

Urðunarstaðurinn á Álfsnesi. Botn- og hliðarþétting.

Svar við bréfi Umhverfisstofnunar frá 14. nóvember, 2013, varðandi kröfur um botnþéttingu í nýju starfsleyfi.

Vísað er til ofangreinds bréfs Umhverfisstofnunar frá 14.11.2013. Þar segir:

Varðandi þéttingar á botni þá teljum við nauðsynlegt að bætt verði við rökstuðninginn í greinargerðinni. Í bréfinu frá okkur, 28. október sl., kemur fram að stofnunin telji ekkert hafa komið fram í framlögðum gögnum SORPU sem sýni fram á að sama árangri verði náð við söfnun sigvatns, og náðist með þéttingum með lektarstuðli 10^{-8} , ef náttúrulegar þéttingar verði látnar duga. Í bréfinu benti stofnunin einnig á að það eitt og sér að grunnvatn streymi inn á staðinn verði ekki sjálfkrafa til þess að fallið sé frá kröfum um jarðfræðilegan tálma. Í greinargerðinni nú kemur fram af hálfu SORPU að telja megi ljóst að botnþéttingin hafi gegnt óverulegu hlutverki í mengunarvörnum á þeim svæðum þar sem botninn er neðan grunnvatnsborðs. Kemur fram að við þær aðstæður telji SORPA að náttúruleg botnþétting hefði gert sama gagn. Við hjá Umhverfisstofnun óskum eftir að SORPA rökstyðji þessa niðurstöðu sína í greinargerðinni. Komi fram fullnægjandi rök þannig að SORPA sýni fram á að búast megi við sama árangri við söfnun sigvatns með náttúrulegum þéttingum á botni, og náðist með lektarstuðli 10^{-8} , þá teljum við grundvöll vera að myndast fyrir því að samþykkja þá tillögu sem SORPA setur fram í greinargerðinni varðandi botnþéttingarnar. Við sjáum þá fyrir okkur að miðað verði við lægstu mögulegu grunnvatnshæð samkvæmt líkani - því auðvitað viljum við tryggja að botninn sé ávallt neðar en grunnvatnsborðið, jafnvel þótt tíðin sé þurr - og að SORPA bori 3-4 nýjar holur til að endurbæta líkanið enn frekar.

Staða umræðna um frágang botns framtíðarhluta urðunarstaðarins er að fullt samkomulag er um 500 mm hriplag á botni til að tryggja að sem minnst sigvatn safnist þar fyrir. SORPA gerir einnig ráð fyrir að um 2-300 mm burðarlag úr grjóti sé ofan á hriplaginu. Þykkt botnlaganna er því samtals 700-800 mm. Einnig er samkomulag um hliðarþéttingar. Í hriplögunum er sigvatnssöfnunarkerfi og því er lágmarksvatnsþrýstingur tryggður á jöðrum hriplaganna.

1. Inngangur.

Í tillögum SORPU frá 1.11.2013 er miðað við að allur botn framtíðarhluta urðunarstaðarins verði undir lægstu mögulegu grunnvatnshæð miðað við endurskoðað líkan Vatnaskila á hverjum tíma. Þar er miðað við a.m.k. 1.500 mm frá lægstu mögulegri grunnvatnsstöðu skv. líkaninu. Þannig er tryggt að stöðugur vatnsþrýstingur og vatnsflæði verði upp í gegnum botninn undir drenlaginu. Það sem ræður möguleikum efnabátta úr sigvatninu til að berast niður í jarðlögin undir urðunarstaðnum við þær aðstæður er eingöngu mismunur á hraða vatnsrennslis upp í gegnum jarðlögin undir botninum á móti hraða efnaflæðis (diffusion) niður í jarðlögin á móti uppstreyminu. Ef rennslisraðinn upp jarðlögin verður ávallt meiri en flæðishraðinn niður á móti streyminu eiga engin efni úr sigvatninu að berast út í jarðlögin undir urðunarstaðnum. Þykk hriplög tryggja að lóðréttur þáttur streymis í þeim er enginn og því skiptir þéttleiki efna fyrir ofan og/eða neðan þeirra engu. Þetta verður skýrt nánar hér á eftir.

