

22. nóvember 2011

Axel Valur Birgisson
Sviðstjóri umhverfissviðs
Mannvit hf.
Grensásvegur 11
108 Reykjavík

Efni : Dreifing mengunar frá urðunarstað á Skógasandi.

Í leyfisumsókn þarf sorpsamlag sveitarfélaga á Suðurlandi að meta áhættu af hugsanlegri mengun frá urðunarstað sínum á Skógasandi. Samkvæmt beiðni frá Mannviti hf. hefur Vatnaskil lagt mat á dreifingu efna og þynningu þeirra út frá urðunarstaðnum. Stílt var upp einslags grunnvatnslíkani af svæðinu með forritinu AQUA3D, sem þróað hefur verið af Vatnaskilum. Líkanið er þrívítt og hermir streymi grunnvatns og dreifingu efna og hita í grunnvatni.

Vatnafar á urðunarstaðnum og nágrenni hans hefur einkenni nálægðar við tiltölulega hátt liggjandi land rétt norðan Þjóðvegarins, sem aftur hefur í för með sér að úrkoma á svæðið er í hærra lagi en almennt gerist á landinu. Svæðið undir Eyjafjöllum er eitt af mestu úrkomusvæðum landsins. Þá er líklegt að á neðsta hluta vatnasviðsins leyti meginhluti úrkomunnar niður í grunnvatnskerfið sem írennsli. Skógá er megin vatnsfallið á svæðinu. Yfirlitsmynd af urðunarstaðnum og yfirborðsvatnasviði hans og tilsvareandi vatnasviði rennislismælisins í Skógá eru sýnd á mynd 1. Mælirinn í Skógá er staðsettur rétt neðan Skógafoss. Vatnasvið hans er 37 km² þar af eru um 6 km² á jökli. Meginhluti vatnasviðsins liggur hærra en 100 m.y.s. sbr. töflu 1.

Tafla 1. Hæðardreifing vatnasviða.

		Flatarmál [km ²]		
		Hæð [m y.s.]	Urðunarstaður	vhm27
Jökulsvæði		1100-1150	1	1
		1000-1100	4	4
		900-1000	1	1
		Samtals=	6	6
Jökullaust svæði		900-1000	6	5
		700-900	13	10
		500-700	13	6
		300-500	16	6
		100-300	14	4
		20-100	9	0.1
		Samtals=	71	31
Heildarflatarmál =			77	37

Mælingar í Skógá ná yfir tímabilið 1947 – 1993. Meðal mánaðarrennsli er sýnt á mynd 2. Meðalrennsli Skógár er $6 \text{ m}^3/\text{s}$. Á myndinni kemur fram að grunnrennsli árinna er að meðaltali um $4 \text{ m}^3/\text{s}$, sem er tiltölulega hátt hlutfall af heildarrennslinu og bendir almennt til mikils grunnrennslis á svæðinu. Byggt á viðtækri reynslu Vatnaskila af gerð rennislíkana til að mynda á Þjórsár – Tungnaársvæði, Skaftársvæði, Blöndu og vatnasviði Jökulsár á Fjöllum Skjálfafljóts og Jökulsár á Brú er talið að 10% af grunnrennsli Skógár sé frá jökli að hámarki. Byggt á mynd 2 er áætluð að um 80% af yfirborðsrennsli Skógár komi frá jökli. Af heildarrennsli Skógár ($6 \text{ m}^3/\text{s}$) er því gert ráð fyrir að um $2 \text{ m}^3/\text{s}$ komi frá jökli og $4 \text{ m}^3/\text{s}$ frá jökullaussvæði að meðaltali. Jökullaust vatnasvið Skógár er 31 km^2 og áætlað rennsli svarar því til rúmlega $4000 \text{ mm}/\text{ár}$ meðalúrkomu. Samkvæmt úrkomukorti fyrir tímabilið 1961 – 1990 frá Veðurstofu Íslands (Veðurstofa Íslands 2007) lætur nærri að úrkoman sé í kringum $5000 \text{ mm}/\text{ári}$ á þessum svæði og því virðist sem Skógá fangi ekki allt það grunnvatn sem þar er á ferðinni og líklega nær hluti þess alla leið niður á láglandið niður fyrir þjóðveg. Þessi rennislíspáttur svarar til tæplega $1 \text{ m}^3/\text{s}$ af grunnvatnsrennsli af vatnasviði Skógár niður á láglandið (ef ráð er gert fyrir að 67% af úrkoma skilir sér til grunnvatnsins). Svæði yfir 100 m y.s. sem er innan vatnasviðs urðunarstaðarins en fyrir utan vatnasviðs Skógár er um 31 km^2 , sem er álíka stórt og jökullaust vatnasvið Skógár. Því má gera ráð fyrir að afrennsli af þessu svæði sé að lágmarki um $4 \text{ m}^3/\text{s}$ og að grunnvatnsþáttur rennslisins sem árnar á svæðinu fanga ekki sé um $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Áætlað grunnvatnsstreymi af svæðinu ofan 100 metra landhæðarlínu sem skilar sér til urðunarstaðarins er því metið vera um $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Yfirborðsvatnasvið urðunarstaðarins er alls 77 km^2 , þar af eru 9 km^2 neðan 100 metra landhæðarlínu. Með vísan til úrkomukorta (Crochet et al 2007; Veðurstofa Íslands 2007) og þess sem fram kemur hér að ofan er úrkoma á svæðinu neðan 100 metra talin vera a.m.k. $2500 \text{ mm}/\text{ári}$. Með vísan í vatnafræðileg líkön (sbr. að ofan), jarðfræði svæðisins og þess að grunnrennsli Skógár er tiltölulega hátt hlutfall af meðalrennsli árinna, er írennsli á svæðið neðan 100 metra metið $1600 - 2000 \text{ mm}/\text{ári}$.

