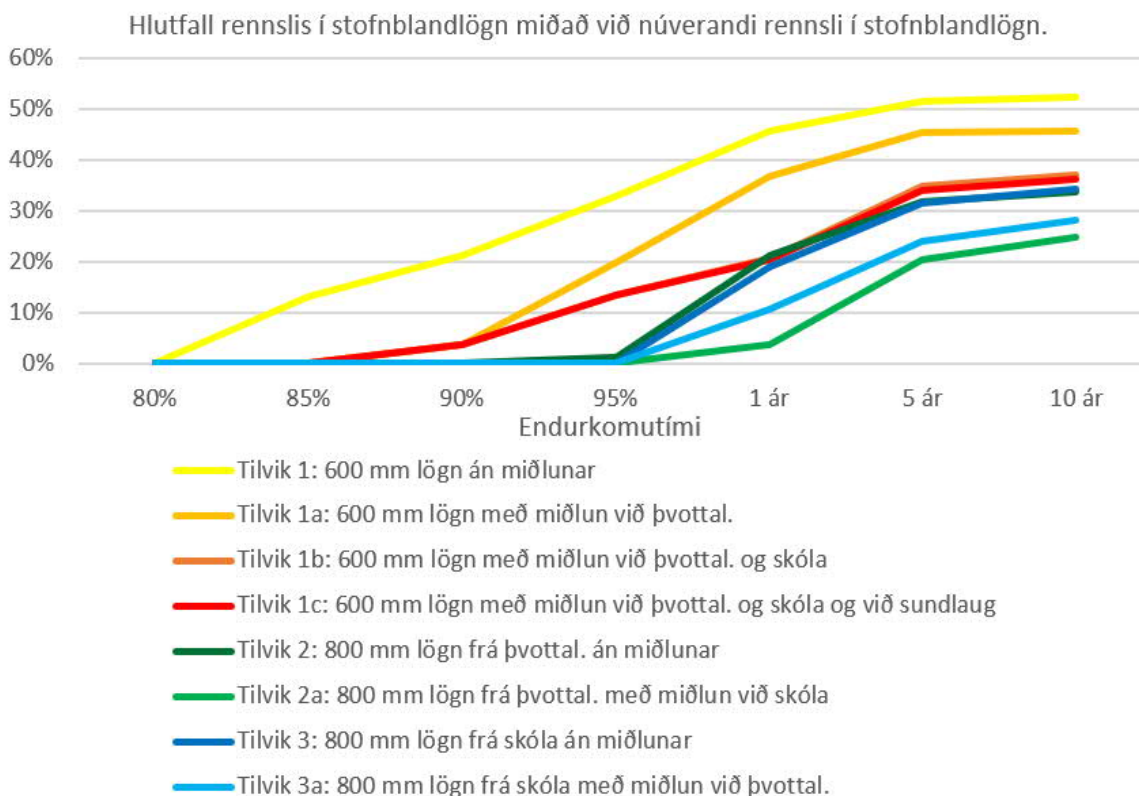
Mynd 5-2 Hlutfall magns í stofnblandlögn fyrir öll tilvik og mismunandi endurkomutíma og 10 mínútna varanda.

Hlutfall magns regns með 10 ára endurkomutíma í stofnblandlögn í tilviki 1 er um 30%. Með notkun miðlunartjarna við þvottalaugar og skóla (tilvik 1b) má minnka hlutfallið í um 16%. Tilvik 1c, að bæta við miðlunartjörn við sundlaugar lítil áhrif af sömu ástæðum og voru skýrðar hér að ofan. Í tilviki 2 fer 14% magns í stofnblandlögn og 11% í tilviki 3.



5.1.1.3 Rennslisminnkun miðað við núverandi álag á dælu- og hreinsistöð

Til að meta hversu mikið væri hægt að minnka rennsli regnvatns til dælu- og hreinsistöðva var núverandi rennsli í stofnblandlögn án notkunar regnvatnslagnar fundið með líkani og borið saman við rennsli í stofnblandlögn (með breytingu við Laugardalsvöll, 1200 mm lögn) með notkun regnvatnslagnar (Mynd 5-3).



Mynd 5-3 Hlutfall rennslis í stofnblandlögn með notkun regnvatnslagnar miðað við núverandi rennsli í stofnblandlögn.

Niðurstöður sýna að í tilviki 1 er 52% rennsli í stofnblandlögn af því rennsli sem hefði verið í stofnblandlögn án regnvatnslagnar við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda. Minnka má rennslið í 25% í tilviki 2a með 800 mm lögn frá þvottalaugum og með miðlun við skóla.

Tilvik 2 og 3 með meiri notkun á 800 mm lögn hefur meiri áhrif á magnminnkun í dælu- og hreinsistöð en að bæta við miðlunartjörnum með 600 mm lögn (Tilvik 1b og 1c).

5.1.1.4 Magnminnkun miðað við núverandi álag á dælu- og hreinsistöð

Magn regnvatns sem fer um stofnblandlögn með notkun regnvatnslagar samanborið við hvaða magn um stofnblandlögn án regnvatnslagnar er það sama og er sýnt á Mynd 5-2. Þ.e. að í tilviki 1 fer um 30% af því magni sem hefði farið í stofnblandlögn í tilviki 1 fyrir 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda. Það helgast af því að í útreikningum er uppsafnað afrennsli það sama hvort heldur sem verið er að bera saman við núverandi stofnblandlögn eða stofnblandlögn með regnvatnslögn (þ.e. nefnarinn er alltaf afrennslismagnið frá öllu afrennslissvæðinu).

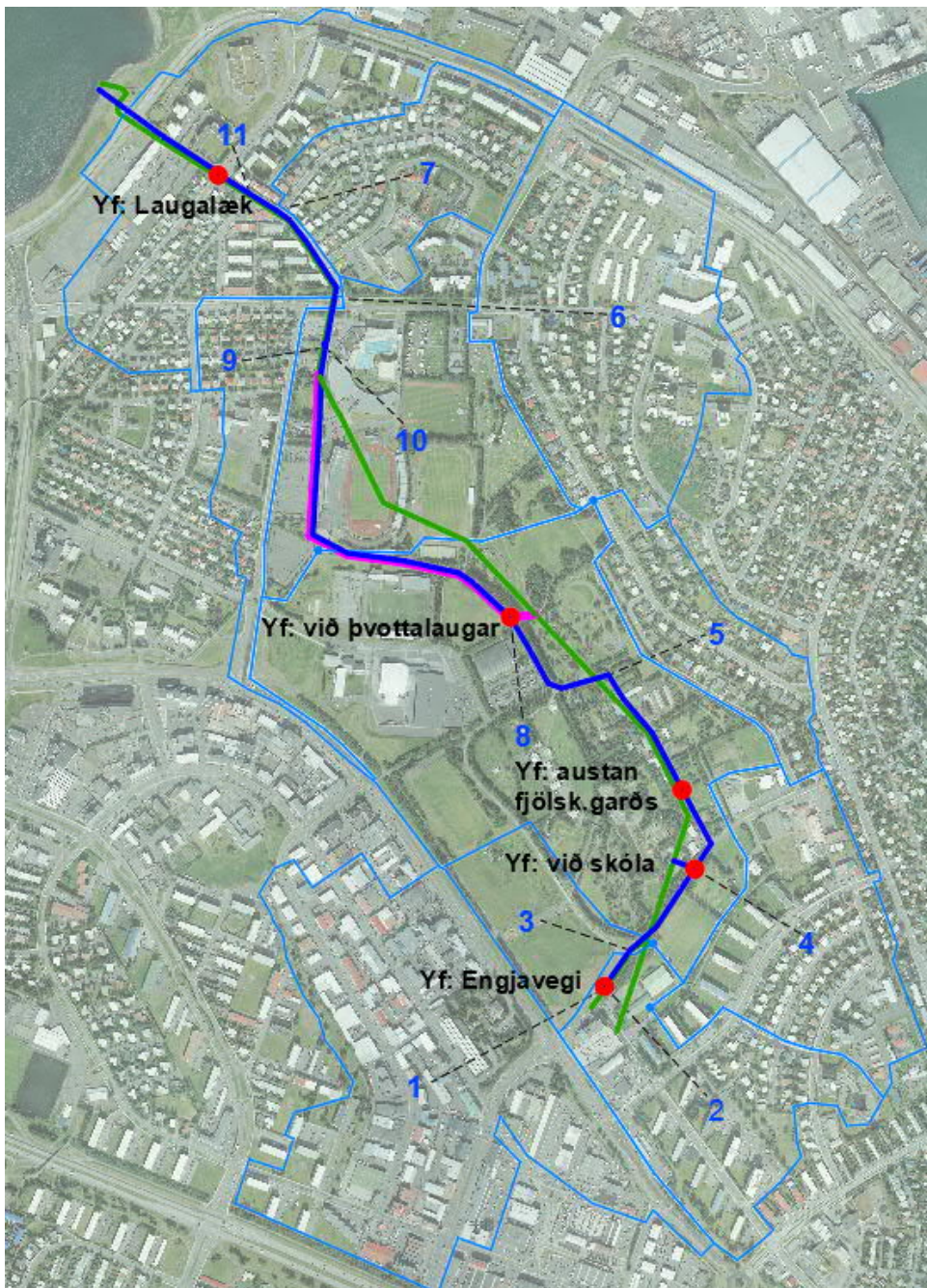


5.1.2 Yfirföll

Þörf er á yfirföllum í stofnblandlögnum bæði með og án notkunar miðlunartjarna svo að ekki flæði upp úr regnvatnslögnum. Staðsetningar þessara yfirfalla eru mismunandi eftir tilvikum (Tafla 5-2 og Mynd 5-4).

Tafla 5-2 Þörf og staðsetning yfirfalla eftir tilvikum

Tilvik	Fjöldi yfirfalla	Yfirfall Engjavegi	Yfirfall við skóla	Yfirfall austan fjölsk.garðs	Yfirfall við þvottalaugar	Yfirfall Laugalæk
1: 600 lögn	4	X	X	X	X	
2: 800 lögn frá þvottal.	4	X	X	X		X
3: 800 lögn frá skóla	4	X		X	X	X



Mynd 5-4 Staðsetningar yfirfalla á regnvatnslögnum fyrir tilvikin þrjú.



Einungis hafa verið sett yfirföll sem eru nauðsynleg svo að það flæði ekki upp úr kerfinu en vatnsyfirborð fer víða nálægt yfirborði við stærri regnviðburði.

Í tilviki 1 er ekki þörf á yfirfalli í Laugalæk þar sem að 600 mm lögnin flytur ekki eins mikið magn niður í Laugalæk eins og 800 mm lögn. Í tilviki 2 með 800 mm lögn frá þvottalaugum er ekki þörf á yfirfalli við þvottalaugar þar sem að stækkun lagnar í 800 mm dugir til. Sama má segja um tilvik 3 þar sem lögn stækkar í 800 mm lögn við skóla að þá er ekki þörf á yfirfalli við skólann. Öll tilvik krefjast yfirfalls austan fjölsk. garðs og við Engjaveg.

Tafla 5-3 sýnir stærðir og yfirfallshæðir á yfirföllum sem notaðar voru í líkani. Hermilíkanið ræður betur við það þegar yfirföll eru skilgreind sem pípulagnir í stað yfirfalls (e. weirs). Yfirföll við skóla og þvottalaugar var því notast við ferkantaðar lagnir (box) í líkani. Yfirfall við skóla er 2 m breitt svo ekki flæði upp úr nærliggjandi brunnum og 1 m breitt við þvottalaugar. Í tilviki 3 var nóg að yfirfall væri 0,3 m breitt við þvottalaugar.

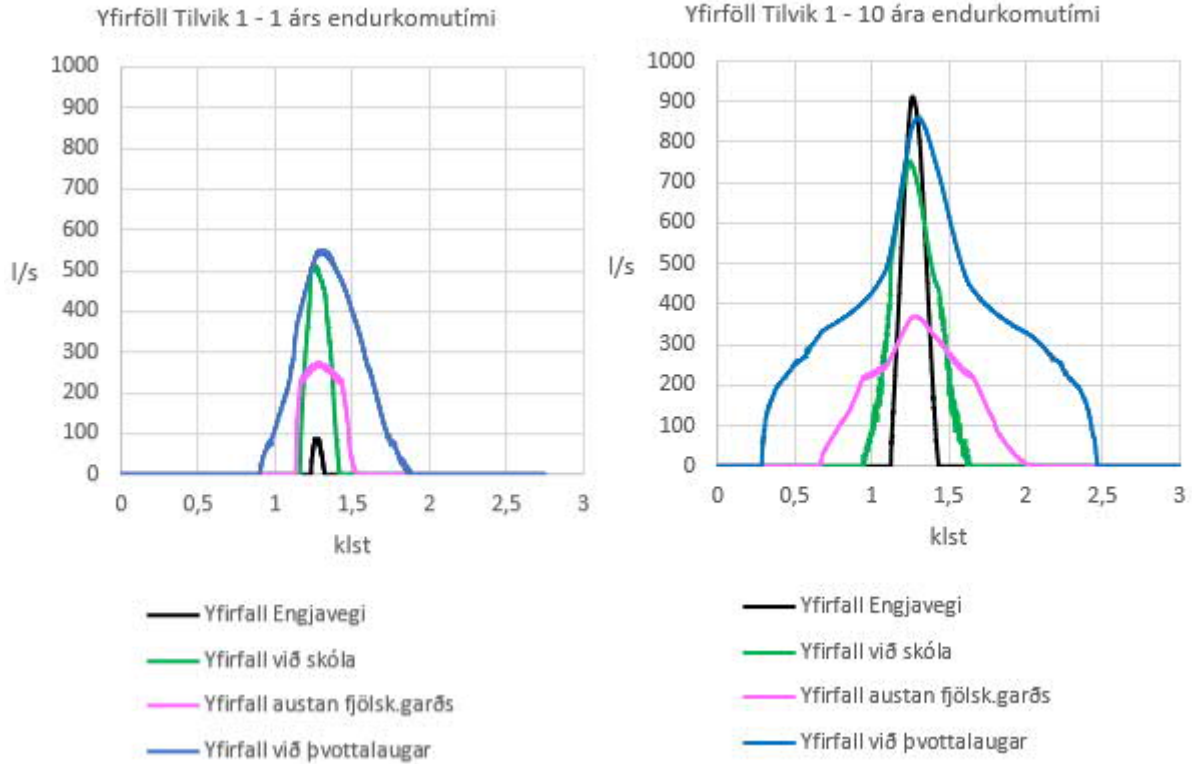
Tafla 5-4 sýnir mesta rennsli sem fer um yfirfall yfir í stofnblandlögn við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda. Einnig eru sýnd vatnsrit fyrir rennsli um yfirföllin fyrir öll tilvikin á Mynd 5-5, Mynd 5-6 og Mynd 5-7 fyrir bæði 1-árs og 10-ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda.

Tafla 5-3 Yfirfallshæð og stærðir yfirfalla í líkani

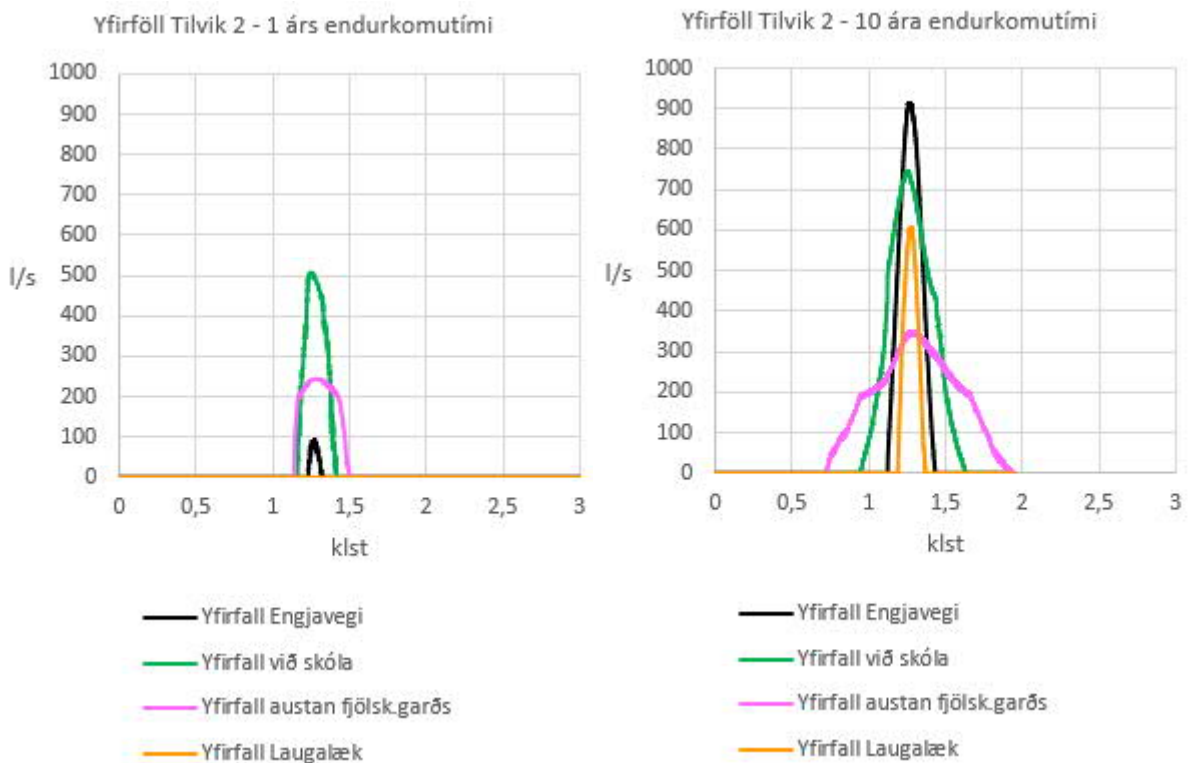
	Yfirfall Engjavegi	Yfirfall við skóla	Yfirfall austan fjölsk.garðs	Yfirfall við þvottalaugar	Yfirfall Laugalæk
Yfirfallshæð:	21 m	16,2 m	14,3 m	10,6 m	4,2 m
Stærð lagnar (mm) / lend yfirfalls (m)	1000 mm	2 m	800 mm	1 m (0,3m í Tilviki 3)	600 mm

Tafla 5-4 Hámarksrennsli um yfirfall (l/s) við 10 ára endurkomutíma og 10 mín varanda.

