Mýralíf
Bjóðum fuglum heim

Aðferðafræði endurheimtar votlendis

Útgáfa 1.0

September 2026

Fjármögnunaráætlun: LIFE-áætlunin – undiráætlun um náttúru og líffræðilega fjölbreytni.
Skammstöfun verkefnis: LIFE24-NAT-IS-Peatland LIFEline.is
Verkefnisnúmer: 101215590

Co-funded by the European Union

Mýralíf / Peatland LIFEline
info@peatlandlifeline.is | myralif.is | peatlandlifeline.is

Upplýsingar um fyrstu útgáfu

Aðferðafræði þessi er unnin sem hluti af verkefninu Mýrarlíf (Peatland LIFEline), sem nýtur styrks úr LIFE-áætlun Evrópusambandsins. Markmið hennar er að leggja til samræmdar aðferðir við skipulagningu og framkvæmd á endurheimt framræsts votlendis á Íslandi.

Efnið byggir á tveimur meginstoðum, annars vegar á langri reynslu og hagnýtri þekkingu Lands og skógar (áður Landgræðslunnar) á íslenskum mýrum og aðstæðum á vettvangi og hins vegar á Alþjóðlegum stöðlum um vistheimt frá alþjóðlegu vistheimtarsamtökunum (Society for Ecological Restoration, SER). SER-staðlarnir tryggja að unnið sé eftir viðurkenndum gæðaviðmiðum þar sem lögð er áhersla á skýra markmiðasetningu, notkun viðmiðunarvistkerfa, virka þátttöku hagaðila og mælanlegan árangur til lengri tíma.

Í leiðbeiningunum er farið ítarlega yfir alla þætti endurheimtarferlisins með sérstakri áherslu á mýrarvistkerfi: frá fyrstu forskoðun, samtali við landeigendur og gagnasöfnun á vettvangi, yfir í tæknilega hönnun, leyfisveitingar og sjálfa vélavinnuna við skurðafyllingar og þverbandagerð.

Þótt aðferðafræðin spanni ferlið í heild er hér aðeins stiklað á stóru varðandi langtímavöktun og ástandsskoðun en um þau verklög vísast til sérstakrar vöktunarhandbókar sem gefin er út innan Mýrarlífs, sem og þróunar á ástandsmati mýrarvistkerfa innan vinnupakka 4 (VP4) í sama verkefni.

Fyrirvari

Verkefnið er fjármagnað af Evrópusambandinu. Sjónarmið og skoðanir sem fram koma eru þó eingöngu á ábyrgð höfundar eða höfunda og endurspegla ekki endilega afstöðu Evrópusambandsins eða CINEA. Hvorki Evrópusambandið né styrkveitandi yfirvöld bera ábyrgð á þeim.

Ritstjórn og höfundar

Ritstjórn: Iðunn Hauksdóttir

Höfundar: Iðunn Hauksdóttir[1], Hlynur Óskarsson[2], Ingunn S. Arnþórsdóttir[1], Vigfús Æ. Vigfússon[1], Jónína Sigríður Þorláksdóttir[1]

[1] Land og skógur

[2] Landbúnaðarháskóli Íslands

Efnisyfirlit

Hugtakalisti **5**
English summary **6**
Inngangur **8**
Hugtakið votlendi 9
Mýrar Íslands 9
Vernd votlendis 11
Framræsla mýra 11
Saga endurheimtar votlendis 12
Um þessa aðferðarfræði **14**
Endurheimtarferlið 14
Ferlið í tímaröð 15
Markmiðasetning 16
Greining og virkjun hagaðila 17
Heimildaöflun 18
Forskoðun á endurheimtarsvæðum 18
Gátlisti forskoðunar 19
Gagnasöfnun **21**
Greining á upphafsástandi 21
Grunnvatnsstaða 21
Jarðvegsdýpt lífræns jarðvegs 22
Vistgerðakortlagning 22
Beitarummerki 24
Rotnunarstig jarðvegs 25
Hönnun framkvæmda 26
Vatnafar 26
Skurðir 26
Rásir 27
Hæðarlíkön og yfirlitsmyndir 28
Fastur ljósmyndunarpunktur 28
Framkvæmdir og leyfi **29**
Aðferðir við framkvæmdir **30**
Tækjabúnaður 31
Öryggi og umferð um svæði 31
Aðferðir við uppfyllingu skurða 32
Þverbönd 32
Skurðafyllingar 33

Aðrar aðferðir....34
Lokun kílræsa....34
Lækir og stöðuvötn....34
Á framkvæmdartíma....35
Ári eftir framkvæmdir....35
Langtímavöktun og árangursmat....35
Að lokum....37
Heimildir....38
Viðauki I....40

Hugtakalisti

Bati: Ferlið þar sem eiginleikar vistkerfis nálgast aftur náttúrulegt jafnvægi og virkni miðað við viðmiðunarvistkerfi.

Glæðitap: Rannsóknarstofumæling á brennslutapi sem notuð er til að ákvarða nákvæmt hlutfall lífræns efnis í jarðvegi.

Kílræsi og plógræsi: Neðanjarðar- eða yfirborðsrásir plægðar í mýrlendi til framræslu.

Lífrænn jarðvegur: Jarðvegur (mór) myndaður úr lítt eða hálfrotnuðum plöntuleifum við vatnsósa og loftfirrtar aðstæður, með hátt hlutfall kolefnis.

Móðurefni / Steinefnajarðvegur: Ólífrænt botnlag undir mólagi (t.d. sandur, möl, leir eða berggrunnur).

SER-staðlar: Alþjóðleg viðmið og meginreglur um vistheimt og endurheimt vistkerfa þróaðar af Alþjóðlegu vistheimtarsamtökunum (*Society for Ecological Restoration*). Staðlarnir leggja áherslu á vandaða skipulagningu og skýra framtíðarsýn, notkun viðmiðunarvistkerfa, mat á bata út frá sex lykileiginleikum vistkerfa (m.a. með vistfræðilegu batahjóli) og virka þátttöku hagaðila í öllu endurheimtarferlinu.

Upphafsástand: Skrásett ástand svæðis (jarðvegs, vatnafars, gróðurs) áður en endurheimtaraðgerðir hefjast.

Vatnsbúskapur / Vatnshagur: Samheiti yfir grunnvatnsstöðu, flæðimynstur, uppgufun og vatnsgeymslugetu á vatnasviði.

Viðmiðunarvistkerfi: Óraskað eða lítið raskað vistkerfi sem líkist fyrra ástandi mýrarinnar sem notað er sem fyrirmynd og viðmið í árangursmati.

Vistgerð: Landeining sem býr yfir ákveðnum einkennum hvað varðar gróður, dýralíf, jarðveg og loftslag (skv. flokkun Náttúrufræðistofnunar).

Vistfræðilegt batahjól: Tól SER-staðlanna sem mælir sex lykileiginleika vistkerfa á kvarðanum 1–5.

Vistheimt / Endurheimt vistkerfa: Ferlið við að aðstoða við bata vistkerfis sem hefur hnignað, skemmst eða eyðilagst.

Vistkerfisnálgun: Heildræn stjórnun og nálgun á landi, vatni og lifandi auðlindum sem stuðlar að verndun þeirra og sjálfbærri nýtingu.

Von Post-skali: Staðlaður vettvangskvarði (H1–H10) sem metur rotnunarstig og niðurbrot mójarðvegs.

Þverbönd: Þjappaðar stíflur/garðar úr torfi og jarðvegi sem lagðar eru þvert yfir skurði og ná út á bakkana til að stöðva rennsli og dreifa vatni.

English summary

This standard methodology, developed by Land and Forest Iceland (Version 1.0) under the EU-funded LIFE project *Peatland LIFEline* (Work Package 3), provides a comprehensive national framework for the ecological restoration of degraded peatlands in Iceland. Peatlands constitute Iceland's most extensive vegetated ecosystem, covering approximately 9,000 km². However, widespread historical drainage, incentivized primarily during the mid-20th century to expand agricultural land, has disturbed roughly 47% of Iceland's peatlands and up to 70% of lowland mires. Today, national priorities have shifted from agricultural expansion to ecological restoration, focusing on halting greenhouse gas emissions from drained organic soils, enhancing carbon sequestration, halting biodiversity loss, and restoring natural hydrological integrity.

Grounded in the international standards established by the Society for Ecological Restoration (SER), this guideline outlines a structured, multi-phase restoration process. Central to the methodology is an iterative goal-setting process that bridges the long-term ecological vision with local landowner aspirations, balancing biodiversity recovery, carbon storage, and downstream hydrological benefits. Early and continuous stakeholder engagement is fundamental to project viability and long-term restoration success as it builds shared ownership, facilitates the integration of diverse knowledge, and supports continued involvement throughout the restoration process.

The methodology establishes a systematic approach to pre-restoration preparation and baseline data collection (Year 1). Field assessments incorporate both ecological, social, and technical dimensions:

1. **Stakeholder engagement:** Early identification and involvement of relevant landowners, land users, local communities, authorities, and other key stakeholders to establish understanding of restoration objectives, incorporate local and practical knowledge, identify concerns and potential constraints, and secure continued participation and support throughout planning and implementation.
2. **Ecological baseline evaluation:** Site-specific baseline data are collected for each restoration site to inform restoration design, implementation, and subsequent assessment of project outcomes. This is distinct from the project's broader ecological monitoring, which aims to improve understanding of ecological processes in Icelandic wetlands under restoration. Baseline assessments include detailed habitat-type mapping based on key mire species, peat-depth sounding to estimate carbon storage, degree of peat humification determined using the von Post scale (H1–H10), baseline groundwater table depth, and standardized permanent photo points.
3. **Technical and engineering design:** High-resolution digital elevation models (DEM) derived from RTK-equipped drone surveys, comprehensive ditch and subsurface drain mapping (including deep mole and pipe drains), spoil bank volume assessments, and localized surface hydrological flow analysis.

Navigating statutory frameworks and licensing constitutes a critical preparatory step (Year 2). While peatland rewetting is generally exempt from formal environmental impact assessment under Act No. 111/2021, interventions require development permits from local municipal planning authorities, alongside compliance with cultural heritage protection (The Cultural Heritage Agency of Iceland / *Minjastofnun*), public road protections (The Icelandic Road and Coastal Administration / *Vegagerðin*), and migratory fish habitat regulations (The Directorate of Fisheries / *Fiskistofa*).

Practical on-site execution relies on heavy machinery adapted to sensitive ground conditions, specifically specifying tracked excavators between 10 and 23 tonnes fitted with extra-wide swamp tracks (60–90 cm) to eliminate ground pressure damage and trenching. Detailed engineering interventions include strategic backfilling of ditches using existing spoil banks, construction of compacted peat cross-dams elevated 30–40 cm above bank level to arrest subsurface piping and lateral flow, systematic sealing of concealed subsurface mole drains, and restoring natural meandering paths to straightened watercourses.

Restoration success is assessed through post-construction inspections (Years 1–2) followed by structured long-term monitoring at 5- and 10-year intervals, coordinated with the project's dedicated monitoring plan. Progress is tracked against selected reference ecosystems using the SER five-star evaluation system and the Ecological Recovery Wheel. The framework highlights adaptive management as an essential mechanism, ensuring that monitoring data is cyclically translated into targeted site adjustments to secure self-sustaining, climate-resilient wetland ecosystems for decades to come.

Inngangur

Á Íslandi eru vötn, grunnsævi, mýrar og ár flokkuð sem votlendi en mýrar þekja um 9000 km^2 af landinu (Ólafur Arnalds o.fl., 2015). Um 47% mýra hér á landi hefur verið raskað vegna framræslu og um 70% af mýrum á láglendi Íslands (Ólafur Arnalds o.fl., 2015). Árið 1996 var hafist handa við að endurheimta votlendi með það að markmiði að endurheimta búsvæði fugla. Í dag er meginmarkmiðið að endurheimta líffræðilega fjölbreytni út frá vistkerfisnálgun og stöðva losun gróðurhúsalofttegunda. Endurheimt votlendis er lykilaðgerð í sóknarætlun stjórnvalda í loftslagsmálum (Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, 2016).

Alþjóðasamningar, -samstarf og evrópskt regluverk sem hefur þýðingu fyrir vernd og endurheimt votlendis á Íslandi eru meðal annars:

4. **Ramsarsamningurinn** (The Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat) er alþjóðasamningur sem miðar að vernd votlendissvæða og dýrategunda sem eru háðar votlendi.

5. **Bernarsamningurinn** (The Bern Convention) hefur það að meginmarkmiði að vernda evrópskar tegundir villtra plantna og dýra og vistgerðir sem þarfnast verndar. Hann er ein helsta undirstaða náttúruverndar í Evrópu og hefur haft veruleg áhrif á löggjöf og framkvæmd náttúruverndar í aðildarríkjum, meðal annars hvað varðar skráningu, flokkun, mat og vöktun náttúru.

