

## VALLARÆSI-RÝNI Á HÖNNUN

### MINNISBLAÐ

VERKNÚMÉR:	03101007	DAGS.:	2018-05-04
VERKHLUTI:	01	NR.:	01
HÖFUNDUR:	Birgir Tómas Arnar		
DREIFING:	Helga Stefánsdóttir, forstöðumaður framkvæmda- og rekstrardeildar		

### Efni: Rýni á hönnun Vallaræsis

Helga Stefánsdóttir, forstöðumaður framkvæmda- og rekstrardeildar Hafnarfjarðarbæjar fór þess á leit við Verkís verkfræðistofu að rýna hönnun á svokölluðu Vallaræsi (Grísanesræsis) á Völlunum í Hafnarfirði. Þeirri umleitan var vel tekið. Hönnuður verksins er Efla verkfræðistofa. Ræsið er um 1,5 km að lengd og með mjög litlum langhalla, aðeins 1,7%, og liggur frá Rósartorgi á Ásvallarbraut í norðvestur að tengibrunni við Hraunvallarskóla. Vaknað hafa spurningar hvort sjálfhreinsun verði trygg í ræsinu og eins hvort vandamál muni verða við lagningu þess. Ræsið liggur djúpt á köflum og mun framkvæmd þess valda raski á lóðum nærliggjandi íbúðarhúsa. Valið stendur á milli þessarar sjálfrennslislausnar eða dælingu á skólpi frá Rósartorgi með tilheyrandi dælustöð að brunni við Ásbraut. Í þessu minnisblaði, sem snýr að sjálfrennslislausninni, verður reynt að leggja mat á sjálfhreinsun ræsisins og einnig skoðuð atriði sem hafa ber í huga við sjálfa framkvæmd verksins..

### 1 Sjálfhreinsun ræsisins

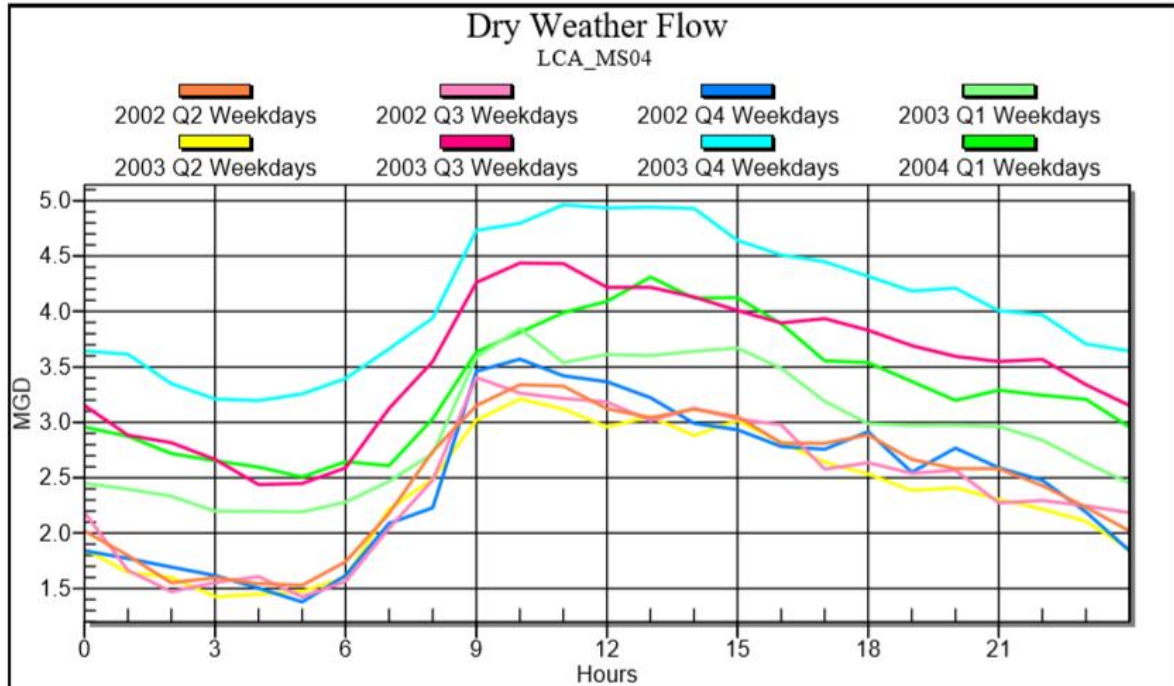
Í minnisblaði Eflu verkfræðistofu til Vatnsveitu Hafnarfjarðar dags. 9. des 2016 um mat á sjálfhreinsun Grísanesræsis (Vallaræsis) er meðalrennslið  $Q_m$  (270 lítrar/dag á íbúa) notað til grundvallar útreikninga skúfspennu í lögnum sem þarf til að ná sjálfhreinsun a.m.k. einu sinni á dag. Lögnin er einungis hönnuð til að flytja skólpi.