Mynd 3 sýnir staðsetningu grunnvatnslíkansins, sem nær yfir $4,5 \text{ km}^2$ svæði í kringum urðunarstaðinn. Jaðarinn í suðri er teiknaður eftir strandlínunni og er skilgreindur sem föst grunnvatnshæð í 0 m y.s. Í austri og vestri eru skilgreindir jaðrar sem fylgja eftir áætlaðri stefnu grunnvatnsrennslis á svæðinu. Jaðranir í austri og vestri eru þannig staðsettir nógu langt í burtu frá urðunarstaðnum til þess að þeir hafi ekki áhrif á niðurstöður reikninganna. Reiknilíkanið var notað til að meta þynningu efna fyrir mismunandi rennsli grunnvatns til sjávar gegnum urðunarstaðinn. Í reikningunum var gert ráð fyrir að þynningin fyrir ofan grunnvatnsborðið væri hverfandi sem leiðir til herra reikningslegs mats á reiknuðum styrk mengunarefna í grunnvatninu. Líkanið gerir ráð fyrir einsleitnu sandlagi með 35% póruhluðfalli og 1800 mm írennsli á ári. Landhæð við urðunarstað er 20 m y.s. og grunnvatnsborð er áætlað á $5-6 \text{ m}$ dýpi samkvæmt skýrslu frá Stapa-Jarðfræðistofu (1993). Við kvörðun líkansins var leiðnigildinu (einsleitt sandlag) breytt þannig að reiknuð hæð grunnvatnsborðsins á urðunarstað samsvaraði áætlaðri hæð, eða $14-15 \text{ m y.s.}$ Leiðnigildin sem gáfu bestu niðurstöðu eru á bilinu $10^{-1}-10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

Niðurstöður líkanreikninganna eru sýndar á myndum 4-8. Mynd 4 sýnir reiknaða grunnvatnshæð og grunnvatnsrennsli. Mynd 5 sýnir reiknaða þynningu ef gert er ráð fyrir engu innrennsli grunnvatns ofan urðunarstaðarins. Án alls innstreymis grunnvatns að ofan er þynning orðin 10 föld 200 metrum neðan við urðunarstaðinn. Mynd 5 er að nokkru frábrugðin mynd 3 í minnisblaði dagsettu 11. maí 2011. Eins og fram kom í fyrra minnisblaði

var ekki gert ráð fyrir neinu streymi grunnvatns gegnum urðunarstaðinn né undir hann og þess vegna gert ráð fyrir að styrkur væri fastur beint undir urðunarstaðnum. Fyrra mat var því mjög varfærið eins og tekið var fram í því minnisblaði. En nýjar reikningar sem sýndir eru á mynd 5 gera ráð fyrir að þynning eigi sér stað undir urðunarstaðnum vegna streymi grunnvatns. Þetta nýja mat hermír betur nátturulegt ástand heldur en það fyrra gerði. Þetta skýrir mun á mynd 5 og tilsvareandi mynd 3 í fyrra minnisblaði. Mynd 6 sýnir niðurstöður reiknaðar þynningar ef rennsli gegnum urðunarstaðinn er 0,40 m³/s sem svara til að þynning 200 metrum neðan urðunarstaðarins er 100 föld. Mynd 7 sýnir þversnið í reiknaða þynningu í straumstefnu frá nyrðri jaðar líkansins í gegnum urðunarstaðinn. Á myndinni sést að 100 faldri þynningu er náð þegar rétt neðan staðarins.

Ef gert er ráð fyrir að írennsli ofan urðunarstaðarins sé það sama og kringum staðinn sjálfann þá er nauðsynlegt aðstreymisflatarmál grunnvatns (A_i) til að ná tiltekinni þynningu gefið með:

$$A_i = (1 - d) \cdot A_u / d$$

þar sem A_u er flatarmál urðunarstaðar og d er þynning. Fyrir 100 falda þynningu er nauðsynlegt aðstreymisflatarmál grunnvatns því um 7 km².