2. Hraði vatnsrennslis og efnaflæðis í botnþéttingu.

Svo virðist sem Umhverfisstofnun efist um að vantrú SORPU á gagnsemi botnþéttinga á urðunarstaðnum á Álfsnesi sé málefnaleg. Til frekari rökstuðnings á afstöðu SORPU fara hér á eftir reikningar byggðir á notkun einfaldrá reiknilíkana þar sem áhrif botnþéttingar með lektarstuðli 10^{-8} m/sek eru skoðuð. Hér eru athugaðar tvenns konar aðstæður:

2.1 Áhrif þéttingar þegar grunnvatnsborð er neðan við botn í urðun.

2.2 Áhrif þéttingar á grunnvatnsflæði upp í gegnum botninn þegar botn á urðun er neðan við grunnvatnsborð.

Niðurstöður eru síðan bornar saman við reiknaðan hraða efnaflæðis í gr. 2.3.

2.1. Áhrif þéttingar þegar grunnvatnsborð er í bergi undir þéttilaginu.

Gert er ráð fyrir þéttilagi 0,5 og 1,0 m á þykkt. Grunnvatn er í klöpp neðan við þéttilagið. Ofan á þéttingu liggur drenlag eins og venja er. Svo drenlagið virki og flytji vatn verður að gera ráð fyrir að vatnsborði í drenlaginu halli að drenlípu og þéttilagið sé mettað af vatni. Síðan er jafna Darcys notuð til að reikna leka í gegnum þéttilagið miðað við mismunandi vatnshæð í drenlagi.

Jafna Darcys segir

$$Q = K * \frac{dh}{l} * A$$

Með Q: Vatnshæði.
 K: Lektarstuðull.
 dh: mismunur á vatnshæð (piezometric head) = $h_2 - h_1$
 l: Lengd á flæði.
 A: Flatarmál leiðara.

Undir þéttilagi er $h_1 = 0$ því grunnvatn er í berginu neðan við þéttilagi. Ef vatnsborð er 0,1 cm ofan við 0,5 m þykkt þéttilag verður $h_2 = 0,5 + 0,1 = 0,6$ og l er 0,5 m

Eftirfarandi tafla eru sýnd sex tilvik leka í gegnum þéttingu með $K = 10^{-8}$ m/sek í mm á ári.

Tafla 1. Leki í gegnum þéttingu með $K = 10^{-8}$ m/sek. Lekatölur í mm/ár

Vatnsborð í drenlagi miðað við topp á þéttilagi (m)	Þykkt á þéttilagi (m)	
	0,5	1,0
0,0	315	315
0,1	378	346
0,2	442	378

Þessi rennslishraði niður í gegnum botnþéttinguna samsvarar um $1,0 - 1,4 * 10^{-8}$ m/sek.

2.2. Athugun á áhrifum þéttilags þegar botn á urðunarstað er undir grunnvatnsborði.

Þegar botn á urðunarstað er undir grunnvatnsborði skiptir mestu að vatnshraði sé sem mestur upp í gegnum botninn til að minnka líkur á að mengun berist ofan í jarðlögin undir eða við urðunarstaðinn fyrir áhrif efnaflæðis (diffusion). Til að kanna þessar aðstæður er sett upp einfalt líkan.