Í fráveituhandbók Samorku og í erlendum handbókum er það rennsli sem notað er til grundvallar útreikninga á mestu skúfspennu sem á að nást í lögnum einu sinni á dag áætlað sem svo:

Það rennsli sem þarf til þess að sjálfhreinsun verði einu sinni á hverjum degi er mesta rennsli ( $f_t$ ) innan dagsins á minnsta degi ársins sem er fundið með því að nota stuðulinn  $f_{min}$ .

Þetta er rökréttari aðferð en að nota meðalrennslið eins og gert er í minnisblaði Eflu verkfræðistofu, því skúfspennan þarf að nást einu sinni innan sólarhringsins og þá samfara mesta rennslinu á þeim degi sem er með minnsta rennsli innan ársins.

Magn skólprennslis er breytilegt innan ársins, myndin hér að neðan sýnir niðurstöður rennslismælinga frá Bandaríkjunum og sýnir glögg árstíðabundnar sveiflur á rennsli í skólplögn. Eins og sést er þetta einnig breytilegt á milli ára.



Mynd 1 Árstíðabundnar sveiflur í rennsli skólps

Með því að rýna í mynd 1 og bera hana saman við töfluna hér að neðan teljum við nærtækast að miða við tölur frá Svíþjóð/Noregi þegar stuðlarnir í töflu 11 úr fráveituhandbók Samorku eru skoðaðir og velja  $f_{\min} = 0,7$  og  $f_t = 1,8$ .

Tafla 11: Margföldunarstuðlar notaðir á Norðurlöndunum til að finna mesta sólarhringsrennsli árs ( $f_{\max}$ ), mesta rennsli innan sólarhrings ( $f_t$ ) og minnsta sólarhringsrennsli árs ( $f_{\min}$ ).

	$f_{\min}$	$f_{\max}$	$f_t$	
<b>Svíþjóð</b>				
1000-3000	0,5-0,6	2,3-1,5	3,0-1,7	(9)
>3000	0,6-0,8	2,1-1,3	2,7-1,4	
<b>Noregur</b>				
Íbúðarsvæði	0,4-0,6	2,0-2,5	2,2-1,8	(8)
Blönduð byggð	0,5-0,7	1,7-2,0	2,2-1,8	
Stærri þéttbýlissvæði	0,6-0,8	1,4-1,6	2,2-1,8	
<b>Danmörk</b>				
Minni bæir	0,2-0,4	1,7-2,4	2,4-1,7	(16)
Stærri bæir	0,2-0,4	1,3-1,7	1,7-1,3	

Þá fæst rennslið fyrir um 6650 (pe) manna byggð (íbúaspá árið 2025) sem nauðsynlegt er til að sjálfhreinsun náist einu sinni á dag í ræsinu:

$$Q_{\text{sjálfhreinsun}} = Q_m * pe * f_{\min} * f_t = 270/86400 * 6650 * 0,7 * 1,8 \sim \underline{26 \text{ l/sek}}$$



Meðalskúfspennan í ræsinu reiknast eftir jöfnunni:

$$\tau = \gamma \cdot R \cdot I$$

þar sem

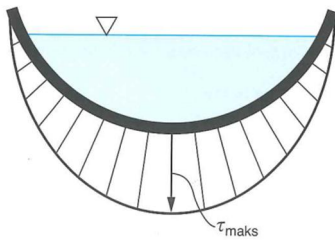
$\tau$  = skúfspennan (N/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  = eðlisþyngd fráveituvatnsins (N/m<sup>3</sup>)

R = hydraulískur radíus (m)

I = halli lagnarinnar (m/m).