6. **Samningur Sameinuðu þjóðanna um líffræðilega fjölbreytni** (the Convention on Biological Diversity, CBD) er alþjóðlegur samningur sem nærri öll ríki heims eiga aðild að. Markmið hans eru þríþætt: að vernda líffræðilega fjölbreytni, stuðla að sjálfbærri nýtingu lífrænna auðlinda og tryggja sanngjarna og réttláta skiptingu arðs af slíkri nýtingu.

7. **KM-GBF rammaáætlunin um líffræðilega fjölbreytni** (Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework) var samþykkt árið 2022 undir CBD-samningnum og setur fram 23 alþjóðleg markmið til ársins 2030. Markmið 2 snýr sérstaklega að endurheimt vistkerfa og kveður á um að a.m.k. 30% hnignaðra land-, ferskvatns-, strand- og sjávarvistkerfa verði komin í virka endurheimt fyrir árið 2030.

8. **AEWA-samningurinn (African-Eurasian Waterbird Agreement)** miðar að því að samræma aðgerðir til verndar votlendisfuglum á farleiðum þeirra. Samningurinn nær til flestra votlendis- og vatnafuglategunda sem stunda far og ýmist verpa eða hafa viðkomu á Íslandi.

9. **IPBES (The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)** Milliríkjanefnd um líffræðilega fjölbreytni og vistkerfisþjónustu. Alþjóðlegur vettvangur alþjóðlega vísindasamfélagsins til að safna, greina og koma á framfæri grundvallarupplýsingum um stöðu líffræðilegrar fjölbreytni og veita ráðgjöf á því sviði.

10. **IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)** eða Milliríkjanefnd um loftslagsbreytingar er alþjóðlegur vísindavettvangur sem metur stöðu þekkingar á loftslagsbreytingum og þróar jafnframt aðferðafræði fyrir landsbókhald gróðurhúsalofttegunda. Leiðbeiningar IPCC um votlendi taka sérstaklega til losunar og bindingar frá framræstum og endurheimtum mýrum (lífrænum jarðvegi) og mynda mikilvægan vísindalegan grunn fyrir mat á loftslagsáhrifum endurheimtar votlendis.

11. **Reglugerð Evrópusambandsins um endurheimt náttúru** (EU Nature Restoration Regulation, nr. 2024/1991) setur bindandi markmið fyrir aðildarríki ESB um endurheimt hnignaðra vistkerfa, þar á meðal votlendis og framræstra mýra. Stefnt er að því að endurheimtaraðgerðir nái til að minnsta kosti 20% lands- og hafsvæða ESB fyrir 2030 og allra vistkerfa sem þarfnast endurheimtar fyrir 2050. Reglugerðin hefur þýðingu innan Evrópska efnahagssvæðisins en hefur enn ekki verið tekin inn í EES-samninginn.

12. **Rammatilskipun Evrópusambandsins um verndun vatns** (Water Framework Directive), oft nefnd evrópska vatnatilskipunin, miðar að því að vernda og bæta ástand yfirborðsvatns, grunnvatns og tengdra vistkerfa. Hún var innleidd á Íslandi með lögum nr. 36/2011 um stjórn vatnamála og getur endurheimt votlendis stuðlað að markmiðum hennar með því að bæta vatnsbúskap og vistfræðilegt ástand vatnakerfa.

Hugtakið votlendi

Skilgreiningar á hugtakinu votlendi eru nokkuð breytilegar en samkvæmt íslenskri nútímaorðabók er votlendi ***landsvæði þar sem raki og bleyta er í grassverði*** en í Ramsar-sáttmálanum (1971) er votlendi hins vegar skilgreint sem hvers konar mýrar, flóar, fen og vötn, bæði náttúruleg og manngerð, varanleg og tímabundin með kyrru vatni eða rennandi, fersku, hálfsöltu eða söltu og þar á meðal sjór á allt að sex metra dýpi.

Sú aðferðafræði sem hér er lögð fram skilgreinir votlendi út frá tengingum landrænna áhrifa votlendis á gróður og dýralíf og nær því eingöngu yfir stöðuvötn, straumvötn og mýrlendi. Hlutverk Lands og skógar, hvað varðar endurheimt votlendis, tengist að mestu mýrlendi þó að vissulega sé hlúð að straum- og stöðuvötnum út frá markmiðum mismunandi vistheimtarverkefna.

Mýrar Íslands

Mýrlendi Íslands er víðáttumesta gróðurlendi landsins (Steindór Steindórsson, 1975). Vatnsósa lífrænn jarðvegur einkennir mýrlendi og er jarðvegur þar í flestum tilfellum mjög kolefnisríkur. Kolefni safnast fyrir í jarðveginum sem lífrænt efni vegna þess að þar eru aðstæður vatnsmettaðar og súrefnissnauðar. Við súrefnissnauðar aðstæður brotnar lífrænt efni afar hægt niður og safnast þess í stað upp og myndar þykk mólög með tímanum (Gorham, E., 1991).

Mýrar hafa mikið gildi fyrir lífríkið. Mikil frjósemi og hátt sýrustig hér á landi veldur því að háplöntur ríkja í gróðurfari flestra mýra. Mýraplöntur leysa súrefnisleysið sem ríkir í jarðveginum með sérstökum loftgöngum eða loftfylltum rýmum í rótunum sem tryggja loftskipti milli stönguls og rótar. Vaðfuglar eru nátengdir votlendi og nýta sér vatnsósa jarðveginn, polla og tjarnir til fæðuöflunar.

Mýrar eru misblautar og misfrjósamar eftir landslagi, aðrennslisháttum og hæð grunnvatns (Freysteinn Sigurðsson, 1998). Þeim er yfirleitt skipt upp eftir uppruna vatnsins í þeim en hér á landi eru hreinar regnmýrar óþekktar og allar mýrar því flokkaðar sem aðrennslismýrar (Steindór Steindórsson, 1963). Á Íslandi er hefð fyrir því að flokka mýrlendi í fjórar megingerðir: flóa, hallamýrar, flæðimýrar og rústamýrar (sjá töflu 1).

Tafla 1. Íslenskar mýrar, helstu umhverfis- og gróðurfarseinkenni. (Byggt á samantekt Borgþórs Magnússonar og Sturlu Friðrikssonar 1989 og Snorra Baldurssonar 2014, vistgerðaflokkun NÍ).

	Mýri	**Hallamýri**	**Flói**	**Flæðimýri**	**Rústamýrar**
Útbreiðsla	Láglendi og hálendi		Láglendi og hálendi	Aðallega láglendi	Hálendi
Myndunar-skilyrði	Á flatlendi	Í halla	Á flatlendi	Flatlendi við ár, árósa, í vatnavikum	Flatlendi og mishæðótt
Vatnsstaða: **- að vori** **- Árssveifla**	Neðan svarðar Lítil	Neðan svarðar Lítil	Í sverði Nokkur	Ofan svarðar í flóðum Mikil	Klaki nær ekki að þiðna yfir sumarið.
Vatnsstreymi	Nokkurt	Nokkurt	Lítið	Mikið	Lítið
Frjósemi	Mikil	Mikil	Lítil-mikil	Mikil-mjög mikil	Lítil-mikil
Uppruni næringarefna	Úrkoma, aðrennsli, áfok	Úrkoma, aðrennsli, áfok	Úrkoma, aðrennsli, áfok	Aðrennsli	Úrkoma, aðrennsli, áfok
Þýfi	Nokkurt-mikið	Nokkurt-mikið	Ekkert-lítið	Ekkert	Mikið
Mómyndun	Nokkur		Nokkur	Engin-lítil	
Gróðurbreiða	Samfelld	Samfelld	Með opnu vatni	Samfelld	Með opnu vatni á milli rústa
Tegundafjöldi	Mikill	Mikill	Lítill-mikill	Lítill	Lítill
Lykiltegundir	Mýrastör	Mýrastör	Klófífa, tjarnastör, gulstör	Gulstör	Barnamosi, lífræn jarðvegsskán, hálmgresi

Vernd votlendis

Á heimsvísu hafa um 25 milljónir hektara af lífrænum jarðvegi verið framræstar, þar af um 60% í barrskógabeltinu og svalari hlutum tempraða beltisins (Tubiello o.fl., 2023). Í ljósi þess er mikilvægt að áhersla þjóða í þessum heimshluta sé lögð á verndun þess óraskaða votlendis sem enn er eftir í heiminum. Í annan stað skal áherslan liggja í endurheimt votlendis sem raskað hefur verið og enn er möguleiki á að bjarga.

Markmið laga um náttúruvernd (nr. 60/2013) er að stuðla að vernd votlendis, endurheimt raskaðra vistkerfa og auknu þoli íslenskra vistkerfa gegn náttúruhamförum og hnattrænum umhverfisbreytingum. Þau eiga einnig að stuðla að vernd líffræðilegrar fjölbreytni m.a. með því að efla vistkerfi landsins svo eðli þeirra, gerð og virkni séu tryggð til framtíðar. Votlendi, s.s. hallamýrar, flóar, flæðimýrar, rústamýrar sem eru tveir hektarar að flatarmáli eða stærri, stöðuvötn og tjarnir 1000 fermetrar að flatarmáli eða stærri, auk sjávarfitja og leira, njóta sérstakrar verndar og ber að forðast að raska þessum vistkerfum nema brýna nauðsyn beri til.

Lög um umhverfismat framkvæmda og áætlana nr. 111/2021 tilgreina framkvæmdir sem kunna að vera háðar umhverfismati. Samkvæmt 1. viðauka laganna er framræsla votlendis tilkynningarskyld til Skipulagsstofnunar til ákvörðunar um matsskyldu ef hún nær til 20 hektara svæðis eða stærra, eða ef hún er fyrirhuguð innan skilgreindra verndarsvæða náttúruverndarlaga. Framkvæmdir sem ekki ná þessum stærðarmörkum eru hins vegar háðar almennri leyfisskyldu sveitarfélaga í formi framkvæmdaleyfis.

Gæðaviðmið Lands og skógar við val á landi til skógræktar styðja við vernd og endurheimt votlendis. Samkvæmt þeim skal ekki taka votlendi til skógræktar, óháð stærð, og ekki gróðursetja plöntur til skógræktar innan 25 m frá votlendi sem nær yfir tvo hektara eða meira. Á framræstu votlendi sem ekki flokkast sem gott eða mjög gott ræktarland skal jafnframt meta hvort heppilegra sé að endurheimta votlendið áður en ákvörðun um skógrækt er tekin. Viðmiðunum er ætlað að stuðla að því að votlendissvæði haldist samfelld, að gildi búsvæða þess skerðist sem minnst og að sem mest af framræstu votlendi verði endurheimt.

Framræsla mýra

Til þess að skilja ástand mýra í dag er nauðsynlegt að rýna í sögu landnýtingar. Mýrar og annað votlendi var það land sem gaf mesta uppskeru og má rekja nýtingu þeirra allt frá þjóðveldisöld eða frá því að menn fóru að beita áveitum. Áveitur tryggðu nytjagróðri hæfilegt vatnsmagn á réttum tíma en síðar breyttust ræktunarhættir með tilkomu vinnuvéla og þurrkun landsins hófst til þess að aðlaga landið að ræktun og til að þola nauðsynlega umferð uppskeruvéla (Bjarni Guðmundsson, 2020).

Skurðgröftur, með það að markmiði að ræsa fram votlendi, jókst hratt á fimmta áratugnum og náði hámarki árið 1968 þegar grafnir voru 1.633 km skurða. Að auki voru tugir þúsunda plógræsa grafnir frá árunum 1941-1945 (Bjarni Guðmundsson, 2020). Upp úr 1990 dróst skurðgröftur verulega saman í kjölfar þess að styrkir til framkvæmda lögðust af árið 1987.

Framræsla með skurðgreftri og plógrásum heyrir þó ekki sögunni til þar sem enn er verið að grafa nýja skurði, endurhanna skurðakerfi og plægja land. Samkvæmt nýjustu kortlagningu Landbúnaðarháskóla Íslands er heildarlengd skurða hér á landi um 32.377 km. Þar af voru 1.428 km af skurðum skráðir sem nýir skurðir eftir því sem fram kom í eldri kortlagningu frá árinu 2009. Á þessu tímabili voru horfnir skurðir mældir um 292 kílómetrar og þar af höfðu um 188 km verið fylltir með það að markmiði að endurheimta votlendi (Fanney Ósk Gísladóttir, 2024).

En skurður er ekki bara skurður. Stærð, lengd, þéttleiki og framræsluáhrif skurða eru fjölbreytt og tengjast beint upprunalegum tilgangi þeirra. Þar af leiðandi má flokka skurði í eftirfarandi flokka með vísan í upprunaleg hlutverk þeirra:

- **Ræktunarskurðir**

Grafnir til að rækta land til matvælaframleiðslu.

- **Landamerkjaskurðir**

Grafnir til þess að merkja mörk jarða.