Skv. reiknilíkani Vatnaskila verður innflæði upp í botninn á urðunargryfjunni þannig að vatn streymir upp úr klöppinni. Gerum ráð fyrir að klöpp sé einsleit og vatn streymi alls staðar jafnt upp í gegnum hana. Segjum að 5 metrum undir klapparyfirborði sé grunnvatnshæðin 1,5 m yfir yfirborði, en við yfirborð á klöpp sé grunnvatnshæð nákvæmlega í yfirborði. Lekt í klöpp undir urðunarstaðnum hefur verið mæld nokkrum sinnum með dæluþrófunum og hefur lekt í klöppinni mælst um 10^{-6} m/sek. Klöppin er því um 100 sinnum lekari en þéttilagið sem kæmi ofan á hana.

Flæði upp í gegnum jarðlagið skv. þessu er reiknað skv. lögmáli Darcy eins og áður.

$$Q = K * \frac{dh}{l} * A$$

Með því að deila í gegnum um jöfnuna með A fæst vatnshraðinn eða V_D (Darcy hraði), $V_D = K * i$, hér er $K = 10^{-6}$ m/sek og því fæst $i = \frac{dh}{l} = 1,5/5$

$V_D = 3 * 10^{-7}$ m/sek = 9,45 m/ár. (Í samræmi við fyrri töflu)

V_D er lóðréttur hraði vatnsins upp í gegnum jarðlag með lektina $K = 10^{-6}$ m/sek. Væri deilt í þennan hraða með pórutölu jarðlagsins fengist raunhraði vatnsins. Það er ekki raunhæft að gera það þegar um er að ræða berg.

Gerum nú ráð fyrir að 0,5 m af klöppinni sé sprengdur burtu og í staðinn komi þétting með $K = 10^{-8}$ m/sek, en mismunur í jarðvatnshæðum sé eins og áður, það er 1,5 m. Þá má reikna meðallekt jarðlagsins með þekktum jöfnum fyrir streymi í gegnum lagskipt jarðlög þar sem jarðvatnsstraumurinn er hornrétt á lagskiptinguna.

$$\text{Meðallektin er gefin með } K = \frac{D}{\sum_{i=1}^n \frac{d_n}{K_n}}$$

Með:

- D Heildarþykki jarðlagsins sem streymir í gegnum
- d_n Þykkt n-ta lagsins
- K_n lekt n-ta lagsins

Hér eru tvö lög, fyrsta lagið hefur þykktina $d_1 = 4,5$ m og lektina $K_1 = 10^{-6}$ m/sek og hitt lagið hefur þykktina $d_2 = 0,5$ m og lektina $K_2 = 10^{-8}$ m/sek.

Nú fæst að meðallektin er $K = 10^{-7}$ m/sek og $V_D = 3 \cdot 10^{-8}$ m/sek = 0,945 m/ár. Þetta sýnir að streymishraði grunnvatnsins upp í gryfjuna minnkar tífalt miðað við engin þétting sé til staðar.

Auðveldlega má sjá að þykkra lag úr þetta efninu dregur enn úr streymishraða.

Þetta einfalda líkan sýnir greinilega, að þar sem uppstreymi grunnvatns er í botni urðunarstaðar á alls ekki að setja þéttingu því þéttingin dregur úr hraða grunnvatnsins og eykur þar með hættu á flæði efna úr sigvatninu niður í jarðlögin. Hér hefur verið gert ráð fyrir því að streymisorka grunnvatnsins væri sú sama í báðum tilvikum en það er ákaflega líklegt að þegar þétting er sett á klöpp minnki sú orka eitthvað og dragi því enn fremur úr hraða grunnvatnsins til yfirborðs.

Taka skal fram að ofangreindir reikningar sýna ekki nákvæmlega þær stærðir sem um er að ræða í nýja svæðinu á Álfsnesi. Þessi einföldu líkön sýna hins vegar greinilega að það er óæskilegt að setja þéttingu þar sem grunnvatnsuppstreymi er.

