

Norðlingaölduveita
Sérfræðialit um rof, setmyndun, gróður og fugla

Sigurður Erlingsson
Kristinn Haukur Skarphéðinsson
Kristín Svavarsdóttir

Reykjavík

Desember 2002

EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT	5
1 INNGANGUR	8
2 ÞJÓRSÁRVER	9
3 NORÐLINGAÖLDUVEITA – HELSTU ÁHRIF	10
3.1 GRUNNVATN.....	11
3.2 FOSSAR NEÐAN LÓNS	12
3.3 AURBURÐUR.....	13
3.4 SETMYNDUN Í OG OFAN VIÐ NORÐLINGAÖLDULÓN.....	14
3.5 ÖLDUROF	16
3.6 VINDROF	18
3.7 GRÓÐUR	20
3.8 FREDMÝRARÚSTIR.....	23
3.9 HEIÐAGÆS.....	24
4 ALÞJÓÐLEGIR SAMNINGAR OG NÁTTÚRUVERND	27
4.1 RAMSARSAMNINGURINN	27
4.2 BERNARSAMNINGURINN	27
4.3 ALÞJÓÐLEGIR SAMNINGAR - NIÐURSTÖÐUR	29
5 NIÐURSTAÐA	30
6 HEIMILDIR	32

SAMANTEKT

Að ósk setts umhverfisráðherra tókum við undirrituð að okkur ráðgjöf í tengslum við úrskurð á stjórnsýslukærum vegna úrskurðar Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum Norðlingaölduveitu. Vinna okkar fólst í að meta tiltekin álitamál, einkum er varða áhrif veitunnar á setmyndun, rof, gróður og dýralíf á áhrifasvæði hennar í Þjórsárverum og nágrenni.

Fyrirhuguð Norðlingaölduveita felur í sér myndun tæplega 30 km² miðlunarlóns sem verður að hluta innan friðlandsins í Þjórsárverum. Tæplega fjórðungur lónstæðis (um 7 km²) er gróinn. Norðlingaölduón mun án mótvægisáðgerða hálfyllast af auri á um 100 árum. Jafnframt mun meðalrennsli Þjórsár minnka verulega og ásýnd fossa með hátt verndargildi breytast að sama skapi. Þær breytingar sem verða á náttúrufari Þjórsárvera með tilkomu Norðlingaölduveitu verða að stærstum hluta óafturkræfar. Það á þó ekki við um breytingar á rennsli Þjórsár.

Þjórsárverum hefur þegar verið raskað með svokallaðri Kvíslaveitu; hluti Þjórsár og nokkrar ár sem falla til hennar að austan voru stíflaðar, veitt til Þórisvatns og síðan um röð virkjana neðar á vatnasviði Þjórsár. Með Kvíslaveitum skertist meðalrennsli Þjórsár við fyrirhugaðan stíflustað við Norðlingaöldu um 44% (minnkaði úr 94 m³/s í 53 m³/s). Einnig voru með veitunni mynduð lón sem þekja alls um 25 km² í jaðri veranna. Þar af voru 6 km² gróið land.

Áhrif á grunnvatn

Norðlingaöldulón mun sennilega hafa lítil áhrif á grunnvatnsstöðu fyrir svæðið í heild sinni. Áhrifa mun þó gæta næst lóninu, allt að 500 m frá lónborði þar sem land er flatt en aðeins nokkra metra þar sem land liggur bratt að því. Rakastig í jarðvegi mun breytast á þessu belt. Stærð þessa landsvæðis var ekki metið af LV en við áætlum að það geti verið nokkrir km². Hækkun grunnvatns á umræddu belt mun hafa áhrif á gróður og rústir. Það svæði þar sem búast má við grunnvatnshækkun meðfram Norðlingaöldulóni er að hluta til háð atburðarás sem tengist setmyndun í lóni; hærri aurar Þjórsár ofan lóns mun hækka vatnsborð og stækka áhrifasvæði grunnvatnsbreytinga ef ekki verður gripið til mótvægisáðgerða. Töluverð óvissa ríkir um hvernig framvinda setmyndunar verður og því ríkir að sama skapi óvissa um þær breytingar á grunnvatnsstöðu sem tengjast setmynduninni. Draga má úr grunnvatnshækkun í Tjarnaveri og Oddkelsveri vegna setmyndunar með byggingu varnargarða. Mótvægisáðgerðir vegna hækkunar á grunnvatni eru varla mögulegar að því er tekur til beinna áhrifa frá lóni.

Áhrif á fossa

Auðvelt er að stjórna flæði út úr Norðlingaöldulóni með því að hleypa vatni á yfirfalli Norðlingaöldustíflu eða með því að opna botnrás stíflunnar. Allar líkur eru því á að LV geti tryggt ákvæði í úrskurði Skipulagsstofnunar varðandi rennsli um fossana þrjá í Efri-Þjórsá svo fremi sem ljóst sé hvað er átt við með "óbreytt rennsli".

Setburður og setmyndun í lóni

Mat LV (Landsvirkjunar) á aurburði í Þjórsá og setmyndun í fyrirhuguðu lóni er trúverðugt en töluverðri óvissu undirorpið. Mikilvægir þættir varðandi aurburð sem geta haft áhrif á umhverfið eru magn aurburðar og kornastærðardreifing hans. Óvíst er hvort aurmagnið helst óbreytt í framtíðinni eða ekki. Er það m.a. háð veðurfari og hugsanlegum veðurfarsbreytingum. Dregið gæti verulega úr aurburði og

setmyndun en hún mun vart aukast frá því sem nú er, nema komi til einhverra hamfaraatburða. Kornastærðardreifing aurburðar hefur áhrif á hvar hann sest til og hvort hann geti hugsanlega orðið uppspretta áfoksefna. Um kornastærðardreifinguna ríkir mikil óvissa.

Án mótvægisáðgerða mun lónið smám saman fyllast af aur og eyrar fara fljótlega að myndast í efsta hluta þess. Farvegur Þjórsár mun einnig hækka um allt að 2 – 3 m á nokkurra km kafla ofan lóns. Áin mun þá fara að flæmast um stærra svæði og gæti farið að ganga á gróðurlendi beggja vegna árfarvegar í ríkara mæli en í dag. Ef ekkert verður að gert mun lónið hálfyllast á um 100 árum.

Margvíslegar mótvægisáðgerðir geta haft áhrif á setmyndun í lóni, þar á meðal gerð svokallaðs setlóns, skammt ofan friðlandsins, dæling aurs úr lóni eða tilflutningur á aur innan lóns. Þessar áðgerðir munu fyrst og fremst seinka atburðarásinni, fremur en að koma í veg fyrir hana, t.d. mun hálfylling lóns dragast úr 100 árum í allt að 170 ár ef myndað er setlón efst á vatnasviðinu. Þessar mótvægisáðgerðir krefjast áðgerða öðru hverju allan líftíma lónsins.

Öldurof

Mat LV á öldurofi er í megindráttum trúverðugt. Öldurof mun trúlega verða á um 20 – 25% af heildarstrandsvæðum lónsins (þar sem halli er > 7%) fljótlega eftir Norðlingaöldulón verður myndað. Á takmörkuðum hluta þessara svæða mun öldurofið fljótlega ná u.þ.b 20 – 30 m frá upphaflegu lónborði. Víðast mun það verða mun minna. Þar sem landhalli er minni tekur mun lengri tíma fyrir ölduna að mynda rofið, jafnvel áratugi. Því má búast við að eftir einhverja áratugi séu víða sendnar strendur umhverfis lónið. Hluti þessara svæða er þakinn gróðri í dag.

Með vöktun og beitingu mótvægisáðgerða er hægt að draga úr áhrifum öldurofs úr strandsvæðum lónsins til að takmarka (1) rof úr árbökkum, (2) myndun hugsanlegra uppsprettu foksefna og (3) grunnvatnsstöðubreytingar. Virkni slíkra áðferða er góð og vel þekkt.

Vindrof

Mat LV á áhrifasvæði vindrofs í bökkum fyrirhugaðs lóns er trúverðugt en túlkun á núverandi rofi í lónstæðinu er að okkar mati vafasöm. Sá aur sem setjast mun til á eyrum Þjórsár ofan lóns gæti orðið í ríkara mæli uppspretta áfoksefna en sá aur sem sest þar til í dag. Mikil óvissa ríkir hins vegar um hvernig aurinn mun setjast til og hversu stór hluti hans gæti myndað áfoksefni. Að mati LV mun þessi setmyndun ekki auka áfok á svæðinu, en að okkar mati ríkir of mikil óvissa um hugsanlega atburðarás til að hægt sé að slá þessu föstu.

Mótvægisáðgerðir til að draga úr öldurofi minnka hugsanlegt vindrof úr strandsvæðum lónsins að sama skapi. Varnargarðar upp með ósum árinna kunna að draga úr áhrifum vindrofs og geta dregið úr myndun áfoksgeira eða jafnvel hindrað þá.

Gróður

Mat LV á þeim gróðri (gróðurlendi og tegundir) sem fer undir lónið er trúverðugt. Hins vegar er mikil óvissa fólgin í mati á afleiddum áhrifum framkvæmda einkum vegna þess hve erfitt er að spá fyrir um aukna rofhættu á svæðinu. Með tilkomu Norðlingaöldulóns eykst hætta á jarðvegsrofi og hnignunar gróðurs í kjölfarið. Hætta á að keðjuverkandi atburðarrás fari í gang er til staðar en við það gætu áhrifin orðið mikil. Nauðsynlegt er að greina eins nákvæmlega og kostur er fyrir sjáanlega myndun aurkeilunnar í lóninu. Einng þarf að spá betur um hvernig áin flæði um aurana við þessar breyttu aðstæður. Í ljósi framangreindrar óvissu teljum við að heildaráhrif á gróður í Þjórsárverum séu vanmetin af LV.

Mótvægisáðgerðir sem leitast við að minnka hugsanlegt öldurof, vindrof og setmyndun munu seinka eða að hluta til koma í veg fyrir hugsanlega hnignun og eyðingu gróðurs. Þó líkur séu á að hægt sé að nota melgresi til að stöðva frekara rof ef sandur fer yfir gróin svæði hafa engar athuganir farið fram á sambærilegum stað.

Freðmýrarústir

Rústasvæði eru víðáttumeiri og fjölbreyttari í Þjórsárverum en annars staðar á landinu og eru rústir einkennandi fyrir svæðið. Ljóst er að tap á rústum vegna lónmyndunar er óafturkræft. Við myndun Norðlingaöldulóns færu 1,3 km² rústa undir vatn á svæðinu eða 11,5% allra kortlagðra rústa í Þjórsárverum. Hins vegar hverfa um 18% rústa í hæsta verndarflokki (stöðugar rústir) af svæðinu. Auk þess eru miklar líkur á að áhrifa lónsins gæti nokkuð út fyrir lónstæðið. Óvissa er þó mikil um það hversu langt út frá lóninu áhrifin verða því það er háð ýmsum þáttum, m.a. sambandinu á milli grunnvatnsstöðu og rústa. Gróflega áætlað gætu um 4% allra rústa í verunum raskast að auki. Í heild gætu því um 15% rústa horfið eða raskast verulega í kjölfar framkvæmda.

Heiðagæs

Mat LV á áhrifum framkvæmda á heiðagæs er háð talsverðri óvissu og er sennilega vanmat. Óvissan stafar af tvennu; annars vegar af óvissu um hversu mörg hreiður fara undir lón. Hins vegar af afleiddum áhrifum sem gæti leitt til þess að mun fleiri gæsir missi búsvæði sín en gert er ráð fyrir í mati LV. Truflun vegna framkvæmda og mótvægisáðgerða er einnig vanmetin. Á svæðisvísu (Þjórsárver) gætu mun meira af hreiðurstæðum og beitolöndum raskast á svæðinu en þau 8% sem gert er ráð fyrir í mati LV). Mótvægisáðgerðir sem ræddar hafa verið í tengslum við setmyndun og rof gætu dregið úr neikvæðum áhrifum, svo og markviss stjórnun á umferð.

Alþjóðlegir samningar

Þjórsárver eru eitt þriggja Ramsarsvæða hér á landi. Samkvæmt Ramsarsamningnum þurfa brýnir þjóðarhagsmunir að vera fyrir hendi svo að skerða megi slík svæði. Fyrirhuguð Norðlingaölduveita gæti breytt vistfræðilegum eiginleikum Þjórsárvera í skilningi samningsins, einkum vegna þess hve stór hluti rústasvæða raskast og óvissu um afleidd áhrif. Rústir eru einnig meðal þeirra búsvæða sem talin eru í hættu af aðildarþjóðum Bernarsamningsins og njóta því sérstakrar verndar. Áhrif Norðlingaölduveitu á rústir í Þjórsárverum verða veruleg.

Mótvægisáðgerðir

LV hefur lagt til mótvægisáðgerðir til að minnka umhverfisáhrif framkvæmda. Sumar þeirra eru til þess fallnar að minnka eða koma í veg fyrir áhrif en aðrar munu aðeins seinka þeim. Þær aðferðir sem LV leggur til við að minnka öldurof á bökkum lónsins eru að okkar mati raunhæfar og gætu ásamt vöktun minnkað hættu á vindrofi frá strandsvæðum lónsins. Mótvægisáðgerðir vegna aurburðar munu fyrst og fremst seinka áhrifum. Ásýnd svæðisins mun breytast vegna þessara áðgerða og líffræðilegar mótvægisáðgerðir vegna rofs (sáningar og áburðargjöf) munu breyta gróðri á svæðinu.

1 INNGANGUR

Í lok október sl. óskaði settur umhverfisráðherra eftir sérfræðiráðgjöf okkar í tengslum við úrskurð á stjórnslukærum vegna úrskurðar Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum Norðlingaölduveitu. Vinna okkar fólst í því, að meta tiltekin atriði á sérsviði okkar er voru meðal þeirra efnisatriða er fram komu í kærnum á úrskurði Skipulagsstofnunar: Aurburður, setmyndun og rof (SE), áfok og gróðurvistfræði (KS) og dýrafræði (KHS). Þessi skýrsla er sameiginlegt álit sem og greining á helstu ferlum og samspili þeirra, en hvert okkar ber þó ábyrgð á sínu sérsviði.

Að ósk ráðuneytisins fólst vinna okkar í því að (1) greina mikilvægustu atriði er vörðuðu sérsvið okkar og við teljum skipta mestu máli varðandi mat á umhverfisáhrifum Norðlingaölduveitu, (2) meta vægi þessara atriða, (3) meta hversu áreiðanleg þau gögn eru sem liggja að baki matinu og (4) meta bestu, verstu og líklegustu sviðsmyndir í kjölfar byggingar veitunnar að gefnum fyrrgreindum forsendum.

Eftir nánari skoðun fól ráðuneytið okkur, að skoða einungis áhrif Norðlingaöldulóns með 575 m vatnsborði, með og án þeirra mótvægisáðgerða sem framkvæmdaraðili (hér eftir kallaður LV) greindi frá í matsskýrslu og útfærði síðan frekar eftir að kynningu hennar lauk; þ.e. setlón austur af Arnarfelli og varnargarðar ofan Sóleyjarhöfða.