- **Vatnsveituskurðir**

Grafnir til að breyta ár- og lækjarfarvegum.

- **Úthagaskurðir**

Grafnir til að þurrka beitarland (lengra á milli en í ræktun).

- **Vegaskurðir**

Grafnir til að þurrka upp vegstæði.

- **Skógræktarskurðir**

Grafnir til að búa land undir skógrækt.

Sem dæmi hafa ræktunarskurðir það að markmiði að þurrka upp land fyrir ræktun túna þannig að þungar vélar komist um, t.d. til heysöfnunar. Hins vegar hafa landamerkjaskurðir það að markmiði að búa til skil á milli jarða og er þá oft að finna í forblautum mýrum þar sem erfitt er að girða. Þannig eru framræsluáhrif landamerkjaskurða oft minni en ræktunarskurða en fyrrnefndir skurðir ná oft til mun stærra svæðis. Vatnsveituskurðir eru heiti yfir þá skurði sem grafnir voru til þess að breyta ár- og lækjarfarvegum. Við þetta hurfu bugður í farvegum sem hægja á vatnsrennsli og eru þýðingarmiklar fyrir lífríki árfarvega. Endurheimt lækjarfarvega og lokun vatnsveituskurða eru því mikilvægar aðgerðir fyrir ferskvatnsfiska og ála.

Hafa skal í huga að þó að áhrif framræslu séu mismikil hafa skurðir alltaf neikvæð áhrif á vistkerfin þar sem þeir skera í sundur landið, rjúfa grunnvatnsflæði og hafa neikvæð áhrif á búsvæði lífvera.

Saga endurheimtar votlendis

Endurheimt votlendis hófst hér á landi árið 1996 á vegum Votlendisnefndar sem þáverandi landbúnaðar- og umhverfisráðherra, Guðmundur Bjarnason, skipaði eftir áskorun frá

Fuglaverndarfélagi Íslands (Jón S. Ólafsson og Kristinn H. Skarphéðinsson, 1998). Nefndin starfaði til ársins 2006 og á þeim tíma var farið í fimmtán endurheimtarverkefni en þar af sneru níu að endurheimt tjarna eða stöðuvatna og sex að endurheimt mýra og flæðiengja (Arnþór Garðarsson o.fl. 2006). Áætlað er að í þeim verkefnum hafi endurheimt votlendis náð um 380 hekturum. Í lokaskýrslu sinni setti nefndin fram nokkrar tillögur til að stuðla að aukinni endurheimt votlendis, þar á meðal tillögu um að *„skoðaðir verði möguleikar á að nota endurheimt votlendis sem aðgerð til að mæta skuldbindingum þjóðarinnar gagnvart Kyoto-bókuninni“ (Arnþór Garðarsson o.fl. 2006).* Þess má geta að stuttu seinna setti umhverfisráðuneytið af stað vinnu við að undirbúa tillögu til Loftlagssamnings Sameinuðu þjóðanna um að endurheimt votlendis yrði gerð tæk leið innan samningsins til að vinna gegn hlýnandi loftslagi. Tillagan var síðar lögð fram og eftir umræður samþykkt af samningsaðilum. Útlistun á aðgerðinni og leiðbeiningar þar um birtust síðan árið 2013 sem viðbót við fyrri leiðbeiningar um landnýtingu (IPCC 2014).

Eftir að nefndin lauk störfum var enginn opinber aðili með umsjón með endurheimtarverkefnum en þess má geta að sérfræðingar hjá Landbúnaðarháskóla Íslands veittu landeigendum og framkvæmdaraðilum ráðgjöf á þessu sviði. Framkvæmdir voru ýmist á vegum landeigenda eða Vegagerðarinnar og var þá endurheimt votlendis að mestu í nafni mótvægisaðgerða vegna framkvæmda þar sem votlendi var raskað (Hlynur Óskarsson, munnleg heimild, 15. apríl 2026).

Votlendissetur var stofnað við Landbúnaðarháskóla Íslands í sumarbyrjun árið 2008 en meðal markmiða þess var að stunda rannsóknir sem tengjast endurheimt framræsts votlendis. Votlendissetrið starfaði í nokkur ár en náði aldrei flugi sökum fjárskorts og var að lokum lagt niður ásamt fleiri setrum við skólann í miklum niðurskurði árið 2014 (Hlynur Óskarsson, munnleg heimild, 15. apríl 2026). Á þessum stutta starfstíma kom setrið að nokkrum endurheimtarverkefnum, t.d. að Mávahlíð og Hvanneyri, og skilaði allnokkrum rannsóknarniðurstöðum hvað varðar tap á kolefni úr framræstu landi (Rannveig Ólafsdóttir 2015; Stefanía Lára Bjarnadóttir 2012).

Votlendissjóður, sjálfseignarfélag, var stofnað árið 2018 og hefur á sínum vegum endurheimt um 302 ha mýra. Hefur Land og skógur (áður Landgræðslan) veitt þeim ráðgjöf í ýmsum verkefnum.

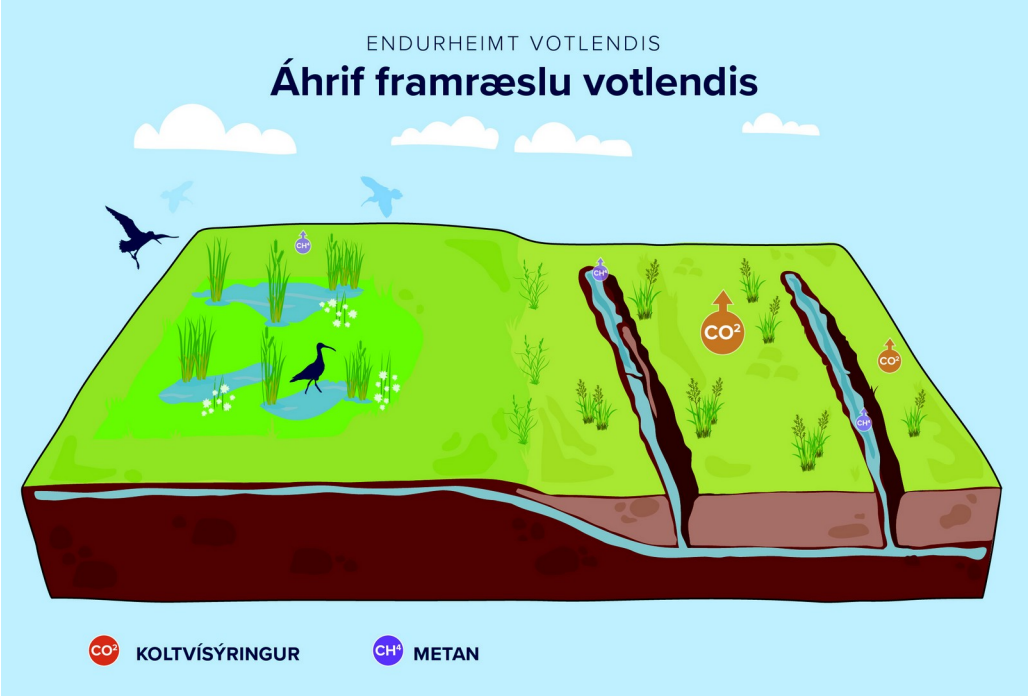
Árið 2016 fékk Landgræðslan, nú Land og skógur, það hlutverk að endurheimta votlendi í tengslum við aðgerðaáætlun stjórnvalda til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda í samræmi við loftslagssamning Sameinuðu þjóðanna og stefnu íslenskra stjórnvalda í loftslagsmálum og jafnframt til að ná Aichi-markmiðum um aukna verndun líffræðilegrar fjölbreytni, endurheimt raskaðra vistkerfa og bætta þjónustu vistkerfa (Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, 2016). Á árunum 2016-2025 voru endurheimtir um 578 ha mýra með áherslu á vandaða endurheimt og stöðuga þróun á verklagi byggt á nýjustu þekkingu.

Um þessa aðferðafræði

Aðferðafræði þessi er unnin innan vinnupakka 3 í verkefninu Mýralíf (*Peatland LIFEline*), sem styrkt er af LIFE-áætlun Evrópusambandsins. Hún byggir á tvennu, annars vegar reynslu og þekkingu Lands og skógar (áður Landgræðslunnar) á endurheimt votlendis og hins vegar stöðlum um endurheimt vistkerfa sem þróaðir voru af Alþjóðlegu vistheimtarsamtökunum (Society for Ecological Restoration, SER). SER-staðlarnir voru þróaðir til að skapa samhæfð viðmið og tryggja gæði vistheimtar en einnig til að takast á við nútímaumhverfisáskoranir, svo sem loftslagsbreytingar, tap á líffræðilegri fjölbreytni og hnignun vistkerfa. Staðlarnir leggja áherslu á mikilvægi vandaðrar skipulagningar endurheimtarverkefna frá upphafi, með skýrri framtíðarsýn og tilgangi (Gann o.fl., 2019). Til þess að tryggja góðan árangur er gerð áætlun um endurheimt fyrir hvert svæði. Endurheimtaráætlun ætti alltaf að lýsa núverandi ástandi svæðisins, skilgreina þörf á mælingum, setja fram skýr markmið, greina hagkvæmni framkvæmdar endurheimtar, gera grein fyrir þeim úrræðum sem beita skal og skilgreina hvernig áhrif endurheimtar verða vöktuð og árangur metinn (Gann o.fl., 2019). Í þessari tilteknu aðferðafræði verður farið ítarlega yfir hvernig best sé staðið að gerð endurheimtaráætlunar votlendis, með áherslu á mýrarvistkerfi. Aðferðafræðin tekur til allra ofangreindra þátta, en rétt er að taka fram að hér er aðeins stiklað á stóru varðandi langtímavöktun og árangursmat.

Endurheimtarferlið

Tilgangur endurheimtar votlendis er að endurheimta náttúrulega virkni raskaðra vistkerfa eins og kostur er. Með þeirri virkni er t.d. átt við búsvæði lífvera, vatnsmiðlun, vatnsgæði svo og varðveislu og uppsöfnun kolefnis. Grundvallaratriði fyrir árangursríkar endurheimtaraðgerðir er að átta sig á þeim takmörkum eða hindrunum sem koma í veg fyrir bata vistkerfis (Hobbs og Norton 2004; Hulvey og Aigner 2014). Með því að bregðast við þessum hindrunum, án þess að nýjar komi í staðinn, er hægt að endurheimta náttúrulega ferla sem stuðla þannig að bata raskaðra svæða. Helsta álag á náttúruleg mýrarvistkerfi hér á landi er framræsla og er því grunnforsenda endurheimtar þeirra að hækka grunnvatnsstöðu með því að tefja eða stöðva vatnsrennsli í gegnum svæðið. Með þessu er leitast við að koma vatnsbúskap svæðis sem næst því sem áður var. Í kjölfarið má svo gera ráð fyrir að lífríki færist til fyrra horfs og að jöfnuður gróðurhúsalofttegunda verði jákvæður.



Mynd 1. Skýringarmynd af áhrifum framræslu á votlendi.

Ferlið í tímaröð

Nánar er fjallað um hvern þátt fyrir sig hér fyrir neðan.

Fyrsta ár	Annað ár	Fimmta ár og svo á 10 ára fresti
• Markmiðasetning • Greining og virkjun hagaðila • Heimildaöflun • Forskoðun á svæðinu • Gagnasöfnun	• Framkvæmdarleyfi • Samningar við verktaka • Framkvæmd • Úttekt framkvæmda	• Langtíma vöktun endurheimtar og árangursmat

Markmiðasetning

Þó að endurheimt votlendis snúist yfirleitt um hækkun grunnvatnsstöðu geta markmið endurheimtarinnar sjálfrar verið ýmiss konar. Samkvæmt SER-stöðlunum er mikilvægt við markmiðasetningu vistheimtar að skilgreina svokallað viðmiðunarvistkerfi. Viðmiðunarvistkerfi er óraskað vistkerfi sem svipar til endurheimtarsvæðis bæði umhverfislega og vistfræðilega og lýsir mögulegu ástandi endurheimtarsvæðis ef hnignun hefði ekki átt sér stað. Út frá því er hægt að meta hvort árangur náist með endurheimtaraðgerðum, þ.e. er ástand vistkerfa endurheimtarsvæðis að nálgast ástand skilgreindra viðmiðunarvistkerfa?

Eftirfarandi eru dæmi um mismunandi markmið en ekki tæmandi listi.

Endurheimt loftslags

- Við hækkun grunnvatnsstöðu lækkar jarðhiti og umtalsvert minna af súrefni verður aðgengilegt rotverum. Þetta verður til þess að lífrænt efni varðveitist í stað þess að breytast í gróðurhúsalofttegundir og losna út í andrúmsloftið.