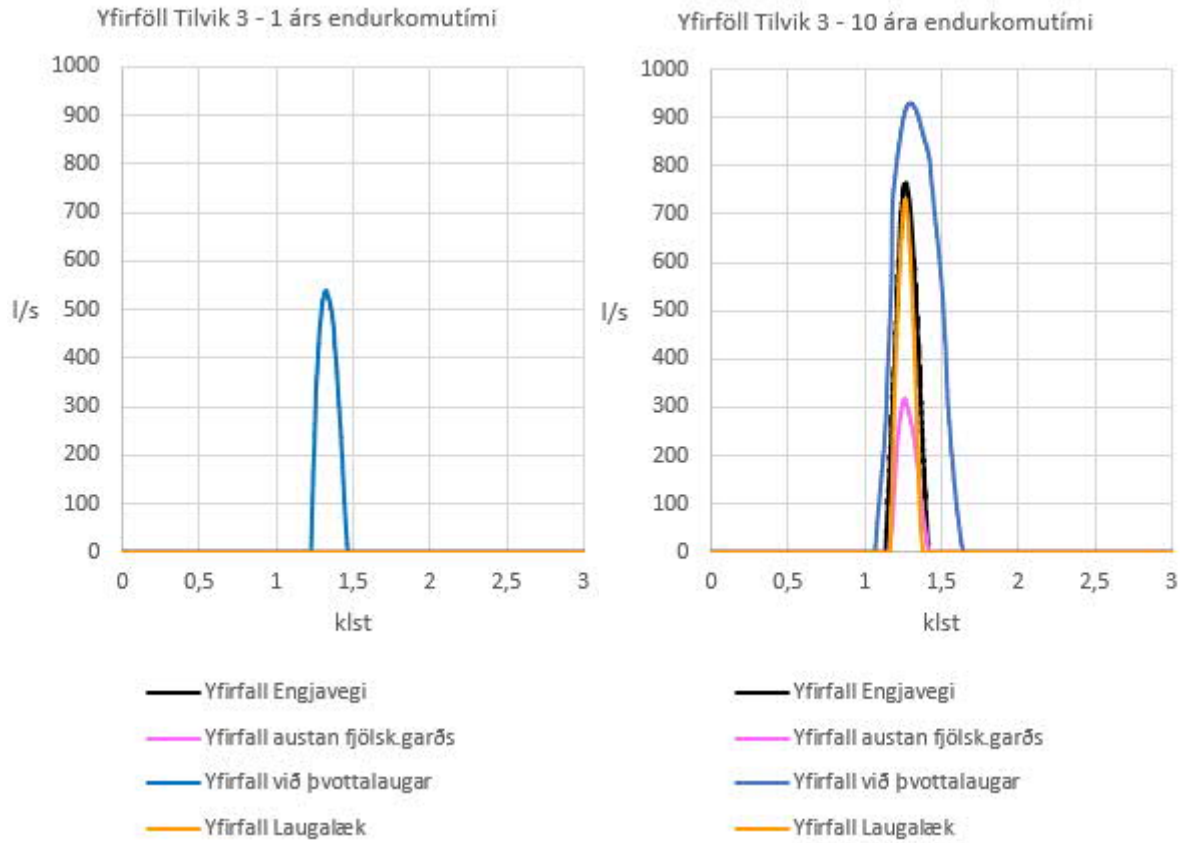
	Yfirfall Engjavegi	Yfirfall við skóla	Yfirfall austan fjölsk.garðs	Yfirfall við þvottalaugar	Yfirfall Laugalæk
Tilvik 1	910	740	380	850	-
Tilvik 1a	910	740	370	550	-
Tilvik 1b	900	290	340	550	-
Tilvik 1c	900	290	340	500	-
Tilvik 2	910	730	340	-	600
Tilvik 2a	900	290	320	-	600
Tilvik 3	760	-	310	920	720
Tilvik 3a	760	-	290	580	700



Mynd 5-5 Rennsli um yfirföll í Tilviki 1 við 1 árs og 10 ára endurkomutíma.



Mynd 5-6 Rennsli um yfirföll í Tilviki 2 við 1 árs og 10 ára endurkomutíma.



Mynd 5-7 Rennsli um yfirföll í Tilviki 3 við 1 árs og 10 ára endurkomutíma.



5.1.3 Miðlunartjarnir

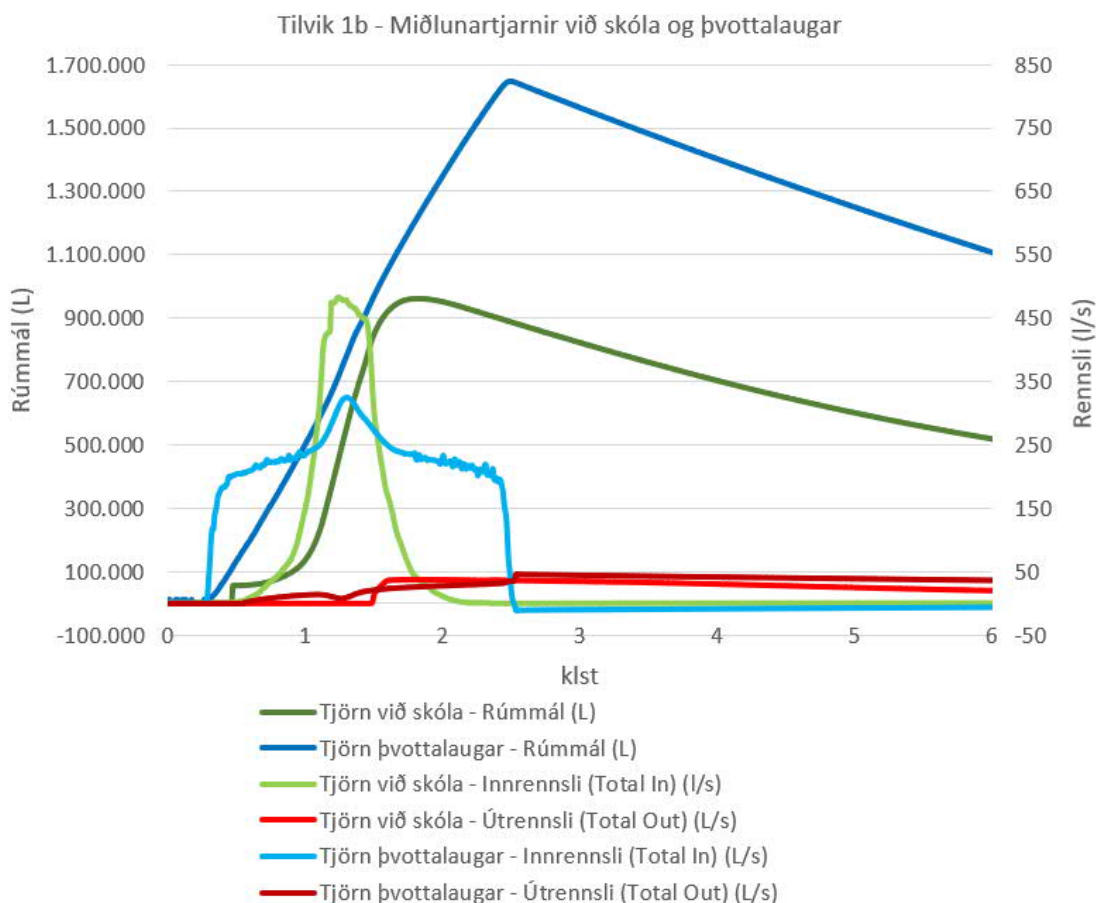
Eins og komið hefur fram ræður líkanið betur við yfirföll á formi lagna og því voru yfirföll í miðlunartjarnir skilgreindar sem lagnir. Tafla 5-5 sýnir stærðir innrennislagnanna og mesta rennsli í miðlunartjarnir. Lagnirnar eru stórar þar sem þær þurfa að hafa mikla rennslisgetu við litla vatnshæð en ljóst er að ekki væri nógu mikið dýpi niður á lagnirnar og yrðu yfirföllin að vera öðruvísi útfærð. Innrennsli í miðlunartjarnir ætti þó ekki vera svo mikið að hættulegar aðstæður skapist. Hægt væri að skoða hvernig auka mætti innrennslið t.d með því að hafa innrennsli inn í miðlunartjörn á nokkrum stöðum.

Tafla 5-5 Stærð innrennislagna inn í miðlunartjarnir og hámarksrennsli við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda.

	Stærð innrennislagnar, hámarksinnrennsli (10 ára endurkomutími, 10 mín)		
	Tilvik 1a og 1b: 600 mm lögn	Tilvik 2a: 800 lögn frá þvottal.	Tilvik 3a: 800 lögn frá skóla
Miðlunartjörn við skóla	Innrennislögn: 800 mm Mesta rennsli: 480 l/s	Innrennislögn: 800 mm Mesta rennsli: 480 l/s	-
Miðlunartjörn við þvottalaugar	Innrennislögn: 1600 mm Mesta rennsli: 320 l/s	-	Innrennislögn: 2000 mm Mesta rennsli: 380 l/s



Samspil yfirfalls í miðlunartjörn við þvottalaugar og yfirfalls í stofnblandlög virkaði ekki nógu vel fyrir 10 ára endurkomutíma í tilvik 1b og fór of mikið í miðlunartjörn svo hún myndi flæða yfir kanta sína en kantur á tjörn var hækkaður í líkaninu til að hægt væri að keyra líkanið. Þetta er þó ekki talið hafa greinandi áhrif á niðurstöður. Á Mynd 5-8 má sjá rennsli inn og út um miðlunartjarnir í tilvik 1b ásamt rúmmáli fyrir 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda. Skali fyrir rúmmál er á vinstri ásinum og fyrir rennsli á hægri ásinum.



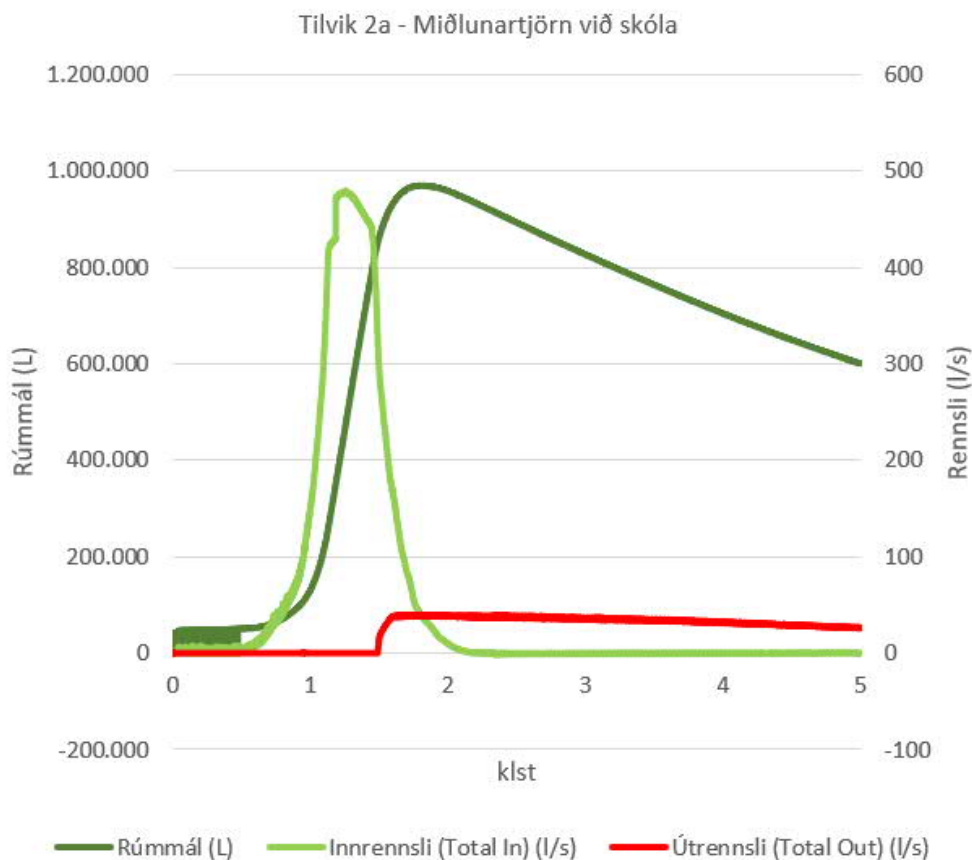
Mynd 5-8 Rennsli og rúmmál í miðlunartjarnir í Tilvik 1b við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda.

Mesta innrennsli í tjörn við skóla er 480 l/s og 900.000 l eru í tjörninni þegar sem mest er í henni. Þetta samsvarar 24 cm dýpt. Útrennsli úr tjörn fer mest í 40 l/s.

Mesta innrennsli í tjörn við þvottalaugar er 320 l/s og rúmlega 1.600.000 l eru í tjörninni þegar sem mest er í henni (hefði flætt yfir þar sem hún átti að vera 1.400.000 l). Útrennsli úr tjörn fer mest í 50 l/s.



Á Mynd 5-9 má sjá rennsli inn og út um miðlunartjörn við skóla í tilviki 2a ásamt rúmmáli fyrir 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda. Skali fyrir rúmmál er á vinstri ásinum og fyrir rennsli á hægri ásinum.

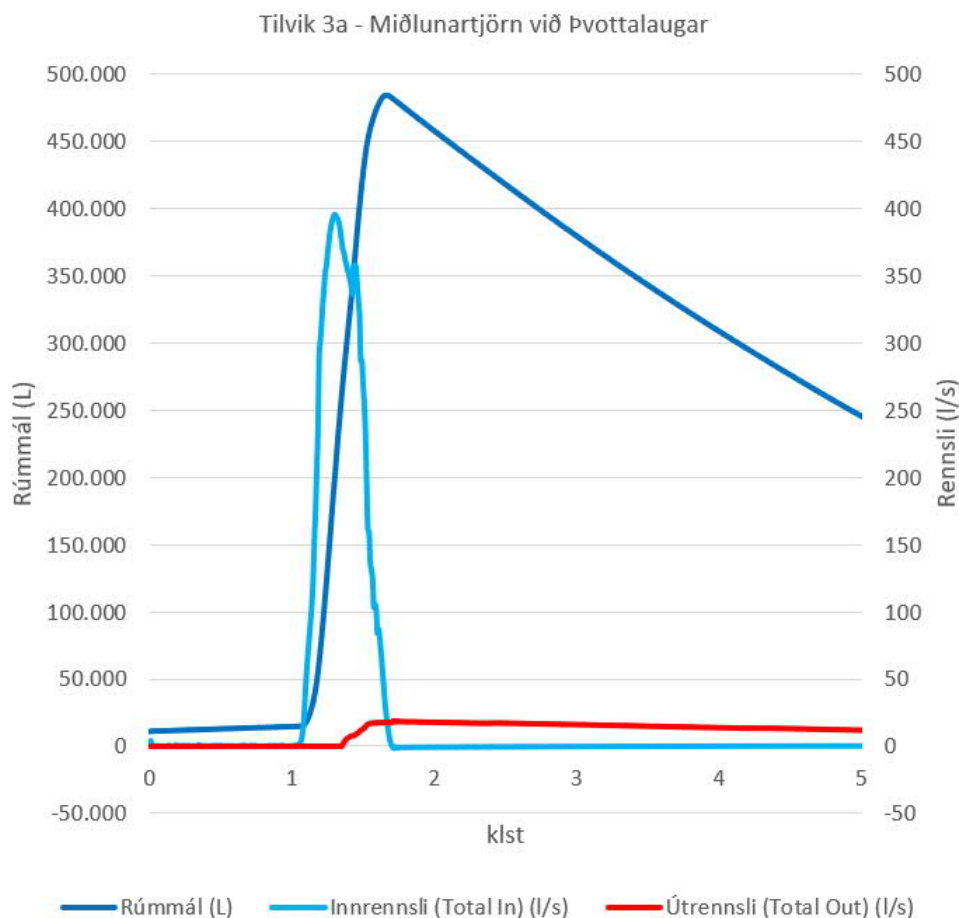


Mynd 5-9 Rennsli og rúmmál í miðlunartjörn í tilviki 2a við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda.

Mesta innrennsli í tjörn við skóla í tilviki 2a er 480 l/s og tæplega 1.000.000 l eru í tjörninni þegar sem mest er í henni sem jafngildir 25 cm dýpi. Útrennsli úr tjörn fer mest í 40 l/s.



Á Mynd 5-10 má sjá rennsli inn og út um miðlunartjörn við þvottalaugar í tilviki 3a ásamt rúmmáli fyrir 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda. Skali fyrir rúmmál er á vinstri ásinum og fyrir rennsli á hægri ásinum.



Mynd 5-10 Rennsli og rúmmál í miðlunartjörn í tilviki 3a við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda.

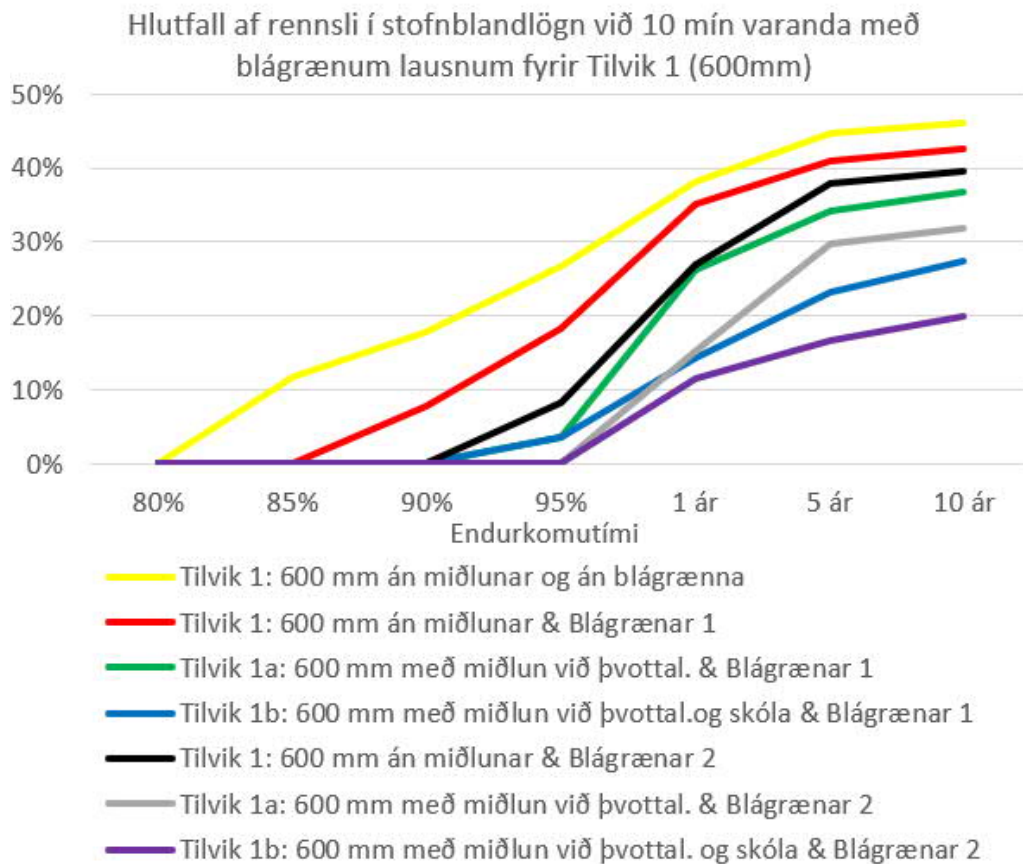
Mesta innrennsli í tjörn við þvottalaugar í tilviki 3a er 380 l/s og tæplega 500.000 l eru í tjörninni þegar sem mest er í henni sem jafngildir 38 cm dýpi. Útrennsli úr tjörn fer mest í 20 l/s.