Við sum miðlunarlón getur skapast hættu á rofi vegna mikilla vatnsborðssveiflna. Dregið hefur verið verulega úr líkum á slíku með hönnun og fyrirhuguðum rekstri Norðlingaöldulóns. Gert er ráð fyrir því að lónið verði fullt um miðjan júní og því verði haldið fullu fram í nóvember. Hér er því gengið út frá því, að LV haldi vatnsborði lónsins sem stöðugustu yfir það tímabil sem jörð er snjólaus og ófrosin, eins og nefnt er í matsskýrslu. Þá er átt við að óverulegar vatnsborðsbreytingar verði á þessu tímabili þannig að vatn er ekki að ganga á gróður ofan lónborðs né séu þurr strandsvæði neðan 575 m y.s. sem séu hugsanleg uppspretta áfoksefna. Slík stýring er í raun mjög virk mótvægisáðgerð gegn vindrofi úr annars stórum strandsvæðum lónsins og sveiflum í grunnvatnsstöðu næst strandlínu lónsins. Þessari mótvægisáðgerð er þó ekki getið þar sem, eins og áður er sagt, er gengið út frá slíkri stýringu.

2 ÞJÓRSÁRVER

Þjórsárver eru talin merkasta og sennilega tegundaríkasta gróðurvinin á hálandi Íslands. Stór hluti þeirra er friðland sem hefur af hálfu íslenskra stjórnvalda verið tilnefnt sem Ramsar-svæði, þ.e. votlendi með alþjóðlegt verndargildi. Stærsta heiðagæsabyggð í heimi er í Þjórsárverum og þar verpa nú 15 – 20% stofnsins en allt að 70% fyrir fáeinum áratugum. Rústasvæði eru víðáttumeiri og fjölbreyttari í Þjórsárverum en annars staðar hér á landi. Rústir eru fremur sjaldgæft landslagsfyrirbæri, þær eru kjörvarpsvæði heiðagæsar í Þjórsárverum og mikilvægt búsvæði fyrir sjaldgæfar fléttur og smádýr.

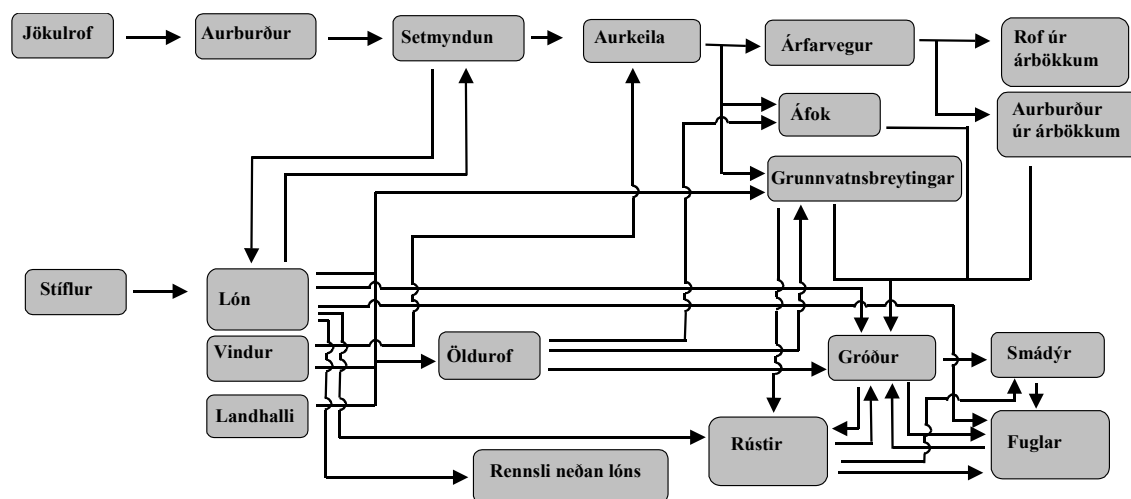
Ásýnd og náttúru þjórsárvera hefur þegar verið breytt með svokallaðri Kvíslaveitu (1. – 5. áfanga), sem unnið var að með hléum 1983 – 1998. Hluta Þjórsár ásamt nokkrum ám sem falla til Þjórsár að austan var veitt með stíflum, lónum og skurðum til Þórisvatns og síðan um röð virkjana neðar á vatnasviði Þjórsár. Með Kvíslaveitum skertist meðalrennsli Þjórsár við fyrirhugaðan stíflustað við Norðlingaöldu um 44% (minnkaði úr 94 m³/s í 53 m³/s). Einnig voru með veitunni mynduð lón sem þekja alls um 25 km² í jaðri veranna. Þar af er talið að um 6 km² voru gróið land. Vatnasvið Þjórsár við fyrirhugað Norðlingaöldulón var með Kvíslaveitu skert um 60% (úr 2100 km² í 850 km²). Áhrif veitunnar á heiðagæsir eða annað dýralíf hafa ekki verið metin og verða sennilega ekki metin með neinni vissu úr þessu.

3 NORÐLINGAÖLDUVEITA – HELSTU ÁHRIF

Með byggingu tveggja stíflna, Norðlingaöldustíflu og Eyvafensstíflu, verður myndað um 29 km² lón, Norðlingaöldulón, með um 93 Gl nýtanlegri miðlun. Er þá miðað við að vatnsborð lónsins í hæstu stöðu sé í 575 m y.s. Ef eyjar eru taldar með sem hluti af flatarmáli lónsins, er stærð þess 32,7 km². Af þessum 32,7 km² fara um 7 km² gróðurlendis undir vatn. Úr lóninu er vatni síðan dælt um 13 km löng göng yfir í Þórisvatnsmiðlun. Með veitunni eykst orkuframleiðsla í virkjunum Tungnaá og Þjórsá um 760 GWh/ári.

Hér verður gerð grein fyrir helstu umhverfisþáttum sem Norðlingaöldumiðlun gæti haft áhrif á, svo og áhrif þessara þátta á Norðlingaöldulón. Þessum þáttum hefur verið skipt upp í tvennt; annars vegar bein áhrif, aðallega vegna myndunar lónsins og hins vegar afleidda þætti sem tengjast hugsanlegri atburðarás í kjölfar myndunar lónsins.

Þar sem hér er um að ræða marga samverkandi þætti, sem tengjast Norðlingaöldumiðlun og áhrifum hennar á náttúruvar, höfum við til glöggvunar tekið saman einfaldað yfirlit yfir orsakatengsl þessara þátta (1. mynd).



1. mynd. Helstu umhverfisþættir er tengjast Norðlingaölduveitu og innbyrðis tengsl þeirra.

Í stuttu máli má draga efni 1. myndar saman á eftirfarandi hátt: Í dag veldur Hofsjökull rofi sem berst með Efri-Þjórsá sem aurburður. Tvær stíflur verða byggðar og við það myndast lón sem hefur bein áhrif á grunnvatnsstöðu, gróður og rústir sem aftur hefur áhrif á smádýr og heiðagæsir. Auk þess getur vindur valdið öldurofi í strandsvæðum lónsins, unnið á gróðri þar og haft áhrif á grunnvatnsstöðu næst lónborðinu þannig að myndast gætu svæði sem hugsanlega valda áfoki. Úr lóninu verður stærstum hluta vatnsins dælt yfir til Þórisvatns og við það dregur úr rennsli í farvegi Efri-Þjórsár neðan lóns. Myndun lónsins verður einnig til þess að set sest til efst í lóninu sem og fyrir ofan lónið þar sem áin rennur inn í það. Því myndast með tímanum aurkeila, bæði inn í lónið og upp með ánni, sem hefur áhrif á lónið sjálft, grunnvatnsstöðu í sínu nánasta nágrenni, einnig er hún hugsanleg uppspretta áfoksefna, sem aftur getur haft áhrif á gróður og dýralíf.

Hér á eftir verður fjallað um þau atriði sem tilgreind eru á mynd, rakin tengsl þeirra og metið með hvaða hætti fyrirhugaðar framkvæmdir geta breytt atburðarásinni. Einnig verður fjallað sérstaklega um

hvaða áhrif tilteknar mótvægisáðgerðir gætu haft. Gengið er út frá upplýsingum og mati LV eins og það kemur fram í matsskýrslu, nema annað sé tekið fram. Í umfjöllun okkar er miðað við áhrifasvæði veitunnar óháð friðlandsmörkum, nema annað sé tekið fram.

3.1 Grunnvatn

Grunnvatnsborð í Þjórsárverum er einkum háð úrkomu en einnig halda þverár Þjórsár, svo sem Blautakvísl, Miklakvísl og Múlakvísl uppi háu grunnvatnsborði. Með Norðlingaölduveitu eru ekki fyrirhugaðar breytingar á þessum ám og því er talið að framkvæmdin hafi lítil áhrif á grunnvatnsstöðu í Þjórsárverum (Árni Hjartarson 1999). Í nágrenni lónsins mun þó gæta einhverra áhrifa sem mun valda hækkun á grunnvatnsborði (bakvatnsáhrif). Þessara áhrifa mun gæta á belti út frá strönd lónsins sem verður allt frá því að vera örfáir metrar á breidd upp í nokkur hundruð metra (Borgþór Magnússon, 2002). Þar sem land er flatt mun áhrifa gæta allt að 500 m frá lónborði en aðeins nokkra metra þar sem land liggur bratt að lóninu. Í kjölfarið mun rakastig í jarðvegi á umræddu belti breytast.

Setmyndun í efri hluta lónsins, sem og aurkeila sem myndast upp af ósum árinna, mun hækka land (sjá nánar í kafla 3.4). Líkanareikningar benda til þess að um 60 árum eftir myndun Norðlingaöldulóns muni setmyndun ná um 5 km niður í lónið og um aðra 5 – 6 km upp eftir aurum árinna (Sigurður M. Garðarsson 2002). Grunnvatnsstaða við strendur lónsins mun hækka í kjölfarið þar sem setmyndunar gættir í flæðarmálinu sem og við árbakkana á allt að 5 – 6 km löngum kafla ofan lónsins. Gróin svæði, sem verða fyrir áhrifum af hækkaðri grunnvatnsstöðu ofan árósa, eru einkum vestan Þjórsár, í Oddkelsveri, aðallega í Oddkelsdæld.

Stærð þess svæðis þar sem búast má við hækkun á grunnvatnsstöðu við Norðlingaöldulón var ekki metin af LV, en gróflega má áætla að það geti verið nokkrir km². Hluti þessa beltis er þakinn gróðri en stærsti hluti þess eru ógrónir melar. Hækkun grunnvatns á umræddu belti mun hafa áhrif á gróður þar sem hann er fyrir og hugsanlega rústir (sjá kafla 3.7 og 3.8). Af grónum svæðum má búast við að áhrifin verði mest í Tjarnaveri; þar gæti hækkan grunnvatns náð allt af 500 m frá strandlínu. Á rústir verða áhrifin einnig mest í Tjarnaveri, en einnig í Oddkelsveri.

Í dag veldur Þjórsá töluverðu rofi úr bökkum sínum beggja vegna auranna ofan Sóleyjarhöfða (Sigurður M. Garðarsson og Þorbergur Leifsson 2002). Þegar setmyndun við ósa árinna hefst eftir að lónið myndast kemur rofið trúlega að aukast vegna þess að áin hefur þá meiri tilhneigingu til að leita úr farvegi sínum og vinna á árbökkunum. Því hefur verið stungið upp á að byggja varnargarða til að hindra ána í að flæmast um aurana (VST og Almenna verkfræðistofan 2002). Með því að byggja varnargarð framan við Oddkelsver, nokkru utan við gróðurlendið, má draga úr og jafnvel koma í veg fyrir hækkun á grunnvatnsstöðu á þeim slóðum. Varnargarður meðfram árbakkanum að austanverðu dregur úr eða kemur í veg fyrir áframhaldandi rof austan megin ár en hefur ekki áhrif á grunnvatnsstöðu. Varnargarður fyrir framan Tjarnaver gæti dregið úr setmyndun þar og því gæti dregið töluvert úr áhrifum grunnvatnshækkunar í hluta þeirra.

Besta sviðsmynd. Grunnvatnsstaða hækkar á takmörkuðum svæðum næst lóninu og nær áhrifasvæðið hvergi lengra en 200 – 300 m út frá strandlengju lónsins, en víðast hvar mun skemur. Með tímanum mun verða vart einhverra grunnvatnsáhrifa á strandsvæðum í efri hluta lónsins og við árbakka upp með Þjórsá vegna setmyndunar.

Trúleg sviðsmynd. Grunnvatnsstaða hækkar á takmörkuðum svæðum næst lóninu og nær áhrifasvæði hækkunarinnar þar sem landhalli á strandsvæðum er lítil allt að 500 m út frá strandlengju lónsins, en

þar sem landhalli er meiri mun áhrifa gæta einhverja tugi metra frá lónborði. Með tímanum verður vart grunnvatnsáhrifa á strandsvæðum í efri hluta lónsins og á árbökkum upp með ánni vegna setmyndunar.

Versta sviðsmynd. Grunnvatnsstaða hækkar víða umhverfis lónið. Hækkunin nær 100 – 500 m út frá strandlengjunni. Áhrifsvæði grunnvatnsbreytinganna nær yfir um 10 km² svæði.

3.1.1 Grunnvatnsbreytingar - mótvægisáðgerðir

Í minnisblaði LV (Sigurður Garðarsson og Þorbergur Leifsson 2002), er nefnt að mynda megi lón, s.k. setlón ofarlega á vatnasviðinu til að draga úr hraða aurmyndunar efst í lóninu og fyrir ofan óshólmana sem myndast þar (sjá nánari umfjöllun í kafla 3.4 um setmyndun). LV hefur einungis gert lauslega grein fyrir útfærslu þessa setlóns. Ætlunin er að veita nokkrum kvíslum í lón til að fella með því út aur áður en vatninu er skilað aftur í sama farveg og það rennur um í dag. Slík aðgerð mun seinka setmyndun í Norðlingaöldulóni og á aurunum ofan þess og að sama skapi seinka hækkun grunnvatnsstöðu. Hugsanlegt er að áhrifa á grunnvatnsstöðu gæti á svæði ofan setlónsins.

3.1.2 Áhrif á grunnvatn - niðurstaða

Norðlingaöldulón mun sennilega hafa lítil áhrif á grunnvatnsstöðu fyrir svæðið í heild. Áhrifa mun þó gæta næst lóninu. Af gróðursvæðum verða áhrifin einna mest í Tjarnaveri og í Oddkelsveri. Rústasvæði í Tjarnaveri og í neðsta hluta Oddkelsvers gætu orðið fyrir áhrifum af grunnvatnsstöðubreytingum, sjá nánar í 3.6 og 3.7 um gróður og freðmýrarústir.