Mesta skúfspennan  $\tau_{\text{maks}}$  við rennslið  $Q_{\text{sjálfhreinsun}}$  (magn úr dælubrunni frá Völlum 6 ekki reiknaður með) í botni ræsisins með innanmál 422,4 mm, sem er sú stærð sem Efla verkfræðistofa leggur til í sinni hönnun, reiknast eftir jöfnunni, fengin úr Vann- og avlöpsteknikk (Ødegaard 2014):



## Mynd 2 Dreifing skúfspennu í botni lagnar

$$\tau_{\text{maks}} = \tau_m \cdot 4 \cdot y/D \cdot (1 - y/D)$$

þar sem

$\tau_m$  = meðalskúfspennan (N/m<sup>2</sup>)

y = vatnsstaða í lögninni við rennslið  $Q_{\text{sjálfhreinsun}}$

D = innanmál lagnar (422,4 mm)

Notast er við Bretting línuritið hér fyrir neðan til þess að reikna út vatnsstöðuna y og hydraulískan radíus við rennslið  $Q_{\text{sjálfhreinsun}}$ . þar er:

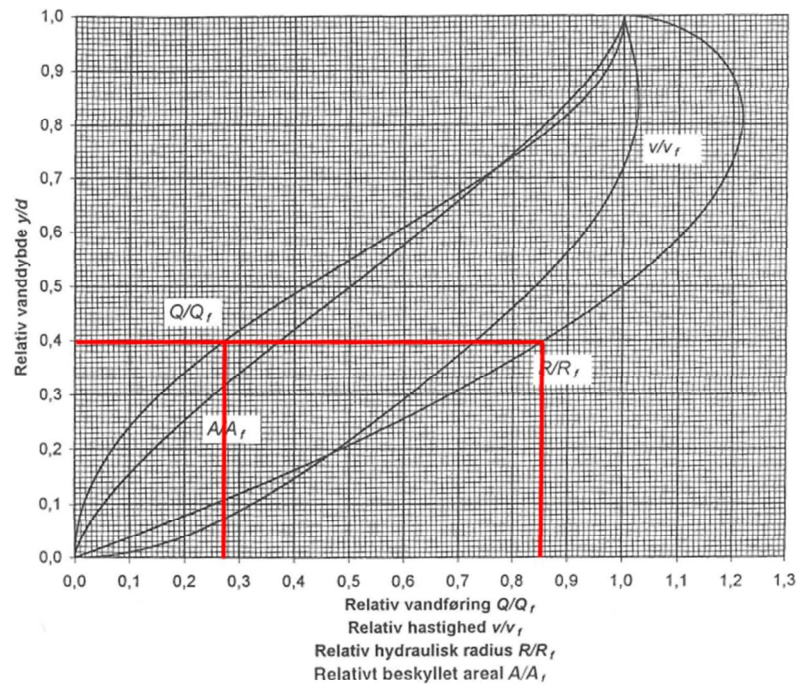
$Q_f$  = rennsli við fullt þvernsið (~96 l/sek)

$Q/Q_f = 26/96 = 0,27$  (farið inn í Bretting línurit hér að neðan og lesið)

$y/D = 0,4$

$R_f = 0,4224/4 = 0,1056$  m

$R/R_f = 0,85 \rightarrow R = R_f \cdot 0,85 = 0,09$  m



$$\rightarrow \tau_{\text{maks}} = 9820 \text{ (N/m}^3\text{)} * 0,09\text{(m)} * 0,00167 \text{ (m/m)} * 4 * 0,4 * 0,6 \sim \underline{\underline{1,4 \text{ N/m}^2}}$$

Taflan hér að neðan, sem einnig er gefin upp í minnisblaði Eflu verkfræðistofu og tekin úr fráveituhandbók Samorku, sýnir þau viðmiðungildi fyrir skúfspennu í bæði regn- og skólplögnum til að sjálfhreinsun náist og eru höfð að leiðarljósi í þeim löndum sem talin er upp.

**Tafla 2: Yfirlit yfir skúfspennu sem nást þarf til þess að lagnir séu sjálfhreinsandi**

	Regnvatn [N/m <sup>2</sup> ]	Skólpl [N/m <sup>2</sup> ]	Heimild
Noregur	3-4	2	(8)
Svíþjóð		1,5	(9)
Danmörk	1,5	2,5	(3)
Bandaríkin	3-4	1-2	(10)
Bretland	3-4	1-2	(11)

Veitur ohf. gera sömu kröfu og Danir þ.e. um gildið 2,5 N/m<sup>2</sup> sbr. hönnunarleiðbeiningar sem finna má á heimasíðu þeirra: <https://www.veitur.is/fyrir-radgjafa>

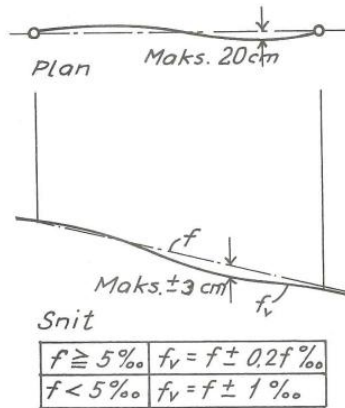
Útreiknað gildi okkar á skúfspennunni ( $\sim 1,4 \text{ N/m}^2$ ) er aðeins neðar en meðaltal allra gilda í töflunni ( $\sim 1,8 \text{ N/m}^2$ ) en þó innan marka, og því ályktum við sem svo að sjálfhreinsun muni verða tryggð í lögninni þegar hverfið er orðið fullbyggt.