Við keyrslu líkans kom í ljós að miðlunartjörn við sundlaug hafði lítil sem engin áhrif á getu regnvatnskerfisins. Ekki næst að byggja upp þrýsting á þessum stað þar sem lítið af nýjum afrenslissvæðum bætast við inn á regnvatnslögnina fyrir miðlunartjörnina og því lítið rennsli í miðlunartjörnina.



5.1.4 Blágrænar ofanvatnslausnir

Mynd 5-11 sýnir niðurstöður fyrir tilvik 1 með 600 mm lögn fyrir mismunandi endurkomutíma og 10 mínútna varanda með notkun miðlunartjarna og BGO.

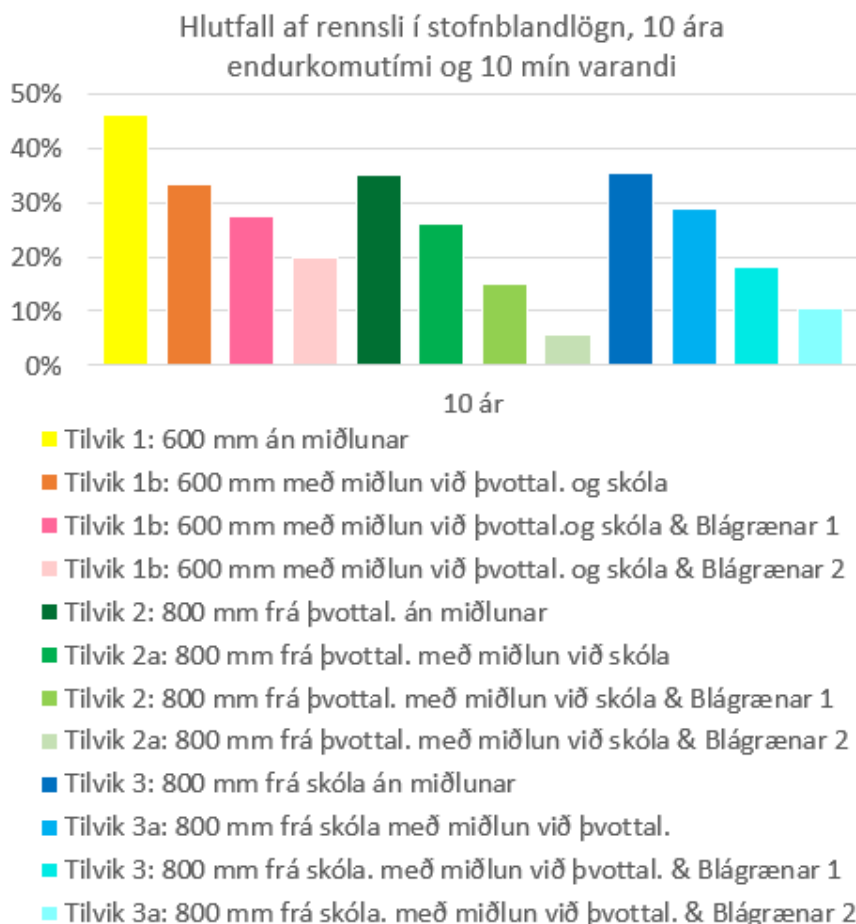


Mynd 5-11 Hlutfall af rennsli í stofnblandlögn fyrir öll tilvik 1 með mismunandi endurkomutíma og 10 mínútna varanda ásamt notkun blágrænna ofanvatnslausna.

Hlutfall af toppi rennslis í stofnblandlögn í tilviki 1 minnkar úr 46% í 20% með notkun miðlunartjarna og BGO (blágrænar 2) við 10 ára endurkomutíma. Einnig má sjá að með notkun miðlunartjarna og BGO fer ekki á yfirfall í stofnblandlögn fyrr en við 90% skúr samanborið við 80% án notkun þeirra.



Mynd 5-12 sýnir niðurstöður fyrir öll tilvik fyrir 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda með og án notkun miðlunartjarna og BGO. Í tilviki 2 minnkar hlutfall af rennsli í stofnblandlögn úr 35% í 6% með notkun miðlunartjarna og BGO (blágrænar 2). Í tilviki 3 minnkar hlutfall af rennsli í stofnblandlögn úr 35% í 11% með notkun miðlunartjarna og BGO (blágrænar 2).

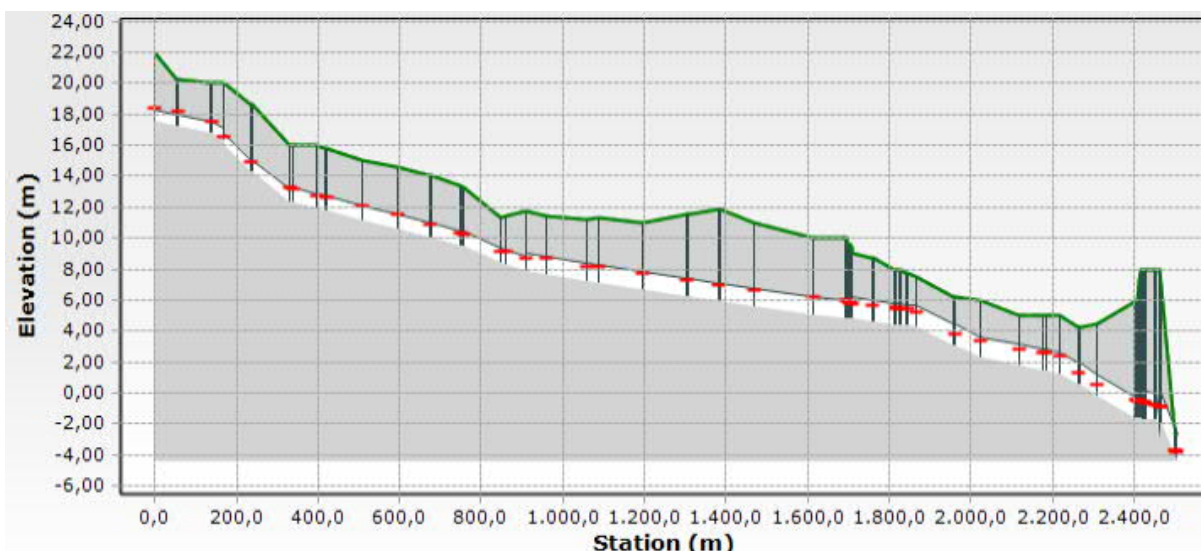


Mynd 5-12 Hlutfall af rennsli í stofnblandlögn við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda með með notkun miðlunartjarna og blágrænna ofanvatnslausna.

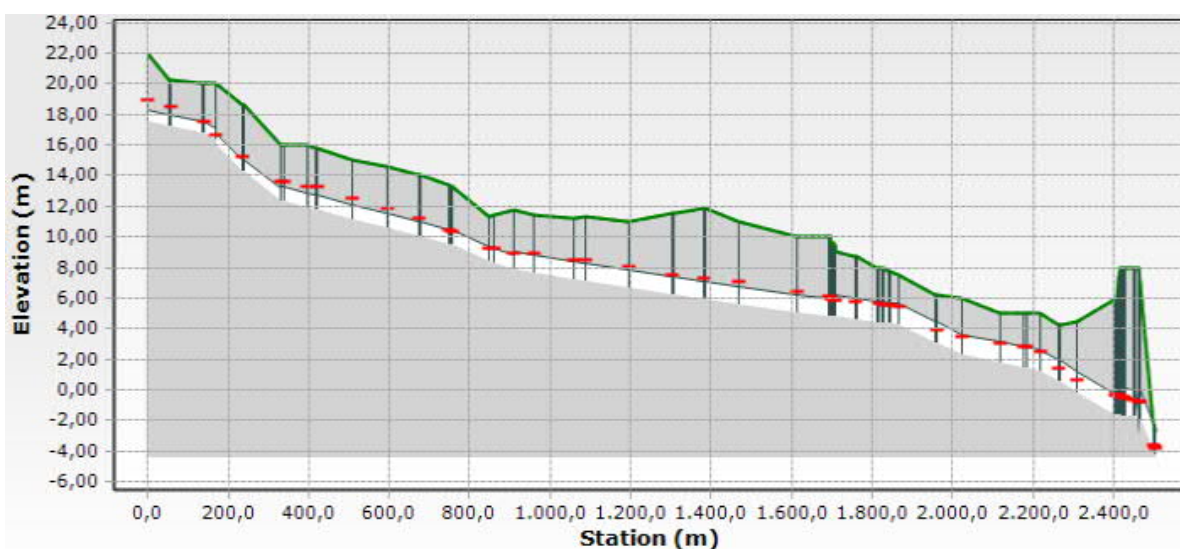
5.2 Ný stofnblandlögn við Laugardalsvöll - stærðarákvörðun

Stærðarákvörðun á nýrri stofnblandlögn við Laugardalsvöll lögn var miðuð við 5 ára endurkomutíma í sjálfrennsli (lagnir ekki undir þrýstingi) og 10 ára endurkomutíma undir þrýstingi án þess að vatnyfirborð nái yfirborði lands.

Niðurstöður úr líkani sýna að þegar miðað er við að regnvatnslögn sé ekki í notkun eða ekki sé búið að tengja nægilega mikið magn inn á regnvatnslögn, að þá þarf 1200 mm stofnblandlögn við Laugardalsvöll. Mynd 5-13 og Mynd 5-14 sýna langsníð af stofnblandlögn við 5 ára og 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda. Við 10 ára endurkomutíma er komin þrýstingur á lögnina en þó hvergi nálægt yfirborði lands.



Mynd 5-13 1200 mm stofnblandlagn við Laugardalsvöll (stöð 900-1700) við 5 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda. Græn lína sýnir landhæð, Rauðar línur sýna hámarks vatnsyfirborð í brunnnum (e: max hydraulic grade line).

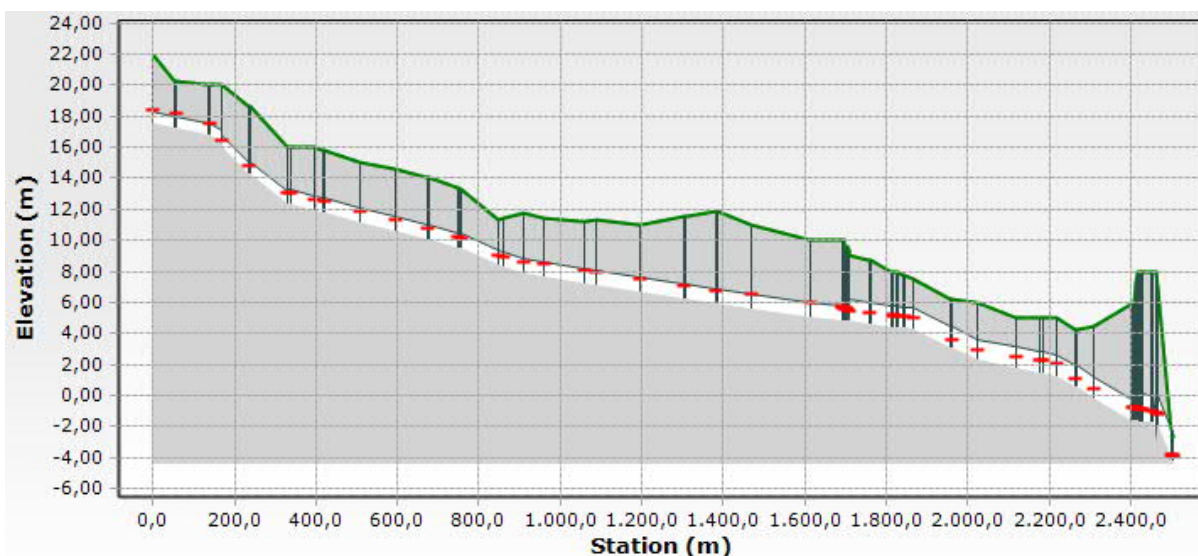


Mynd 5-14 1200 mm stofnblandlagn við Laugardalsvöll (stöð 900-1700) við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda. Græn lína sýnir landhæð, Rauðar línur sýna hámarks vatnsyfirborð í brunnnum (e: max hydraulic grade line).

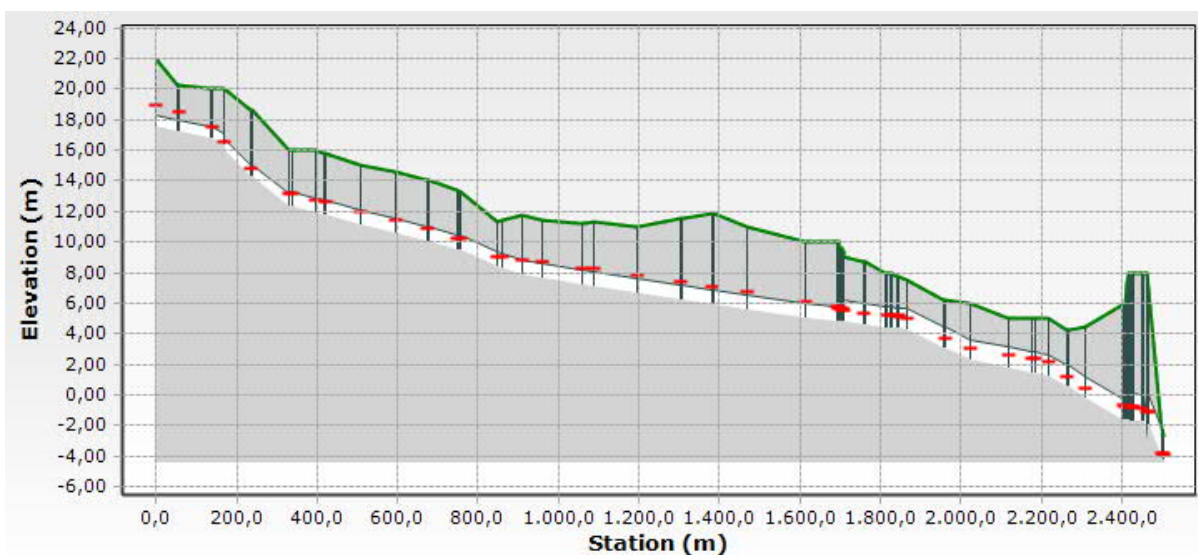
5.2.1 Stærð stofnblandlagar með notkun regnvatnslagnar

Skoðað var hvort hægt væri að minnka stofnblandlagn þegar regnvatnslagn væri einnig notuð. Prófað var að minnka stofnblandlagn í 1000 mm við Laugardalsvöll og þarf þá 800 mm regnvatnslög til að viðhalda heildargetu kerfisins. Til þess að stofnblandlagn sé ekki undir þrýstingi við 5 ára endurkomutíma og 10 ára varanda, þarf að vera búið að tengja inn á regnvatnslögnina því sem nemur að tengja inn afrennslissvæði 2, 5, og 8 á regnvatnslögnina. Að ná því gæti reynt erfitt þar sem afrennslissvæði 2 er ofar í kerfinu og þyrfti að vera búið að fara í tvöföldun á kerfinu á svæðunum. En til lengri tíma lítið væri betra að hafa stofnblandlögnina 1000 mm þegar mikið af regnvatni hefur verið tekið af henni og rennslí í lögninni er orðið lítið.

Mynd 5-15 og Mynd 5-16 sýna langsnið af stofnblandlagn við 5 ára og 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda þegar afrennslissvæði 2, 5, og 8 voru tengd á regnvatnslagn. Við 10 ára endurkomutíma er komin þrýstingur á lögnina en þó hvergi nálægt yfirborði lands.



Mynd 5-15 1000 mm stofnblandlögð við Laugardalsvöll (stöð 900-1700) við 5 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda þegar nægilegt magn hefur verið tengt á 800 mm regnvatnslögð. Græn lína sýnir landhæð, rauðar línur sýna hámarks vatnsyfirborð í brunnnum (e: max hydraulic grade line).



Mynd 5-16 1000 mm stofnblandlögð við Laugardalsvöll (stöð 900-1700) við 10 ára endurkomutíma og 10 mínútna varanda þegar nægilegt magn hefur verið tengt á 800 mm regnvatnslögð. Græn lína sýnir landhæð, rauðar línur sýna hámarks vatnsyfirborð í brunnnum (e: max hydraulic grade line).