Mörk áhrifsvæðis þar sem búast má við grunnvatnshækkun meðfram Norðlingaöldulóni eru að hluta til háð atburðarás sem tengist setmyndun í lóni; hærri aurar hækka vatnsborð og stækka áhrifsvæði grunnvatnsbreytinga ef ekki verður gripið til mótvægisáðgerða (sjá kafla 3.3 og 3.4 um aurburð og setmyndun í lóni). Töluverð óvissa ríkir um hvernig framvinda setmyndunar verður og því ríkir að sama skapi óvissa um þær breytingar á grunnvatnsstöðu sem tengjast setmynduninni. Draga má úr grunnvatnsstöðuhækkun í Tjarnaveri og Oddkelsveri vegna setmyndunar með byggingu varnargarða. Mótvægisáðgerðir vegna hækkunar á grunnvatni eru varla mögulegar að því er tekur til beinna áhrifa frá lóni.

3.2 Fossar neðan lóns

Norðlingaölduveita kemur til með að draga verulega úr rennsli Þjórsár á um 35 km löngum kafla frá Norðlingaöldustíflu að Sultartangalóni. Á þessum kafla Þjórsár eru þrjár fossar, Gljúfurleitarfoss, Dynkur og Kjálkaversfoss. Ásýnd þeirra mun því breytast með minna rennsli. Þessi áhrif eru afturkræf ef stíflur yrðu fjarlægðar.

Miklar dægursveiflur eru í rennsli jökuláa að sumarlagi og er Efri-Þjórsá þar engin undantekning. Í úrskurði Skipulagsstofnunar (2002) er LV gert að tryggja óbreytt vatnsrennsli í fossunum þremur yfir hádaginn á sumrin. Ekki er ljóst hvað átt er við með "óbreytt rennsli".

3.2.1 Fossar - mótvægisáðgerðir

Auðvelt er að stjórna flæði út úr Norðlingaöldulóni með því að hleypa vatni á yfirfalli Norðlingaöldustíflu eða með því að opna botnrás stíflunnar. Slíkar aðgerðir eru vel þekktar og að okkar mati er lítil óvissa um slíka framkvæmd. Allar líkur eru því á, að hægt verði að tryggja ákvæði Skipulagsstofnunar varðandi rennsli um fossana þrjá í Efri-Þjórsá svo framanlega sem "óbreytt rennsli" verði skilgreint.

Besta sviðsmynd. Óbreytt rennsli um fossana þrjá í Efri-Þjórsá.

Trúleg sviðsmynd. Lítil frávik í rennsli frá "óbreyttu rennsli".

Versta sviðsmynd. Stóran hluta sumars er árfarvegurinn þurr um hádaginn.

3.2.2 Fossar – niðurstaða

Allar líkur eru á því að LV geti tryggt ákvæði varðandi rennsli um fossana þrjá í Efri-Þjórsá svo fremi sem ljóst sé hvað er átt við með "óbreytt rennsli".

3.3 Aurburður

Efri-Þjórsá ber með sér mikinn aur. Ástæðan er að stór hluti vatnsmagns hennar kemur úr jökulkvíslum sem renna undan Hofsjökli. Magn þessa aurburðar hefur verið metið tvívegis. Á árunum 1966 – 1984 var aurburðurinn áætlaður um 1,6 milljónir tonna á ári (matsskýrsla LV). Auk þess var samsetning aursins könnuð og í ljós kom að þriðjungur hans samanstóð af kornastærðum með þvermál stærra en 0,2 mm, þriðjungur var á bilinu 0,02 – 0,2 mm og þriðjungur kornanna var minni en 0,02 mm. Þessi samsetning byggir einungis á um 20 mæligildum. Hitt matið byggist á mælingum á setmyndun í Sultartangalóni á árunum 1989 – 2000. Reyndist það vera 1,44 milljónir tonna á ári (VST og Almenna verkfræðistofan 2001a; 2001b). Kornastærðardreifing aursins var ekki metin að þessu sinni.

Mat á þeim aur sem Efri-Þjórsá bar með sér á síðasta áratug (um 1,5 milljón tonn á ári) er trúlega nokkuð raunhæft. Aurmagnið í framtíðinni er hins vegar háð veðurfarsþáttum og þróun Hofsjökuls, einkum breytingum á skriðjökklum hans er snúa til suður og suðausturs. Hafa verður í huga að ætlunin er að nýta Norðlingaöldulón til miðlunar um langa hríð og erfitt að áætla aurburðinn næstu áratugi. Niðurstaðan veltur á því hvort veður hlýnar áfram og jökullinn hopar enn frekar eða hvort þessi þróun gæti hugsanlega snúist við. Ef veður heldur áfram að hlýna munu skriðjökklar Hofsjökuls minnka og líklega munu myndast jökullón fyrir framan jökulsporðana. Hluti þess aurs (grófari hlutinn) sem áin ber fram í dag mun setjast til í þessum lónum og þar með minnkar sá framburður sem berst til Norðlingaöldulóns. Ef hins vegar er gert er ráð fyrir því að veður kólni og Hofsjökull hætti að hopa og jafnvel fari að ganga fram, er trúlegt að aurburður haldist a.m.k svipaður og hann mældist milli ára 1989 og 2000, þ.e. um 1,5 milljón tonn á ári.

Þekking á kornastærðardreifingu aurs í Efri-Þjórsá byggir á einungis 22 mæligildum sem aflað var annars vegar 1966 og hins vegar 1982 – 1984. Verður þetta að teljast afar ónákvæmt mat. Í miklum leysingum, t.d á vorin þegar rennsli árinna er margfalt meðalrennsli, getur magn og samsetning aurburðar verið allt annað en þegar minna er í ánni. Kornastærðardreifing aurs hefur áhrif á setmyndun í og við lónið sem síðan hefur áhrif á hvort setið geti hugsanlega orðið uppspretta áfoksefna. Samkvæmt Ólafi Arnalds (1998) eru það einkum kornastærðir á bilinu 0,05 – 0,5 mm sem hættast er við foki. Samkvæmt sáldurferli sem nýttur var við líkanreikninga fyrir setmyndun er um 45% aursins á þessu kornastærðarbili (VST og Almenna verkfræðistofan 2002). Hlutfall fínni kornastærða gæti verið hærra en gert er ráð fyrir í reikningum LV en einnig gæti hlutfall grófra korna verið hærra. Fjallað er sérstaklega um hvaða áhrif þessi frávik gætu haft í kafla 3.4 um setmyndun.

Í skýrslu vísindanefndar um loftslagsbreytingar (Umhverfísráðuneytið, 2000) er rædd möguleg þróun hitafars hér á landi þar sem tekið er tillit til hitafarsbreytinga vegna vaxandi gróðurhúsaáhrifa. Auk þess kemur þar fram að ef þróunin gengur eftir munu jökklar á Íslandi að miklum hluta hverfa á næstu 100 – 200 árum. Bent er þó á að náttúrulegar sveiflur verði ráðandi í nánustu framtíð sem geta vegið þyngra

en hlýnun vegna vaxandi gróðurhúsaáhrifa. Því er hugsanlegt að hop jökulsins verði enn hraðari ef náttúruleg sveifla eykur hitastig enn frekar, eins er hugsanlegt að náttúrulega sveiflan komi til lækkunar hitastigs og því haldist Hofsjökull óbreyttur eða jafnvel gangi fram og aurburður haldist því svipaður um ókomna framtíð og hann hefur verið á síðasta áratug.

Besta sviðsmynd. Aurmagn í Efri-Þjórsá minnkar verulega frá því sem það er í dag vegna hlýnandi veðurfars og frekara hops Hofsjökuls og skriðjökla hans.

Trúleg sviðsmynd. Aurmagn í Efri-Þjórsá helst fyrstu ártugi þessarar aldar svipað og það mældist að meðaltali á síðasta áratug. Vegna hægs hlýnandi veðurfars hopar Hofsjökull og skriðjökull hans og aurburður minnkar. Minnkunin gerist í ákveðnum þrepum eftir því sem jökullón myndast og þróast við jökulsporða.

Versta sviðsmynd. Aurmagn í Efri-Þjórsá eykst frá því sem það er í dag vegna breytinga í veðurfari eða vegna aukins rennslis, t.d. aukinnar tíðni flóða.

3.3.1 Aurburður - mótvægisaðgerðir

LV leggur til í matsskýrslu að myndað verði svokallað setlón sem mótvægisaðgerð til að draga úr aurburði til Norðlingaöldulóns og lengja með því móti líftíma lónsins. Slíkt setlón yrði myndað austast og efst á svæðinu; nokkrum kvíslum yrði veitt í setlónið til að fella úr því aur áður en vatninu er síðan skilað aftur í sama farveg og það rennur um í dag. Með slíkri aðgerð má draga mikið úr aurburði og þar með seinka setmyndun í Norðlingaöldulóni og á aurunum ofan þess. Það er mat LV að setlón muni seinka tiltekinni atburðarás um 30 ár; óbreytt aurmagn mun mynda ákveðið set á 60 árum; með setlóni tæki það hins vegar 90 ár.

3.3.2 Aurburður - niðurstaða

Aurburður í Efri-Þjórsá er töluverður í dag. Mikilvægir þættir varðandi aurburð sem geta haft áhrif á umhverfi sitt eru magn og kornastærðardreifing hans. Óvíst er hvort aurmagnið helst óbreytt í framtíðinni eða ekki. Er það m.a. háð veðurfari og hugsanlegum veðurfarsbreytingum. Kornastærðardreifing aurburðsins hefur áhrif á hvar hann sest til og hvort hann geti hugsanlega orðið uppspretta áfoksefna. Um kornastærðardreifinguna ríkir mikil óvissa.

Mótvægisaðgerð sem felur í sér myndun setlóns efst á vatnasviðinu dregur verulega úr aurburði sem berst til Norðlingaöldulóns og hægir því á setmyndun og breytir henni, en kemur ekki í veg fyrir hana.

3.4 Setmyndun í og ofan við Norðlingaöldulón

Eftir að Norðlingaöldulón verður myndað mun svifaur í ánni setjast til þar sem áin rennur inn í lónið. Til að byrja með mun setmyndunin verða fyrst og fremst innan lónsins en þegar frá líður mun setmyndunin verða bæði innan lónsins og í árfarveginum ofan lóns. Í útreikningum á setmyndun í og ofan við Norðlingaöldulón er miðað við að Þjórsá beri 1,5 milljón tonn af auri á ári í lónið og að það haldist óbreytt allan líftíma lónsins. Í reiknilíkani sem LV studdist við var tekið tillit til breytilegs rennslis, aurburðar og lónhæðar innan ársins (VST og Almenna verkfræðistofan, 2001a og 2001b). Niðurstöður reikninganna eru meðal annars gefnir sem setmyndun í lóninu eftir langsniði árfarvegarins sem fall af tíma eftir tilkomu lónsins (VST og Almenna verkfræðistofan, 2002). Auk þess má sjá þróun aurkeilu ofan lónsins sem fall af tíma. Samkvæmt þessum reikningum verður setmyndunin fyrstu 10 árin aðallega neðan lónborðs, næst ósum árinna, en síðar byrjar setmyndun einnig á aurunum ofan við lónið og land þar fer að hækka. Því myndast aurkeila smám saman inn í lónið að ofanverðu og 60 árum eftir myndun lónsins, hefur rýmd þess rýrnað um 31% vegna setmyndunar. Þegar hér er komið sögu er gert ráð fyrir

Því að aurkeilan nái upp úr vatnsborðinu á um 5 km kafla niður eftir lóninu frá upphaflegum efri mörkum þess. Setmyndun hefur þá einnig hækkað land um 2 – 3 m á aurunum næst lóninu að ofanverðu, þ.e. við norðurenda Sóleyjarhöfða. Setþykktin minnkar síðan smám saman þegar fjær dregur lóninu og haldið er lengra til norðurs, þannig að við suðurenda Biskupsþúfu, um 5 – 6 km ofan lónsins er setþykktin orðin óveruleg. Yfirborðsflatarmál þessa svæðis er um 25-30 km² 60 árum eftir myndun lónsins. Þá eru talin bæði svæðin, þ.e. aurkeilan sem myndast inn í lónið og eins aurarnir upp með ánni. Í skýrsluni kemur einnig fram að lónið hálfyllist af aur á tæpum 100 árum.

Ef gengið er út frá því að veðurfar muni halda áfram að hlýna vegna gróðurhúsaáhrifa, mun Hofsjökull sennilega halda áfram að hopa áfram næstu áratugina. Við skriðjökulsporða hans munu því myndast jökullón sem síðan skila vatninu áfram til Efri-Þjórsár. Minni aurburður ætti því að vera í ánni þar sem hluti hans (grófasti hlutinn) mun falla út í slíkum lónum. Ef gengið er út frá slíkri þróun veðurfars ætti setmyndun að verða hægari en samkvæmt útreikningum LV og líftími Norðlingaöldulóns að lengjast að sama skapi. Vegna breyttrar kornastærðardreifingar myndi meiri hluti setmyndunar verða neðan lónborðs og setmyndun á aurum ofan lóns minni en gert er ráð fyrir í útreikningum LV. Hið sama á við um hækkan grunnvatnsstöðu (bakvatnsáhrif) og hætta á áfoki yrði minni en ella. Ef hins vegar er gert ráð fyrir að veður kólni og Hofsjökull hætti að hopa og fari jafnvel að ganga fram, er líklegt að aurburður haldist a.m.k svipaður og hann mældist milli áranna 1989 og 2000, þ.e. um 1,5 milljón tonn á ári. Kornastærðardreifing aursins er ekki vel þekkt og áhrif veðurfarsbreytinga á aurburð eru óþekkt. Hvernig aurinn sest sem fall af tíma er því hulið óvissu.

Mikilvægt er að hafa í huga, að við líkangerð og reikninga á aurburði og setmyndun, ríkir meiri óvissa en við flesta aðra straumfræðilega líkangerð. Því er trúlegt að um verði að ræða einhver frávík frá þeim niðurstöðum sem reikningarnir gefa til kynna. Auk þess eru aðrir þættir eins og veðurfar, áhrifavaldar á hversu mikið set myndast í lóninu og hvar það sest til.

Besta sviðsmynd. Aurmagn sem berst til lónsins verður mun minna en áætlað er og hlutfall smærri korna hærra en gert er ráð fyrir í reikningum. Því yrði setmyndunin mun minni, það tæki mun lengri tíma að fylla lónið og aurinn myndi einkum setjast neðan lónborðs.

Trúleg sviðsmynd. Setmyndun verður í megindráttum sú sem LV gerir ráð fyrir fyrstu áratugina eftir að rekstur lónsins hefst. Síðan mun sennilega draga eitthvað úr árlegri setmyndun. Aurar sem myndast verða að hluta til uppspretta áfoksefna og einhverrar grunnvatnsstöðuhækkunar verður vart við lón- og árbakka þar sem setmyndun verður.