Endurheimt fuglalífs

- Með hækkaðri grunnvatnsstöðu mýra eykst smádýralíf og þar með æti fyrir þá fugla sem nýta einnig tjarnir til varps eða dvalarstaðar á fartíma.
- Hærri vatnsstaða heldur jarðveginum mjúkum og rökum sem er mikilvægt fyrir þá fugla sem stinga nefinu niður í jörðina í fæðuleit.
- Mikilvægt er að fuglar hafi greiðan aðgang að vatni til að þrífa og snyrta fjaðrirnar sem viðheldur flughæfni.

Endurheimt fiskalífs

- Með því að fjarlægja manngerða þröskulda, loka skurðum og færa vatn aftur í þurrkaða lækjarfarvegi má endurheimta mikilvæg hrygningar- og uppeldissvæði ferskvatnsfiska.
- Ála er að finna í mýrum en þeir eru dularfullar verur sem við vitum enn ekki nægilega mikið um. Álar eru á válista yfir tegundir í útrýmingarhættu og líklegt er að aukið votlendi stækki búsvæði þeirra.
- Í landslagi þar sem mýrar eru við ár og læki viðhelst jafnara flæði í straumvötnum í þurrkatíð ef mýrarnar eru óraskaðar.

Endurheimt landslags

- Þegar ruðningar við skurði eru settir ofan í þá opnast landslagið á ný og verður líkara því sem var fyrir framræslu.
- Oft verða til litlar tjarnir við endurheimt sem eykur fjölbreytni búsvæða og mýrin lifnar við að nýju.
- Endurheimt votlendis gerir landslagið oft fjölbreyttara, sérstaklega í þeim tilvikum þar sem lítið er um votlendi í landslaginu.

Endanleg markmiðasetning verður til eftir greiningu á sýn landeiganda og faglega greiningu sérfræðinga. Markmið eru skilgreind á tvo vegu:

- **Yfirmarkmið:** Langtímamarkmið um bata vistkerfisins með hliðsjón af heppilegu viðmiðunarvistkerfi, t.d. endurheimt Starungsmýrarvistar með áherslu á gróðurfar vistgerðarinnar.
- **Mælanleg markmið aðgerða:** Skilgreindir áfangar endurheimtarverkefnis sem unnt er að vakta og meta. Sem dæmi má nefna að hækka grunnvatnsstöðu í tiltekna dýpt innan tveggja ára frá framkvæmdum, loka tilteknum fjölda metra af skurðum eða tryggja 80% þekju mýragróðurs innan tuttugu ára.

Þessi sameiginlega niðurstaða er lögð til grundvallar við gerð framkvæmdaáætlunar og er formfest í samningi við landeiganda áður en sótt er um framkvæmdaleyfi og framkvæmd getur hafist.

Greining og virkjun hagaðila

Mikilvægt er að greina alla hagaðila í byrjun verkefna sem snúa að endurheimt vistkerfa og hafa samráð við þá í öllu endurheimtarferlinu. Vistheimtarverkefni styrkjast þegar væntingar og ávinningur hagaðila mæta skilningi og ýtt er undir beina aðkomu þeirra. Þekking hagaðila á endurheimtarsvæðum getur hjálpað til við forgangsröðun endurheimtaraðgerða á stærri skala og í markmiðasetningu endurheimtarverkefna. Þátttaka hagaðila þyrfti helst að hefjast á hugmyndastigi verkefna. Áframhaldandi þátttaka þeirra í gegnum endurheimtarferlið styrkir verkefni og viðheldur áhuga og skilvirkari ákvarðanatöku (Gann, 2019).

Dæmi um mögulega hagaðila (athuga skal að þessi listi er alls ekki tæmandi):

- Landeigendur og eigendur nágrannajarða
- Sveitarstjórnir
- Búnaðarsamtök
- Veiðifélög
- Fuglafélög
- Náttúruverndarstofnun
- Minjastofnun
- Fiskistofa
- Hafrannsóknastofnun Íslands

Heimildaöflun

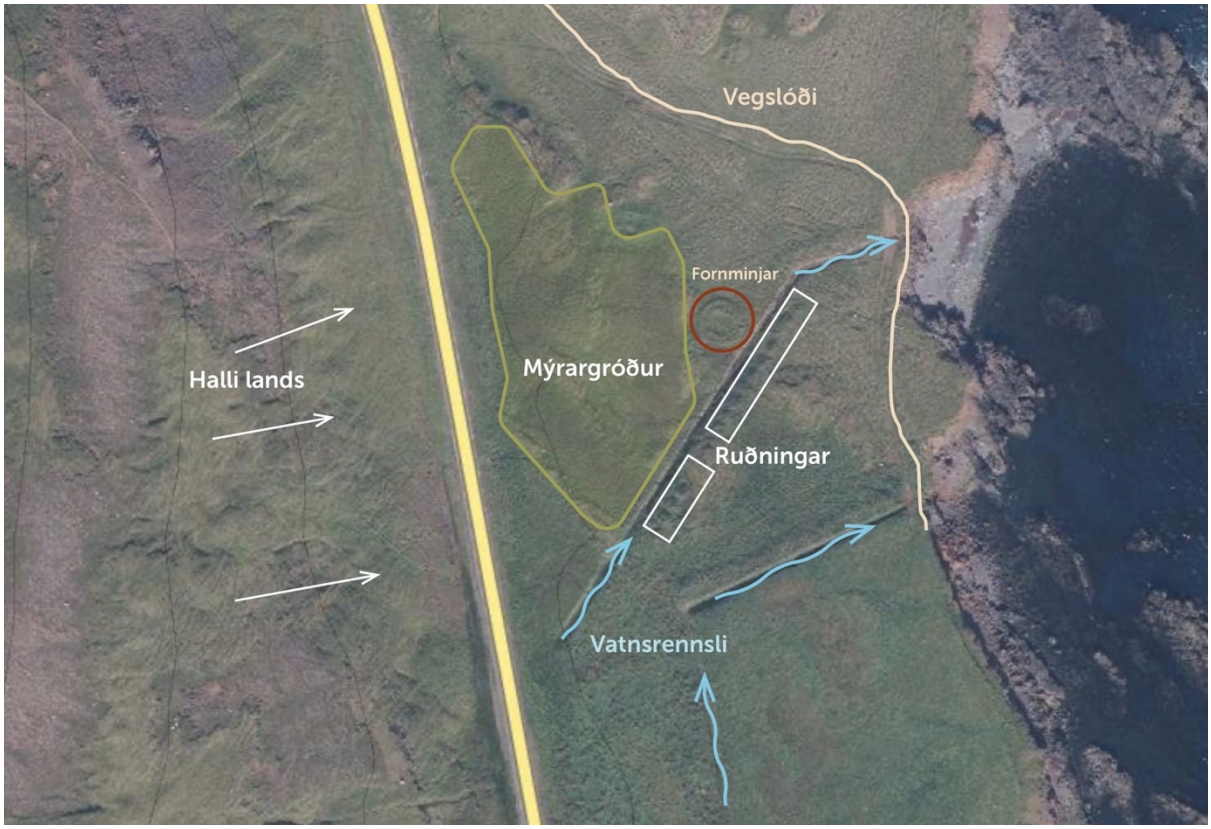
Mikilvægt er að afla þekkingar á sögu ástands endurheimtarsvæðis út frá t.d. landnýtingu og náttúrufari eins langt aftur í tímann og heimildir ná. Slík þekking liggur oft hjá landeigendum og fólki þeim tengdum. Á vefnum nafnid.is má fletta í skjölum úr örnefnasafni Árnastofnunar sem geyma heimildir um örnefni vítt og breitt um landið. Hægt er að fletta upp bæjarheitum sem tengjast endurheimtarsvæðinu og oft má finna vísbendingar í textanum um ástand svæðisins fyrir framræslu:

> ***Miðengisflóð:*** *Blaut dæld, grasgefin, norðan Suðurhólma. Þar var vélgrafinn skurður fyrir Varmá, svo að flóðið er nú að mestu horfið.*
>
> *(Þórður Ö. Jóhannsson, 1971)*

Eins eru loftmyndir, frá fyrri tíð, góðar heimildir sem sýna oft breytingar á endurheimtarsvæðum í gegnum tíðina, t.d. greiningar á vatnsrennsli á yfirborði fyrir framræslu þar sem vatn er enn í stöðuvötnum, lækjarfarvegum og mýrar ekki sundurgrafnar. Á Íslandi eru til sögulegar loftmyndir frá árinu 1941 sem nálgast má á vef Náttúrufræðistofnunar: https://www.natt.is/is/midlun/opin-gogn/loftmyndir.

Forskoðun á endurheimtarsvæðum

Forskoðun endurheimtarsvæða felst í því að fara yfir þá grunnþætti sem gefa sem besta mynd af ástandi mýrarinnar auk annarra upplýsinga sem gagnast við hugsanlega endurheimt. Við þetta mat er notast við gátlista þróaðan af Landi og skógi (sjá viðauka I). Auk þessara þátta byggir forskoðun á samtali við landeigendur um þeirra sýn og byggir endanleg markmiðasetning endurheimtarinnar á mati sérfræðinga og óskum landeigenda. Við forskoðun gagnast að skoða loftmyndir á vefnum til að byrja með en þar er hægt að greina landslag, gróðurfar mýra og frekari landnýtingu eins og byggð, vegi o.s.frv. (sjá mynd 2).



Mynd 2. Dæmi um forskoðun á endurheimtarsvæði út frá loftmyndum á vefnum.

Gátlisti forskoðunar

- **Lífrænn jarðvegur**: Lífrænn jarðvegur er dökkur að lit, hangir vel saman og ef rýnt er í hann má oft sjá lítið rotnaðar jurtaleifar. Best er að nota jarðvegsbor og bora holu niður á svæðinu til þess að greina jarðvegsgerð. Oft eru efstu 20-30 cm jarðvegs umbreyttir/rotnaðir því niðurbrot er hraðast efst, sérstaklega ef svæðið hefur einhvern tímann verið jarðunnið. Því er mikilvægt að skoða ekki bara jarðveg við yfirborð heldur skyggnast dýpra. Mógrafir benda til þess að hátt hlutfall lífræns jarðvegs sé á svæðinu. Ef óvissa er um lífrænt efni eftir skoðun í felti er hægt að taka sýni og setja í glæðitap til að skera úr um hlutdeild lífræns efnis.
- **Dýpt jarðvegs:** Fljótlegast er að kanna dýpt jarðvegsins með því að skoða ofan í skurði á svæðinu. Ef dýpt lífræna lagsins er lítil þá sést móðurefni eða steinefnajarðvegur í botni eða hliðum skurðar. Einnig er gott að nota þar til gerðan mýrarprjón og stinga ofan í yfirborð svæðisins eða skurðarbotn.
- **Framræsla:** Ef vatn stendur mjög hátt í skurðum yfir þurra tímann á sumrin og virðist ekki hafa neina afrennslisleið má gera ráð fyrir að framræslan sé ekki mjög virk en þrátt fyrir það hafa slíkir skurðir áhrif á vistkerfið sem heild og vatnsbúskap svæðisins. Í framræstu landi má sjá ummerki þurrlendisgróðurs eins og grastegunda en góð regla er að ganga inn á miðju framræstu stykkjanna og athuga ummerki um vatn eða votlendisgróður til að meta áhrif framræslunnar lengst frá skurðum.
- **Aðkoma vatns**: Til þess að mýrlendi myndist á ný þarf aðrennsli vatns að svæðinu að vera tryggt og geta svæðisins til að halda í vatnið. Oft sjást lækir eða lænur renna í efstu skurðina,

á yfirborði eða rétt undir yfirborði en stundum er ekkert sjáanlegt vatn á ferðinni. Þá getur vatnið komið dýpra að og erfitt er að koma auga á það. Ef engin aðkoma vatns er sjáanleg að svæðinu er gott að skoða hvort eitthvað sé til staðar í nágrenninu sem hindrar rennsli vatns. Til dæmis gæti vegstæði eða jarðvegsrof (t.d. rofið svæði á milli hallamýra og fyrrum mýrlendis) raskað eðlilegu vatnsrennsli. Í sumum tilvikum hefur lækjum verið beint frá svæðunum og þarf þá að kanna hvort mögulegt sé að veita þeim inn á svæðið aftur.