Við mat á reiknaðri þynningu hér að ofan er gert ráð fyrir eftirfarandi:

- 1) Írennsli er jafnt 1800 mm/ári, sem er varfærið mat í samræmi við niðurstöður byggðar á vatna- og veðurfarslegum forsendum sbr. hér að ofan.
- 2) Ekki er gert ráð fyrir neinni þynningu innan urðunarstaðar ofan grunnvatnsborðs.

Af svæðinu neðan 100 metra landhæðarlínu svara írennslið til að streymi grunnvatns sé rúmlega 0,5 m³/s. Að ofansögðu er því ljóst að reikningslegt mat á þynningu er varfærin og að aðrennslissvæði neðan 100 metra landhæðarlínu (9 km²) er næganlegt til að ná fram allt að 100 faldri þynningu rétt neðan urðunarstaðarins.

Byggt á framasögðu er heildar streymi grunnvatns um urðunarstaðinn metið um 2 m³/s.

Virðingarfyllst,


Sigurður Lárus Hólm


Eric M. Myer

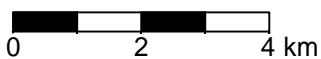
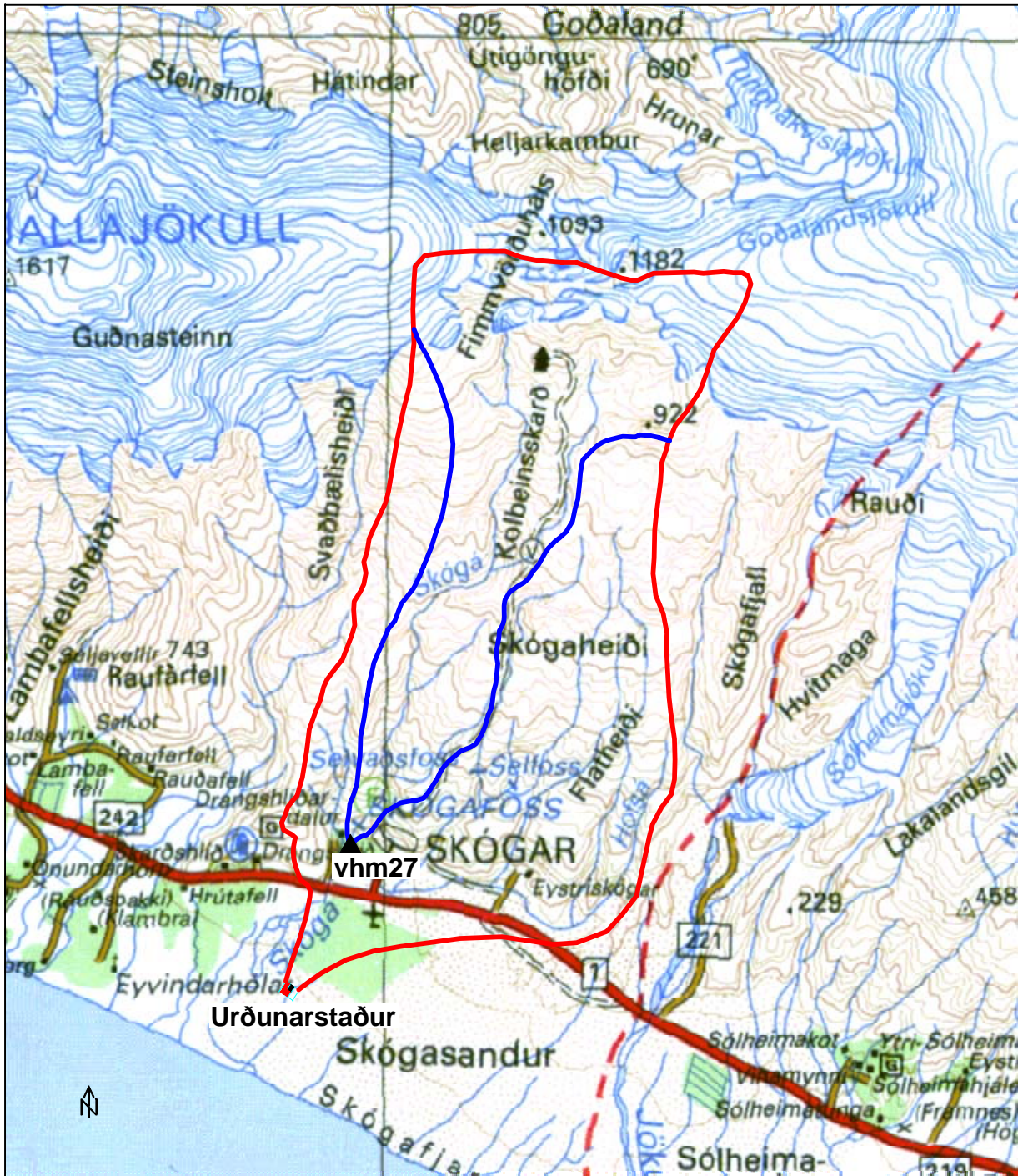
Heimildir:

Crochet, P., T. Jóhannesson, T. Jónsson, O. Sigurðsson, H. Björnsson, F. Pálsson and I. Barstad (2007): Estimating the spatial distribution of precipitation in Iceland using a linear model of orographic precipitation. *J. of Hydrometeorol.*

Stapi- Jarðfræðistofa (1993): Sorpurðun á Skógasandi Jarðfræðiathugun.

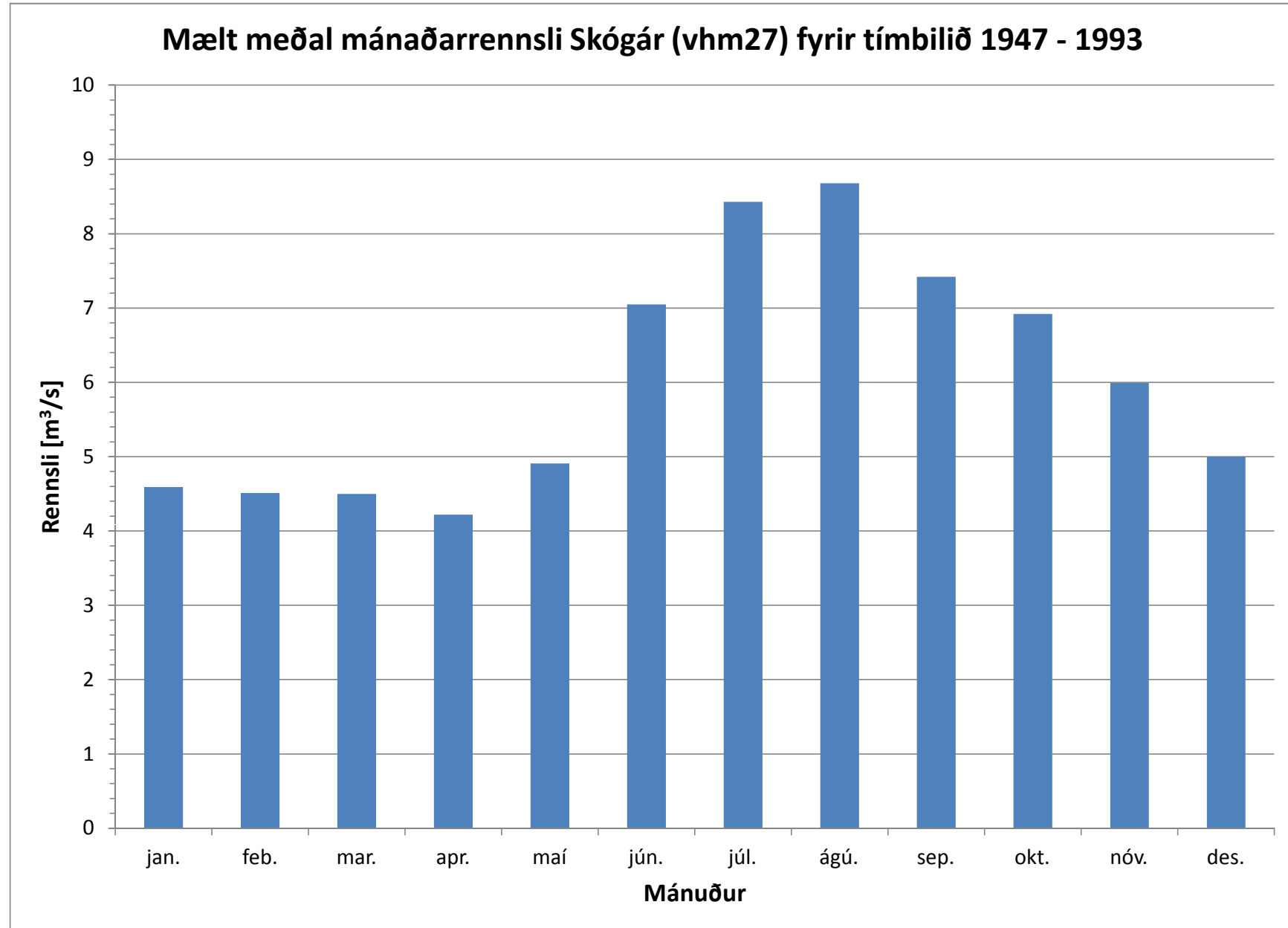
Veðurstofa Íslands (2007): Úrkoma á Íslandi (1961-1990).