6 Frumkostnaðarmat

Framkvæmd af þessari stærðargráðu í miðri Reykjavík mun fela í sér mikið flækjustig og kostnað. Helstu atriði sem gætu valdið flækjustigi í framkvæmdinni:

- Upprif og frágangur á núverandi yfirborði
- Þverun gatna og gatnamóta
- Gröftur á allt að 4,0 m dýpi fyrir regnvatnslögn
- Þverun og aðlögun núverandi lagna
- Stærð lagna frá 600-1200 mm
- Menningarverðmæti og minjar í Laugardalnum (t.d. grasagarðurinn)

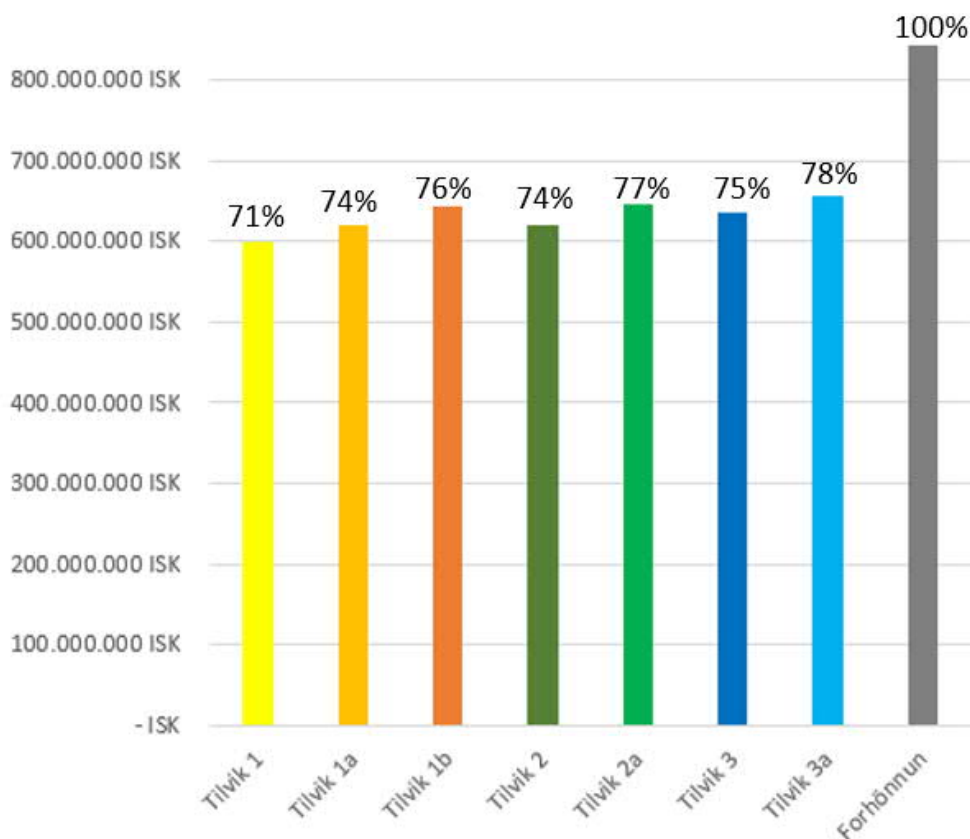
Erfitt er að áætla kostnað við slíka framkvæmd án þess að fara í frekari hönnun og greiningu á lagnaleiðinni. Metraverð á lögnum hafa fengist frá Set fyrir Weholite plastlögnum og er það metið svo að einingaverð frá forhönnunarskýrslu eigi enn vel við. Notaðar voru kostnaðartölur út frá eldri verkum þar sem búið er að áætla kostnað á lengdarmetra miðað við lögn í þéttbýli (Tafla 6-1). Gert er ráð fyrir að síðustu 50 metrarnir af lögninni fari í gegnum og utan við núverandi sjóvarnargarð sem leiðir af sér kostnað svipaðan og við sjólaginir. Einnig var áætlaður kostnaður fyrir gerð miðlunartjarna en nánari útreikninga á kostnaði má sjá í frumkostnaðarmati í viðauka.

Tafla 6-1 Einingaverð fyrir efni og vinnu við lagningu á Weholite plastlögnum í þéttbýli ásamt áætluðum kostnaði miðlunartjarna.

	Einingaverð (án vsk)	Eining
Wheolite plastlögn		
600 mm	160.000	ÍSK/m
800 mm	180.000	ÍSK/m
1000 mm	204.000	ÍSK/m
1200 mm	264.000	ÍSK/m
1000 mm í gegnum sjóv.garð	1.008.000	ÍSK/m
Brunnar		
Wheolite plastbrunnur	2.000.000	ÍSK/stk
Steyptur yfirfallsbrunnur	15.000.000	ÍSK/stk
Miðlunartjarnir		
Miðlunartjörn við þvottalaugar	21.492.000	ÍSK/stk
Miðlunartjörn við skóla	24.675.000	ÍSK/stk

6.1 Regnvatnslögn

Með notkun einingaverðanna og grófu kostnaðarmati fyrir gerð miðlunartjarna hefur kostnaður fyrir tilvikin verið tekin saman (sjá Mynd 6-1). Kostnaður regnvatnslagnar fyrir tilvikin er frá 71-78% af kostnaði regnvatnslagnar sem fundin var í forhönnun án yfirfalls í stofnblandlögn. Ljóst er að ekki er mikill munur á kostnaði milli tilvika.



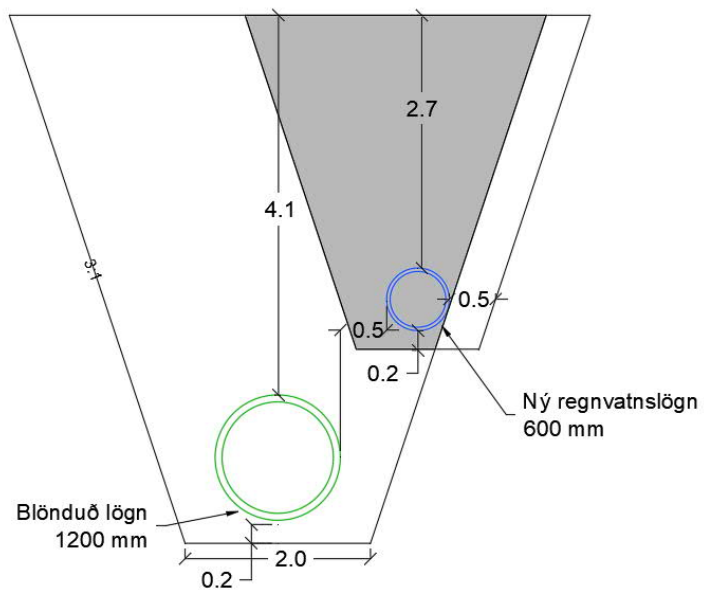
Mynd 6-1 Samanburður á kostnaði regnvatnslagnar eftir tilvikum.

6.2 Stofnblandlögn

6.2.1 Ný stofnblandlögn við Laugardalsvöll

Einingaverðin (Tafla 6-1) voru einnig notuð til þess að áætla kostnað fyrir lagningu á nýrri 1200 mm stofnblandlögn. Áætlaður kostnaður er **226.712.000 kr. án vsk.**

Ekki hefur verið tekið tillit til breytinga sem er þörf á minni blandlögnum í Laugardalnum (innan skýs á teikningum). Á Mynd 6-2 er kennisnið fyrir nýja stofnblandlögn ásamt regnvatnlögn. Sameiginlegur skurður lagnanna er um 33% af heildar skurði. Ef ný stofnblandlögn er lögð samhliða regnvatnslögn má áætla að hægt sé að minnka kostnað við lagningu stofnblandlagnar um 33% eða í **151.141.000 kr.**



Mynd 6-2 Kennisnið af skurði fyrir nýja stofnblandlögn og regnvatnslögn við Laugardalsvöll. Grátt svæði (33%) sýnir sameiginlegan skurð lagnanna tveggja.



7 Valin lausn til frekari skoðunar

Niðurstöður rennislíkansins voru kynntar fyrir verkkaupa á fundi þann 28. maí 2019 og fóru fram umræður um hvaða tilvik ætti að halda áfram með til frekari útfærslu. Niðurstöður þess fundar voru þær að notast skyldi við tilvik 1 við frekari greiningu í þessu verkefni. Lega lagnar fyrir tilvik 1 sést á Mynd 4-2 en stærð hennar yrði 600 mm lögn frá upptökum við yfirfall í Engjavegi að Laugalæk þar sem lögn verður 800 mm og að lokum 1000 mm í Kirkjusandi.

- Tilvik 1 er ódýrasti kosturinn, 71% miðað við að leggja stærri 1200-1400mm lögn sem þyrfti ekki yfirfallsmannvirki.
- Minnsta lögnin, 600 -1000mm lögn er stærð sem er mikið unnið með í fráveitukerfi Veitna og því talið auðveldast framkvæmdatæknilega sem minnkar óvissu og flækjustig við framkvæmd.
- Í niðurstöðum hermilíkans er alltaf miðað við fullnaðaruppbyggingu sem þýðir að full aðgreining á ofanvatni á afrennissvæðum regnvatnslagnarinnar og að þau aðskildu regnvatnskerfi verði tengd inn á regnvatnslögn. Líklegt er talið að aðgreining verði flókið og tímafrekt í framkvæmd. Erfitt er að réttlæta fjárfestingu í stærri lögn sem yrði kannski ekki að fullu nýtt fyrr en eftir 20-50 ár þegar öll afrennissvæðin verða tengd á lögnina. Minnsta lögnin myndi því geta þjónað aðskilnaðar hlutverki sínu að fullu án mikilla yfirfalla.
- Þegar að lokum nægilega mikið af afrennissvæðum væri síðan tengt á regnvatnslögnina væri síðan hægt að bæta við miðlunartjörnum eftir þörfum (tilvik 1a og 1b) til að minnka yfirfall yfir í stofnblandlögn.
- Athuga skal að þegar 600 mm regnvatnslögn er valin reynist nauðsynlegt að leggja nýja stofnblandlögn við Laugardalsvöll sem 1200 mm (ekki 1000mm lögn).

7.1 Magnminnkun í dælu- og hreinsistöðvum á ársgrundvelli

Fyrir alla regnskúra minni en 80% hlutaskúr fer ekkert regnvatn í dælu- og hreinsistöð eins og sést á Mynd 5-2 og einungis 30% magnsins fyrir 10 ára hönnunarskúr. Þ.e. þegar búið væri að tengja öll afrennissvæði inn á regnvatnslögnina.

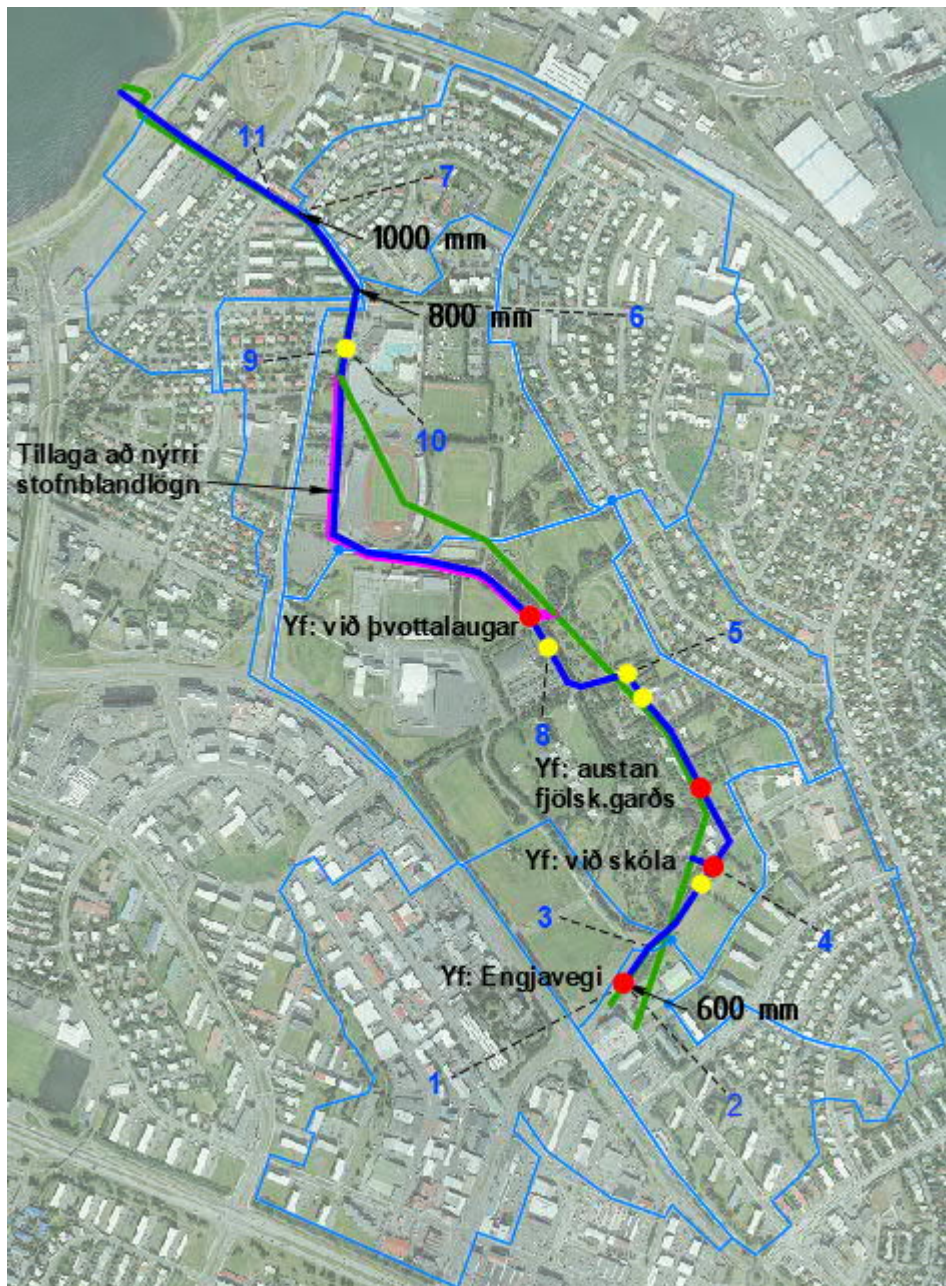
Þar sem önnur 900 mm blandlögn frá suðvestri kemur einnig inn í dælustöðina er erfitt að segja til um hvort hægt sé að fækka yfirfallstímum án frekari gagna. En með tilkomu regnvatnslagnar er hægt að minnka magn til dælu- og hreinsistöðvar töluvert og þar af leiðandi minnka kostnað við dælingu.

7.2 Áhrif 20% öryggisstuðuls á valda lausn

Skoðað var hvað áhrif það hefði á valda lausn að bæta við 20% öryggisstuðul á 5 og 10 ára hönnunarskúr. 20% öryggisstuðull ofan á 5 ára hönnunarskúr jafngildir 13,3 ára endurkomutíma miðað við núverandi tölfræðigreiningu flóðahandbókarinnar. 20% öryggisstuðull ofan á 10 ára hönnunarskúr jafngildir 30,4 ára endurkomutíma miðað við núverandi tölfræðigreiningu flóðahandbókarinnar. Það er því ljóst að um töluverða aukningu á ákefð skúra er að ræða sem hefur áhrif á yfirfallstíðni yfir í stofnblandlögn og seiglu kerfisins.

Aðferðafræði við að bæta 20% öryggisstuðli inn í hermilíkanið er líst í kafla 4.1.2 en álagi var bætt á ákefð hönnunarskúrar og Chicagotoppur endurreiknaður með herra gildi fyrir ákefð.

Niðurstöður hermunar má sjá á Mynd 7-1. Við 5 ára endurkomutíma og 20% öryggisstuðli flæddu um 3 m³ upp úr brunnum á regnvatnslögninni og um 100 m³ við 10 ára endurkomutíma með 20% öryggisstuðli.



Mynd 7-1 Tilvik 1 með 20% öryggisstuðli á 10 ára hönnunarskúr. Yfirföll í stofnblandlögn merkt með rauðu, brunnar sem flæddi upp úr merktir með gulu.



Fara þarf í frekari skoðun á því hvaða breytingar þarf á valdri lausn svo að ekki flæði upp úr brunnum. T.d. er líklegt að bæta þyrfti við yfirfalli við sundlaugina, auka getu yfirfalls við skóla og bæta við yfirfalli milli yfirfalls austan fjölsk.garðs og við þvottalaugar. Þá er mögulegt að tilvik 2 og 3 væru betur í stakk búinn til þess að þola þessa aukningu á hönnunarskúrum.

Með því að bæta við 600-1000 mm regnvatnslögn á þessari lagnaleið er seigla fráveitukerfisins með tilliti til loftlagsbreytinga bætt þar sem heildar rennslisgeta kerfisins hefur verið aukin.



8 Framkvæmdaröð uppbyggingar

Skoðað var hvernig best væri að haga forgangsroðun framkvæmda við uppbyggingu á nýju regnvatnskerfi í Laugardalnum. Helst var horft til uppbyggingar regnvatnslagnar, aðgreiningar á regnvatnskerfum í afrennissvæðunum, tímasetningu á miðlunartjörnum og yfirfallsmannvirkjum yfir í stofnblandlögn.

Valin lausn, tillaga 1, miðast við að leggja nýja 600mm regnvatnslögn með yfirföllum yfir í stofnblandlögnina, aðgreina regnvatnskerfi í hverfunum sem tengjast við regnvatnslögnina, tengja þau kerfi við regnvatnslögnina og auka síðan seiglu kerfisins með því að bæta við miðlunarrýmum á völdum stöðum í kerfinu.

1. Fyrsta skrefið snýr að því að leggja útrás út í sjó og regnvatnslögn í Kirkjusand og upp Laugalæk að Sundlaugarvegi. Þetta er grundvallarskref því án þess munu engin áhrif sjást af aðgerðum uppbyggingar regnvatnslagnar eða aðgreiningar regnvatnskerfis í dælu- og hreinsistöð fráveitunnar.
2. Svæði 7 og 11 á Mynd 3-1 (Teigar og Lækir) tengjast beint inn á regnvatnslögn í Kirkjusandi og Laugalæk. Afrennsli af þessum svæðum er um 19% af heildarafrennsli í kerfinu og liggur því beinast við að byrja aðgreiningu á regnvatnskerfi í þessum hverfum.
3. Svæði 6, 9 og hluti af 10 á Mynd 3-1 (hluti af Laugarás, hluti af Teigum, Sundlaugarvegur og Laugardalslaug) tengist inn á nýju regnvatnslögnina við Sundlaugarveg. Samanlagt með Teigum og Lækjum reynist afrennsli frá þessum svæðum um 42% af heildarafrennsli. Það er því til mikils að vinna að setja í forgang aðgreiningu regnvatnskerfa á þessum svæðum án þess að fara þurfi í frekari stofnfjárfestingu á lagningu regnvatnsstofns í Laugardalnum.
 - a. Vitað er um áform um breytingar og endurnýjun lagna í Laugalæk og Rauðalæk. Mælt er með að samhliða þessum verkum verði farið í aðgreiningu og lagningu regnvatnsstofnlagnar í Laugalæk. Nauðsynlegt er einnig að vinna frekari forhönnun að útrás og þverun undir Sæbraut sem gæti reynst framkvæmdatæknilega erfitt.
4. Áform um uppbyggingu á nýjum þjóðarleikvangi á Laugardalsvelli býður upp á tækifæri til þess að halda áfram með regnvatnslögn meðfram leikvanginum. Þá er ráðlagt er að leggja nýja stofnblandlögn við Laugardalsvöll samhliða regnvatnslögninni og afleggja núverandi stofnblandlögn undir vellinum.
5. Næsta skref er að leggja í uppbyggingu regnvatnslagnar í Laugardalnum í átt að Svæði 1 (Múlarnir og hluti af Skeifunni) sem er langstærsta einstaka afrennissvæðið með rúmlega 28% af heildarafrennsli. Þetta er hins vegar síðasta svæðið og er því mesta stofnfjárfestingin í uppbyggingu regnvatnsstofnlagnarinnar.
 - a. Breytingar á aðalskipulagi Reykjavíkur á þessu svæði bendir til þess að uppbygging mun eiga sér stað á þessu svæði fyrr en síðar. Það eru því góðar líkur á tækifærum fyrir aðgreiningu regnvatnskerfisins sem ýtir á að regnvatnsstofnlögnin verði lögð fyrr en síðar.
 - b. Ef uppbyggingin byrjar áður en lögn kemur, þá er mikilvægt að fylgja því eftir að setja skilmála um miðlun og BGO til þess að minnka magn og rennslistoppa. Nýtt regnvatnskerfi yrði þá lagt í götur og nýjar regnvatnstengingar lagðar inn á lóðir með kvöð um tengingu regnvatnskerfa lóða innan ákveðins árafjöldi (sjá kafla 9). Lagt er til að skoða frekari miðlæga miðlun fyrir regnvatnskerfi þessa svæðis (sjá kafla 10). Nýtt



regnvatnskerfi með miðlun verður svo tímabundið tengt við núverandi stofnblandlög þangað regnvatnslögn verður lögð að svæðinu.