Versta sviðsmynd. Aurmagn í Efri-Þjórsá yrði mun meira en gert er ráð fyrir, t.d vegna veðurfarsbreytinga eða hamfaraatburða; kornastærðardreifing aursins væri óhagstæð m.t.t uppsprettu áfoksefna. Því yrði setmyndun mun hraðari en áætlað hefur verið, líftími lónsins styttri og stór hluti setsins settist ofan lóns og land þar hækkaði hratt. Það mun síðan leiða bæði til hækkunar á grunnvatnsstöðu (bakvatnsáhrifa) og verða uppspretta áfoks yfir verin.

3.4.1 Setmyndun - mótvægisáðgerðir

Myndun setlóns ofarlega í Þjórsárverum mun hafa mikil áhrif á setmyndun í og við Norðlingaöldulón, bæði hraða hennar og kornastærðardreifingu setsins. Setlón mun hægja á setmyndun í Norðlingaöldulóni og þar með lengja líftíma þess. Einnig mun kornastærðardreifing aursins breytast og hlutur fínni korna aukast, sem mun sennilega leiða til þess, að hærri hluti þess aurs sem áin ber með sér mun setjast innan lónstæðisins, en hlutfallslega minna setjast á aurunum ofan við lónið. Búast má við að setlónið hálfyllist af aur á um 50 – 60 árum og grípa þurfi til aðgerða í síðasta lagi eftir um 60 – 80 ár ef á að tryggja virkni þess áfram við að fella út aur. Raunhæfar aðgerðir til þess er m.a. dæling aurs úr lóninu eða

hækkun á stíflugörðum til að auka rúmtak lónsins. Aur sem dælt er úr lóninu þarf að haugsetja og myndun slíkra svæða eru hugsanleg uppspretta vindrofs.

Dæling aurs úr Norðlingaöldulóni eða tilflutningur á aur innan þess eru einnig mótvægisáðgerðir sem draga úr setmagni efst í lóninu. Myndun varnargarða meðfram Þjórsá þar sem hún mynnar út í lónið hefur trúlega lítil áhrif á setmyndunina.

Sú mótvægisáðgerð að mynda setlón er árangursrík til að hægja á setmyndun í og við Norðlingaöldulón en kemur ekki í veg fyrir hana. Virkni þeirrar mótvægisáðgerðar að dæla aur úr lóninu eða flytja til aur innan lónsins getur verið góð við að minnka setmagn efst í lónstæði eða ofan þess en þær eru háðar umfangi aðgerðanna. Allar mótvægisáðgerðirnar krefjast aðgerða öðru hverju allan líftíma lónsins, mismiklar þó.

3.4.2 Setmyndun - niðurstaða

Mat LV á aurburði í Þjórsá og setmyndun í fyrirhuguðu lóni er trúverðugt en töluverðri óvissu undirorpin. Án mótvægisáðgerða mun lónið smám saman fyllast af aur og eyrar fara fljótlega að myndast í efsta hluta þess. Farvegur Þjórsár mun einnig hækka um allt að 2 – 3 m á nokkurra km kafla ofan lóns. Áin mun þá fara að flæmast um stærra svæði og gæti farið að ganga á gróðurlendi beggja vegna árfarvegar í mun ríkara mæli en í dag. Ef ekkert verður að gert mun lónið hálfyllast á um 100 árum. Hugsanleg áhrif loftslagsbreytinga gætu breytt þessu mati; dregið gæti verulega úr setmyndun, en hún mun vart aukast frá því sem nú er, nema komi til einhverra hamfaraatburða.

Margvíslegar mótvægisáðgerðir geta haft mikil áhrif á setmyndun í lóni, þar á meðal gerð svokallaðs setlóns, skammt ofan friðlandsins, dæling aurs úr lóni eða tilflutningur á aur innan lóns. Þessar aðgerðir munu fyrst og fremst seinka atburðarásinni, fremur en að koma í veg fyrir hana, t.d. mun hálfylling lóns dragast úr 100 árum í allt að 170 ár ef setlón er myndað efst á vatnasvæðinu. Þessar mótvægisáðgerðir krefjast aðgerða öðru hverju allan líftíma lónsins.

3.5 Öldurof

Vegna ölduhreyfinga á nýjum lónum er hættu á að öldur grípi með sér efni úr strandsvæðum og beri út í lónið. Myndast þá öldurof sem getur teygt sig frá upphaflegri strandlínu inn á land. Öldurof er háð mörgum þáttum, svo sem vindhraða, vindátt, vinddragi, áhlaðanda, landhalla strandsvæða og kornastærð jarðefna á strandsvæðum. Öldurof er mæld hornrétt fjarlægð frá upphaflegri strandlínu að þeim stað þar sem jarðefni eru óröskuð.

Hér á landi hefur verið notað s.k. Iowa-líkan við mat á öldurofi. Í stuttu máli gerir líkanið ráð fyrir því, að þar sem landhalli við vatnsborð er meiri en 7% (breytilegt 5 – 9%, háð aðstæðum) og laus jarðefni eru næst yfirborði, verði trúlega rof og myndast gjarnan ný strönd með rofbökkum á tiltölulega fáum árum. Þar sem landhalli er hins vegar minni en 1% hefur aldan yfirleitt tapað miklu af rofmætti sínum og í þeim tilvikum verður yfirleitt lítið eða ekkert rof. Fyrir svæði með landhalla á bilinu 1 – 7% er öldurof háð staðbundnum þáttum eins og vindhraða, vindátt og jarðvegs- eða gróðurþekju. Þó má búast við að strönd myndist á hluta þeirra svæða að lokum, en myndunin tekur langan tíma, trúlega áratugi.

Við mat á rofhættu er því strandlengju lóna skipt í þessi þrjú svæði eftir halla lands á strandsvæðum (undir 1%, milli 1 – 7% og yfir 7%). Á svæðum sem hafa halla undir 1% verður yfirleitt óverulegt rof og því er engra aðgerða þörf. Á svæðum með landhalla meiri en 7% er næsta víst að rofbakkar myndist fljótlega ef ekki verður gripið til neinna mótvægisáðgerða. Á strandsvæðum með landhalla á bilinu 1 –

7% má búast við því að með tímanum myndist sendin eða grýtt fjara en það er þó háð staðbundnum aðstæðum. Sendnar fjörur geta verið uppspretta áfoksefna. Þar sem rofabörð og fjörur myndast getur gætt bakvatnsáhrifa, þ.e. grunnvatnsstaða breytist frá því sem hún var fyrir lónmyndunina.

Í skýrslu um öldurof (Almenna verkfræðistofan 2001) kemur fram að fyrir Norðlingaöldulón með vatnsborðshæð 579 m y.s. er heildarlengd strandlínunnar um 115 km og að búast megi við öldurofi á um 25 km kafla eða á ríflega 20% strandlínunnar. Fyrir lónhæð 575 m y.s. er heildarlengd strandlínunnar um 72,9 km en ekki kemur fram á hversu löngum kafla búast megi við öldurofi. Ef gert er ráð fyrir að hlutfallið sé óbreytt, 20%, er það um 14,5 km.

Besta sviðsmynd. Lítið eða ekkert öldurof verður úr strandsvæðum lónsins fyrstu áratugi eftir myndun lónsins. Öldurof verður þó á hluta þeirra svæða þar sem halli strandsvæðanna er > 7%. Grunnvatnsstöðubreytingar (bakvatnsáhrif) verða á þessum svæðum.

Trúleg sviðsmynd. Öldurof verður fljótlega eftir að lónið myndast á takmörkuðum svæðum umhverfis lónið þar sem halli lands á strandsvæðum er meiri en 5 – 7%. Lengd rofs út frá strandlínu verður þar allt að 10 – 40 m. Áhrifasvæðið er trúlega innan við 0,5 km² og er einungis hluti þess gróið land. Af grónum svæðum verða áhrifin mest í Tjarnaveri. Á svæðum þar sem landhalli strandsvæða er minni myndast með tímanum víða sendin eða grýtt fjara en það er þó háð staðbundnum aðstæðum. Tímaáhrifin eru ekki þekkt. Grunnvatnsstöðubreytingar (bakvatnsáhrif) verða á þessum svæðum.

Versta sviðsmynd. Mikið öldurof verður úr strandsvæðum lónsins. Víða verður öldurof, a.m.k. 30 – 40 metrar að lengd með skerðingu gróðurs, þar sem hann var fyrir á strandsvæðum, einkum í Tjarnaveri og við Sóleyjarhöfða. Mikið rof úr árbökkum sem gengur á gróður. Stór strandsvæði myndast sem eru uppspretta fokefna. Bakvatnsáhrif sem valda breytingum á grunnvatnsstöðu ná tugi metra út frá upphaflegri strandlengju.

3.5.1 Öldurof - mótvægisáðgerðir

Með vöktun og mótvægisáðgerðum er hægt að takmarka eða jafnvel koma í veg fyrir svæðisbundið öldurof. Áðgerðirnar geta verið fólgnar í (1) styrkingu eða lokunum á rofabökkum, (2) styrkingu gróðurs á grannsvæðum lóns og (3) lokun rofabakka, t.d með flutningi gróðurtorfa (Landsvirkjun 2001). Slíkar áðgerðir minnka einnig áfok úr strandsvæðum og draga úr hugsanlegum myndun áfoksefna. Einnig geta þær dregið svæðisbundið úr hugsanlegum breytingum á grunnvatnsstöðu. Áðferðirnar eru nokkuð vel þekktar og virkni yfirleitt góð. Mótvægisáðgerðirnar krefjast áðgerða öðru hverju allan líftíma lónsins.

3.5.2 Öldurof – niðurstæða

Landhalli á strandsvæðum lóna er ráðandi þáttur um myndun öldurofs og þar sem hann hefur verið kortlagður fyrir strandsvæði væntanlegs Norðlingaöldulóns ættu frávik frá trúlegri sviðsmynd sem hér er dregin upp ekki að vera mikil. Mat LV á öldurofi er því trúverðugt. Öldurof mun trúlega verða á um 20 – 25% af heildarstrandsvæðum lónsins (þar sem halli er > 7%) fljótlega eftir að Norðlingaöldulón verður myndað. Á takmörkuðum hluta þessara svæða mun öldurofið fljótlega ná u.þ.b 20–30 m frá upphaflegu lónborði. Víðast hvar mun það verða mun minna. Hluti þessara svæða er þakinn gróðri í dag. Þar sem landhalli er minni tekur mun lengri tíma fyrir ölduna að mynda rofið, jafnvel áratugi. Því má búast við að eftir u.þ.b. öld séu víða sendnar strendur umhverfis lónið.

Með vöktun og beitingu mótvægisáðgerða er hægt að draga úr áhrifum öldurofs og vindrofs úr strandsvæðum þess til að takmarka (1) rof úr árbökkum, (2) myndun uppsprettu fokefna og (3) grunnvatnsbreytingar (bakvatnsáhrif). Virkni slíkra mótvægisáðgerða er góð og krefst áðgerða öðru hverju allan líftíma lónsins.

3.6 Vindrof

Vindur getur komið af stað jarðvegsrofi og þar með eytt gróðri og með því móti haft áhrif á dýralíf. Í Þjórsárverum eru fyrst og fremst tvær vindáttir sem ríkjja, þ.e. NNA átt og SSV átt. Norð-norðaustlægar áttir eru mun algengari og hvassari. Auk þess eru þær þurrari en sunnanáttirnar (Almenna verkfræðistofan 2001). Áhrif Norðlingaöldulóns á hugsanlegt vindrof og uppsprettu fokefna eru einkum tvíþætt. Annars vegar er það tengt öldurofi og áhrifum þess á myndun stranda og rofabarða við strandlínu lónsins og hins vegar vegna setmyndunar í og fyrir ofan lónið.

Í skýrslu frá VSÓ ráðgjöf (Oddur Sigurðsson og Sigmar Metúsalemsson 2001) kemur fram að á svæðinu umhverfis fyrirhugað lónstæði og í lónstæðinu er fremur mikið um jarðvegsrof í dag. Í matskýrslu er talið að 28 km² (af 32,7 km²) lónstæðis sé nú uppspretta áfoksefna. Þessi ályktun er dregin af niðurstöðum kortlagningar á rofi á Íslandi (Ólafur Arnalds o.fl. 1997). Við teljum nokkra annmarka á því að túlka fyrrgreind gögn með þessu móti. Í fyrsta lagi var markmið rofkortlagningarinnar að fá góða yfirlitsmynd af rofi á Íslandi og því var kortlagt á fremur grófum mælikvarða (1:100 000). Slík kortlagning er því aðeins vísbending um ástand smærri svæða (Ólafur Arnalds 1998) og fyrirhugað Norðlingaöldulón er lítið miðað við þennan mælikvarða. Í öðru lagi er notkun á rofeinkunnum ónákvæm; talað er um að svæði með rofeinkunn 3 (talsvert rof) og 4 (mikið rof) séu uppspretta áfoksefna þrátt fyrir að í skilgreiningu á þeim kvarða sem notaður var í kortlagningunni felist að auðnir sem teljast stöðugar með tilliti til rofs fái einkunnina 3 en foksandar einkunnina 5 (Ólafur Arnalds o.fl. 1997). Sandmelar fá yfirleitt einkunnina 4 en þeim er hættast við foki í aftakaveðri (Ólafur Arnalds 1998). Þeir 28 km² í lónstæðinu með rofeinkunnirnar 3 og 4 sem LV telur að sé uppspretta áfoksefna, er að okkar dómi ofmat, þar sem aðeins 6,6 km² af svæðinu eru með rofeinkunn 4, en frá slíkum stöðum er hætta á foki í aftakaveðri. Þeir 21,4 km² í lónstæðinu sem fengu rofeinkunnina 3 eru hins vegar taldir sæmilega stöðugir og þá er yfirleitt einhver gróður í yfirborði, t.d. lágplöntuskán eða fléttur. Við teljum því varhugavert að álykta að myndun lónsins dragi verulega úr rofi á svæðinu.

Vindrof úr strandsvæðum lónsins er nátengt öldurofi. Þar sem alda nær að mynda roffleti myndast svæði ofan lónborðs sem eru hugsanlega uppspretta áfoksefna. Trúlegt áhrifasvæði þar sem öldurof verður, er innan við 0,5 km² og því er ekki verið að tala um stóra fleti af strandsvæðum lónsins, þar sem vindrofs á væntanlega eftir að gæta.

Eins og fram hefur komið (í kafla 3.4 um setmyndun) myndast aurkeila með tíma efst í lóninu og einnig upp með ánni frá lóninu. Þetta svæði stækkar því smám saman og getur verið uppspretta áfoksefna. Á hitt ber að líta að þetta svæði er í dag að stórum hluta aurar árinna og hefur því um langan aldur trúlega verið uppspretta áfoksefna. Það fer eftir ýmsum þáttum hversu mikil áfokshættan verður frá aurkeilunni, m. a. kornastærðarsamsetningu setsins, veðurfari og hvernig áin breiðir úr sér yfir aurana. Þar sem að setmyndunin veldur hægt og bítandi hækkun lands, þá minnkar halli þess og þar með hægir á straumhraða árinna. Þetta leiðir til þess að áin gæti dreifst um stærra hluta aura sína en hún gerir í dag. Yfirborð slíkra aura yrði jafnframt trúlegra rakara en það er í dag og því erfiðara fyrir vind að grípa með sér einstök korn heldur nú er. Að ofansögðu er ljóst að ekki er vitað hvort fok verði úr aurkeilu sem myndast í efsta hluta lónsins eða ofan ósa árinna né hvert umfang hugsanlegs vindfoks verður.