Yfirborðsvatnaskil urðunarstaðar og vatnshæðarmælis (vhm27) í Skógá

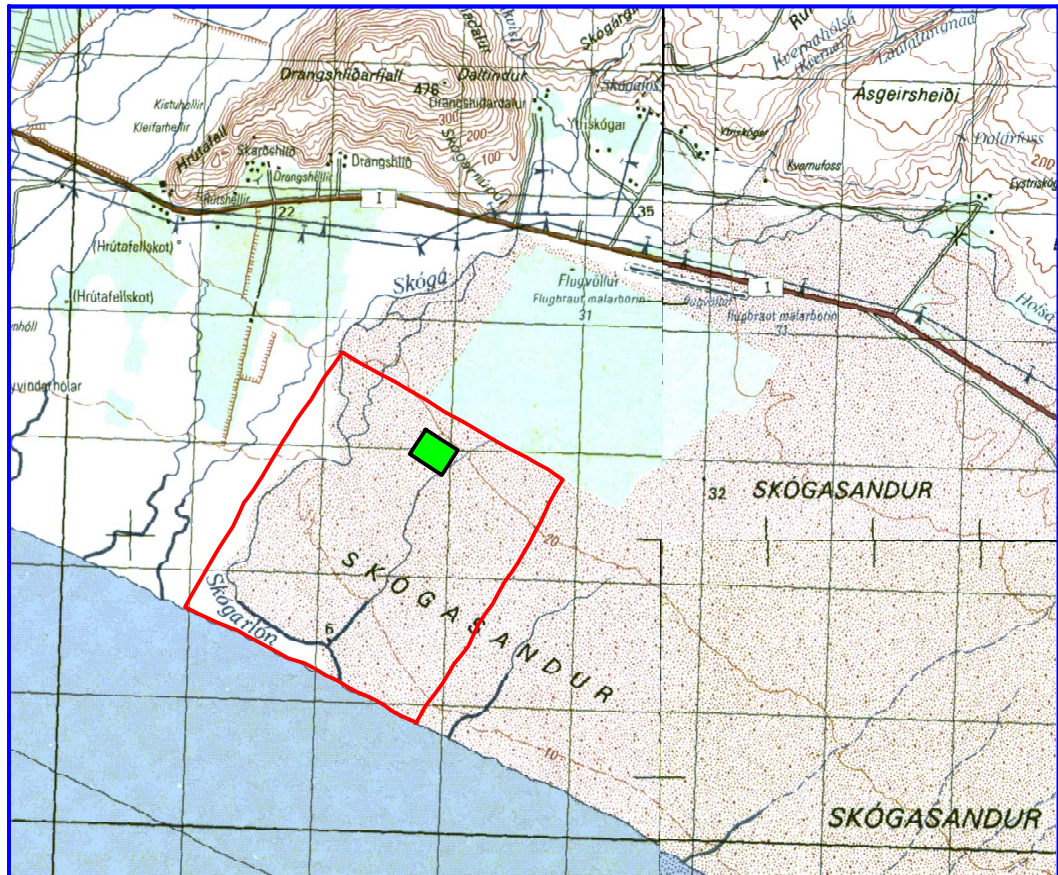
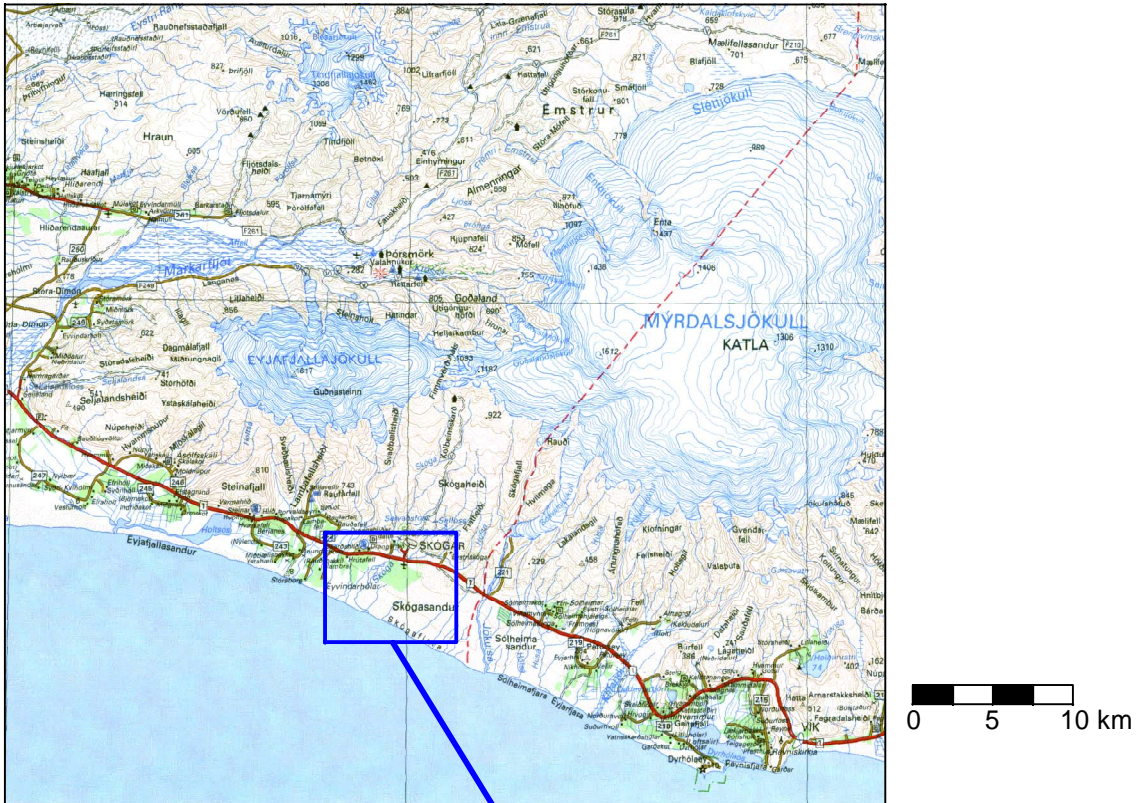