2.3 Hraði efnaflæðis (diffusion) niður í grunnvatn .

Áætla má hraða efnaflæðis í vatni með 1. lögmáli Ficks: $F = D \cdot \Delta C / \Delta L$

þar sem:

- F er flæði í g/sek \cdot m²,
- D er flæðisstuðullinn í m²/sek,
- ΔC er mismunur í styrk efnisþáttarins (g/m³)
- ΔL er vegalengdin sem skoðuð er (m)

Ammoníak er með hæstan styrk skilgreindra efna í sigvatni urðunarstaðarins. Ef það er notað sem dæmi má áætla að D sé um $2 \cdot 10^{-9}$ m²/sek. Algengast er að flæðisstuðullinn sé á bilinu $1 \cdot 10^{-9}$ - $5 \cdot 10^{-9}$ m²/sek fyrir efni í vatni.

Ef skoðuð er 1 m há vatnssúla þá er flæðismagnið eftir henni $F = (2 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}) \cdot \Delta C \text{ (g/m}^3)$

Það má líta á stærðina $2 \cdot 10^{-9}$ m/s sem einskonar meðalhraða ammoníaksins, ef vatnssúlan er 1 m. Þessi hraði er vel undir reiknuðum hraða grunnvatns upp undir haugnum bæði með og án botnþéttingar skv. útreikningum í gr. 2.2.

Hins vegar, ef skoðuð er lægri vatnssúla t.d. 0,1 m þá hækkar meðalhraðinn tífalt í $2 \cdot 10^{-8}$ m/s sem er svipuð stærðargráða og reiknaði vatnshraðinn með botnþéttingu í gr. 2.2. Hraðinn er hins vegar ennþá langt undir áætluðum vatnshraða án botnþéttingar.

Það er því greinilegt samkvæmt þessu, að mun meiri og raunverulegar líkur eru á efnaflæði niður í grunnvatnið með sérstakri botnþéttingu en án hennar, ef grunnvatnsstreymi með nægum hraða er ávallt upp í gegnum botninn.

3. Niðurstöður.

Miðað við ofangreinda útreikninga telur SORPA bs, að sérstök botnþétting hafi ekki verið til gagns í mengunarvörnum eldri hluta urðunarstaðarins á þeim svæðum, þar sem botninn er neðan grunnvatnsborðs. Við þær aðstæður telur SORPA bs, að náttúruleg botnþétting ein sér hefði gert sama eða meira gagn. Af þeim sökum er lagt til að eingöngu verði gerðar kröfur um náttúrulega botnþéttingu á nýja urðunarsvæðinu, ef tryggt er eins og mögulegt er að botninn verði alltaf undir grunnvatnsborði, t.d. 1,5 m.

Það er að sjálfsögðu mikilvægt að tryggja eins og mögulegt er, að flæði vatns upp í gegnum botninn stöðvist aldrei ef eingöngu er notuð náttúruleg botnþétting. Því verða boraðar fleiri holur til mælinga þannig að sem nákvæmastar upplýsingar fái til endurskoðunar líkans Vatnaskila á hverjum tíma með nýjum gögnum frá urðunarstaðnum. Um þær holur var rætt í greinargerð frá 1.11.2013. Kröfur um dýpt botns undir yfirborði grunnvatns og/eða aðra botnþéttingu verða síðan endurskoðaðar í samræmi við þær niðurstöður í fullu samráði við Umhverfisstofnum.

Ef upp kemur að einhver lítill hluti framtíðarsvæðisins verði óhjákvæmilega við eða örlítið yfir áætluðu grunnvatnsborði, þá leggur SORPA bs til að samskonar botnþétting verði notuð á þeim svæðum og Umhverfisstofnun leggur nú til fyrir allt svæðið, þ.e. tálmi með 1 m þykkt og lektarstuðull 10^{-8} . Það er þó talið mjög ólíklegt að þess verði þörf ef fylgst er með grunnvatnsyfirborði og líkan fyrir urðunarstaðinn uppfært reglulega miðað við vatnsjafnvægi.

Björn Jóhann Björnsson
Bjarni G.P. Hjarðar
Ásbjörn Einarsson