Besta sviðsmynd. Óverulegt vindrof úr takmörkuðum strandsvæðum lónsins sem ekki nær að mynda eiginlega áfoksgeira. Þegar setmyndun verður farin að hafa áhrif á land í efri hluta lóns og ofan þess verður takmarkað vindrof úr setinu þegar vindstyrkur er mikill.

Trúleg sviðsmynd. Vindrof verður á takmörkuðum stöðum af strandsvæði lónsins. Þegar setmyndun verður farin að hafa áhrif á land í efri hluta lóns og ofan þess verður vindrof sem veldur takmörkuðum áfoksgeirum. Vindrof getur hugsanlega valdið keðjuverkandi rofi í næsta nágrenni lónsins.

Versta sviðsmynd. Vindrof verður víða úr strandsvæðum lónsins nær þá að mynda áfoksgeira. Úr setmyndun í efri hluta lóns og ofan ósa verður vindrof sem myndar áfoksgeira í gróðurhluta veranna, einkum í Oddkelsveri og Tjarnaveri. Áfoksgeirar kaffæra gróður sem aftur veldur auknu vindrofi og keðjuverkandi atburðarrás fer af stað.

Að okkar mati er óvissa um vindrof úr strandsvæðum lónsins ekki mikil. Um vindrof úr setmyndunum (aurkeilu) í efri hluta lónsins og á aurunum ofan lónsins er mun erfiðara að segja fyrir um. Þetta stafar m.a. af því að töluverð óvissa ríkir um þróun setmyndunarinnar, kornastærðardreifingu aurs sem flyst með ánni og aðskilnaði korna við setmyndun. Allt eru þetta þættir sem hafa áhrif á það hvort vindur nær að grípa með sér korn og flytja til. Því er töluverð óvissa varðandi vindrof úr setmyndun við efri hluta lónsins. Frávik geta því verið mikil frá þeirri mynd sem dregin er hér upp sem trúleg sviðsmynd.

3.6.1 Vindrof - mótvægisaðgerðir

Mótvægisaðgerðir sem áður hafa verið nefndar til að verjast öldurofi (sjá kafla 3.5) og myndun setlóns efst á vatnasviðinu (sjá kafla 3.4) gætu haft mikil áhrif á umfang vindrofs. Aðgerðir sem draga úr myndun öldurofs minnka einnig hættu á vindrofi úr strandsvæðum lónsins. Slíkar aðgerðir eru vel þekktar og virkni þeirra góð. Myndun setlóns efst á vatnasviði Efri-Þjórsár dregur úr aurburði og breytir kornastærðardreifingu hans. Slík aðgerð seinkar setmyndun og seinkar að sama skapi hugsanlegu vindrofi frá aurkeilusvæðunum. Setlónið breytir kornastærðardreifingu aursins þannig að það verður hlutfallslega meira um fínni korn sem berast til Norðlingaöldulóns en ella. Áhrif þess á kornastærðardreifingu auranna og hugsanlegt vindrof eru hins vegar óviss. Myndun varnargarða meðfram farvegi Efri-Þjórsár ofan við lónið, og efst í því eftir að óshólmar taka að myndast, kunna að hafa áhrif á hugsanlegt vindrof og geta dregið úr myndun áfoksgeira eða jafnvel hindrað þá.

3.6.2 Vindrof – niðurstaða

Mat LV á áhrifasvæði vindrofs í bökkum fyrirhugaðs lóns er trúverðugt en túlkun á núverandi rofi í lónstæðinu er að okkar mati vafasöm. Sá aur sem setjast mun til á eyrum Þjórsár ofan lóns gæti orðið í ríkara mæli uppspretta áfoksefna en sá aur sem sest þar til í dag. Mikil óvissa ríkir hins vegar um hvernig aurinn mun setjast til og hversu stór hluti hans gæti myndað áfoksefni. Að mati LV mun þessi setmyndun ekki auka áfok á svæðinu en að okkar mati ríkir of mikil óvissa um hugsanlega atburðarás til að hægt sé að slá þessu föstu.

Mótvægisaðgerðir til að draga úr öldurofi minnka hugsanlegt vindrof úr strandsvæðum lónsins að sama skapi. Varnargarðar upp með ósum árinna kunna að draga úr áhrifum vindrofs og geta dregið úr myndun áfoksgeira eða jafnvel hindrað þá.

3.7 Gróður

3.7.1 Norðlingaöldulón – bein áhrif á gróður

Miðað við 575 m vatnsborð Norðlingaöldulóns færu 7,2 km² af grónu landi undir vatn. Af þessu er tæplega 5 km² þurrlandi og 2,3 km² votlendi. Samkvæmt matsskýrslu LV þekur mosabemba stærsta hluta gróins lands í lónstæðinu eða 2,7 km² sem er rúmlega 9% af flatarmáli lónsins. Stærstu samfelldu svæði mosabemba eru neðst í Tjarnaveri, í tungunni austan ár milli Þjórsár og Svartár og við Eyvafen. Mosabemba einkennist af mikilli þekju mosa sem gefur landinu sterkt svipmót en síðan er þetta flokkað nánar niður í gróðurhverfi eftir því hvaða plöntur vaxa með mosanum. Af votlendi er mest af hálfdeigju í lónstæðinu (1,8 km²) sem síðan er flokkað í nokkur gróðurhverfi.

Samkvæmt matsskýrslu LV munu 14-15 tegundir plantna (háplöntur, mosar og fléttur) hugsanlega hverfa úr Þjórsárverum með tilkomu Norðlingaöldulóns eða um 3% heildarfjölda plantna sem finnast á þessu svæði. Þetta eru sex háplöntutegundir (3%), sex fléttutegundir (4%), 2-3 mosategundir (1%) og ein tegund sveppa. Hlutfallslegt tap fléttna er því mest en gerður er fyrirvari á tölunni vegna þess að upplýsingar um fléttur í lónstæðinu eru betri en á svæðinu í heild. Af háplöntum sem tapast er um að ræða tvær tegundir stara (toppastör og vetrarkvíðastör) og fjórir slæðingar. Báðar starartegundirnar vaxa í lónstæðinu og eru í útjaðri útbreiðslu sinnar á landsvísu. Hvorug þessara tegunda, né fyrrnefndir mosar og fléttur sem hverfa úr Þjórsárverum með Norðlingaöldumiðlun eru á valista (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996).

Umfjöllun LV um magn þess gróðurs og skiptingu hans í gróðurlendi og tegundir sem finnast í lónstæðinu er að okkar mati greinagóð og byggir á bestu fánlegum gögnum. Það skal þó bent á að sú umfjöllun byggir á gróðurkortum sem eru í mælikvaðanum 1:25000 (Kristbjörn Egilsson og Hörður Kristinsson 1997). Þrátt fyrir að þetta sé talin góð gróðurkortlagning gefur hún ekki til kynna fjölbreytni gróðurs á finni mælikvarða sem er þó ekki síður mikilvægt þegar litið er á líffræðilega fjölbreytni svæðisins. Gróður í Þjórsárverum myndar mósaík votlendis og þurrlandis með mismunandi samsetningu tegunda eftir aðstæðum og þetta mynstur er oft á finni mælikvarða en gróðurkortin. Rústir sem fjallað er um síðar eru t.d. mikilvægar í myndun slíkra bletta, en mikil rústasvæði eru neðst í Tjarnaveri og verða fyrir áhrifum af lóninu (Hörður Kristinsson og Ragnhildur Sigurðardóttir 2001). Rústasvæðin eru búsvæði margra fágætra fléttna (Kristbjörn Egilsson og Hörður Kristinsson 1997) en breytilegar aðstæður eru á rústum sem eykur enn frekar fjölbreytni gróðursins. Afleiðingar lónmyndunar á gróður í lónstæðinu eru óafturkræfar og tekið er undir mat LV að ekki sé raunhæft að endurheimta sambærilegan gróður annars staðar á þessu svæði.

3.7.2 Norðlingaöldulón – afleidd áhrif á gróður

Auk beinna áhrifa á gróður, þ.e. tap gróðurlenda sem fer undir vatn, mun gróður utan lónstæðis verða fyrir áhrifum smám saman eftir myndun lónsins (afleidd áhrif). Þetta mun einkum gerast með tvennu móti; vegna breytinga í grunnvatnsstöðu og vegna aukins rofs á svæðinu.

Eins og gerð er grein fyrir hér að framan (kafli 3.1 um grunnvatn) er sennilegt að áhrifa grunnvatnshækkunar gæti helst í Tjarnaveri og síðar verði vart breytinga á strandsvæðum í efri hluta lónsins og ofan þess út frá árbökkum vegna aurkeilumyndunar. Hækkun á grunnvatni hefur fyrst og fremst áhrif þar sem þurrlandisgróður vex vegna þess að margar þurrlandistegundir þola illa of háa grunnvatnsstöðu (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1994). Við hækkun grunnvatnsstöðu er líklegt að þurrlandistegundum fækki og þær hverfi fljótlega af svæðinu en votlandistegundir muni nema land mun hægar (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1994, Borgþór Magnússon og Ásrún Elmarsdóttir 1999). Því geta myndast tímabundnar aðstæður þar sem gróðurþekja minnkar. Ekki er hætta á miklum breytingum í

votlendisblettum þó grunnvatnsstaðan hækki því votlendistegundir dafna við aðstæður þar sem jarðvegur er vatnssósa. Á gróðurlausum svæðum er sennilegt að landnám plantna, sérstaklega mosa, muni aukast á afmörkuðum blettum þar sem grunnvatnsstaða yrði við yfirborð (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 2000). Þegar þetta er dregið saman er líklegt að hækkingun grunnvatns muni hafa áhrif á takmörkuðu svæði þurrlendis þar sem votlendistegundir kæmu inn eftir að þurrlendistegundir hyrfu. Fyrir utan breytingar í tegundasamsetningu væri helsta áhættan ef rof myndaðist á þeim tíma sem þurrlendistegundir hafa hörfað, en nýjar tegundir eru ekki komnar inn. Það er ólíklegt að þetta gerist nema í undantekningatilfellum, m.a. vegna þess að ef grunnvatnsstaðan er orðin há verður lítið af þurrum og lausum jarðvegsefnum sem er hættast við rofi.

Þótt við teljum að LV ofmeti núverandi áfokshættu úr lónstæðinu (sjá 3.6 vindrof) er ljóst að mikið áfok hefur verið á svæðinu og er trúlega enn. Þetta má sjá á því hve þykkur jarðvegur er víðast hvar í Þjórsárverum (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1994). Þjórsárver er gróðurvin umlukin auðnum og líklegt er að mestur hluti áfoksins hafi komið lengra að en úr fyrirhuguðu lónstæði og árfarvegi Þjórsár. Þykkt jarðvegs í Þjórsárverum er einn af áhættuþáttum framkvæmda LV til langs tíma lítið vegna þess hve mikið rofefni er til á svæðinu ef rof fer af stað.

Talið er að öldurof muni verða á hluta strandlínunnar (sjá 3.5 öldurof) en við það opnast leið fyrir vind að komast að efni sem getur annars vegar fokið yfir gróið land og hins vegar myndað áfoksgeira upp frá lóninu, en það er sandur sem gengur yfir gróið land (sjá 3.6 vindrof). Auk utanaðkomandi áfoksefna bætast jarðvegsefni undan gróðrinum, sem lætur undan og stækka áfoksgeirann sem getur verið mjög virkur við eyðingu gróðurs og jarðvegs (Ólafur Arnalds o.fl. 1992). Vegna þess hve jarðvegur í Þjórsárverum er yfirleitt þykkur, laus í sér, fínkornóttur og sendinn (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1994) getur aukið rof haft alvarlegar afleiðingar þar sem vindrof er þeim öflugra sem áfokslagið neðan rôtarkerfis plantna er þykkara (Ólafur Arnalds 1989). Gróðurþekja er besta vörnin gegn rofi en þegar hún rofnar gæti farið af stað keðjuverkandi atburðir með auknu rofi.

Óvissa ríkir um hvaða áhrif aurkeila efst og ofan við fyrirhugað lón muni hafa á gróður en það gæti orðið a.m.k. á tvennan hátt, vegna uppsafnaðra áfoksefna og ef áin leitar inn yfir gróin svæði. Ekki er þekkt hversu mikið áfok gróður á svæðinu þolir en það fer að einhverju eftir gróðurlendum. Engar rannsóknir hafa farið fram á þolmörkum gróðurs við þessar aðstæður en rannsókn var sett af stað s.l. haust norðan Vatnajökuls í tengslum við Kárahnjúkavirkjun. Þegar niðurstöður úr þeirri tilraun koma fram eftir 3-5 ár fást vísbendingar um afleiðingar mismikils áfoks á mólendisgróður á hálendinu. Þurrlendissvæðin eru í meiri hættu en votlendi hvað varðar rof. Í votlendi er líklegt að mikið áfok breyti smám saman tegundasamsetningu vegna mögulegra breytinga í grunnvatnsstöðu. Það eru meiri sveiflur í grunnvatnsstöðu þurrlendissvæða (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1994) og áfok þar er líklegri til að ná því marki að sár myndist í gróðurþekju. Opnur í gróðurþekju auka hættu á vindrofi, ekki síst vegna þess hve jarðvegur er víða þykkur á svæðinu.

Ef lítið er til mjög langs tíma mun lónið fyllast af seti og það verður uppspretta áfoksefna inn á gróin svæði. Vegna þess hve langt er í þetta má búast við að gróður á svæðinu hafi einnig breyst að einhverju leyti. Myndun Norðlingaöldulóns getur sett af stað röð atburða sem munu sumir hverjir ekki koma fram fyrir en eftir langan tíma.

Besta sviðsmynd. Rúmlega 7 km² gróins lands fer undir Norðlingaöldulón. Af því er 2,3 km² (4,9%) votlendi og 4,9 km² (6,5%) þurrlendi. Hætta er á að níu plöntutegundir (háplöntur, fléttur og mosar) tapist úr flóru svæðisins, m.a. fléttutegundir sem hafa fundist óvíða utan Þjórsárvera. Mjög lítið og afmarkað rof verði úr bökkum lónsins þannig að lítið rof verði af því og unnt að halda því í skefjun með grjótvörn og uppgræðslu.