— Yfirborðsvatnaskil urðunarstaðar (77 km²)

— Yfirborðsvatnaskil vhm27 (37 km²)

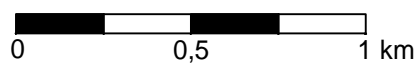
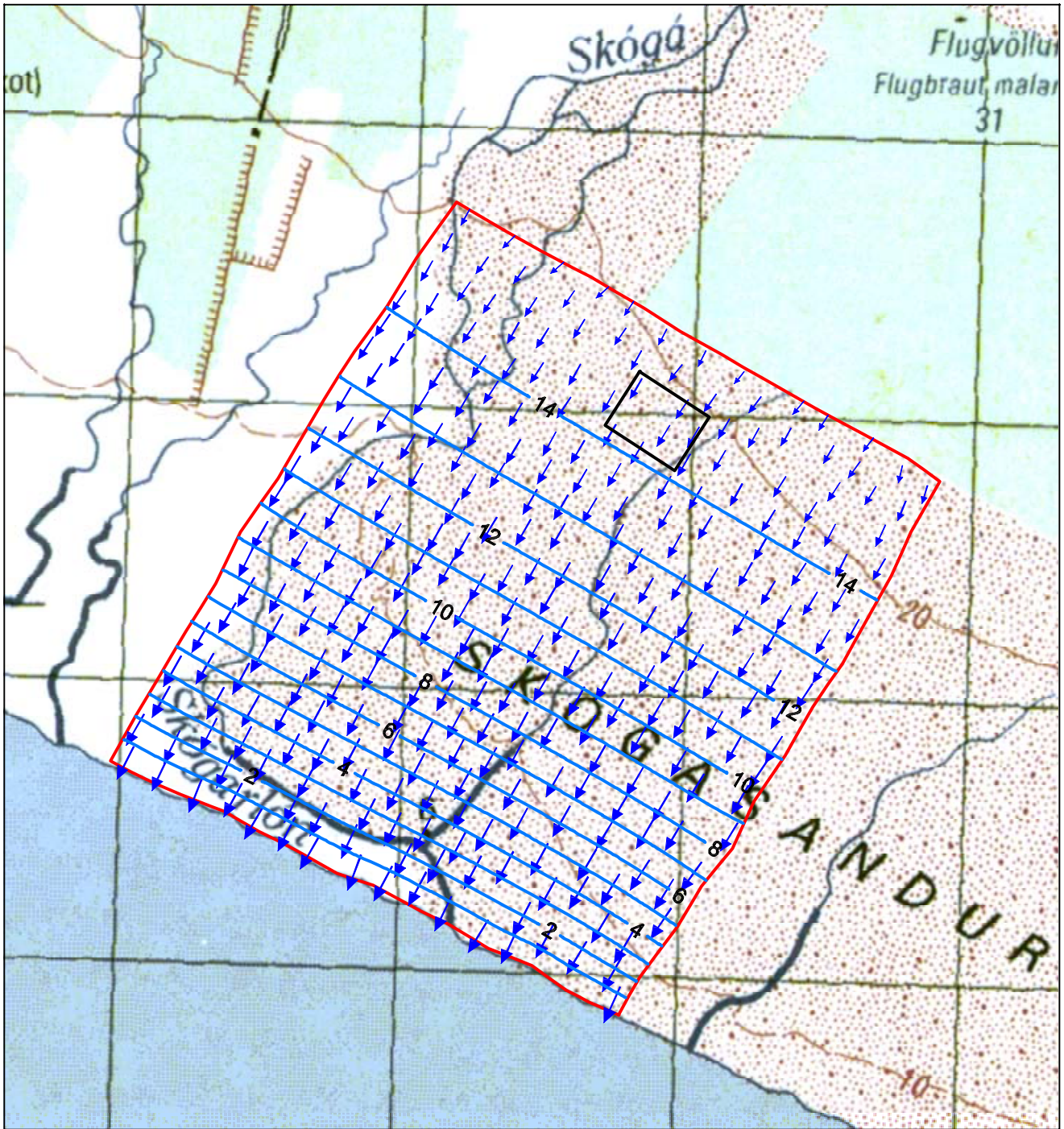