6. Svæði 2 – 5 og 8 (Heimarnir, hluti af Laugaráshverfi og Laugardalurinn sjálfur) tengjast regnvatnslögninni milli þvottalauganna og Svæðis 1. Þessi svæði eru sett neðar í forgangs röðina. Heildarafrennsli frá þessum svæðum er um 20% en um er að ræða íbúðabyggð með tiltölulega lágan afrennslisstuðul og líkur á að erfiðara reynist að fara í aðgreiningu á öllum lóðum og götum.
7. Ráðlagt er að bíða með gerð miðlunartjarna þangað til augljóst er að þeirra verði þarft. Miðlunartjarnirnar verða virkar þegar regnvatnslögn er full og þörf er á að minnka yfirfallstíma í stofnblandlög frekar. Gera má ráð fyrir að þó nokkurn tíma taki að tengja nægilega stórt afrennslissvæði inn á regnvatnslögn svo að hún fyllist. Skoða þarf því þörf á miðlunartjörn eftir hvaða svæði hafa tengst regnvatnskerfinu eða er fyrirhugað að tengja. Hægt er að fylgjast með rennsli í kerfinu með rennslismælingum eða skoða hermilíkanið af lögninni eftir því sem frekari tengingar inn á regnvatnslögnina fara fram og aðgreining í þeim tengingum klárast.
 - a. Hver miðlunartjörn fylgir nokkurn vegin tengingum þeirra svæða sem tengjast hverri tjörn fyrir sig:
 - i. Miðlunartjörn við skóla - svæði 2, 3 og 4.
 - ii. Miðlunartjörn við þvottalaugar – svæði 5 og 8
 - iii. Miðlunargeymslurými við sundlaugar – svæði 10 og heildaruppbyggingu
 - b. Við valda lausn (tilvik 1) verður yfirfall við þvottalaugarnar virkt fljótlega í uppbyggingu regnvatnskerfisins og því fyrsta tækifærið við að minnka yfirfall í stofnblandlög líklega við þvottalaugarnar. Þetta fer þó eftir uppbyggingarhraða og tímalínu aðgreiningar og því mikilvægt að fylgjast vel með rennsli.
8. Yfirföllin úr regnvatnslögninni yfir í stofnblandlögnina eru mikilvægur þáttur í virkni kerfisins og nauðsynlegt að byggja þau upp samhliða regnvatnslögninni, jafnvel þótt ekki sé talið þörf á þeim til að byrja með. Minni regnvatnslögn þýðir einfaldlega að hún er stærðarákvörðuð of lítil fyrir hönnunarskúr sem þýðir að hún mun virka vel fyrir minni afrennslisatburði og afrennslisatburði með lengri varanda. En þegar stærri viðburðir eiga sér stað mun ekki vera til staðar afkastageta í kerfinu sem mun leiða til flóðavandamála sem mikilvægt er að koma í veg fyrir frá byrjun (sjá kafla 5.1.2).
 - a. Ef notast verður við valda lausn (tilvik 1) verður yfirfall við þvottalaugarnar að koma strax því 600mm lög frá sundlaug að þvottalaugum virkar sem þrenging við stærri rigningaratburði og því mikilvægt að vera með örugga flóðaleið yfir í stofnblandlögnina við þvottalaugarnar



9 Skipulagsskilmálar

Mikil umræða hefur verið á fundum í þessu verkefni um hvernig skipulagsskilmála skal setja fyrir enduruppbyggingu eða nýbyggingar á svæðinu. Hér eru nokkrir punktar um helstu niðurstöður í þessu verkefni sem eiga sérstaklega við Laugardalsverkefnið.

Almennt:

- Grundvallarskilmálinn: Aukning á heildarafrennsli skal ekki leyfð nema að vel athuguðu máli. Uppbygging regnvatnskerfisins er miðuð við forsendur um afrennslisstuðla eins og landnotkun er í dag árið 2019 (fyrir utan þar sem gert var ráð fyrir aukningu á svæði 3, sjá kafla 3.1). Aukning á afrennsli verður oftast vegna frekari þéttingar byggðar og aukningu á þéttum yfirborðsflötum. Setja þarf skilmála í samstarfi við Reykjavíkurborg þar sem frekari þétting byggðar verði einungis leyfð með sérstökum ofanvatnslausnum þar sem bæði afrennslistoppar og magn aukist ekki. Útfærsla á þessum grundvallarskilmála getur verið breytileg og bæði verið kröfur á lóðarhafa eða samstarf við Reykjavíkurborg um miðlægar lausnir (miðlun, írennslissvæði, o.s.frv.).
- Stærstu óbyggðu grænu svæðin eru í Laugardalnum sjálfum. Uppbygging þéttra yfirborðsflata á þessum grænu svæðum munu leiða af sér mun áhrifaríkari afleiðingar heldur en þétting byggðar innan núverandi byggðar. Þar af leiðir er mælt með því að strangari skipulagsskilmálar verði settir á þessi græn svæði, séð til þess að þau a) haldist græn áfram eða b) settir verði mun strangari skilmálar um meðhöndlun ofanvatns ef til uppbyggingar kæmi. Viðhalda skal bæði toppi og magni afrennslissvæðis grænna svæða þar sem regnvatnskerfið byggir á núverandi afrennslisstuðlum.
- Mikilvægt er að taka frá græn svæði í Laugardalnum fyrir ofanvatnslausnir. Uppbygging á regnvatnskerfinu mun taka tíma og líkur á að ekki sé þörf á miðlunartjörnum strax í upphafi. Gera skal ráð fyrir svæðum fyrir miðlunartjarnir í skipulagi svo að þau séu til staðar þegar þeirra verður þarft.
- Árangur þessa verkefnis er algjörlega háður því að aðgreining skólþ og regnvatnskerfa innan hverfanna verði að veruleika. Skoða þarf vel hvernig skilmála er hægt að setja í skipulag sem hraðar aðgreiningu á regnvatnskerfum og hvaða aðferðafræði skal beitt við tengingar fyrir lóðir.
- Setja skal skilyrði á að tengja skal inn á nýja regnvatnslögn ef hún hefur verið lögð. Ef farið verður í aðgreiningu innan hverfa áður en ný regnvatnslögn verður gerð skal skoða hvort miðlun innan afrennslissvæðisins sé möguleg áður en tengt sé inn á regnvatnslögn.
- Blárænar ofanvatnslausnir eru góð leið til þess að minnka magn regnvatns í fráveitukerfinu. Halda skal áfram með innleiðingu BGO í þessu verkefni. Niðurstöðurnar benda til þess að innleiðing BGO mun ekki minnka afrennslistoppa (og þar af leiðandi regnvatnslögnina) en hefur töluverð áhrif á magn afrennslis inn í kerfið.



Innviðir

- Kröfur um BGO alltaf – ekki bara þegar hentar.
- Nýta borgarland (götur og almenningsrými) fyrir miðlunarsvæði (leita að tækifærum innan hverfanna og koma í skilmála).
- Fara skal í aðgreiningu á stofnlögnum fráveitu í götum hvenær sem farið verður í yfirborðsframkvæmdir

Lóðir

- Aftenging þaka og grænna svæða frá regnvatnskerfinu. Setja af stað upplýsingaherferð og styrkjakerfi þar sem boðin er greiðsla fyrir aftengingu.
- Setja skilmála á lóðarhafa stærri lóða (regnvatnskerfi bílastæða fjölbýlishúsa og þjónustukjarna) um tengingu inn á nýja regnvatnslögn þegar aðgreining hefur farið fram innan ákveðinna árafjölda.
- Setja fram árangurstengt ofanvatnsgjald á regnvatnstengingar lóða (þegar þær koma) þar sem rukkað verður fyrir tengt afrennissvæði.

Nýbyggingar

- Strangari kröfur um meðhöndlun ofanvatns.
- Ekki auka afrennlistoppa og magn umfram óhreyft land.

Núverandi byggð

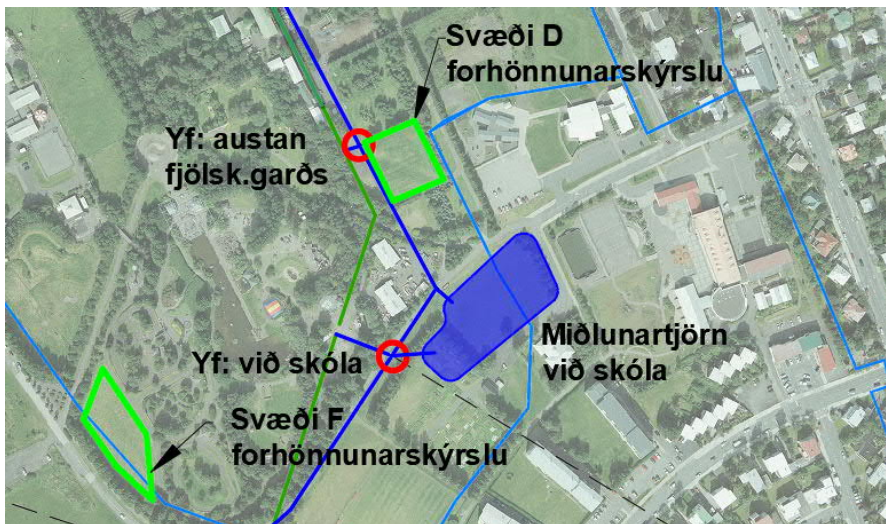
- Ekki auka afrennlistoppa og magn umfram núverandi landnotkun.
- Strangari kröfur á lóðarhafa þjónustu/iðnaðarlóða heldur en íbúðabyggðar. Yfirleitt meiri þéttir yfirborðsfletir og auðveldari tækifæri til hagkvæmari lausna (e. „more bang for your buck“).

10 Umræða

10.1 Miðlun

Skoða þyrfti hversu mikið rennsli til miðlunartjarnar sé ráðlagt með tilliti til að hættulegar aðstæður gætu skapast við mikið rennsli. Einnig er þörf á umræðu um hversu oft það sé ásættanlegt að miðlunarsvæði séu í notkun undir regnvatn.

Við líkanagerð kom í ljós að þörf var á yfirfalli austan fjölskyldugarðs í öllum tilfellunum. Í forhönnunarskýrslu var svæði D (Mynd 10-1) á lista yfir mögulega staðsetningar miðlunartjarna og væri áhugavert að skoða hvort hægt væri að nota miðlunartjörn á svæði D og minnka yfirfall í stofnblandlögnum á þessum stað. Einnig mætti skoða hvort hægt væri að nýta svæði F úr forhönnunarskýrslu til miðlunar fyrir afrennissvæði 1,2 og 3 og minnka yfirfall í stofnblandlögnum við Engjaveg. Þá þyrfti þó einnig stærra lögnum að þessari miðlunartjörn við svæði F eða að svæðin tengdust við miðlunartjörnina úr tveimur lögnum líkt og blandkerfið lítur út í dag þar sem 600 mm lögnum dugir ekki fyrir afrennsli frá afrennissvæði 1 og 2 fyrir hönnunarskúr.



Mynd 10-1 Miðlunarsvæði D og F úr forhönnunarskýrslu

10.2 Rennsli í stofnblandlögnum

Þegar mikið af regnvatni hefur verið tengt á nýja regnvatnslögnum verður rennsli í stofnblandlögnum minna. Stofnblandlögnum hefur um 3,1‰ meðalhalla frá gömlu þvottalaugunum og að Laugalæk. Á þessu bili er því sérstök hættu á að sjálfhreinsun verði takmörkuð og sandur og ýmislegt annað setjist fyrir í lögnum. Því er talið mikilvægt að ekki allt regnvatn verði aftengt stofnblandlögnum en einnig má vænta að stofnblandlögnum hreinsist við stóra endurkomutíma þegar yfirfall í stofnblandlögnum er virkt.

Upp kom sú hugdettu að síðar þegar allt kerfið væri orðið tvöfalt væri hægt að nota stofnblandlögnum fyrir regnvatnið og nýju regnvatnslögnum fyrir skólpið. Þá væri nógu stór lögnum fyrir 10 ára endurkomutíma fyrir regnvatnið og minni lögnum fyrir skólpið sem þyrfti orðið mun minni lögnum. Fljótlega var fallið frá þessari hugmynd þar sem breyta þyrfti öllum tengingum og þar sem regnvatnslögnum liggur mun hærra en stofnblandlögnum gæti verið að sumar tengingar væru ekki mögulegar.



10.3 100% blágrænar

Komið hefur til tals að taka regnvatn upp á yfirborð í Laugalæk. Þar sem pláss er að skornum skammti í Laugalæk og Kirkjusandi yrði ekki pláss fyrir græna ofanvatnsrás og því er ekki talinn mikill ávinningur af því að setja læk í opna rás því engin hreinsun á sér stað í opnum rásum sem ekki eru grænar (steyptar eða því um líkt).

Einnig hefur komið upp sú hugmynd að hafa læk í gegnum grasagarðinn og taka regnvatnið upp á yfirborðið. Þessi hugmynd er áhugaverð og væri möguleiki á að blanda saman miðlunum og opnum ofanvatnsrásum með tilheyrandi hreinsun á ofanvatni.



11 Heimildir

Environmental Protection Agency (2009). Technical Guidance on Implementing the Stormwater Runoff Requirements for Federal Projects under Section 438 of the Energy Independence and Security Act. Washington, DC 20460: Office of Water.

Svenskt Vatten (2016). *Avledning av spill-, drän- och dagvatten*. Publikation P110

Vala Jónsdóttir, Ágúst Elí Ágústsson og Sigurður Grétar Sigmarsson (2018). *Regnvatnslögn í Laugardal*. Reykjavík: Verkís.



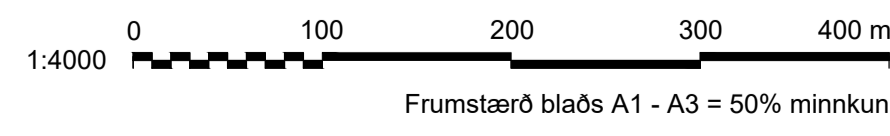
Teikningar

Teikningasett M24.001-009.pdf



SKÝRINGAR:

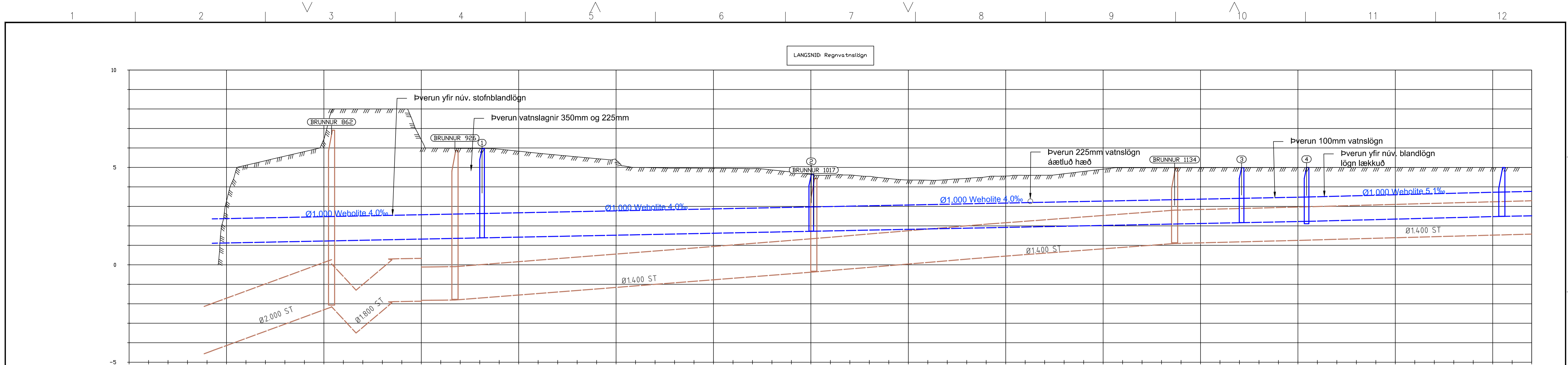
- Ný regnvatnslögn
- Ný stofnblandlögn
- Núv. stofnblandlögn
- Núv. blandlag्नir
- - - Núv. regnvatnslag्नir
- Möguleg yfirfallslögn í blandlögn
- Möguleg lögn í frá miðlunartjörn
- Möguleg miðlunartjörn, efri brún og botn