Trúleg sviðsmynd. Auk þess gróðurs sem tapast í lónstæðinu (7,2 km², sjá bestu sviðsmynd) er líklegt að gróður verði fyrir áhrifum vegna breyttrar grunnvatnsstöðu, áfoks og jarðvegsrofs. Áhrifasvæði hækkaðrar grunnvatnsstöðu er breytilegt eftir því hversu mikið land hallar frá lóninu og mest er þetta um 500 m í Tjarnaveri en víðast hvar mun minna. Í heildina verða þessi áhrif lítil. Áfoksgeirar myndast á afmörkuðum svæðum upp frá strandsvæði lónsins og út frá aurkeilu auk þess sem aukið áfok á svæðinu mun setja af stað gróðureyðingu á takmörkuðum svæðum.

Versta sviðsmynd. Auk þess gróðurs sem tapast í lónstæðinu (7,2 km², sjá bestu sviðsmynd) mun mikill gróður tapast vegna jarðvegsrofs. Eyðing jarðvegs og gróðurs verður afleiðing samverkandi þátta, m.a. vindrofs í kjölfar rofs á strandsvæðum lónsins, aukið áfok frá strandsvæði og aurkeilu auk rofs frá afmörkuðum þurrlendisvæðum vegna hækkunar á grunnvatni og hörfunnar þurrlendistegunda því samfara.

3.7.3 Gróður - mótvægisáðgerðir

Mótvægisáðgerðir sem miða að því að minnka öldurof og vindrof úr strandsvæðum fyrirhugaðs lóns geta seinkað eða að hluta til komið í veg fyrir gróðurhnignun og gróðureyðingu. Að sama skapi geta áðgerðir sem minnka söfnun aurs í efsta hluta lónsins og fyrir ofan það dregið úr neikvæðum áhrifum setmyndunarinnar á gróður.

Stöðvun rofs og uppgræðsla hefur farið fram víða um land og í matskýrslu LV er bent á hvaða aðferðir komi til greina við heftingu sandfoks við Norðlingaöldulón. Mælt er með misjafnlega umfangsmiklum áðgerðum eftir sandmagni, allt frá því að hreinsa sand af svæðinu og til þess að setja upp skjólgirðingar auk sáningar melgresis og túnvinguls. Á sandsvæðum hefur Landgræðsla ríkisins aðallega notað melgresi með góðri reynslu en ekki hefur verið unnið með það í eins mikilli hæð eða við svipaðar aðstæður og við fyrirhugað Norðlingaöldulón. Það svæði sem Landgræðslan hefur sáð melgresi á næst Þjórsárverum er í svokölluðum Árskógum norðaustur af Búrfelli í 300 til 350 m h.y.s. Þær áðgerðir hafa tekist vel en vakin er athygli á því hversu mikill hæðamunur er á þessum svæðum (Þjórsárver eru í um 600 m h.y.s). Melgresi hefur ekki fundist við fyrirhugað lón (Kristbjörn Egilsson og Hörður Kristinsson 1997) enda nær útbreiðsla þess ekki inn á svæðið (Hörður Kristinsson 1998). Það er ekki ólíklegt að melgresi gæti vaxið þar en nauðsynlegt er að kanna möguleika á notkun þess vel áður en gert er ráð fyrir melsáningu sem hugsanlegri mótvægisáðgerð. Einnig þarf að huga að því hvort það geti talist æskilegt að flytja tegundina inn á svæðið.

3.7.4 Gróður – niðurstaða

Mat LV á þeim gróðri (gróðurlendi og tegundir) sem fer undir lónið er trúverðugt. Hins vegar er mikil óvissa fólgin í mati á afleiddum áhrifum framkvæmda einkum vegna þess hve erfitt er að spá fyrir um aukna rofhættu á svæðinu. Með tilkomu Norðlingaöldulóns eykst hættu á jarðvegsrofi og hnignunar gróðurs í kjölfarið. Þetta mun bæði gerast vegna rofs á bökkum lónsins og vegna myndunar aurkeilu ofan við lónið. Hætta á að keðjuverkandi atburðarrás fari í gang er til staðar en við það gætu áhrifin orðið mikil. Nauðsynlegt er að greina eins nákvæmlega og kostur er fyrir sjáanlega myndun aurkeilunnar í lóninu. Einnig þarf að spá betur fyrir um hvernig áin gæti flætt um aurana við þessar breyttu aðstæður. Í ljósi framangreindrar óvissu teljum við að heildaráhrif á gróður í Þjórsárverum séu vanmetin af LV.

Mótvægisáðgerðir sem leitast við að minnka hugsanlegt öldurof, vindrof og setmyndun munu seinka eða að hluta til koma í veg fyrir hugsanlega hnignun og eyðingu gróðurs. Þó líkur séu á að hægt sé að nota melgresi til að stöðva frekara rof ef sandur fer yfir gróin svæði hafa engar athuganir farið fram á sambærilegum stað.

3.8 Freðmýrarústir

Meðalárshiti í Þjórsárverum er tæplega -1°C en freðmýri eða túndra er skilgreind þar sem er sífreri við -1°C . Rústir (e. palsa) eru freðmýrarfyrirbæri sem finnast allvíða á hálendi Íslands. Stærstu og fjölbreyttustu rústasvæðin eru í Þjórsárverum en einnig eru merkar rústir á Jökuldalsheiði, Fljótsdalsheiði, í Orravatsnrústum og Guðlaugstungum (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1988). Rústir koma fyrir sem bungur í landslagi þar sem jarðvegsyfirborð hækkar við að íslinsa myndast í fínkornóttum jarðvegsefnum undir góðu einangrunarlagi, t.d. mólagi.

Við myndun Norðlingaöldulóns færu $1,3\text{ km}^2$ rústa undir vatn á svæðinu eða $11,5\%$ allra kortlagðra rústa í Þjórsárverum. Rústir í Þjórsárverum voru kannaðar m.t.t. þéttleika, stöðugleika, gróðurs á kollum rústa svo og gróðurs á milli þeirra (Hörður Kristinsson og Ragnhildur Sigurðardóttir 2001). Rústir voru flokkaðar sem óstöðugar, stöðugar og staðnaðar rústir eftir gróðursamsetningu kollanna. Óstöðugustu rústirnar bera votlendistegundir og talið er að gróðurinn sé líkastur þeim gróðri sem var þegar rústin myndaðist; þetta eru jafnframt taldar yngstu rústirnar. Stöðugar rústir eru þær sem þurrlendisgróður er kominn vel á veg en þróun gróðurs á rústakollum er sú að smám saman verður lyng og víðir meira áberandi. Heildarflatarmál rústa á kortlagða svæðinu var um 11 km^2 og stærsti hluti þeirra voru þéttar rústir eða $9,4\text{ km}^2$. Í fyrirhuguðu lónstæði Norðlingaöldu er $0,9\text{ km}^2$ ($89,6\text{ ha}$) af stöðugum rústum eða $15,5\%$ slíkra rústa í Þjórsárverum. Til viðbótar eru $0,3\text{ km}^2$ ($28,9\text{ ha}$) staðnaðra rústa sem er þriðjungur ($35,3\%$) þeirra í verunum. Þessir tveir flokkar eru taldir hafa hæst verndargildi, m.a. vegna varps heiðagæsarinnar og fjölbreytts búsvæðis fyrir dýr og plöntur en 18% þeirra ($1,2\text{ km}^2$) munu hverfa undir lón.

Auk þeirra rústa sem fara undir vatn er hugsanlegt að fleiri rústir verði fyrir afleiddum áhrifum, vegna breytinga á grunnvatnsstöðu og hættu á rofi. Í matsskýrslu eru afleidd áhrif á rústir ekki metin. Við teljum ljóst miðað við legu rústanna við jaðar lónsins að þá verði þessi áhrif einhver en óvíst er hversu mikil þau verða. Samband milli grunnvatnsstöðu og rústa er illa þekkt en þó eru vísbendingar um að breytingar í grunnvatnsstöðu hafi áhrif á rústir (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1994). Vegna þessa er mikil óvissa í mati á afleiddum áhrifum á rústir. Við teljum þó líklegt að rústir í neðsta hluta Tjarnavers og í Oddkelsdæld verði fyrir áhrifum, annað hvort á fyrstu árunum eftir að lón myndast eða þegar aurkeilan fer að myndast og áhrif hennar koma fram. Rof í bókum lónsins í Tjarnaveri og sunnan Sóleyjarhöfða mun að öllum líkindum hafa áhrif á rústir við mörk lónsins; þetta má sjá við samanburð á útbreiðslukorti rústa og korti af áhættusvæði umhverfis lónið. Út frá kortlögðum bakvatnsáhrifum, eins og það er kynnt í matsskýrslu LV, máttum við gróflega að um 4% allra rústa gætu raskast vegna breytinga á grunnvatnsstöðu. Í heild gætu því um 15% rústa í Þjórsárverum horfið eða raskast verulega.

Rústasvæði eru víðáttumeiri og fjölbreyttari í Þjórsárverum en annars staðar á landinu og eru rústir einkennandi fyrir svæðið. Rústir eru mikilvæg búsvæði fyrir fléttur og smádýr auk þess að vera mikilvæg varpsvæði heiðagæsar. Vegna þeirra sérstöku aðstæðna sem þurfa að vera til að rústir myndast er ljóst að tap á rústum vegna lónmyndunar er óafturkræft. Hugsanleg áhrif á rústir vegna myndunar aurkeilu væri hægt að seinka með þeim mótvægisáðgerðum sem miða að því að seinka myndun hennar (sjá 3.4.1 Setmyndun – mótvægisáðgerðir).

Áhrif framkvæmda á rústir þarf að meta m.t.t. tveggja alþjóðlegra samninga sem Íslendingar eru aðilar að, Ramsarsamþykktin og Bernarsamningurinn (sjá kafla 4). Skráning Þjórsárvera sem alþjóðlega mikilvægs votlendissvæðis (Ramsar) byggðist bæði á einkennum svæðisins og mikilvægi þess sem varpsvæði heiðagæsa. Rústir eru einkennandi fyrir Þjórsárver og meðal mikilvægustu varpsvæða gæsarinnar. Þá hafa rústir einnig sérstakt verndargildi vegna þess að þær eru meðal þeirra búsvæða sem

talin eru í hættu af aðildarþjóðum Bernarsamningsins og njóta því sérstakrar verndar, eins og síðar verður vikið að (sjá kafla 4).

Besta sviðsmynd. Undir lón fara 1,3 km² rústa eða 11,5% rústa í Þjórsárverum. Enn stærra hlutfall eða 18% þeirrar gerðar rústa sem taldar eru mikilvægastar fyrir heiðagæs, smádyr og gróður fara undir lón.

Trúleg sviðsmynd. Auk þeirra rústa sem fara undir vatn (1,3 km², sjá nánar bestu sviðsmynd) mun áhrifa lónsins gæta neðst í Tjarnaveri og Oddkelsdæld auk þess sem rústir í jaðri lónsins austan megin munu raskast. Gróft mat út frá kortlögðum rústum og áhrifum á grunnvatnsstöðu bendir til að um 4% allra rústa gætu raskast til viðbótar eða að í heildina hverfi eða raskist verulega um 15% rústa. Þetta er röskun á um 20% rústa í hæsta verndarflokki.

Versta sviðsmynd. Auk þeirra rústa sem fara undir vatn (1,3 km², sjá nánar bestu sviðsmynd) munu áhrifa lónsins gæta á neðri hluta Tjarnavers og í Oddkelsvers. Í heild hverfi eða raskist yfir 20% rústa í Þjórsárverum.

3.8.1 Freðmýrarústir - niðurstöður

Rústasvæði eru víðáttumeiri og fjölbreyttari í Þjórsárverum en annars staðar á landinu og eru rústir einkennandi fyrir svæðið. Ljóst er að tap á rústum vegna lónmyndunar er óafturkræft. Við myndun Norðlingaöldulóns færu 1,3 km² rústa undir vatn á svæðinu eða 11,5% allra kortlagðra rústa í Þjórsárverum. Um 18% rústa í hæsta verndarflokki (stöðugar og staðnaðar rústir) á svæðinu munu hverfa. Auk þess eru miklar líkur á að áhrifa lónsins gæti nokkuð út fyrir lónstæðið. Óvissa er þó mikil um það hversu langt út frá lóninu áhrifin verða því það er háð ýmsum þáttum, m.a. sambandinu á milli grunnvatnsstöðu og rústa. Gróflega áætlað gætu um 4% allra rústa í verunum raskast til viðbótar. Í heild gætu því um 15% rústa horfið eða raskast verulega í kjölfar framkvæmda.

3.9 Heiðagæs

Í Þjórsárverum er að finna langstærstu heiðagæsabyggð í heimi, og þar verpa nú tæplega 7.000 pör eða 15-20% af þeim 40.000 pörum sem talin eru í stofninum (Arnbór Garðarsson 1997, 2002; Fredriksen o.fl. 2002). Undanfarni áratug hefur heiðagæsastofninn verið stöðugur eftir samfellda fjölgun síðan fyrir 1960 (Mitchell o.fl. 2002). Heiðagæsnum hefur hins vegar fækkað í Þjórsárverum frá því á árunum 1970-1980 af ókunnum ástæðum en á tímabili urpu þar allt að 11.000 pör (Arnbór Garðarsson 1997).

3.9.1 Fjöldi heiðagæsahreiðra í Þjórsárverum og í lónstæði (575 m)

Forsendur fyrir mati á áhrifum Norðlingaölduveitu á heiðagæsir eru misjafnlega áreiðanlegar. Heildarstofnstærð telst vel þekkt, svo og þróun stofnsins á undanförunum áratugum (Mitchell o.fl. 1999). Hlutfall varppara í stofninum er háð nokkurri óvissu og er reiknað út frá ýmsum gefnum forsendum (Fredriksen o.fl. 2002). Þá er mat á fjölda varpfugla í Þjórsárverum einnig útreiknuð stærð og byggist fyrst og fremst á sniðtalningum úr lofti sumarið 1996 (talið af ljósmyndum). Vikmörk fyrir heildarfjölda hreiðra í Þjórsárverum eru talsverð (95% öryggismörk = 5.100 - 7.800 pör; sbr. Arnbór Garðarsson 1997) en sambærileg við það sem tíðkast í slíkum talningum. Rannsóknir á landnýtingu heiðagæsa í Þjórsárverum sumarið 2001 benda til þess að fjöldi varpfugla hafi verið álíka mikill þá og 1996 (Arnbór Garðarsson 2002) og er gengið út frá þeirri forsendu hér.