Líkansvæði



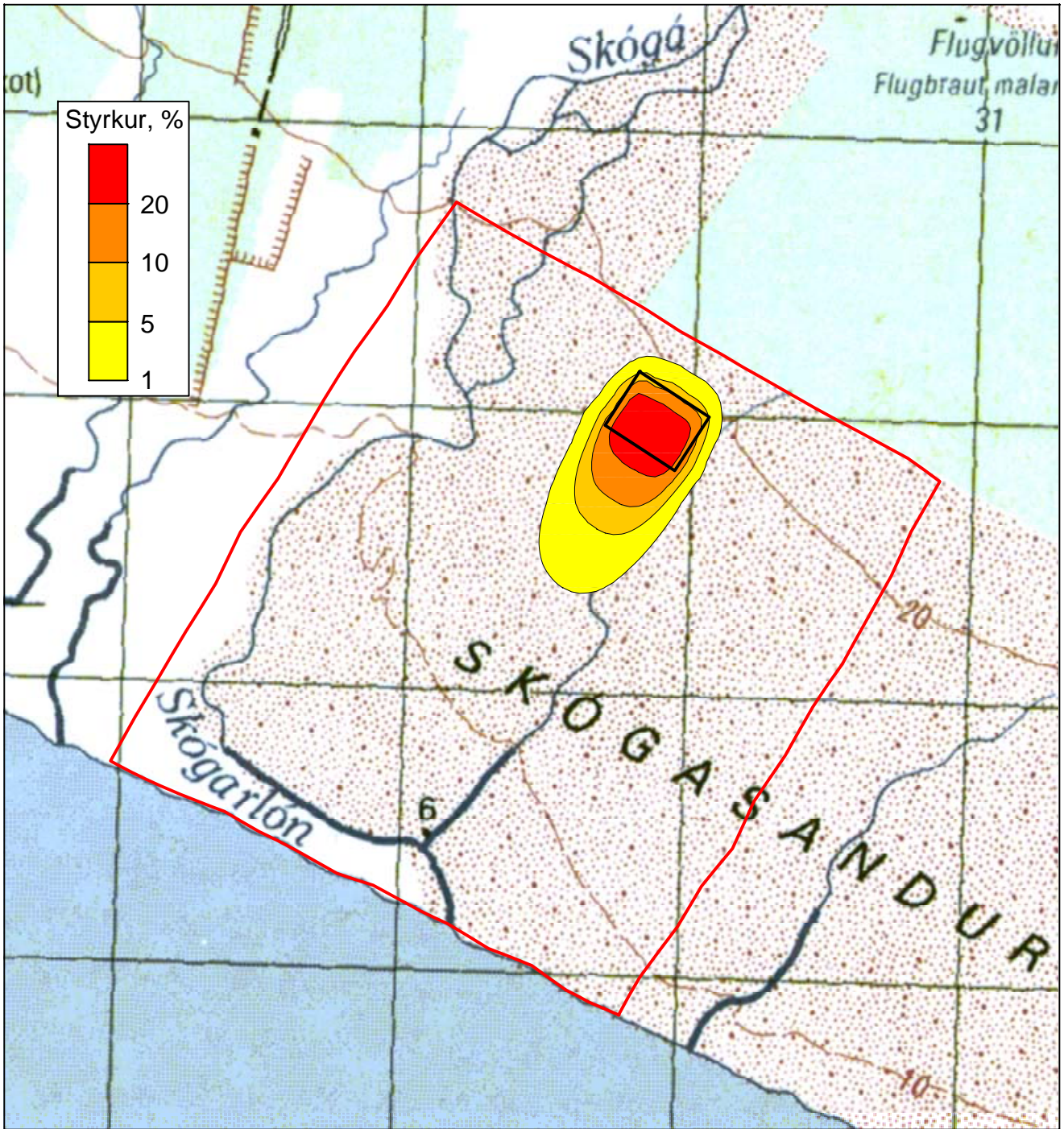
- Líkanssvæði
 - Urðunarstaður
- 0 0,5 1 km