## 2 Frávik í plan- og hæðarlegu

Mynd 3 hér að neðan sem fengin er úr Aflöbsteknik-Teknisk hygiejne (1987), sýnir myndrænt þau frávik í plan- og hæðarlegu sem sett eru við lagningu ræsa.

Taflan sýnir að frávik  $f_v$  frá hönnuðum langhalla  $f$  er gefið upp sem  $\pm 1\%$  fyrir lagnir með langhalla  $< 5\%$  eins og í tilfalli Vallaræsis.



Mynd 3 Leyfileg frávik í plan- og hæðarlegu við lagningu fráveitulagna

Í skjali Veitna ohf. **LAV-125-15.0 Samræmdar útbóðslýsingar-Lagning veitukerfa** eru gerðar enn stífari frávikskröfur fyrir lagnir með litlum langhalla eins og Vallaræsi

- Frávik frá uppgefnum lengdarhalla (talan í ‰) skal vera  $\pm 5\%$  fyrir langhalla sem er  $> 20\%$ . Fyrir langhalla á bilinu  $4\%$ - $20\%$  er heimilt frávik  $\pm 1\%$ , og fyrir halla minni en  $4\%$  er heimilt frávik  $\pm 0,5\%$ , frá því sem upp er gefið.

Það gildir því einu hvor frávikskrafan verður í hávegum höfð í þessu verki, ljóst er að erfitt verður að fylgja fyrirskrifuðum langhalla sem teikningar sýna við framkvæmd verksins.

## 3 Niðurstaða hönnunarrýnis

Þegar hverfið er orðið fullbyggt þá gerum við ráð fyrir að viðunandi sjálfhreinsun í lögninni geti átt sér stað a.m.k. einu sinni á sólarhring, og byggjum við það á þeirri forsendu að útreiknuð skúfspanna sé innan viðmiðunarmarka sem eru notuð annars staðar og einnig þeirri staðreynd að við erum að skoða mesta rennsli dagsins á þeim degi ársins sem er með minnsta rennslið.

Á uppbyggingartíma hverfisins þegar rennslið er töluvert minna en þegar það verður fullbyggt, þarf að fylgjast vel með lögninni og spúla hana reglulega út með aðstoð tankbíls eða með einhverri annarri aðferð, svipaðri þeirri sem hönnuður leggur til í sínu minnisblaði.

Að leggja fráveitulögn með þetta litlum halla er fræðilega mögulegt en í raun mjög vandasöm framkvæmd og mun krefjast mikillar reynslu þeirra sem framkvæma eiga verkið og mun útheimta mikið og nákvæmt eftirlit. Einnig munu mælingar þurfa að vera nákvæmar og tíðar þar sem frávik frá uppgefinni hæðarlegu er mjög lítil eins og getið var um hér að ofan. Lengd ræsisins samfara litlum langhalla í djúpum skurði á köflum mun væntanlega gera það að verkum að sumir kaflar þess verða nánast flatir.



Verkkaupi mun því þurfa að leggja mikla áherslu um kröfu á gott eftirlit í útboðsgögnum verksins og ef til vill þarf að koma til forvals á verktökum sem hafa mikla reynslu af svona framkvæmdum, sé því viðkomið.

Eins og áður sagði verður skurðurinn sem ræsið verður lagt í djúpur á köflum og þar af leiðandi er rasksvæði hans mikið sem kemur til með að gæta á lóðum íbúðarhúsa nálægt fyrirhugaðri legu ræsisins. Þetta gerir enn meiri kröfur að vandað sé vel til framkvæmdarinnar.

Engu að síður teljum við að þetta sé ákjósanlegri framkvæmd til lengri tíma litið en að reisa dælustöð við Rósartorg og dæla skólpinu út í Ásbraut. Sú lausn, þó stofnkostnaður sé minni, mun fylgja meira viðhald og rekstrarkostnaður til lengri tíma litið. Auk þess gæti reynst erfitt að geyma skólpmagn frá byggð af þessari stærðargráðu í einhvern tíma ef til rekstrarstöðvunar kæmi þar sem langt er til sjávar og yfirfall á dælustöð því ekki í boði nema með tengingu við stóra niðurgrafna geyma.