Óvissa í mati á fjölda para sem verpa í einstökum hlutum Þjórsárvera eða í tilteknum lónstæðum er veruleg og aukast vikmörk þeim mun meir sem svæðið er minna. Sem dæmi má nefna að Arnbór Garðarsson (1997) reiknaði út að um 540 hreiður gætu lent í lóni neðan 581 m y.s. Vikmörk þess mats

voru hins vegar afar víð (95% öryggimörk = 132 - 946). Hvorki hann, né aðrir fuglafræðingar hafa því treyst sér til, út frá fyrirliggjandi gögnum að ákvarða hliðstæð gildi fyrir lón með 575 m vatnsborð. Þær tölur sem gengið er út frá í matsskýrslu LV byggjast því á einfaldri margföldun án vikmarka (sbr. bls. 127 og 131). Gert er ráð fyrir 16-19 hreiður¹ séu að meðaltali á km² og að innan lónstæðis séu því 450-550 hreiður, þar af 100-150 hreiður innan friðlandsmarka. Gengið var út frá þessum tölum í mati á áhrifum Norðlingaöldu á heiðagæsastofninn (Fredriksen o. fl. 2002) en eins og rakið hefur verið hér að framan byggja þær á fremur ótraustum grunni. Í þessari skýrslu er ekki tók á að bæta þetta mat – eina leiðin til þess er að telja hreiður í lónstæðinu og hegða gagnasöfnun þannig að vikmörk verði viðunandi. Talningar á gæsum í Þjórsárverum til þessa hafa fyrst og fremst beinst að því að meta heildarstofnstærð á svæðinu í Þjórsárverum en ekki í einstökum hlutum þeirra (sbr. Arnþór Garðarsson 1997).

3.9.2 Áhrif Norðlingaölduveitu á heiðagæsir

Ef gert er ráð fyrir að um 550 hreiður fari á kaf í Norðlingaöldulón mun það hafa áhrif á um 8% gæsapara í Þjórsárverum og um 1,4% para alls stofnsins; ef aðrar hugsanlegar virkjanir hér á landi eru teknar inn í myndina gætu slíkar framkvæmdir haft áhrif á allt að 10% varpstofnsins (Fredriksen o.fl. 2002). Með einföldu stofnlíkani var reynt að gera grein fyrir hugsanlegum áhrifum þess að viðkoma heiðagæsar mundi minnka um 10% á ári, t.d. sem afleiðing af virkjanaframkvæmdum á komandi árum (Fredriksen o.fl. 2002). Í líkaninu voru einnig metin hugsanleg áhrif þess að lífslíkur heiðagæsa minnki um 5% en það gæti t.d. gerst vegna aukins veiðialags eða truflunar. Þar sem heiðagæsin er langlífur fugl, kemur það ekki á óvart, að tiltölulega litlar breytingar á lífslíkum hafa miklu meiri áhrif á stofninn en sambærilegar breytingar í viðkomu; 5% minni lífslíkur, og óbreytt viðkoma, gæti leitt til helmingis fækkunar stofns á um 20 árum. Í samantekt Fredriksen o.fl. (2002) eru slegnir miklir varnaglar, enda var þar fyrst og fremst um að ræða fræðilega greiningu á hugsanlegum ógnum.

Það var mat Fredriksen o.fl. (2002) að ætla mætti að skerðing á 10% varpsvæða heiðagæsa vegna virkjana væri ekki alvarleg fyrir framtíð stofnsins. Ef aðrir þættir í stofnvistfræði tegundarinnar haldast óbreyttir gæti þetta leitt til um 9% fækkunar á um 10 árum. Það var mat þeirra að mjög erfitt yrði að greina fækkun sem á rætur að rekja til framangreindra breytinga með núverandi vöktunaraðferðum. Auk þess er ekki hægt að útiloka að stofninn gæti bætt sér upp þessa röskun að einhverju leyti, t.d. að gæsir sem missi varplönd leiti annað til varps eða að lífslíkur fugla aukist á tímabilinu. Að framansögðu er ljóst að enn erfiðara er að greina áhrif þess á heiðagæsastofninn að skerða varpstöðvar stofnsins um 2-3% samanlagt eins og gert er ráð fyrir með Norðlingaölduveitu og Kárahnjúkavirkjun.

¹ Þetta er mun lægra meðaltal en reiknað var fyrir tæplega 200 km² talningarsvæði í Þjórsárverum árið 1996 (um 33 hreiður/km² sbr. Arnþór Garðarsson 1996). Þá var talið á 12 sniðum og var þéttleiki hreiðra á einstökum sniðum afar breytilegur 13-63 hreiður/km². Það meðaltal sem gengið er út frá í matsskýrslu LV er sett fram í samráði við Arnþór Garðarsson og byggist á þéttleika hreiðra á þeim hluta fyrrnefndra sniða sem voru neðan 578 m y.s. (Guðjón Jónsson; Arnþór Garðarsson, munnl. uppl. 11. desember 2002). Í fyrrgreindu samtali lagði Arnþór áherslu á að vikmörk væru afar víð í slíku mati og hann teldi því eðlilegt að í ljósi þeirrar áhættu sem tekin væri með framkvæmdum að miða við efri vikmörk þegar reiknað væri upp úr slíkum gögnum (sjá Arnþór Garðarsson 1999).

Fredriksen o.fl. (2002) bentu á að á komandi árum væru yfirgnæfandi líkur á því að heiðagæsastofninn mundi standa frammi fyrir auknum ógnum vegna umsvifa mannsins, m.a. vaxandi truflun á varp- og fellistöðvum hér á landi og að taka yrði tillit til þessa við ákvarðanir um virkjanir á næstu árum. Með varúðarregluna að leiðarljósi mæltu þeir með varfærni, því ljóst væri að margvíslegar ógnir steðja að heiðagæsastofninum, þrátt fyrir að ekki sé hægt að greina þær magnbundið eins og sakir standa.

3.9.3 Afleidd áhrif Norðlingaölduveitu á heiðagæsir

Það mat á áhrifum Norðlingaölduveitu á heiðagæsir sem rakið var hér að framan tók einungis til beinna áhrifa Norðlingaöldulóns og var ekki gert ráð fyrir neinni óvissu í mati á fjölda hreiðra í lónstæðinu. Afar erfitt er að meta afleidd áhrif (skerðingu rústa og beitolanda; truflun) framkvæmda en ljóst er að þau verða einhver og Norðlingaölduveita mun sennilega hafa áhrif á mun hærra hlutfall hreiðra í Þjórsárverum en gert er ráð fyrir í matsskýrslu LV. Hér eru ekki forsendur til að meta slíkt af neinu öryggi. Í ljósi þeirra óvissu sem ríkir um áhrif Norðlingaölduveitu á gróður (sjá kafla 3.7) og miklum vikmörkum í mati á hreiðrafjölda í lónstæði verður að gera ráð fyrir því að veitan geti með tímanum haft áhrif á mun fleiri hreiður en gert er ráð fyrir í matsskýrslu LV. Afleidd áhrif verða líklega mest í Tjarnaveri en þar er eitt af þéttustu heiðagæsavörpum í Þjórsárverum (sbr. Arnþór Garðarsson 1997). Hugsanlega gætu framkvæmdir því haft áhrif á 2-3x fleiri hreiður en gert er ráð fyrir í matsskýrslu LV eða 1.000-1.500 hreiður (um 20% hreiðra í Þjórsárverum og 4% alls stofnsins). Þetta mat ber einungis að skoða sem stærðargráðu í ljósi allrar þeirrar óvissu sem er um fjölda hreiðra í lónstæði og afleidd áhrif Norðlingaölduveitu á beitolönd og varpsvæði.

Besta sviðsmynd. Um 8% hreiðra fara undir vatn og engin afleidd áhrif (mat LV).

Trúleg sviðsmynd. A.m.k. 8% hreiðra í Þjórsárverum fara undir vatn og annað eins að auki (alls um 15% hreiðra) mun verða fyrir áhrifum síðar meir vegna afleiddra áhrifa. Truflun vegna framkvæmdar og aukinnar umferðar dregur úr varpárangri heiðagæsa í Þjórsárverum.

Versta sviðsmynd. Allt að 20% hreiðra í Þjórsárverum munu raskast; aukin truflun og alvarleg hnignun varp- og beitolanda á komandi áratugum.

3.9.4 Heiðagæs – mótvægisáðgerðir

Hægt er að draga úr afleiddum áhrifum vegna setmyndunar og rofs á gróður (sjá kafla 3.7) og gæti það leitt til minna tjóns á varp- og beitolöndum heiðagæsa. Sumar þessara aðgerða gætu jafnframt valdið auknum truflunum. Hægt er að stýra betur umferð um Þjórsárver með því að hindra ferðir um stíflu, leggja ekki vegi eða slóða inn í verin og herða eftirlit.

3.9.5 Heiðagæs - niðurstöður

Mat LV á áhrifum framkvæmda á heiðagæs er háð talsverðri óvissu og er sennilega vanmat. Óvissan stafar af tvennu; annars vegar af óvissu um hversu mörg hreiður fara undir lón. Hins vegar af afleiddum áhrifum sem gæti leitt til þess að mun fleiri gæsir missi búsvæði sín en gert er ráð fyrir í mati LV. Truflun vegna framkvæmda og mótvægisáðgerða er einnig vanmetin. Á svæðisvísu (Þjórsárver) gætu mun meira af hreiðurstæðum og beitolöndum raskast á svæðinu en þau 8% sem gert er ráð fyrir í mati LV). Mótvægisáðgerðir sem ræddar hafa verið í tengslum við setmyndun og rof gætu dregið úr neikvæðum áhrifum, svo og markviss stjórnun á umferð.

4 ALÞJÓÐLEGIR SAMNINGAR OG NÁTTÚRUVERND

Alþjóðlegir samningar sem Íslendingar hafa samþykkt og varða Þjórsárver fjalla m.a. um vernd á tilteknum plöntu- og dýrategundum, vernd lífsvæða og líffræðilega fjölbreytni. Einnig þarf að taka tillit til laga um Náttúruvernd nr. 44/1999, einkum 37. gr. laganna, en þar eru taldar upp jarðmyndanir og vistkerfi sem njóta sérstakrar verndar og forðast skal að raska. Skírskotun þeirrar greinar á við um eftirtalin fyrirbæri á áhrifasvæði Norðlingaölduveitu: Stöðuvötn og tjamir sem eru 1.000 m² eða stærri, mýrar og flóa 3 ha eða stærri, fossa, hverir og aðrar heitar uppsprettur.

4.1 Ramsarsamningurinn

Markmið samningsins er að stuðla að verndun votlendissvæða í heiminum, sérstaklega sem lífsvæða fyrir votlendisfugla. Hvert aðildarríki er skuldbundið til þess að tilnefna a.m.k. eitt friðað votlendissvæði á skrá hennar yfir votlendi, sem hafa alþjóðlega þýðingu fyrir fuglalíf. Þjórsárver eru eitt þriggja svæða hér á landi sem hafa verið tilkynnt á Ramsarskrána (árið 1990). Þjórsárver voru um tíma (1990-1993) sett á svokallaðan Montraux-lista af eftirlitsnefnd Ramsar en það er skrá yfir svæði sem talin eru í hættu vegna nýtingar sem ekki telst sjálfbær. Þá eru í samningum ýmis ákvæði er varða breytingar á mörkum Ramsarsvæða og hvenær megi skerða vistfræðilega eiginleika (ecological character) slíkra svæða. Svo slíkt sé réttlætjanlegt þarf að vera um að ræða brýna þjóðarhagsmunum. Skilgreiningar á hvað teljast breytingar á vistfræðilegum eiginleikum eru reifaðar í ýmsum ályktunum samningsins og taka til neikvæðra breytinga af mannavöldum.² Gert er ráð fyrir að mat á slíkum breytingum byggist á samanburði líklegra breytinga við lýsingu á svæðinu þegar það var skráð á Ramsar-listann.³ Við teljum líklegt að fyrirhuguð Norðlingaölduveitu gæti breytt vistfræðilegum eiginleikum Þjórsárvera, einkum vegna þess hve stór hluti rústasvæða verða fyrir röskun og eins óvissu um afleiðd áhrif veitunnar.

4.2 Bernarsamningurinn

Markmið samningsins er að stuðla að verndun villtra plantna, dýra og lífsvæða þeirra. Jafnframt er það markmið samningsins að stuðla að alþjóðasamstarfi þar sem þörf er á því til að vernda tegundir villtra

² Sjá t.d. resolution VI.1: Change in the ecological character of a site is interpreted as meaning adverse change, in line with the context of Article 3.2 of the Convention and Recommendation 4.8 (1990), which established the Montreux Record. The definition refers explicitly to adverse change caused by human activities. It excludes the process of natural evolutionary change occurring in wetlands. It is also recognized that wetland restoration and/or rehabilitation programmes may lead to favourable human-induced changes in ecological character.

³ Resolution VI.1: 2.4. Change in the ecological character of a listed site should be assessed against the baseline status presented in the Information Sheet on Ramsar Wetlands, at the time of designation for the List (or at the time the Information Sheet was first provided to the Bureau), together with any information which has been received subsequently.

plantna, dýra og lífsvæða.

4.2.1 Plöntur

Engin mosategund á valista (Náttúrufræðistofnun 1996) hefur fundist í Þjórsárverum en sumarið 2002 fundust 2 nýjar tegundir fyrir Ísland sem sennilega verða settar á valista (Bergþór Jóhannsson, munnl. uppl.) Báðar þeirra vaxa langt fyrir utan áhrifasvæði Norðlingaölduveitu. Enginn alþjóðlegur valisti er til um fléttur og engin þeirra nýtur friðunar samkvæmt íslenskum lögum og reglugerðum. Á valista er ein fléttutegund sem vex í fyrirhuguðu lónstæði í Þjórsárverum (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996; Kristbjörn Egilsson og Hörður Kristinsson 1997; Landsvirkjun 2002). Örfáar íslenskar háplöntur falla undir Bernarsamninginn, þar á meðal gullbrá *Saxifraga hirculus* (Ólafur Einarsson o.fl. 2002). Þegar Íslendingar gerðust aðilar að samningnum var gerður sérstakur fyrirvari vegna þessarar tegundar þar sem hún er mjög algeng hér á landi, þar á meðal í Þjórsárverum (Kristbjörn Egilsson og Hörður Kristinsson 1997; Hörður Kristinsson 1998). Engin planta á valista (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996) mun hverfa úr Þjórsárverum vegna Norðlingaöldulóns.

4.2.2 Fuglar

Íslendingar bera mikla ábyrgð á stofnum nokkurra tegunda vegna þess hve íslenskir varpfuglar eru hátt hlutfall af heildarstofnstærð þessara fuglategunda í Evrópu (Náttúrufræðistofnun Íslands 2000). Íslenskar ábyrgðartegundir (ef miðað er við 30%–50% af Evrópustofnum) sem verpa í Þjórsárverum eru: Heiðagæs, straumönd, sandlóa, heiðlóa, sendlingur, lóupræll og skúmur (hefur orpið; Náttúrufræðistofnun Íslands 2000). Íslendingar bera sérstaklega mikla alþjóðlega ábyrgð á stofnum heiðagæsar enda verpa hér 80% allra heiðagæsa í heiminum.

Leggja ber sérstaklega áherslu á vernd þeirra fuglategunda sem taldar eru upp í 2. viðauka Bernarsamningsins, svo og búsvæða þeirra. Eftirtaldar tegundir sem skráðar eru í fyrrnefndum viðauka verpa í Þjórsárverum: Himbrimi, álft, straumönd, sandlóa, sendlingur, lóupræll og óðinshani. Norðlingaölduveita mun hafa áhrif á þær allar, nema himbrima. Hins vegar eru þau áhrif sennilega óveruleg í ljósi þess hve lítt hluti stofns viðkomandi tegunda yrði fyrir röskun.