Reiknuð grunnvatshæð og grunnvatnsrennsli



- Líkanssvæði
- Urðunarstaður
- Grunnvatnshæð, m y.s.
- ↘ Grunnvatnsrennsli

Reiknaður styrkur sem hlutfall af upphaflegum styrk
Ekkert gegnum streymi grunnvatns

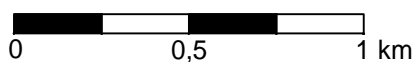
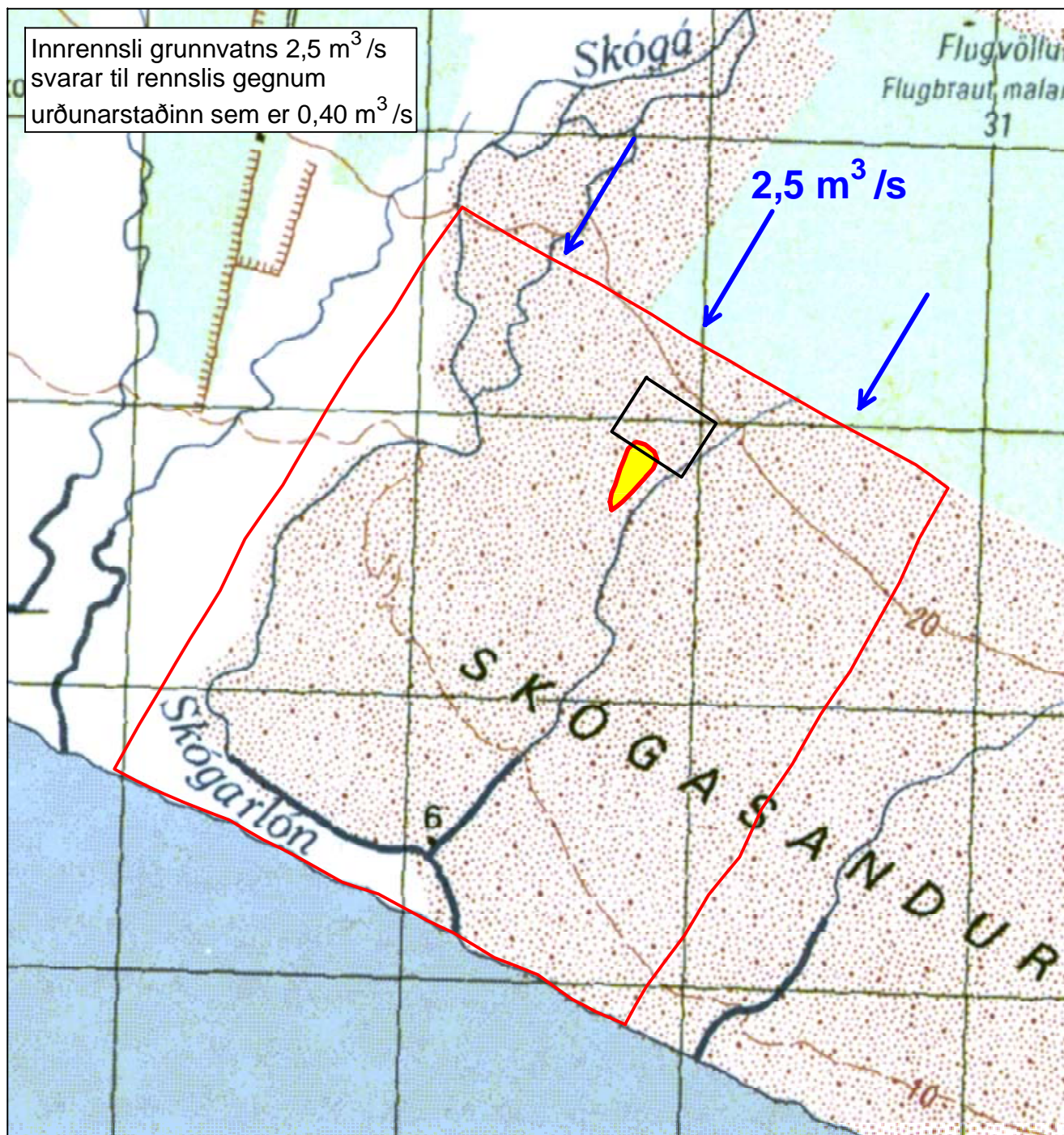


0 0,5 1 km

— Líkanssvæði
□ Urðunarstaður

Þynningin er 10 föld 200 metrum neðan við urðunarstaðinn

Reiknaður styrkur sem hlutfall af upphaflegum styrk
Gegnum streymi grunnvatns á líkansvæðinu er $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$



— Líkanssvæði
□ Urðunarstaður

■ Fyrir utan svæðið er styrkurinn minni en 1% af upphaflegum styrk
Þynningin er 100 föld 200 metrum neðan við urðunarstaðinn

Reiknuð þynning