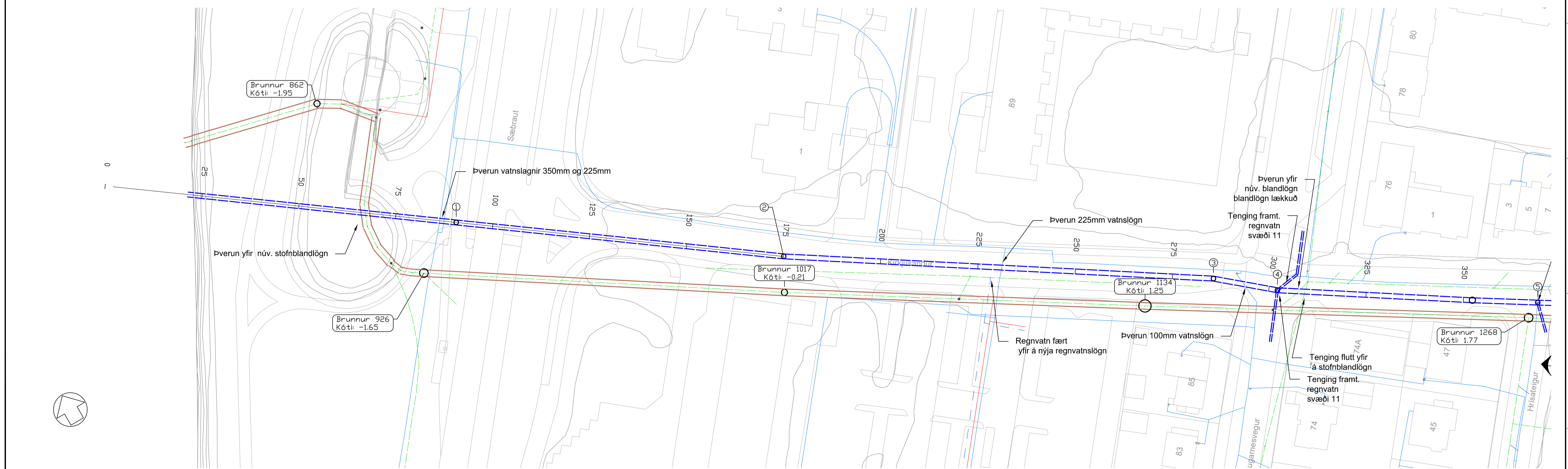
www.verkis.is - sími: +354 422 8000

SAMPYKKT:			
A 2020.01.08 Forhönnun			
ÚTG DAGS	SKÝRINGAR	TEIK HANN RYNT SAMP	VJ VJ SGRS GE

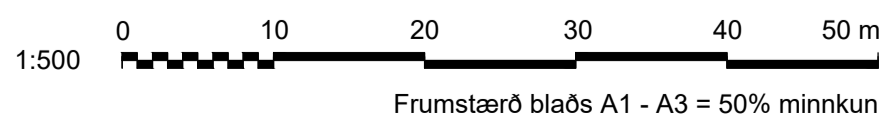
LAUGARDALSÞÉSI, REYKJAVÍK
NÝ REGNVATNSLÖGN - BLÖNDUÐ LEIÐ
Yfirlitsmynd
VERKFANG 18215 TEIKNING
M24.001 A



NOV.YFIRBORÐ		0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	360
REGNVATN	FJARLMILLI BRUNNA																
	HALLI %																
	RENNSLISKÁTI																
BLANDLÖGN	EFNI OG STÆRD (mm)																
	FJARLMILLI BRUNNA	1.73	32.69	6.31	9.53												
	HALLI %		67.9%	213.9%	182.7%												
REGNVATN	EFNI OG STÆRD (mm)																
	FJARLMILLI BRUNNA	4.17	4.35	1.95	3.30	1.17											
	HALLI %																



- SKÝRINGAR:**
- Ný regnvatnslögn
 - Ný stofnblandlögn
 - Núv. stofnblandlögn
 - Núv. blandlagnir
 - Núv. regnvatnslagnir
 - Núv. skóplagnir
 - Núv. kaldavatnslagnir
 - Möguleg yfirfallslögn í blandlögn
 - Möguleg lögn í/frá miðlunartjörn
 - Möguleg miðlunartjörn, efrí brún og botn



www.verkis.is - sími: +354 422 8000

SAMPYKKT:

A	2020.01.08	Forhönnun	VJ	VJ	SGrS	GE
ÚTG	DAGS	SKÝRINGAR	TEIK	HANN	RYNT	SAMP

LAUGARDALSÞÉSI, REYKJAVÍK

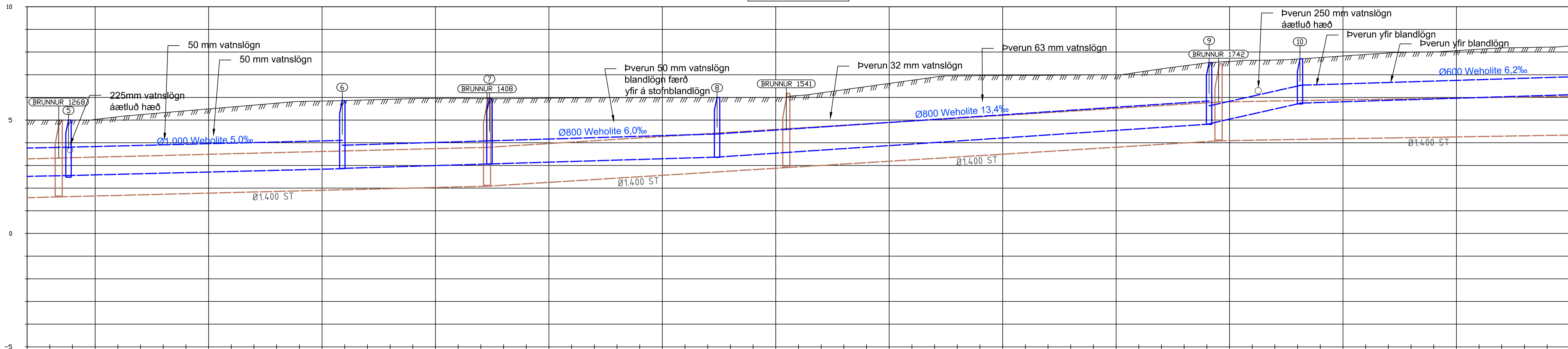
NÝ REGNVATNSLÖGN - BLÖNDUÐ LEIÐ
Grunnmynd og langsníð
St. 0 - 350

VERKFANG 18215 TEIKNING M24.002 A

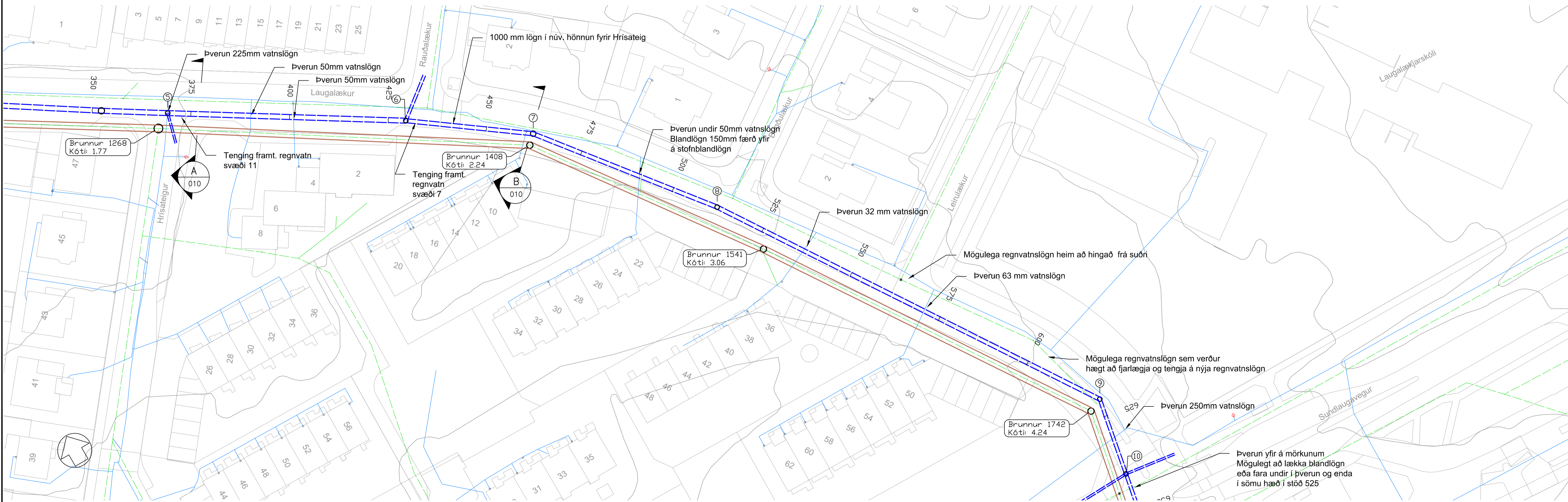
V:\1818215\teikni\MV\daukasamningur 600-800 lögn\Laugardalur-M-teikning 600 lögn og ný blandlögn_lausn.dwg

© Öll árit og áfrun teikningar, óhliða eða í heild er höf skriflegu keyri höfundu

LANGSNID Regnvatnslögn

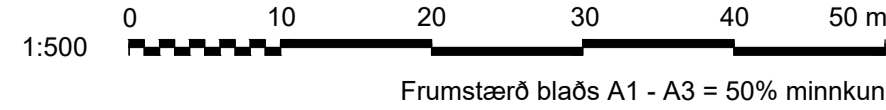


NÚV. YFIRBORÐ		360	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700				
REGNVATN	FJARLMILLI BRUNNA	16.78		60.34		32.43		50.17		108.43		20.06		80.99		8.27				
	HALLI %	4.0%		5.0%		6.0%		6.0%		13.4%		44.9%		6.2%						
RENNSLISKÓTI	EFNI OG STÆRD (mm)	1.000		1.000		800		800		800		600		600		600				
	FJARLMILLI BRUNNA	58.82		94.16		64.77		92.55		22.02		0.10		16.56		10.32		2.47		54.09
BLANDLÖGN	HALLI %	5.3%		5.0%		12.7%		12.8%		12.8%		3.6%		3.0%		2.9%		3.3%		
	RENNSLISKÓTI	1.46		1.77		1.400		1.400		1.400		1.400		1.400		1.400		1.400		1.400
RENNSLISKÓTI	EFNI OG STÆRD (mm)	1.400		1.400		1.400		1.400		1.400		1.400		1.400		1.400		1.400		1.400



SKÝRINGAR:

- Ný regnvatnslögn
- - - - Ný stofnblandlögn
- - - - Núv. stofnblandlögn
- Núv. blandlagir
- - - - Núv. regnvatnslagnir
- Núv. skólplagnir
- - - - Núv. kaldavatnslagnir
- Möguleg yfirfallslögn í blandlögn
- - - - Möguleg lögn í/frá miðlunartjörn
- Möguleg miðlunartjörn, efri brún og botn



www.verkis.is - sími: +354 422 8000

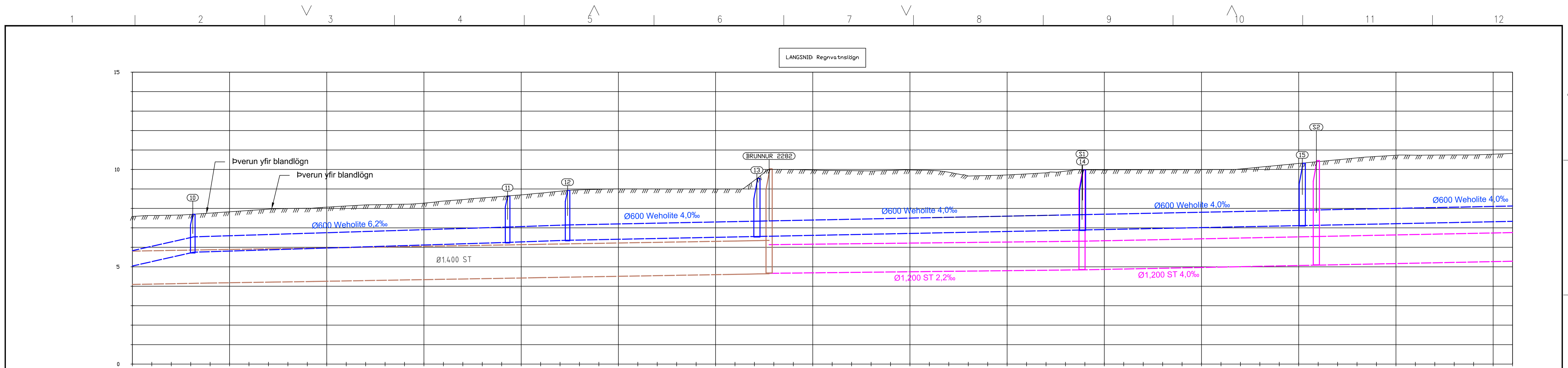
SAMPYKKT:			
A 2020.01.08	Forhönnun	VJ	VJ SGRS GE
ÚTG DAGS	SKÝRINGAR	TEIK	HANN RYNT SAMP

LAUGARDALSREI, REYKJAVÍK

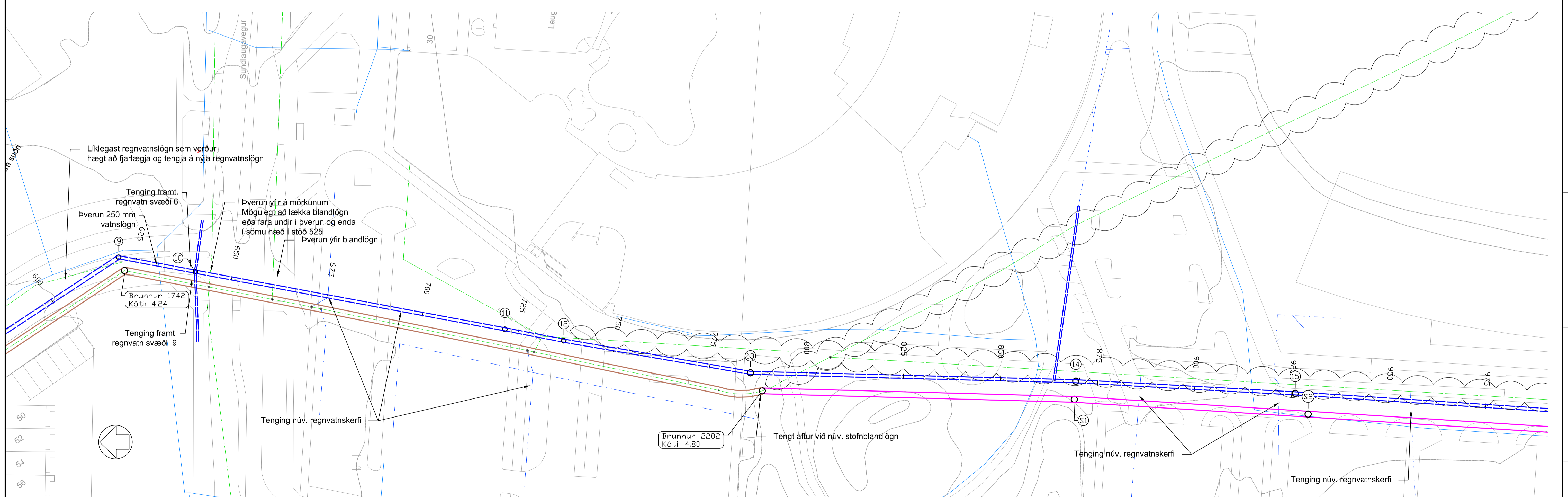
NÝ REGNVATNSLÖGN - BLÖNDUD LEIÐ
Grunnmýnd og langsníð
St. 350 - 650

VERKFANG 18215 TEIKNING M24.003 A

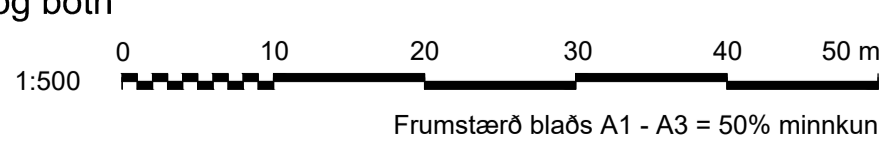
© Öll árit og afritun teikningar, óhluta eða í heild er höfð skriflegu keyfi höfundar.



	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900	925	950	975	980
NOV.YFIRBÖRD	7.59															
FJARLMILLI BRUNNA	20.06				80.99			15.42		48.70			83.75		56.51	86.68
HALLI ‰	44.9‰				6.2‰			7.1‰		4.0‰			4.0‰		4.0‰	4.0‰
RENNSLISKÓTI	4.93							6.55		6.46			6.99		7.21	7.56
EFNI OG STÆRD (mm)	600				600			600		600			600		600	600
FJARLMILLI BRUNNA	22.02	16.56	10.32		54.09			48.50		80.29			60.28		83.47	
HALLI ‰	3.6‰	3.0‰	2.9‰		4.1‰			3.3‰		2.2‰			4.0‰		4.0‰	4.0‰
RENNSLISKÓTI	4.24															5.55
EFNI OG STÆRD (mm)	1,400				1,400			1,400		1,200			1,200		1,200	1,200



- SKÝRINGAR:**
- Ný regnvatnslögn
 - Ný stofnblandlögn
 - Núv. stofnblandlögn
 - Núv. blandlagir
 - Núv. regnvatnslagnir
 - Núv. skólagnir
 - Núv. kaldavatnslagnir
 - Möguleg yfirfallslögn í blandlögn
 - Möguleg lögn í/ frá miðlunartjörn
 - Möguleg miðlunartjörn, efrí brún og botn