- **Halli lands**: Vatn nær sér mun frekar á skrið í halla og rofkrafturinn verður mun meiri. Því er erfiðara að endurheimta mýrlendi eftir því sem hallinn er meiri, sérstaklega í skurðum sem liggja niður hallann. Halli lands sker þó ekki úr um hvort hægt sé að endurheimta mýrina eða ekki, heldur kallar á lausnir í samráði við verktaka þegar kemur að framkvæmdum.
- **Gróður**: Votlendisgróður líkt og barnamosi og starir getur gefið vísbendingar um hversu virk framræsla svæðisins er. Því blautara sem svæðið er, því ríkari eru þau af votlendistegundum en því þurrari sem þau eru, því ríkari eru þau af grastegundum. Hafa þarf í huga að ef svæðin hafa verið plægð upp og ræktuð á einhverjum tímapunkti má búast við miklum grösum sem endurspegla ekki endilega vatnsstöðu svæðisins og er þetta því ekki algilt.
- **Ruðningar:** Auðveldara er að endurheimta mýrar ef ruðningar eru til staðar þar sem hægt er að nýta þá í að fylla upp í skurði. Þar sem engir ruðningar eru til staðar er hægt að ná upp vatnsstöðu innan svæðisins með því að stífla skurði með reglulegu millibili með efni úr skurðbökkum.
- **Samfella svæðis**: Hagstæðara er að svæðið sé eins samfellt og hægt er. Endurheimt mýrardrags er t.d. mun vænlegri en stakra skurða innan skurðakerfis. Einnig er ákjósanlegt að endurheimta röskuð mýrlendi sem tengjast náttúrulegu mýrlendi. Slíkt getur styrkt framvindu svæðisins með tilliti til gróðurfars og aðkomu tegunda.
- **Stærð svæðis**: Hagstæðara er að endurheimta stór svæði en lítil. Aftur á móti geta mjög stór svæði kallað á margþætta nálgun við endurheimtina þar sem ekki er víst að sömu aðgerðir skili sama árangri alls staðar innan svæðisins.
- **Neikvæð áhrif á nærliggjandi svæði**: Mjög mikilvægt er að athuga hvort líkur séu á að endurheimt mýra geti haft neikvæð áhrif á mannvirki eða möguleika til landnýtingar á aðliggjandi jörðum (t.d. bleytt upp í túnum). Þetta er hægt að meta með hæðarlínum á loftmynd af svæðinu ásamt kortlagningu á vatnafari svæðisins.
- **Mikilvæg búsvæði fugla og fiska:** Gott er að hafa í huga hvort svæðið sé á skilgreindu mikilvægu búsvæði fyrir fugla og/eða fiska (mikilvæg fuglasvæði má sjá hér: http://vistgerdakort.ni.is). Athuga þarf einnig hvort fiskgengt sé inn skurðina á mýrarsvæðinu frá aðliggjandi vatna- og votlendissvæðum.
- **Vatnshagur:** Athuga hvort endurheimt geti nýst til að bæta vatnshag, bæði vatnsgæði og vatnsstöðu í tjörnum, stöðuvötnum, ám og lækjum.
- **Minjavernd**: Athuga þarf hvort sjáanlegar fornminjar séu á svæðinu sem þarfnast verndar við framkvæmd endurheimtar. Þetta er unnið í samstarfi við Minjastofnun.
- **Lagnir og jarðstrengir:** Skoða þarf hvort jarðstrengir, ljósleiðarar eða aðrar lagnir liggi um fyrirhugað endurheimtarsvæði.

- **Álag á mýrarvistkerfi:** Mesta álag og röskun á mýrarvistkerfi eru þeir skurðir og rásir sem hafa verið grafin í gegnum þau. Auk þess hafa önnur mannvirki eins og byggð, lagnir og vegir áhrif. Við greiningar á endurheimtarsvæðum skal þetta athugað þar sem nálægð við mannvirki hefur áhrif á vistkerfið og þar með möguleika á skala endurheimtar mýrarinnar. Slíkar athuganir eru gerðar við kortlagningu á svæðinu út frá loftmyndum og gögnum sem hægt er að nálgast á staðnum auk gagnagrunna á vefnum.

Gagnasöfnun

Áður en ráðist er í framkvæmdir á vettvangi þarf að afla víðtækra gagna um endurheimtarsvæðið. Gagnasöfnunin fer fram á fyrsta ári verkefnisins og þjónar tveimur meginhlutverkum sem haldast í hendur en hafa ólík markmið:

1. **Greining á upphafsástandi**

Skráning á lífríki, jarðvegi og vatnafari svæðisins eins og það er áður en aðgerðir hefjast. Þessi gögn eru grunnur þess að hægt sé að meta vistfræðilegan bata mýrarinnar til framtíðar.

2. **Gagnasöfnun fyrir hönnun framkvæmda**

Nákvæmar mælingar á skurðakerfi, landhalla, rennslisáttum og magni efnis í ruðningum. Þessi gögn eru forsendur hönnunar á raunhæfum framkvæmdum, þ.m.t. áætlun um umfang vélavinnu, ákvörðun um staðsetningu þverbanda og þess hvernig koma megi í veg fyrir að vatn brjóti sér óæskilega farvegi eða skaði nærliggjandi lönd. Þessum gögnum er oft safnað samhliða á vettvangi með aðstoð dróna og landupplýsingakerfa (t.d. ArcGIS Field Maps).

Greining á upphafsástandi

Grunnvatnsstaða

Grunnvatnsstaða óraskaðra mýra er há og nær oft upp undir yfirborð jarðvegs. Mikilvægt er að mæla grunnvatnsstöðu svæða til að meta umfang og áhrifasvæði framræslunnar. Því neðar sem grunnvatnsstaðan liggur því virkari er framræsla svæðisins sem eykur neikvæð áhrif á vistkerfin eins og tap á búsvæðum lífvera, kolefni og líffræðilegum fjölbreytileika. Mælingar á vatnshæð eru valdar út frá hverju endurheimtarsvæði fyrir sig og vatnshæðarholur teknar á fyrirfram ákveðnum mælistöðum. Vatnshæð í holunum er mæld einu sinni í viku yfir vaxtartímabil gróðurs og svo sjaldnar á öðrum tímum. Mælingar eru ýmist gerðar með handafli eða sjálfvirkum vatnshæðarmælum. Þessum aðferðum er lýst nánar í vöktunaráætlun Mýrarlífs verkefnisins.

Jarðvegsdýpt lífræns jarðvegs

Meðaldýpt jarðvegs er athuguð til þess að meta magn lífræns efnis innan mýra. Upplýsingar um dýpi lífræns jarðvegs eru mikilvægar upplýsingar til þess að öðlast betri skilning á mýrum og gefa ákveðna hugmynd um umfang losunar gróðurhúsalofttegunda sem heldur áfram á meðan mýrin er framræst. Dýpt jarðvegs er hins vegar mjög breytileg innan mýrarsvæða og því mikilvægt að mælingar á dýpi séu gerðar með reglulegu millibili.



Mynd 3. Mýrarprjónn í notkun.

Jarðvegsdýpt er mæld með því að stinga niður dýptarpriki eða svokölluðum mýrarprjóni (sjá mynd 3) þangað til komið er niður á fast efni. Innan endurheimtarsvæðisins er gengið eftir þversniðum þvert á stefnu halla eða átt vatnsrennslis og dýpt mæld með reglulegu millibili, t.d. 100, 250 eða 500 metra fresti, sem fer eftir eðli og stærð endurheimtarsvæðis. Ef svæðið er mjög fjölbreytt er gott að mæla jarðvegsdýpt á 2-3 mælipunktum innan mismunandi vistgerða, landhalla og bleytustigs, allt eftir eðli og ástandi mýrarinnar. Í öllum dýptarmælingum er gott að stinga dýptarmæli niður tvisvar til þrisvar sinnum ef ske kynni að hann hafi lent á fyrirstöðu eins og grjóti við fyrstu mælingu sem gefur ekki sanna mynd af jarðvegsdýptinni. Lengd mýrarprjónsins í sentimetrum frá yfirborði niður á fast, neðanjarðar, er skráð sem jarðvegsdýpt.

Vistgerðakortlagning

Vistgerðir innan endurheimtarsvæðis eru flokkaðar eftir vistgerðarflokkun Náttúrufræðistofnunar. Vistgerð er grundvallareining í vistkerfisnálgun sem þjóðir heims eru sammála um að beita til að varðveita líffræðilega fjölbreytni og ná markmiðum sjálfbærrar þróunar.

Vistgerð er landeining sem býr yfir ákveðnum eiginleikum út frá gróðri, dýralífræði, jarðvegi og loftslagi. Innan sömu vistgerðar eru aðstæður með þeim hætti að þar þrífast svipuð samfélög plantna og dýra (Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54, 2016).

Vistgerðalykill Náttúrufræðistofnunar (Borgþór Magnússon, 2019) er nýttur sem hjálpargagn til þess að auðvelda fólki að flokka land í vistgerðir. Hann leiðir notanda niður á vistlendi og síðan á þá vistgerð sem best fellur að því landi sem er til skoðunar. Ef unnið er með lykilinn rafrænt er tengill við

heiti hverrar vistgerðar að finna inni á staðreyndasíðu vefs Náttúrufræðistofnunar: https://www.natt.is/is/grodur/vistgerdir/land. Þar er gefið upp yfirlit yfir ríkjandi tegundir æðplantna og algengustu tegundir eða tegundahópa mosa og fléttna.

Ef mýrar eru raskaðar en ekki vel framræstar vísar lykillinn á *Land er deigt til forblautt og vel gróið → Já → L8 Mýrlendi.*

Einkennistegundir í íslensku mýrlendi eru fyrst og fremst tegundir af staraætt. Í raun er hægt að greina 14 votlendisvistgerðir með því að þekkja sjö lykiltegundir:

- Mýrastör (*Carex nigra*)
- Tjarnastör (*Carex rostrata*)
- Gulstör (*Carex lyngbyei*)
- Klófífa (*Eriphorum angustifolium*)
- Mýrelfting (*Equisetum palustre*)
- Hálmgresi (*Calamagrostis neglecta*)
- Barnamosar (*Sphagnum spp*)

Helstu vistgerðarflokkar mýra sem hafa verið framræstar en gróðurfar ekki breyst verulega, t.d. með ræktun túna, eru eftirfarandi:

- L8.9 Starungsmýravist
  Lítið til nokkuð hallandi mýrar á láglendi og til heiða með nær samfelldri og ríkjandi mýrastör (starungi), auk bláberjalyngs, fjalldrapa, krækilyngs, engjarósar o.fl.

- L8.5 Runnamýravist á hálendi
  Lítið til nokkuð hallandi mýrlendi til heiða og fjalla, ríkt af runnum, ríkjandi tegundir fjalldrapi, bláberjalyng, mýrastör, klófífa og fjallavíðir.

- L8.10 Hengistararflóavist
  Mosaríkir flóar til heiða og á miðhálendinu, með hengistör, klófífu og fjallavíði.

- L8.11 Brokflóavist
  Flatt til lítið eitt hallandi, mýraflóar með klófífu (broki) ríkjandi, auk vetrarkvíðastarar, mýrastarar og hengistarar í bleytum en bláberjalyng, fjalldrapi og krækilyng.

- L8.12 Starungsflóavist
  Flatt og slétt, frjósamt mýrlendi vaxið mýrastör auk túnvinguls, gulstarar og hálmgresis.

- L8.13 Tjarnastararflóavist
  Flóar á flatlendi og í kvosum á láglendi og til heiða og fjalla með tjarnastör ríkjandi, ásamt vetrarkvíðastör og klófífu.

- L8.14 Gulstararflóavist
  Sléttir, gróskumiklir flóar og flæðilönd meðfram stórám og fljótum, vaxin gulstör auk tjarnastarar.

Ef mýrar eru vel framræstar er algengt að votlendisvistgerðir hafi þróast í átt að eftirfarandi vistgerðum:

- L9.4 Snarrótarvist
  Gróskumikið graslendi á sléttlendi og í hlíðum með snarrót ríkjandi.

- L9.6 Língresis- og vingulvist
  Deigt til þurrt gróskumikið graslendi með hálíngresi, túnvingli o.fl. grastegundum á þykkum, frjósömum jarðvegi.

- L14.2 Tún og akurlendi
  Tún og akrar; landbúnaðarland þar sem ræktaðar eru fjölærar (túngrös) og einærar (korn, kartöflur, grænmeti) nytjaplöntur.

Erfitt getur verið að ákveða vistgerð á röskuðum mýrum þar sem þurrlendistegundir hafa aukna þekju innan votlendisgróðurs. Þurrlendistegundir eru í auknum mæli í framræslujaðri raskaðra mýra og má þar helst finna snarrótarpunt, hálíngresi og skarifífil. Víðikjarr, sem fyrirfinnst í mýrum, tekur oft vaxtarkipp í framræstum mýrum og stækkar og breiðir úr sér.

Beitarummerki

Beit búfjár getur haft áhrif á möguleika til endurheimtar. Ef mikil beit er á mýrarsvæði sést það á þéttleika og stærð þúfna auk magns sinu þar sem of mikil beit og traðk þungra húsdýra geta leitt til þéttrar þúfnamyndunar og rofdíla. Við kortlagningu á svæðum innan mýrarendurheimtar eru eftirfarandi þættir metnir út frá sjónmati og skráðir:

- Beitarummerki, þ.e. gróður bitinn, magn sinu.
- Gróðurþekja svæðis út frá þekju há- og lágplantna.
- Stærð og þéttleiki þúfna.