4.2.3 Verndun búsvæða

Í 4. gr. Bernarsamningsins eru ákvæði um verndun búsvæða; þar er m.a. kveðið á um að tryggja verndun búsvæða þeirra tegunda sem nefnar eru í 1. og 2. viðauka samningsins, svo og þeirra vistgerða sem eru í hættu. Aðildarþjóðunum er jafnframt falið að forðast eða draga eins og kostur er að skerða slík svæði.⁴ Rústir eru meðal þeirra búsvæða sem talin eru í hættu af aðildarþjóðum Bernarsamningsins⁵ og njóta því sérstakrar verndar. Áhrif Norðlingaölduveitu á rústir í Þjórsárverum eru veruleg (sjá kafla 3.8

⁴ Article 4: (1) Each Contracting Party shall take appropriate and necessary legislative and administrative measures to ensure the conservation of the habitats of the wild flora and fauna species, especially those specified in Appendices I and II, and the conservation of endangered natural habitats. (2) The Contracting Parties in their planning and development policies shall have regard to the conservation requirements of the areas protected under the preceding paragraph, so as to avoid or minimise as far as possible any deterioration of such areas.

⁵ Resolution No. 4 (1996) listing endangered natural habitat requiring specific conservation measures: Bern Convention, Annex 1. Endangered natural habitat types: Palsa mires (54.9).

um freðmýrarústir).

4.3 Alþjóðlegir samningar - niðurstöður

Þjórsárver eru eitt þriggja Ramsarsvæða hér á landi. Samkvæmt Ramsarsamningnum þurfa brýnir þjóðarhagsmunir að vera fyrir hendi svo að skerða megi slík svæði. Fyrirhuguð Norðlingaölduveita gæti breytt vistfræðilegum eiginleikum Þjórsárvera í skilningi samningsins, einkum vegna þess hve stór hluti rústasvæða raskast og óvissu um afleidd áhrif. Rústir eru einnig meðal þeirra búsvæða sem talin eru í hættu af aðildarþjóðum Bernarsamningsins og njóta því sérstakrar verndar. Áhrif Norðlingaölduveitu á rústir í Þjórsárverum verða veruleg en hvorki Landsvirkjun (2002) né Skipulagsstofnun (2002) fjalla um þetta ákvæði Bernarsamningsins.

5 NIÐURSTAÐA

Fyrirhugaðar framkvæmdir LV við Norðlingaöldu munu hafa bein áhrif á gróður og dýralíf í lónstæðinu auk þess sem þær munu hafa áhrif á ýmsa ólífræna þætti sem mun smám saman hafa áhrif á náttúrufar svæðisins.

Norðlingaöldulón mun sennilega hafa lítil áhrif á grunnvatnsstöðu, en að þar sem land er flatt mun áhrifa gæta allt að 500 m frá lónborði. Stærð þessa landsvæðis var ekki metin af LV en við áætlum að það getið verið nokkrir km². Hækkun grunnvatns á umræddu belti mun hafa áhrif á gróður og hugsanlega rústir. Töluverð óvissa ríkir um hvernig framvinda setmyndunar verður og því ríkir að sama skapi óvissa um þær breytingar á grunnvatnsstöðu sem tengjast setmynduninni.

Mat LV á aurburði í Þjórsá og setmyndun í fyrirhuguðu lóni er trúverðugt en töluverðri óvissu undirorpið. Án mótvægisáðgerða mun lónið smám saman fyllast af aur og eyrar fara fljótlega að myndast í efsta hluta þess. Farvegur Þjórsár mun einnig hækka um allt að 2 – 3 m á nokkurra km kafla ofan lóns. Áin mun þá fara að flæmast um stærra svæði og gæti farið að ganga á gróðurlendi beggja vegna árfarvegur í ríkara mæli en í dag. Ef ekkert verður að gert mun lónið hálfyllast á um 100 árum.

Mat LV á öldurofi er í meginráttum trúverðugt. Öldurof mun trúlega verða á um 20 – 25% af heildarstrandsvæðum lónsins. Á takmörkuðum hluta þessara svæða mun öldurofið fljótlega ná u.þ.b 20–30 m frá upphaflegu lónborði en víðast mun það verða mun minna. Búast má við því eftir einhverja áratugi að víða verði sendnar strendur umhverfis lónið. Hluti þessara svæða er þakinn gróðri í dag.

Mat LV á áhrifasvæði vindrofs í bökkum fyrirhugaðs lóns er trúverðugt en túlkun á núverandi rofi á svæðinu er að okkar mati vafasöm. Því eru áhrif rofs í kjölfar lónmyndunar sennilega vanmetin. Auk þess gæti sá aur sem setjast mun til á eyrum Þjórsár ofan lóns orðið í ríkara mæli uppspretta áfoksefna en sá aur sem sest þar til í dag. Mikil óvissa ríkir hins vegar um hvernig aurinn mun setjast til og hversu stór hluti hans gæti myndað áfoksefni.

Mat LV á þeim gróðri sem fer undir lónið er trúverðugt en mikil óvissa er fólgin í mati á afleiddum áhrifum vegna þess hve erfitt er að spá fyrir um aukna rofhætta á svæðinu. Hætta á að keðjuverkandi atburðarrás fari í gang er til staðar en við það gætu áhrifin orðið mikil. Í ljósi framangreindrar óvissu teljum við að heildaráhrif á gróður í Þjórsárverum séu vanmetin af LV.

Rústasvæði eru víðáttumeiri og fjölbreyttari í Þjórsárverum en annars staðar á landinu og eru rústir einkennandi fyrir svæðið. Tap á rústum er óafturkræft en 11,5% rústa í Þjórsárverum hverfa, þar af 18% rústa í hæsta verndarflokki (stöðugar rústir). Óvissa er mikil um hversu langt út frá lóninu áhrifa komi til með að gæta á rústir og tengist það m.a. sambandi milli grunnvatnsstöðu og rústa. Í heild gætu um 15% rústa horfið eða raskast verulega.

Mat LV á áhrifum framkvæmda á heiðagæs er háð talsverðri óvissu og er sennilega vanmat. Truflun vegna framkvæmda og mótvægisáðgerða er einnig vanmetin. Á svæðisvísu (Þjórsárver) gæti mun meira af hreiðurstæðum og beitolöndum skaðast en en gert er ráð fyrir í mati LV.

LV hefur lagt til ýmsar mótvægisáðgerðir til að minnka umhverfisáhrif framkvæmda. Þessar áðgerðir eru misjafnlega umfangsmiklar; sumar eru til þess fallnar að minnka eða koma í veg fyrir áhrif en aðrar munu aðeins seinka þeim. Aðferðir þær sem LV leggur til við að minnka öldurof á bökkum lónsins eru að okkar mati raunhæfar og gætu ásamt vöktun minnkað hættu á vindrofi frá strandsvæðum lónsins. Mótvægisáðgerðir vegna aurburðar munu fyrst og fremst seinka áhrifunum en þessar áðgerðir, setlón og

varnargarðar, eru líka á annarri stærðargráðu. Í matsskýrslu LV var ekki lagt mat á áhrif mótvægisáðgerða á náttúru svæðisins en ljóst er að allar þær áðgerðir hafa aukið rask í för með sér. Ásýnd svæðisins breytist vegna þessara áðgerða og líffræðilegar mótvægisáðgerðir vegna rofs (sáningar og áburðargjöf) munu breyta gróðri á svæðinu.

Líklegt er að fyrirhuguð Norðlingaölduveita geti breytt vistfræðilegum eiginleikum þjósárvera, einkum vegna þess hve stór hluti rústasvæða verður fyrir röskun og eins óvissu um afleidd áhrif veitunnar. Ekki er heimilt að breyta vistfræðilegum eiginleikum Ramsarsvæða nema brýnir þjóðarhagsmunir krefjist. Rústir eru meðal þeirra búsvæða sem talin eru í hættu af aðildarþjóðum Bernarsamningsins og njóta því sérstakrar verndar. Áhrif Norðlingaölduveitu á rústir í þjósárverum verða veruleg og vegna mikilvægi þeirra í alþjóðlegum samningum þarf að taka sérstakt tillit til þeira.

6 HEIMILDIR

- Almenna verkfræðistofan. 2001. Norðlingaöldulón – Öldurof, aurburður, áhlaðandi, vatnsborðssveiflur. 26 bls + teikningar.
- Arnþór Garðarsson 1997. Fjöldi heiðagæsa í Þjórsárverum 1996. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 40. 20 bls.
- Arnþór Garðarsson 1999. Nokkrar athuganir á þéttleika heiðagæsavarpis í Þjórsárverum. Líffræðistofnun háskólans. Óbirt greinargerð.
- Arnþór Garðarsson 2002. Landnotkun heiðagæsar á grónu landi í sunnanverðum Þjórsárverum. Líffræðistofnun háskólans. Fjölrit nr. 57. 27 bls.
- Árni Hjartarson. 1999. Vatnafar Þjórsárvera. Orkustofnun, skýrsla nr. OS-99005. 17 bls.
- Bernarsamningurinn (Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats) 1979: <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/104.htm>
- Borgþór Magnússon. 2002. Norðlingaöldulón 575 m – bakvatnsáhrif. Samantekt unnin fyrir Landsvirkjun, mars 2002. 5 bls.
- Frederiksen, M, Guðmundur A. Guðmundsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2002. Iceland/Greenland Pink-footed Goose population – Preliminary risk analyses. With emphasis on the impact of the Norðlingaalda-reservoir and other proposed hydro-power schemes in Iceland. 22 bls.
- Hörður Kristinsson og Ragnhildur Sigurðardóttir. 2001. Freðmýrarústir á áhrifasvæði Norðlingaölduveitu. Breytingar á 30 ára tímabili. Óbirt skýrsla unnin fyrir Landsvirkjun NÍ-02002. Náttúrufræðistofnun Íslands, Akureyri.
- Hörður Kristinsson. 1998. Íslenska plöntuhandbókin. Blómplöntur og byrkingar. 2. útg. Mál og Menning, Reykjavík.
- Kristbjörn Egilsson og Hörður Kristinsson. 1997. Gróðurfar á áhrifasvæði Norðlingaöldumiðlunar í Þjórsárverum. Unnið fyrir Landsvirkjun. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. NÍ-97027.
- Landsvirkjun. 2001. Norðlingaölduveita – Mótvegisaðgerðir gegn rofi við lónhæð 575 mys. Skýrsla nr. LV 2001/042. 25 bls.
- Landsvirkjun 2002. Norðlingaölduveita sunnan Hofsjökuls – Mat á umhverfisáhrifum. Landsvirkjun.
- Mitchell, C.M., Fox, A.D., Boyd, H. Arnór Þ. Sigfússon og Boertmann, D. 1999. Pink-footed Goose *Anser brachyrhynchus*: Iceland/Greenland. Í: Madsen, J., Cracknell, G. og Fox, T. Goose populations of the Western Palearctic. A review of status and distribution. Bls. 68–81.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 1996. Válisti 1. Plöntur. Náttúrufræðistofnun Íslands. Reykjavík. 82 bls.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2000. Válisti 2. Fuglar. Náttúrufræðistofnun Íslands. Reykjavík. 103 bls.
- Oddur Sigurðsson og Sigmar Metúsalemsson. 2001. Norðlingaöldulón – Vindrof lónhæðir 575 og 577 m y.s. VSÓ Ráðgjöf. 23 bls.
- Ólafur Arnalds, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson og Arnór Árnason. 1997. Jarðvegsrof á Íslandi. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Reykjavík.
- Ólafur Arnalds, Wilding, L.P. og Hallmark, C.T. 1992. Jarðvegseyðing. Í Græðum Ísland. Landgræðslan 1991-1992. (Ritstjóri Andrés Arnalds) bls. 55-72. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.
- Ólafur Arnalds. 1989. Jarðvegseyðing. Í Græðum Ísland. Landgræðslan 1988. (Ritstjóri Andrés Arnalds og Anna Guðrún Þórhallsdóttir) bls. 47-68. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.
- Ólafur Arnalds. 1998. Sandur - sandfok. Í Græðum Ísland. Landgræðslan 1995-1997. (Ritstjóri Úlfur Björnsson og Andrés Arnalds) bls. 69-82. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.
- Ólafur Einarsson, Hörður Kristinsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson og Jón Gunnar Ottósson 2002. Verndun tegunda - tillögur Náttúrufræðistofnunar vegna Náttúruverndaráætlunar. Náttúrufræðistofnun Íslands. NÍ-02016.
- Ramsarsamningurinn (*Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat*) 1973. http://www.ramsar.org/key_conv_e.htm;
http://www.ramsar.org/key_guide_list_e.htm#v.

- Sigurður M. Garðarsson og Þorbergur Leifsson. 2002. Norðlingaölduveita: Nánari útfærsla hugsanlegra mótvægisáðgerða. Minnisblað VST, dags. 29. maí 2002. 5 bls.
- Sigurður M. Garðarsson. 2002. Norðlingaölduveita: Stærra lón og samspil mótvægisáðgerða. Minnisblað VST, dags. 3. júlí 2002. 3 bls.
- Skipulagsstofnun 2002. Norðlingaölduveita sunnan Hofsjökuls – Úrskurður Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum. 2002. 22002010064. 2002/037.
- Umhverfisráðuneytið. 2000. Veðurfarsbreytingar og afleiðingar þeirra. Skýrsla vísindanefndar um lofslagsbreytingar. 33 bls.
- VST og Almenna verkfræðistofan. 2001a. Aurburður og setmyndun í Efri-Þjórsá. Verknúmer 2001-1003. 10 bls.
- VST og Almenna verkfræðistofan. 2001b. Setsöfnun í Sultartangalóni – Byggt á dýptarmælingum árin 1989 og 2000. Verknúmer 2001-1003. 9 bls + viðaukar.
- VST og Almenna verkfræðistofan. 2002. Aurburður og setmyndun í Norðlingaöldulóni. Verknúmer 2001-1003. 22 bls + viðauki.
- World Conservation Union 2002. The 2002 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.redlist.org/>
- Þóra Ellen Þórhallsdóttir. 1988. Þjórsárver. Í Vörður á vegi. Ferðafélag Íslands. Árbók 1988. (Ritstjóri Hjalti Kristgeirsson) bls. 83-115. Ferðafélag Íslands, Reykjavík.
- Þóra Ellen Þórhallsdóttir. 1994. Áhrif miðlunarlóns á gróður og jarðveg í Þjórsárverum. Skýrsla unnin fyrir Landsvirkjun. Líffræðistofnun háskólans, Reykjavík.
- Þóra Ellen Þórhallsdóttir. 2000. Gróðurbreytingar í kjölfar Kvíslaveitu 1985 - 1998. Skýrsla unnin fyrir Landsvirkjun. Líffræðistofnun Háskólans, Reykjavík.