VERKÍS

www.verkis.is - sími: +354 422 8000

SAMPYKKT:	
UTG DAGS	SKÝRINGAR
VERKJAFANG	18215 TEIKNING

LAUGARDALS RÆSI, REYKJAVÍK

NÝ REGNVATNSLÖGN - BLÖNDUÐ LEIÐ

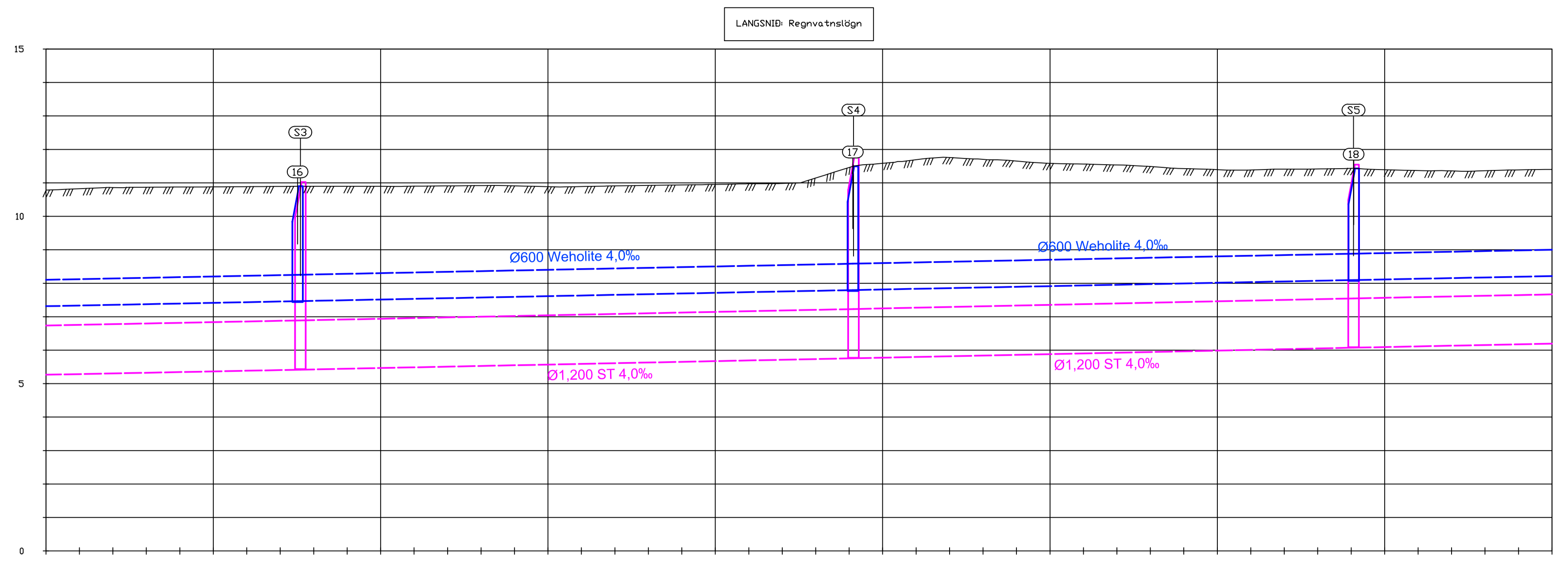
Grunnmynd og langsníð

St. 650 - 975

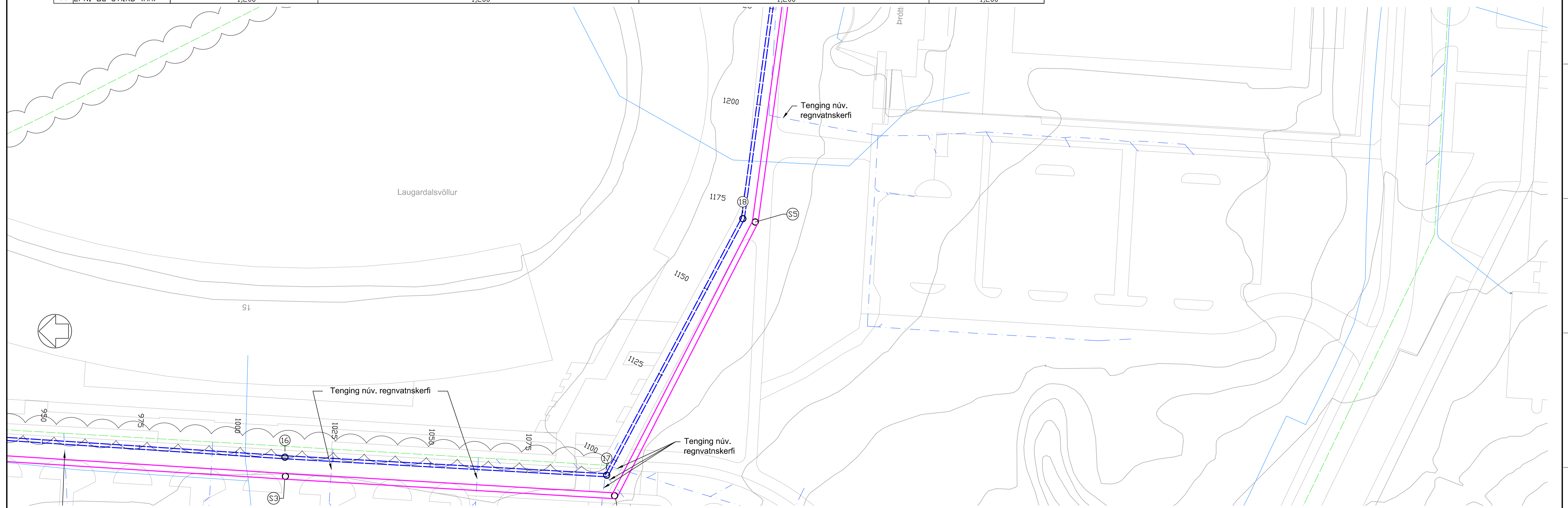
M24.004 A

V:\181\18215\teikni\MV\daukasamningur 600-800 lögn\Laugardalur-M-teikning 600 lögn og ný blandlögn_lausun.dwg

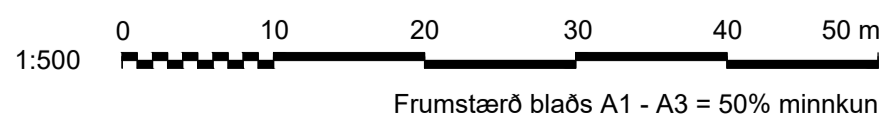
© Öll öfnot og afritun teikninga, óhluta eða í heild er höfð skriflegu keyri höfundu



	975	1000	1025	1050	1075	1100	1125	1150	1175	1200
NOV.YFIRBORÐ	10.78									11.40
FJARLMILLI BRUNNA		86.68						74.76		109.69
HALLI ‰		4.0‰						4.0‰		4.0‰
RENNLISKÓTI	7.21		7.56			7.89			8.19	8.63
EFNI OG STÆRD (mm)		600					600		600	
FJARLMILLI BRUNNA		83.47		84.90			79.24		109.98	
HALLI ‰		4.0‰		4.0‰			4.0‰		4.0‰	
RENNLISKÓTI	5.82		5.95			5.89			6.21	6.66
EFNI OG STÆRD (mm)		1,200		1,200			1,200		1,200	



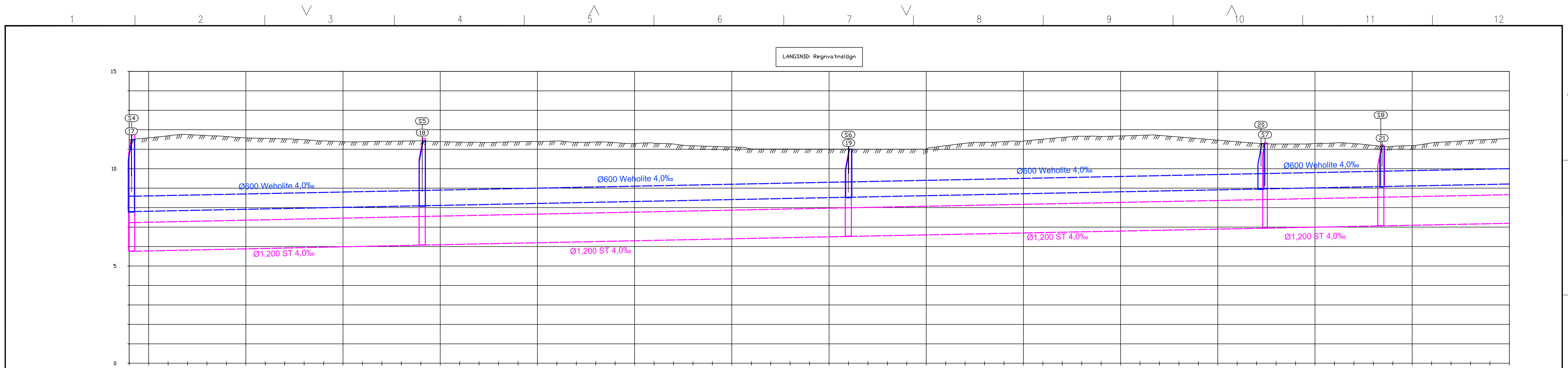
- SKÝRINGAR:**
- Ný regnvatnslögn
 - Ný stofnblandlögn
 - Núv. stofnblandlögn
 - Núv. blandlagir
 - - - Núv. regnvatnslagnir
 - - - Núv. sköplagnir
 - - - Núv. kaldavatnslagnir
 - Möguleg yfirfallslögn í blandlögn
 - - - Möguleg lögn i/ frá miðlunartjörn
 - - - Möguleg miðlunartjörn, efrí brún og botn



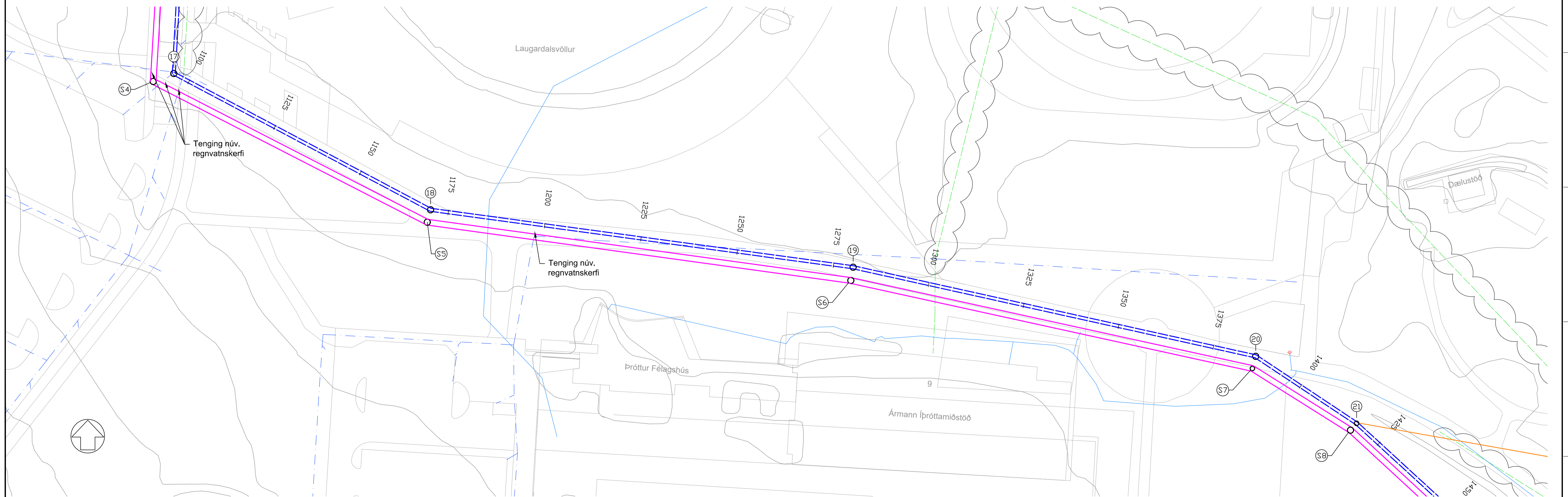
www.verkis.is - sími: +354 422 8000

SAMPYKKT:	
ÚTG DAGS	SKÝRINGAR
VERKJÓF	TEIKNINGAR

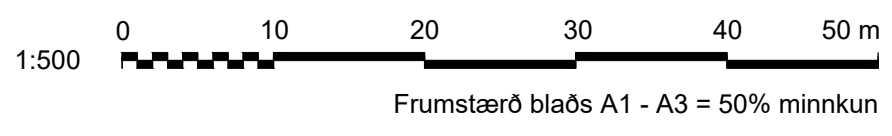
LAUGARDALSÞEY, REYKJAVÍK
NÝ REGNVATNSLÖGN - BLÖNDUÐ LEIÐ
Grunnmynd og langsnit
St. 975 - 1200
VERKJÓF 18215 TEIKNING
M24.005 A



	1095	1100	1125	1150	1175	1200	1225	1250	1275	1300	1325	1350	1375	1400	1425	1450
NOV.YFIRBORD	11.46	11.59	11.58	11.59	11.69	11.40	11.30	11.11	11.01	11.01	11.42	11.68	11.47	11.30	11.19	11.55
FJARLMILLI BRUNNA			74.76				109.69					106.04			31.17	
HALLI %			4.0‰				4.0‰					4.0‰			4.0‰	
RENNSLISKÓTI	789				818				828				905		918	
EFNI OG STÆRD (mm)			600				600					600			600	
FJARLMILLI BRUNNA	84.90		79.24				109.98					105.74			29.80	99.58
HALLI %																
RENNSLISKÓTI	889				1229				929				708		720	760
EFNI OG STÆRD (mm)	1,200		1,200				1,200					1,200		1,200	1,200	1,200



- SKÝRINGAR:**
- Ný regnvatnslögn
 - Ný stofnblandlögn
 - Núv. stofnblandlögn
 - Núv. blandlagnir
 - Núv. regnvatnslagnir
 - Núv. skólagnir
 - Núv. kaldvatnslagnir
 - Möguleg yfirfallslögn í blandlögn
 - Möguleg lögn í frá miðlunartjörn
 - Möguleg miðlunartjörn, efri brún og botn



VERKÍS

www.verkis.is - sími: +354 422 8000

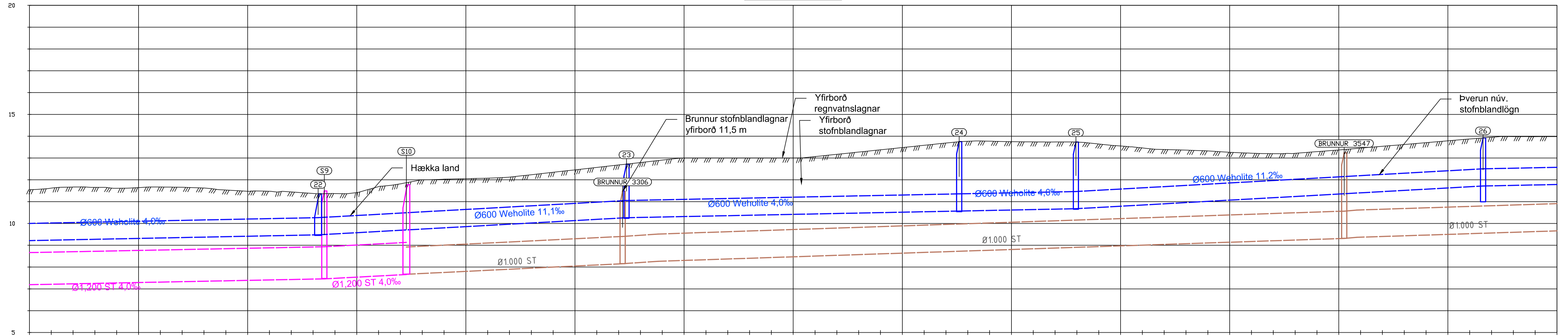
SAMPYKKT:	
ÚTG DAGS	SKÝRINGAR
TEIG	HANN RYNT SAMP

LAUGARDALSÆSI, REYKJAVÍK	
NÝ REGNVATNSLÖGN - BLÖNDUÐ LEIÐ	
Grunnmynd og langsníð	
St. 1200 - 1450	
VERKFANG	18215 TEIKNING
M24.006	A

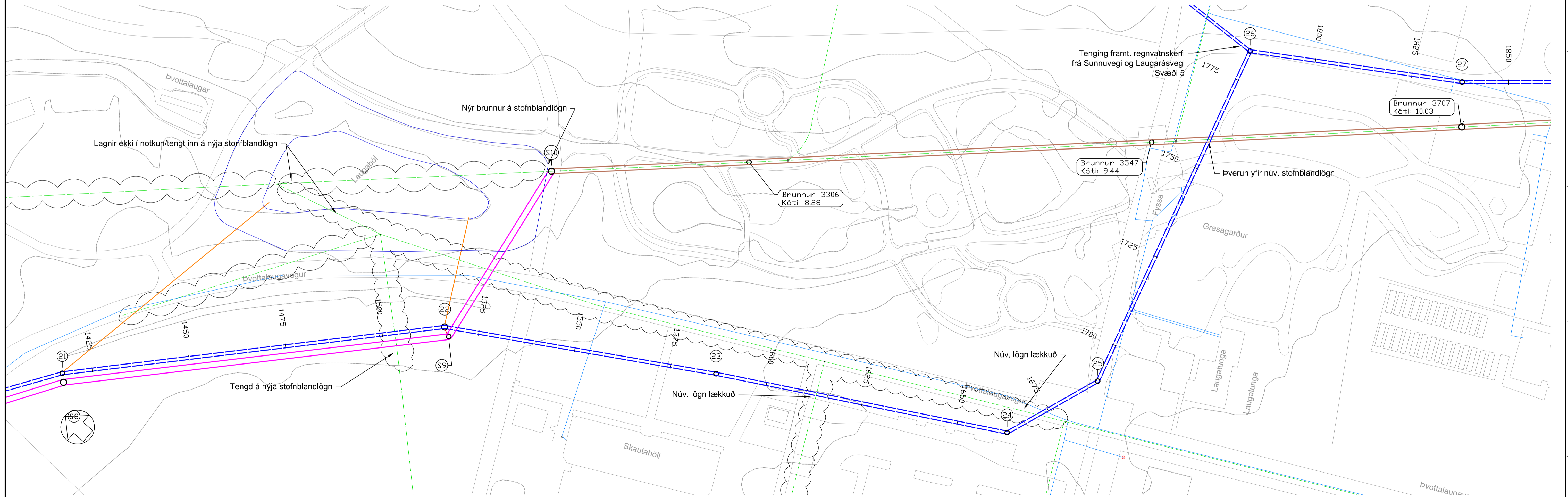
V:\1818215\teikn\MV\daukasamningur 600-800 lögn\Laugardalur-M-teikning 600 lögn og ný blandlögn_lausun.dwg

© Öll árit og áfrun teikningar, aðhluta eða í heild er höb skriflegu keyfi höfundu

LANGSNÍÐ: Regnvatnslögn

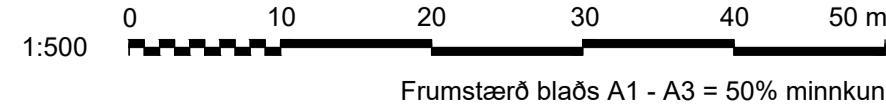


	1450	1475	1500	1525	1550	1575	1600	1625	1650	1675	1700	1725	1750	1775	1800
NOV. YFIRBORÐ	11.55	11.64	11.48	11.42	12.05	12.46	13.00	13.00	13.48	13.75	13.55	13.26	13.37	13.79	13.98
FJARLMILLI BRUNNA HALLI %					70.67			76.21		26.73		93.25			54.97
RENNSLISKÁTI					11.1%			4.0‰		4.0%		11.2%			4.0%
EFNI OG STÆRD (mm)				9.57			10.36		10.66		10.77			11.61	12.03
B.LANDLÖGN REGNVATN					600		600		600		600		600		600
FJARLMILLI BRUNNA HALLI %		99.58		49.94		50.74		10.03		93.47		6.23		73.46	
RENNSLISKÁTI		4.0%		4.0%		9.5%		11.0%		11.2%		8.0%		7.4%	
EFNI OG STÆRD (mm)	7.20		1.200	7.60		7.80		8.28		8.39		9.44		9.49	10.03