Rotnunarstig jarðvegs

Til þess að átta sig á framræsluáhrifum á lífrænan jarðveg er rotnunarstigi jarðvegs lýst út frá mælikvarða Von Post-skalans (sjá töflu 2). Jarðvegssýni er tekið fyrir neðan svarðlag þar sem niðurbrot jarðvegs hefst. Staðsetning sýnatöku ákvarðast af kortlagningu vistgerða þar sem jarðvegssýni er tekið í hverri vistgerð innan endurheimtarsvæðis. Sýnið er tekið í lófastærð og rotnunarstig metið með því að kreista sýnið í lófanum og gera athuganir á eftirfarandi þáttum:

- Hversu gruggugt vatnið er sem drýpur á milli fingranna.
- Hversu mikill mór kreistist út úr lófanum.
- Hversu áberandi jurtaleifar sjást í sýninu eftir kreistingu.

Út frá þessu er ákveðið á hvaða skala rotnunarstig jarðvegsins er, sem spannar bil á milli H1 og H10 (sjá töflu 2).

Tafla 2. Mælikvarði Von post sem sýnir rotnunarstig jarðvegs.

Rotnunarstig jarðvegs – Mælikvarði von Post	
H1	Algjörlega órotnaðar jurtaleifar. Við kreistingu í lófa drýpur tært vatn.
H2	Næstum órotnaðar jurtaleifar. Við kreistingu drýpur næstum tært vatn, gulbrúnt að lit.
H3	Lítið rotnaður mór. Við kreistingu drýpur gruggugt vatn, en mór pressast ekki út á milli fingranna. Hin pressaða lófafylli er trefjótt og samhangandi.
H4	Nokkuð rotnaður mór. Við kreistingu drýpur mjög gruggugt vatn. Hin pressaða lófafylli er dálítið sundurlaus.
H5	Allmikið rotnaður mór. Jurtaleifar enn greinilegar en farnar að láta talsvert á sjá. Við kreistingu pressast dálítið af mó út á milli fingranna og auk þess mjög gruggugt vatn.
H6	Allmikið rotnaður mór. Jurtaleifar eru orðnar ógreinilegar. Við kreistingu pressast ekki meira en 1/3 hluti lófafyllunnar út á milli fingranna. Mórinn sem eftir verður í lófanum er mjög sundurlaus en jurtaleifar greinilegri en í hinu ókramda sýnishorni.
H7	Mikið rotnaður mór en allmikinn hluta jurtaleifanna má þó enn greina. Við kreistingu pressast um 2/3 hlutar sýnishornsins út á milli fingranna.
H8	Mjög mikið rotnaður mór og jurtaleifar mjög ógreinilegar. Við kreistingu pressast um 2/3 hlutar sýnishornsins út á milli fingranna.
H9	Næstum fullrotnaður mór. Ógerlegt að greina tegundir jurtaleifa. Við kreistingu hverfur langmestur hluti sýnishornsins út á milli fingranna sem jafn grautur.
H10	Fullrotnaður mór, þar sem jurtaleifar verða ekki lengur greindar með berum augum. Við kreistingu hverfur allt sýnishornið út á milli fingranna sem jafn grautur eða súpa.

Hönnun framkvæmda

Vatnafar

Ýmsar aðgerðir og aðstæður á endurheimtarsvæði mýra hafa mikil áhrif á rennslishætti innan svæðisins. Hér þarf bæði að líta til náttúrulegra vatnsfarvega sem og þeirra skurða sem grafnir hafa verið innan vatnasviðsins. Kortlagning á magni og stefnu vatnsrennslis í skurðum, miðað við höfuðáttir, gefur mynd af vatnsflæði í gegnum framræstar mýrar. Sem dæmi má nefna að innan framræstrar mýrar getur einn skurður tekið við mestöllu vatnsrennsli í gegnum mýrina á meðan annar skurður er þurr stóran hluta árs. Vatnsrennsli er því kortlagt í hverjum skurði við kortlagningu á endurheimtarsvæðum þar sem eftirfarandi þættir eru metnir út frá sjónmati og skráðir í landupplýsingakerfi:

- **Vatnsrennslismagn í botni skurðar –** metið út frá flæði vatns.
- **Rennslisátt í botni skurðar –** miðað við höfuðáttir.

Skurðir

Kortlagning skurða er mikilvæg til að átta sig á ástandi og áhrifum framræslu þeirra á mýrarvistkerfi. Hver og einn skurður er kortlagður og eftirfarandi þættir metnir út frá sjónmati og skráðir í landupplýsingakerfi:

- **Dýpt og breidd skurða** – skráð í sentimetrum.
- **Stærð og staðsetning ruðninga –** miðað við höfuðáttir.
- **Gróðurþekja í botni skurðar –** metin út frá há- og lágplöntum.

Auk þess er tekin yfirlitsmynd af hverjum skurði og skal hún sýna botn skurðar og stærð ruðninga við hlið skurðar (mynd 4).



Mynd 4. Dæmi um myndatöku af skurði.

Rásir

Mikilvægt er að greina ræsi í mýrum þar sem framræsluáhrif þeirra geta verið virk og leitt vatn frá svæðinu undir yfirborði. Á yfirborðinu sjást upplyftir garðar með 5-15 m millibili sem oft eru staðsettir á milli skurða og má þá gera ráð fyrir að ræsið undir yfirborði sé staðsett um hálfum til einum metra fyrir neðan garðinn og 40 cm til hliðar við hann (sjá mynd 5).

Tegund rása er misjöfn og flokkun þeirra vísar í það verklag sem notast var við. Þær tegundir rása sem eru kortlagðar eru:

- **Plógrásir –** Sjást á yfirborði. Plógur er notaður við gerð rása á yfirborði til þess að framræsa.
- **Kílræs**i – Undir yfirborði en á yfirborði sést garður. Kílræsisplógur er notaður við gerð rása á yfirborði til þess að framræsa.
- **Annað –** Annars konar framræsla sem býr til rásir.



Mynd 5. Loftmynd sem sýnir skurði og kílræsi á milli þeirra.

Hæðarlíkön og yfirlitsmyndir

Hæðarlíkan (oft unnið úr drónamyndum) nýtist vel við hönnun endurheimtaraðgerða. Það nýtist við skipulagningu framkvæmda þar sem það gefur skýra mynd af legu landsins og rennslisháttum vatns um svæðið. Með líkaninu er hægt að greina nákvæmlega lægðir og hæðir, meta áhrif skurða og kílræsa og ákvarða hvar best sé að grípa inn í með stíflugerð eða þverböndum til að halda vatni á

svæðinu. Samhliða nýtast yfirlitsmyndir úr lofti í hárri upplausn afar vel sem samanburðargögn við eldri heimildir og loftmyndir, auk þess að mynda mikilvægan grunn til að fylgjast með breytingum og gróðurframvindu svæðisins að framkvæmdum loknum.

Fastur ljósmyndunarpunktur

Stöðluð myndataka getur nýst vel til þess að fylgjast með þeim breytingum sem kunna að verða við endurheimtaraðgerðir og er tiltölulega einföld í framkvæmd. Teknar eru ljósmyndir á fyrirfram ákveðnum svæðum til þess að vakta ástand eða breytingar. Ljósmyndir geta verið auðveldari í túlkun en mælingar (Hall, 2001).

Við endurheimt votlendis er mikilvægt að staðsetning staðlaðrar myndatöku sýni þær breytingar sem markmiðin ná yfir. Til dæmis ef markmið endurheimtar er að ná upp vatnsstöðu og endurheimta votlendisgróður er gott að staðsetja vöktunarreit inn á milli skurða þannig að þeir sjáist en miðpunktur ljósmyndarinnar verði gróðursvæðið sem mun blotna út frá skurðinum með tímanum og breytast. Vöktunarreitir fyrir myndatöku mega vera eins margir og þurfa þykir til þess að sýna þær breytingar sem gætu orðið. Vegna mikilvægis ljósmynda við vöktun á landi þurfa myndirnar að vera í eins góðum gæðum og kostur er. Það er því nauðsynlegt að þær sýni yfirborð lands og að landið sé t.d. ekki hulið snjó eða ís. Einnig er líklegt að mikil þoka, rigning, skuggi og slíkt muni koma mjög niður á gæðum myndanna.

Almennt skal í hverjum vöktunarreit taka fjórar ljósmyndir, eina í hverja höfuðátt. Ljósmyndari skal standa þar sem vöktunarreitur er staðsettur og hafa myndavélina í u.þ.b. 150 cm hæð og taka myndina þannig að 1/3 hluti myndar sé fyrir ofan sjóndeildarhring. Forðast skal að fólk, farartæki, gæludýr eða annað en landið sjálft sé á myndunum. Ekki skal nota aðdrátt, flass eða aðra slíka eiginleika og myndin skal vera tekin á láréttu formi („landscape“) (Hall, 2001, 2002).

Framkvæmdir og leyfi

Athuga skal að samkvæmt Skipulagsstofnun fellur endurheimt votlendis ekki undir lög um umhverfismat framkvæmda og áætlana nr. 111/2021 (Skipulagsstofnun, 2019). Hins vegar þarf að kanna hjá viðkomandi sveitarfélagi hvort krafist sé framkvæmdaleyfis en það er í verkahring hvers sveitarfélags fyrir sig að meta leyfisskyldu framkvæmdarinnar samkvæmt skipulagslögum nr. 123/2010 og reglugerð um framkvæmdaleyfi nr. 1050/2021.

Aðrir þættir sem gæti þurft að huga að í framkvæmdaleyfisferlinu:

Minjastofnun

Áður en sótt er um framkvæmdaleyfi er mælt með að Minjastofnun Íslands sé upplýst um fyrirhugaðar aðgerðir til að kanna hvort fornminjar séu á svæðinu, sbr. lög um menningarminjar nr. 80/2012. Minjavörður fær gögn eins og loftmyndir, skurðaþekju svæðisins og yfirlitskort frá Landi og skógi og vinnur út frá þeim upplýsingum umsögn um svæðið. Sú umsögn er síðan lögð fram með framkvæmdaleyfisumsókn til sveitarfélagsins til að tryggja að skilyrðum skipulagslaga nr. 123/2010 (14. gr.) og reglugerðar um framkvæmdaleyfi sé fullnægt.

23. gr. *Fornleifar í hættu.*

- Hver sá sem verður var við að fornleifar liggi undir skemmdum skal gera Minjastofnun Íslands viðvart án tafar.
- Ef fyrirsjáanlegt er að minjastaður spillist vegna breyttrar landnotkunar eða framkvæmda skal framkvæmdaraðili eða viðkomandi sveitarfélag gera Minjastofnun Íslands viðvart með sannanlegum hætti með minnst fjögurra vikna fyrirvara áður en áætlaðar framkvæmdir hefjast og lýsa þeim breytingum er af framkvæmd mun leiða.

Við framkvæmdir innan endurheimtarsvæðis er merkt fyrir minjum, ef þær eru til staðar, út frá umsögn minjavarðar. Þetta verklag kemur í veg fyrir röskun minja við framkvæmdir og er unnið í samráði við verktaka á staðnum.

Vegagerðin

Við framkvæmdir við endurheimt er mikilvægt að koma í veg fyrir að vatn safnist fyrir í vegskurði eða hindri flæði þess. Vegagerðin sér um þá skurði sem eru innan veghelgunarsvæðis sem eru misstórir eftir því í hvaða flokki vegurinn er og skal kynna sér það vel fyrir framkvæmdir. Samkvæmt vegalögum nr. 80/2007 (sbr. 1. mgr. 49. gr.) má ekki breyta vatnsrennsli í vegaskurðum:

49. gr. *Veiting vatns.*

- Enginn má stífla skurði meðfram vegi eða ræsi gegnum veg, eða gera neitt sem hindrað getur eða aukið eðlilegt vatnsrennsli gegnum veg eða frá vegi, eða veita vatni á veg.

Fiskistofa

Ef endurheimtarsvæði er staðsett í eða við veiðivatn þarf að athuga hvort leyfi þurfi hjá Fiskistofu vegna framkvæmda við endurheimt.

Um framkvæmdir sem háðar eru leyfi Fiskistofu gildir 33. grein laga nr. 61/2006 um lax- og silungsveiði:

33. gr. *Um heimild til mannvirkjagerðar í veiðivötnum.*

- Sérhver framkvæmd í eða við veiðivatn, allt að 100 metrum frá bakka, sem áhrif getur haft á fiskigengd þess, afkomu fiskstofna, aðstæður til veiði eða lífríki vatnsins að öðru leyti, er háð leyfi [Fiskistofu]. [1)] Um byggingarleyfis- og framkvæmdaleyfisskyldar framkvæmdir fer einnig samkvæmt [skipulagslögum og lögum um mannvirki] [2)] og reglum settum samkvæmt þeim.

- Með umsókn framkvæmdaraðila eða landeiganda til [Fiskistofu] [1)] um leyfi til framkvæmda við ár og vötn skal fylgja álit viðkomandi veiðifélags þegar það á við og umsögn sérfræðings á sviði veiðimála um hugsanleg áhrif framkvæmdar á lífríki veiðivatns. Leyfis [Fiskistofu] [1)] skal aflað áður en ráðist er í framkvæmd.

- Ef sérstök ástæða þykir til getur [Fiskistofa] [1)] krafist þess að framkvæmdaraðili láti gera líffræðilega úttekt á veiðivatni áður en leyfi til framkvæmdar er veitt. [Fiskistofa] [1)] getur í slíkum tilvikum kveðið nánar á um til hvaða þátta úttektin skuli ná.

- Kostnaður vegna nauðsynlegra líffræðilegra úttekta skal greiddur af þeim sem óskar eftir leyfi til framkvæmda. [Fyrir útgáfu leyfis skv. 1. málsl. 1. mgr. greiðist gjald samkvæmt gjaldskrá Fiskistofu, sbr. 5. gr. laga nr. 36/1992, um Fiskistofu, með síðari breytingum.] [3)]

[1)] *L. 81/2008, 8. gr.* [2)] *L. 123/2010, 57. gr.* [3)] *L. 67/2015, 13. gr.*

Aðferðir við framkvæmdir

Tilgangur framkvæmda við endurheimt votlendis er að hækka grunnvatnsstöðu svæðisins þannig að vatn dreifist jafnt um svæðið og að allt framræst land innan svæðisins verði eins blautt á ný eins og kostur er.

Almennt er besti tíminn til að vinna við endurheimt á framræstum svæðum síðsumars. Gera má ráð fyrir að varpi fugla sé lokið og svæðin eru alla jafna þurrust á þeim tíma. Mikilvægt er að hafa í huga að hætta er á að vanmeta vatnsmagn svæðisins. Vatnsstaða svæða breytist hratt eftir veðurfari, t.d. eftir miklar haustrigningar. Forskoðun á öðrum tíma en síðsumars er því mikilvæg til þess að hægt sé að gera sér grein fyrir því hvernig vatn dreifist á svæðinu.

Ávallt skal taka mið af rennslisháttum og byrja efst í skurðenda og „ryðja“ vatninu á undan sér út skurðinn. Hægt er að átta sig á rennsli vatns innan skurðar sé hann opinn í annan endann og þá er hægt að ganga út frá því að vatnshalli sé í átt að opna endanum. Ef skurðir liggja þvert á halla skal byrja efst í skurðenda, neðst í landinu. Þannig vinnur maður sig frá því svæði sem safnar í sig vatni.

Almennt gildir að framkvæmdir liggja niðri á varptíma fugla en sá tími miðast við lok apríl til 15. júlí.

Tækjabúnaður

Ákjósanlegast er að nota skurðgröfur sem eru á bilinu 10–23 tonn. Vélar undir þeirri þyngd eru afkastalitlar en vélar yfir þeirri þyngd eru svifaseinar, valda miklu raski og eiga á hættu að sökkva á blautum svæðum. Það er ekki endilega raunin að minni vélar (10–16 tonn) afkasti minna en þær stærri (16–23 tonn). Það fer allt eftir svæðinu og eðli þess. Á mjög blautum svæðum afkasta minni vélar e.t.v. jafn miklu, jafnvel meiru en þær stærri sökum þess hve þægilegt er að fara á þeim um svæðið og að undirlagið skiptir minna máli.

Vélar á bilinu 12–16 tonn verða að hafa að lágmarki 60 cm breiðar spyrnur (belti) ef svæðið er mjög blautt. Vélar á bilinu 16–18 tonn að þyngd verða að hafa að lágmarki 70 cm breiðar spyrnur og vélar yfir þeirri þyngd verða að vera á 90 cm spyrnum að lágmarki. Ef breiddin er minni skera þær gróðursvörðinn og eiga það á hættu að sökkva.

Skófluval fer eftir aðstæðum á hverjum stað. Þar sem ruðningar eru til staðar er afkastamest að nota efnisskóflur en þar sem búa þarf til tjarnir til að stífla með þverböndum gæti verið þægilegra að notast við snyrtiskóflur. Tryggasti valkosturinn er þó alltaf efnisskófla.

Öryggi og umferð um svæði

Gott er að skipuleggja framkvæmdir út frá veðurfari, vinna á viðkvæmum svæðum þegar frost er í jörðu, draga úr raski eins og unnt er og lagfæra svæðið eftir á ef þess þarf.

Huga þarf vandlega að eftirfarandi þáttum:

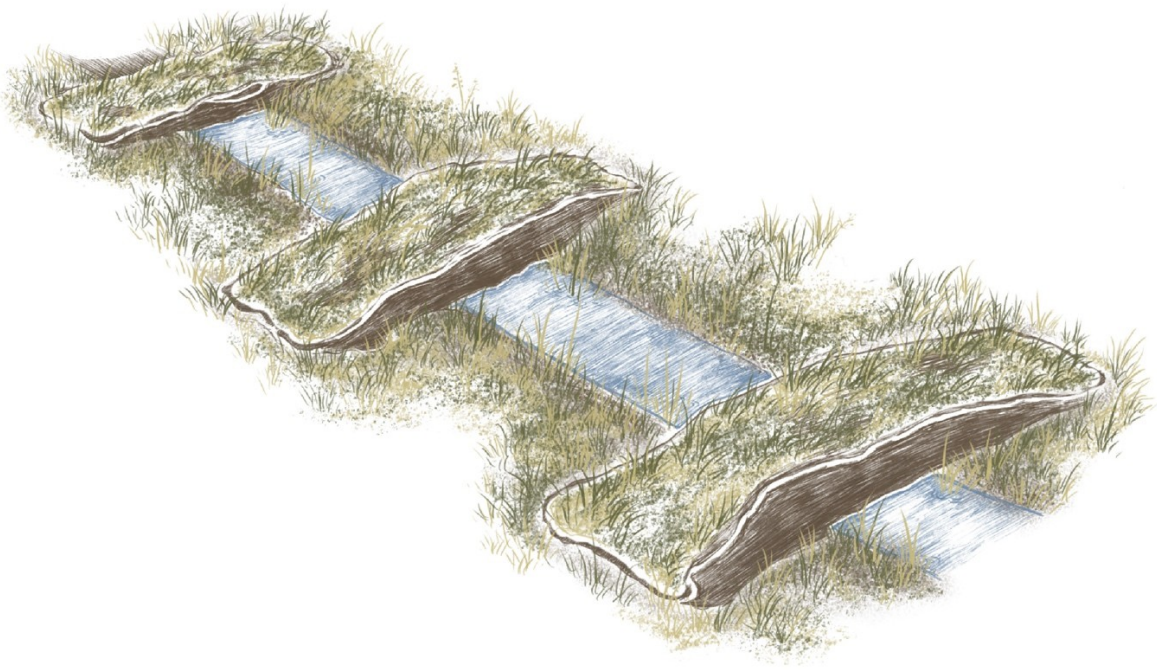
- Að stíflur og þverbönd haldi.
- Þegar tjarnir eru grafnar er gott að passa að þær séu aðgrunnar en ekki djúpar en slíkt getur skapað hættur fyrir fólk og dýr.
- Hægt er að fylla upp aðgrunn efnistökusvæði með gömlum rúllum til að minnka slysahættu enn fremur.
- Fara varlega með þung tæki á uppfylltum skurðum, sérstaklega í mikilli bleytu.
- Ganga ekki á nýuppfylltum skurðum þar sem efni ofan í þeim er ekki orðið stöðugt.

Oftast eru engir vegslóðar til staðar á endurheimtarsvæðum votlendis og þung vinnutæki keyra um viðkvæm og blaut svæði. Ef vegslóðar eru til staðar skal aka eftir þeim. Mjög mikilvægt er að velja ökutæki við hæfi m.t.t. stærðar, þyngdar, stærðar á dekkjum og hversu viðkvæmt svæðið er til að lágmarka rask.

Aðferðir við uppfyllingu skurða

Þverbönd

Þverbönd eru sett með ákveðnu millibili þvert yfir skurði til þess að dreifa vatni betur um svæðið, þannig að vatn nái ekki rennsli aftur ofan í skurði eða á aðra óæskilega staði. Þverböndin eru gerð úr torfum sem eru lagðar þvert á skurðinn og jafnframt látnar ná vel út fyrir skurð. Þetta þarf að samræmast landslaginu með tilliti til halla og vatnsstöðu. Nauðsynlegt er að þverböndin séu um 30-40 cm hærri en bakkar skurðarins. Ef skurður er þvert á halla er gott að þverbönd nái út fyrir skurð undan halla. Hafa skal í huga að jarðvegur þjappast verulega með tímanum og því er mikilvægt að þverböndin séu vel há miðað við skurðstæðið frá upphafi.



Mynd 6. Skýrimynd af þverböndum. Teikning: Fífa Jónsdóttir

Skurðafyllingar

Ruðningar eru til staðar

Þar sem ruðningar eru til staðar skal nýta þá sem uppfyllingar í skurði. Þegar lokið hefur verið við að moka 4-5 metrum af ruðningnum ofan í skurðinn er gott að moka gróðurtorfum úr botni og bökkum skurðar og leggja þær yfir sárið sem verður til við að fjarlægja ruðningana. Fyllinguna skal þjappa vel ofan í skurðinn og gott er að reyna að láta gróðurtorfur standa upp úr fyllingunni. Þannig aukast líkur á því að sárið grói hraðar og þar sem fylling sígur niður með tímanum eykur það líkur á að skurðfylling verði í sömu hæð og landið í kring í framtíðinni. Gott er að skilja reglulega eftir gróðurhryggi þvert á sárið þar sem ruðningur er fjarlægður til að forðast að vatn renni eftir ruðningssárinu. Á 40-50 metra fresti er mikilvægt að hreinsa allan gróður úr botni og bökkum skurðar á sirka 4-5 metra kafla. Síðan er hreinum jarðvegi mokað í skurðinn og þjappað vel. Efst er síðan útbúið þverband sem nær vel út fyrir bakka skurðarins. Eftir því sem halli lands eykst verður bilið á milli þeirra að minnka. Mjög mikilvægt er að reyna eftir fremsta megni að lesa landið og staðsetja þverbönd á stöðum þar sem land liggur lágt eða t.d. lækjarfarvegir renna þvert í skurði sem þarf að beina þvert yfir skurðinn eftir uppfyllingu.

Ruðningar ekki til staðar

Við þessar aðstæður verður að útbúa stíflur í skurðinn. Gott er að byrja á að taka gróður til hliðar úr botni skurðar og úr skurðarbökkum þar sem stíflur verða staðsettar en best er að taka efni úr skurðarbökkum eða við hlið hans. Þá eru aðgrunnar tjarnir grafnar við hlið skurða og gróðurtorfur nýttar í frágang. Ef skurðir eru þvert á halla skulu tjarnirnar vera neðan við skurðinn því þannig fyllast þær örugglega af vatni. Því meiri halli sem er á landinu, þeim mun styttra þarf að vera á milli stíflna.

Við uppbyggingu stíflna er mold mokað ofan í skurð og þjappað vel með reglulegu millibili. Stíflan er gerð breiðust neðst og mjókkar er ofar dregur, efsti hluti má þó ekki vera mjórri en 1,5 metrar á breidd. Stíflur eiga að vera hærri en umhverfið og ná vel út fyrir skurð og gera skal þverband efst á stíflu. Álag á stíflur getur orðið gríðarlegt þegar bilið á milli þeirra er orðið fullt af vatni. Því skal gæta þess að hafa þær eins voldugar og kostur er og miða bilið á milli þeirra við dýpt og breidd skurðar og halla lands. Því stærri sem skurðurinn er, því voldugri verða stíflurnar að vera.

Önnur mikilvæg atriði:

- Ekki skal þjappa gróðurtorfum og jafna yfirborð, betra er að hafa það ójafnt og hæðótt í takt við landslag náttúrulegra mýra.
- Þar sem skurðir eru opnir út í enda er mikilvægt að búa til veglega stíflu við endann til að koma í veg fyrir að vatn renni út frá nýfylltum skurði.

- Ef ræsi eru til staðar undir yfirborði innan svæðis skal gæta þess að stífla þau vel og fjarlægja eftir atvikum.
- Ef trjágróður er til staðar ofan í skurðum eða á bökkum skurða skal fjarlægja hann og ekki nota hann sem uppfyllingarefni þar sem trjágreinar minnka festu moldar í skurði.

Aðrar aðferðir

Lokun kílræsa

Ef kílræsi eru innan endurheimtarsvæðis skal taka mið af lokun þeirra við framkvæmd. Op þeirra liggja oft á u.þ.b. 80 cm dýpi og vatn rennur enn í gegnum þau. Loka skal kílræsum áður en skurðum er lokað. Ástæða þess er að kílræsi geta legið nálægt skurðum og erfitt er að finna þau eftir rask vegna lokunar þeirra. Halli lands hefur áhrif á fjarlægð milli stíflunar á kílræsum.