SKÝRINGAR:

- Ný regnvatnslögn
- Ný stofnblandlögn
- Núv. stofnblandlögn
- Núv. blandlagnir
- Núv. regnvatnslagnir
- Núv. skóplagnir
- Núv. kaldavatnslagnir
- Möguleg yfirfallslögn í blandlögn
- Möguleg lögn i/ frá miðlunartjörn
- Möguleg miðlunartjörn, efrí brún og botn



www.verkis.is - sími: +354 422 8000

SAMPYKKT:

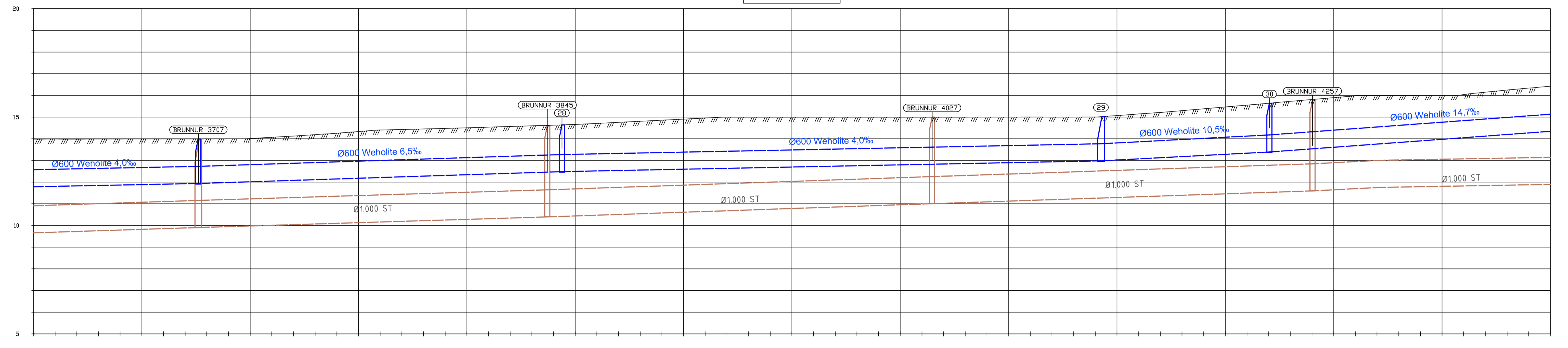
A 2020.01.08 Forhönnun VJ VJ SGRS GE
 ÚTG DAGS SKÝRINGAR TEIÐ HANN RYNT SAMÞ

LAUGARDALS RÆSI, REYKJAVÍK

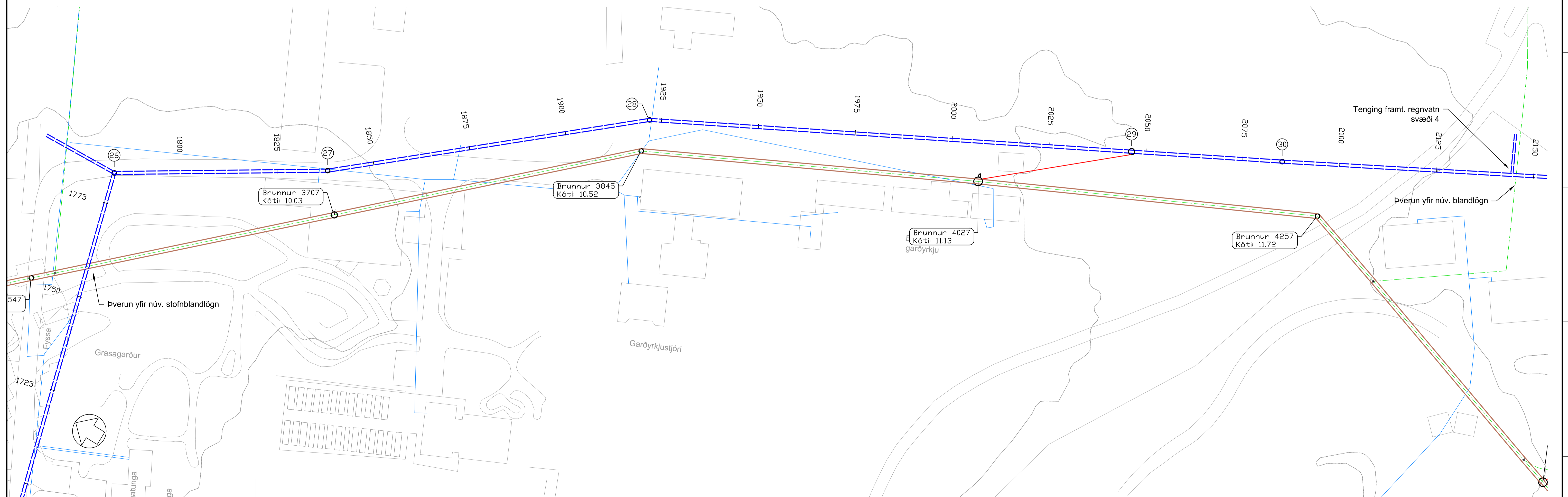
NÝ REGNVATNSLÖGN - BLÖNDUÐ LEIÐ
 Grunnmynd og langsníð
 St. 1450 - 1800

VERKFANG 18215 TEIÐNING M24.007 A

LANGSNID: Regnvatnslögn

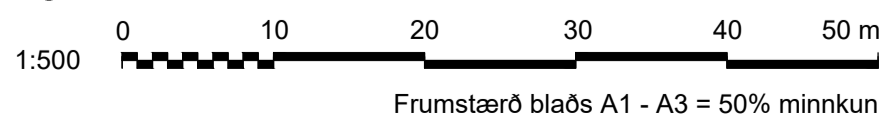


	1800	1825	1850	1875	1900	1925	1950	1975	2000	2025	2050	2075	2100	2125	2150
NÚV. YFIRBORD	13.98	13.95	14.01	14.33	14.51	14.66	14.91	15.00	15.00	15.07	15.07	15.47	15.90	16.91	16.43
FJARLMILLI BRUNNA		54.97			83.91			124.37			38.85			76.92	
HALLI %		4.0%			6.5%			4.0%			10.5%			14.7%	
RENNSLISKÓTI	11.81	12.03	12.03	12.03	12.59	12.59	13.08	13.08	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	13.48	14.65
EFNI OG STÆRD (mm)		600		600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
FJARLMILLI BRUNNA		73.46			80.70			87.09			87.82		22.09	60.08	
HALLI %															
RENNSLISKÓTI	9.49	10.03	10.03	10.52	10.52	11.13	11.13	11.13	11.72	11.72	11.72	11.72	11.72	11.72	11.72
EFNI OG STÆRD (mm)		1.000		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



SKÝRINGAR:

- Ný regnvatnslögn
- Ný stofnblandlögn
- Núv. stofnblandlögn
- Núv. blandlagir
- Núv. regnvatnslagnir
- Núv. skóplagnir
- Núv. kaldvatnslagnir
- Möguleg yfirfallslögn í blandlögn
- Möguleg lögn í frá miðlunartjörn
- Möguleg miðlunartjörn, efri brún og botn



www.verkis.is - sími: +354 422 8000

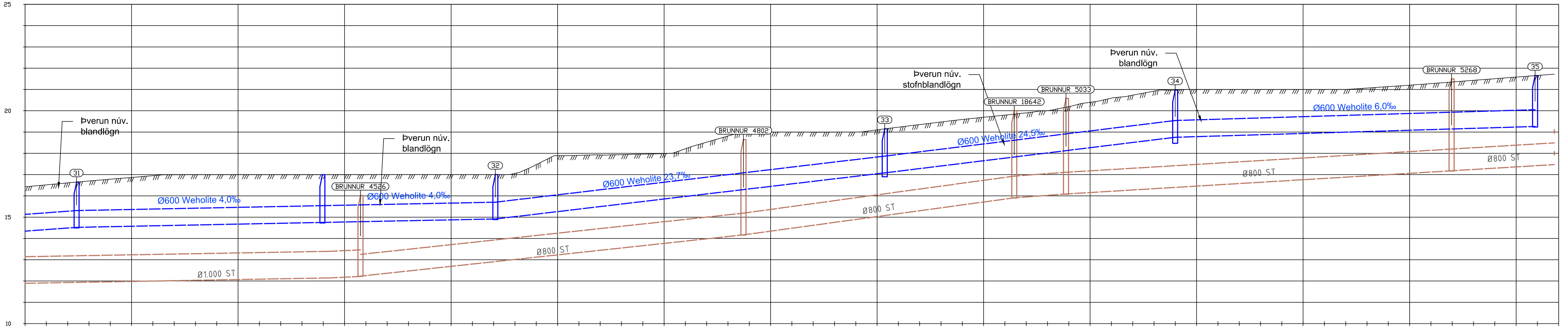
SAMPYKKT:	
ÚTG DAGS	SKÝRINGAR
TEIG	HANN RYNT SAMÞ

LAUGARDALSÞÉSI, REYKJAVÍK
 NÝ REGNVATNSLÖGN - BLÖNDUÐ LEIÐ
 Grunnmynd og langsníð
 St. 1800 - 2150
 VERKFANG 18215 TEIKNING M24.008 A

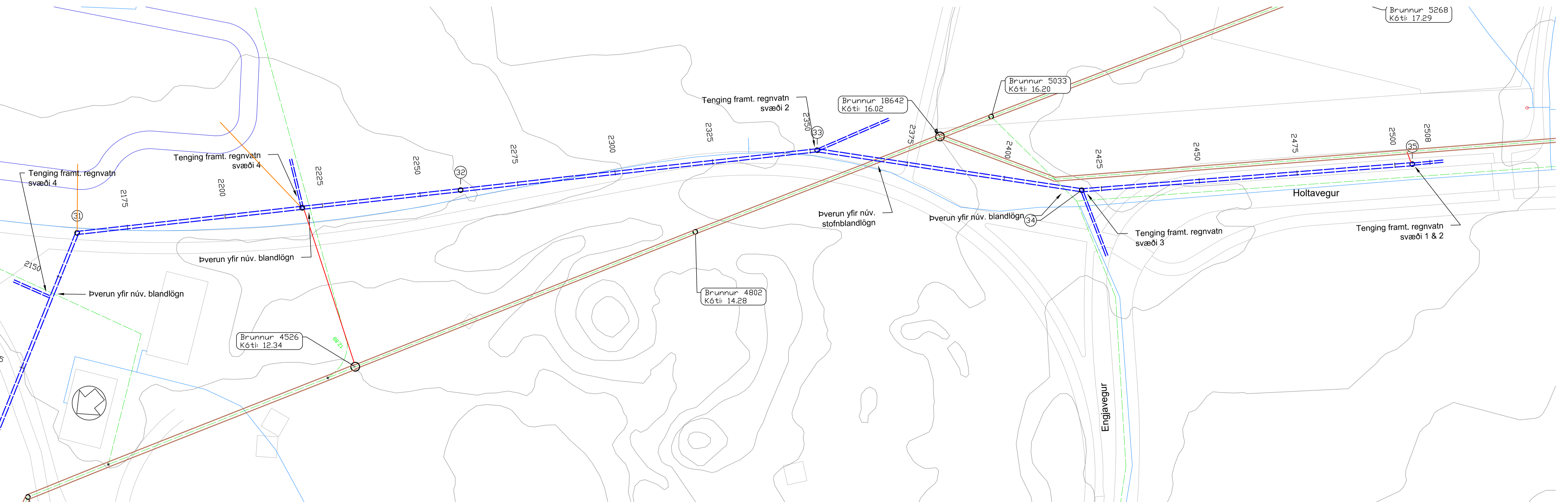
V:\1818215\teikni\MV\daukasamningur 600-800 lögn\Laugardalur-M-teikning 600 lögn og ný blandlögn_lausan.dwg

© Öll árit og áritun teikningar, óhliða eða í heild er höf skriflegu leyfi höfundar

LANGSNÍÐ: Regnvatnslögn

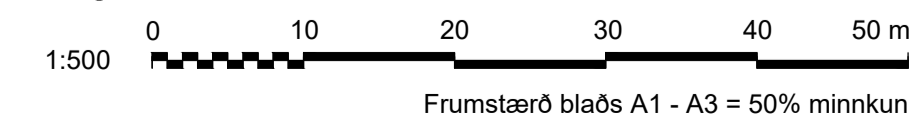


NÚV. YFIRBORÐ		2150	2175	2200	2225	2250	2275	2300	2325	2350	2375	2400	2425	2450	2475	2500	2510
REGNVATN	FJARLMILLI BRUNNA	16.43	16.87	17.07	17.07	17.07	17.07	17.07	17.07	17.07	17.07	17.07	17.07	17.07	17.07	17.07	17.07
	HALLI %	76.92	14.7%	57.70	4.0%					91.41	23.7%	68.17	24.5%	84.48	6.0%		
	RENNSLISKÓTI	83.48	14.62	14.62		14.85		15.00			17.18	17.18		18.88	18.88		19.36
BLANDLÖGN	EFNI OG STÆRD (mm)	600		600		600		600		600		600		600		600	
	FJARLMILLI BRUNNA			60.08		7.57		93.19		66.89		14.00		90.05		63.83	14.65
	HALLI %																
BLANDLÖGN	RENNSLISKÓTI	88.11				12.27		12.27		14.28		20.91		20.91		22.34	22.34
	EFNI OG STÆRD (mm)			1.000		1.000		800		800		800		800		800	800



SKÝRINGAR:

- Ný regnvatnslögn
- Ný stofnblandlögn
- Núv. stofnblandlögn
- Núv. blandlagnir
- Núv. regnvatnslagnir
- Núv. skóplagnir
- Núv. kaldavatnslagnir
- Möguleg yfirfallslögn í blandlögn
- Möguleg lögn í frá miðlunartjörn
- Möguleg miðlunartjörn, efrí brún og botn



www.verkis.is - sími: +354 422 8000

SAMPYKKT:

A 2020.01.08	Forhönnun	VJ	VJ	SG/S	GE
ÚTG DAGS	SKÝRINGAR	TEIK	HANN	RYNT	SAMB.

LAUGARDALSREYSI, REYKJAVÍK

NÝ REGNVATNSLÖGN - BLÖNDUÐ LEIÐ
Grunnmynd og langsníð
St. 2150 - 2510

VERKFANG 18215 TEIKNING M24.009 A

V:\1818215\teikni\MV\daukasamningur 600-800 lögn\Laugardalur-M-teikning 600 lögn og ný blandlögn_lausn.dwg

© Öll áhrif og afritun teikningar, að hluta eða í heild er höfð skriflegu keyfi höfundar



Viðaukar

- Viðauki 1** Frumkostnaðarmat
- Viðauki 2** Úrkomugögn – Chicagotoppar
- Viðauki 3** Hermilíkan

Viðauki 1 Frumkostnaðarmat

Kostnaðaráætlun regnvatnslögn og miðlun.xlsx

Frumkostnaðarmat - Laugardalur regnvatnslögn og miðlun

9.des.19

Tilvik 1 - 600 mm lögn - án miðlunar	Tilvik 2 - 800 mm lögn frá þvottalaugum - án miðlunar	Tilvik 3 - 800 mm lögn frá skóla - án miðlunar
Regnvatnslögn Wheolite plastlögn 600 mm 800 mm 1000 mm 1000 mm í gegnum sjóv.garð	Regnvatnslögn Wheolite plastlögn 600 mm 800 mm 1000 mm 1000 mm í gegnum sjóv.garð	Regnvatnslögn Wheolite plastlögn 600 mm 800 mm 1000 mm 1000 mm í gegnum sjóv.garð
Fjöldi Eining Einingaverð 1890 m 160.000 188 m 180.000 400 m 204.000 50 m 1.008.000	Fjöldi Eining Einingaverð 995 m 160.000 895 m 180.000 588 m 204.000 50 m 1.008.000	Fjöldi Eining Einingaverð 292 m 160.000 1598 m 180.000 588 m 204.000 50 m 1.008.000
Regnvatnsbrunnar Wheolite plastbrunnur Steyptur yfirfallsbrunnur	Regnvatnsbrunnar Wheolite plastbrunnur Steyptur yfirfallsbrunnur	Regnvatnsbrunnar Wheolite plastbrunnur Steyptur yfirfallsbrunnur
35 stk 2.000.000 4 stk 15.000.000	35 stk 2.000.000 4 stk 15.000.000	35 stk 2.000.000 4 stk 15.000.000
Samtals: 598.240.000	Samtals: 620.652.000	Samtals: 634.712.000
Tilvik 1b - 600 mm lögn - með miðlun Miðlunartjarnir Miðlunartjörn við þvottalaugar Miðlunartjörn við skóla Miðlunartjörn við sundlaug	Tilvik 2a - 800 mm lögn frá þvottalaugum - með miðlun Miðlunartjarnir Miðlunartjörn við skóla	Tilvik 3a - 800 mm lögn frá skóla - með miðlun Miðlunartjarnir Miðlunartjörn við þvottalaugar
21.492.000 24.675.000 0	24.675.000	21.492.000
Samtals: 644.407.000	Samtals: 645.327.000	Samtals: 656.204.000
Regnvatnslögn og ný skólplandiögn Tilvik 1 - 600 mm lögn 1200 mm skólplögn Frádráttur vegna sameiginlegs skurðar	Regnvatnslögn og ný skólplandiögn Tilvik 2 - 800 mm lögn 1000 mm skólplögn Frádráttur vegna sameiginlegs skurðar	Regnvatnslögn og ný skólplandiögn Tilvik 3 - 800 mm lögn 1000 mm skólplögn Frádráttur vegna sameiginlegs skurðar
Verð 598.240.000 226.712.000 -75.570.667	Verð 620.652.000 179.732.000 - 61.834.404	Verð 634.712.000 179.732.000 - 61.834.404
Samtals: 749.381.333	Samtals: 738.549.596	Samtals: 752.609.596

Viðauki 2 Úrkomugögn – Chicagotoppar

Rvk_2000_2018_urkoma.xlsx

Chicagotoppar_MT_REIKN (3).xls

Viðauki 3 Hermilíkan

Niðurstöður úr sewergems.xlsx

SewerGEMS hermilíkan:

hermilikan_laugardalur_Verkis.stsw

hermilikan_laugardalur_Verkis.stsw.sqlite

hermilíkan file export í swmm input file format:

laugardalur_600mm_an_midlun_10ara10min.inp

laugardalur_600mm_med_midlun_10ara10min.inp