Góð aðferð til að loka kílræsum er að grafa u.þ.b. 1,2 m niður og athuga hvort það fari að renna vatn úr veggnum. Ef kílræsin eru enn virk þá er jarðvegur þurr. Oft sést vatn renna fyrst úr rásinni sem plógurinn skar í jarðveginn en neðan við hann birtast svo göng sem geta verið 10-15 cm breið. Góð þumalputtaregla er að ef kílræsi eru til staðar skuli þeim lokað við hverja 20 cm í hæðarmun. Ef landið er flatt skal miða við 50 metra líkt og við gerð þverbanda.

Lækir og stöðuvötn

Í þeim tilfellum þar sem endurheimt votlendis felur í sér endurheimt lækja og stöðuvatna skal hafa í huga búsvæði og farleiðir fiska. Oft eru skurðir grafnir í gegnum náttúrulega árfarvegi og getur þá myndast hár þröskuldur í árfarvegi sem heftir gönguleiðir fiska eins og urriða eða áls. Eins hafa mörg stöðuvötn á Íslandi verið endurheimt með því að stífla fyrir útfallið sem er oft og tíðum skurður sem framræsti vatnið upprunalega. Þá myndast þröskuldur fyrir fiska sem komast ekki úr skurðinum og upp í vatnið.

Yfirleitt dugar sú aðferð í endurheimt ár- og lækjarfarvega að loka skurðum og færa vatn aftur í náttúrulega farvegi og hækka vatnsstöðu í stöðuvötnum þar sem skurðir hafa framræst þau. Í stað þess að stífla skurði úr útföllum stöðuvatna skal rannsaka hvar vatnið rann úr stöðuvatninu fyrir framræslu, gera ráðstafanir svo vatnið komist þá leið aftur og loka svo skurðinum. Ef náttúrulegt útfall stöðuvatna finnst ekki má útbúa nýja lækjarfarvegi til að tengja við stærri vatnasvið á ný og endurheimta búsvæði ferskvatnsfiska.

Á framkvæmdartíma

Mjög mikilvægt er að fylgjast með aðgerðum á endurheimtarsvæðum á meðan á framkvæmdum stendur. Oftast er auðvelt að lagfæra það sem betur má fara á framkvæmdartíma. Ef það er hins vegar ekki gert og lagfært síðar þá fylgir því óþarfa kostnaður vegna flutninga á vélum og svæðin geta jafnvel orðið ófær vélum vegna bleytu. Sömuleiðis eykur það gæði framkvæmdarinnar að hún sé unnin vel í fyrstu frekar en að lagfæra þurfi síðar vegna þess að þá standa fyllingar og stíflur betur og rask helst í lágmarki.

Hafa skal í huga að verktaki er samningsbundinn og samningnum fylgja skilyrði sem þarf að uppfylla. Því ætti að vera skilningur bæði verktaka og verkkaupa á því að verkefninu sé fylgt eftir á framkvæmdatíma og bent á það sem betur má fara. Þar sem veðurfar er mjög breytilegt hér á landi getur það haft neikvæð áhrif á framkvæmdir endurheimtarsvæða. Til dæmis geta mikil vatnsveður skömmu eftir framkvæmdir skolað til stíflum eða þverböndum sem hafa ekki fengið tíma til að gróa og því er mikilvægt að fylgja framkvæmdum eftir út frá veðurfari og aðstæðum á viðkvæmasta tíma.

Ári eftir framkvæmdir

Ári eftir framkvæmdir skal taka út svæðið með tilliti til allra framkvæmda, þ.e. skurðafyllingar, stíflna, þverbanda og skurðaenda. Kanna skal ástand þeirra og ráðast í lagfæringar ef þörf er. Gengið er um framkvæmdarsvæðið og skráð niður ef lagfæringa þarfnast og hvers eðlis þær eru.

Dæmi um lagfæringar eru eftirfarandi:

- Stíflur hafa skolast til
- Vatn rennur aftur ofan í uppfylltan skurð
- Þverbönd þarf að hækka
- Stíflum þarf að fjölga í skurði

Ef þörf er á lagfæringum eftir úttekt er haft samband við verktaka og meta þarf með honum mögulega tímasetningu á lagfæringum út frá aðstæðum innan svæðisins og veðurfari.

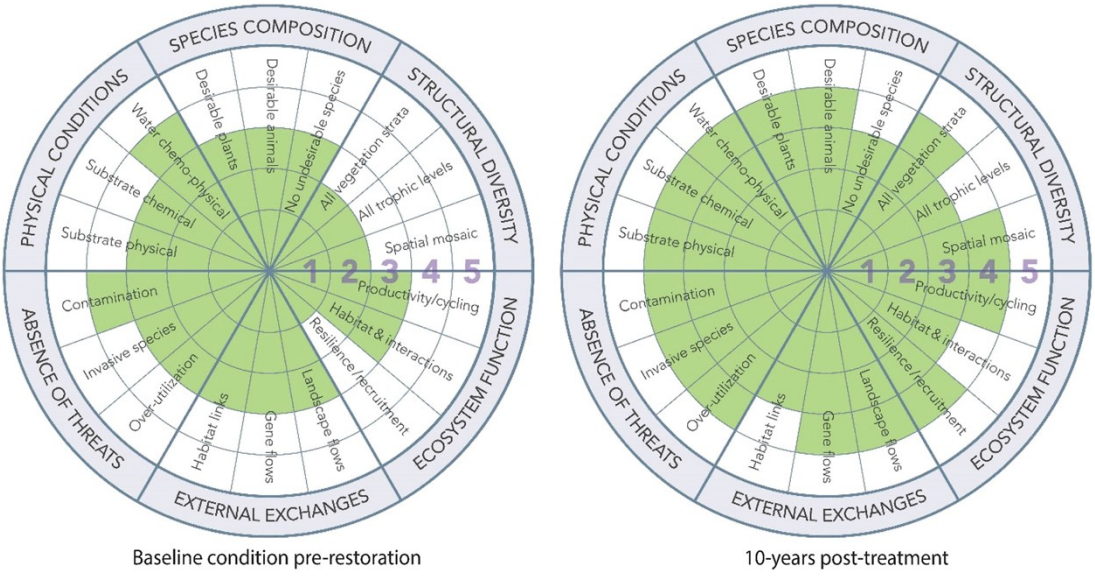
Langtímavöktun og árangursmat

Vöktun beinist að sérstöku takmarki og mælanlegum tilgangi og markmiðum sem eru skilgreind í byrjun verkefnis. Þar af leiðandi er erfitt að útlista nákvæmlega hvaða vöktun hentar fyrir hvert svæði. Sem dæmi má nefna að ef markmiðið er að endurheimta votlendi fyrir fiska mun vöktunin miða að því að meta áhrif aðgerða á hrygningarsvæði fiska og árangursmat byggist þá m.a. á þeim gögnum.

Þó að vöktun og árangursmat séu misjöfn eftir verkefnum og svæðum er hægt að notast við sama kerfi til skráningar gagna. Í þessari aðferðafræði er stuðst við fimm stjörnu kerfi SER-staðlanna (Gann et al, 2019) þar sem árangur er metinn á kvarðanum 1-5 út frá vöktun og mati á ástandi sex lykileiginleika vistkerfa:

- Ógnir ekki til staðar
- Ólífrænir umhverfisþættir
- Tegundasamsetning
- Breytileiki í uppbyggingu
- Virkni vistkerfis
- Ytra samspil

Með öðru verkfæri SER-staðlanna, sem kallast vistfræðilegt batahjól, má svo meta þann bata á eiginleikum vistkerfis sem átt hefur sér stað samanborið við eiginleika viðmiðunarvistkerfis. Þar sem viðmiðunarvistkerfi fær hæstu einkunn (5), fyrir alla eiginleika, táknar algrænt batahjól að fullum bata hafi verið náð. Batahjólið sýnir ástand hvers lykileiginleika vistkerfis við upphaf endurheimtarverkefnis sem eru svo endurmetnir aftur síðar. Á mynd 7 má sjá dæmi um batahjól sem lýsir upphafsástandi endurheimtarsvæðis vinstra megin og hægra megin má sjá sama batahjól 10 árum síðar, eftir endurheimtaraðgerðir.



Mynd 7. Vistfræðilegt batahjól sem sýnir breytingu á vistfræðilegum þáttum með tímanum á endurheimt vistkerfis. Hægra megin er hjól sem sýnir ástand mismunandi eiginleika vistkerfa í byrjun endurheimtar og til vinstri sýnir hjólið árangur eftir 10 ár eftir ýmsar endurheimtaraðgerðir (Gann et al, 2019).

Samhliða hinu vistfræðilega batahjóli bjóða SER-staðlarnir upp á félagslegt batahjól. Það er notað til að meta félagslegan og efnahagslegan ávinning verkefnisins, svo sem þátttöku og vellíðan samfélagsins, menntunargildi, eflingu staðbundinnar þekkingar og sjálfbæra nýtingu landgæða. Þannig gefa hjólin tvö saman heildstæða mynd af árangri endurheimtarinnar fyrir bæði náttúru og samfélag.

Ef árangur er metinn óviðunandi í ljósi árangursmats eftir 5–10 ár á grunni nýrrar þekkingar, breyttra umhverfisaðstæðna eða ófyrirséðrar framvindu, er mikilvægt að endurskoða endurheimtaráætlunina og grípa til viðeigandi ráðstafana. Í samræmi við SER-staðlana skal beita aðlögunarstjórnun en hún byggir á því að líta á stjórnun svæðisins sem hringrás: vöktunargögn eru reglulega nýtt til að læra af reynslunni, endurmeta markmið og beina framvindu vistkerfisins aftur á rétta braut með markvissum inngripum ef þörf krefur.

Að lokum

Endurheimt votlendis er langt ferli þar sem fagleg þekking og hagnýtar framkvæmdir á vettvangi verða að haldast í hendur. Líkt og farið hefur verið yfir byggist árangursrík endurheimt á mun meiru en því að vinnuvélar mæti og moki ofan í skurði. Endurheimt er ferli sem inniheldur meðal annars greiningu á upprunalegu ástandi vistkerfa, samtal og náið samstarf við landeigendur og hagaðila, nákvæma gagnasöfnun og skýra markmiðasetningu sem byggð er á alþjóðlegum viðmiðum SER-staðlanna.

Val á viðeigandi tækjabúnaði og réttum aðferðum við framkvæmdir við ólíkar landslagsaðstæður tryggir að grunnvatnsstaða nái að hækka án þess að raska viðkvæmum lífrænum jarðvegi eða valda skaða á nærliggjandi svæðum.

Að lokum er rétt að árétta að vistfræðilegur bati mýra tekur langan tíma. Það að endurheimta votlendi þannig að vistfræðilegir ferlar taki við sér á ný gerist ekki á einu ári. Með vönduðum vinnubrögðum, kerfisbundnum úttektum, reglulegri vöktun og aðlögun aðgerða ef þörf krefur, er tryggt að endurheimtin skili tilætluðum árangri til framtíðar.

Heimildir

Arnþór Garðarsson, Borgþór Magnússon, Einar Ó. Þorleifsson, Hlynur Óskarsson, Jóhann Óli Hilmarsson, Níels Árni Lund, Sigurður Þráinsson og Trausti Baldursson. (2006). *Endurheimt votlendis 1996–2006* (Skýrsla Votlendisnefndar). Landbúnaðarráðuneytið.

Bjarni Guðmundsson. (2020). *Yrkja vildi ég jörð: Íslenskir ræktunarhættir*. Hið íslenska bókmenntafélag.

Borgþór Magnússon. (2019). *Vistgerðarlykill Náttúrufræðistofnunar Íslands. I. Vistgerðir á landi*. Náttúrufræðistofnun Íslands.

Borgþór Magnússon og Sturla Friðriksson. (1989). Framræsla mýra. *Ráðunautafundur*, 12(1), 146–157.

Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65(10), 934–941. https://doi.org/10.1071/MF14173

Freysteinn Sigurðsson. (1998). Vatnafræði votlendis. Í Jón S. Ólafsson (ritstj.), *Íslensk votlendi: Verndun og nýting* (bls. 69–77). Háskólaútgáfan.

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K. og Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*, 27(S1), S1–S46. https://doi.org/10.1111/rec.13035

Gorham, E. (1991). Northern Peatlands: Role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. *Ecological Applications*, 1(2), 182–195. https://doi.org/10.2307/1941811

Hall, F. C. (2001). *Ground-based photographic monitoring* (Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-503). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

Hall, F. C. (2002). *Photo point monitoring handbook: Part A—Field procedures* (Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-526). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

Hobbs, R. J. og Norton, D. A. (2004). Ecological filters, thresholds, and gradients in resistance to ecosystem reassembly. Í V. M. Temperton, R. J. Hobbs, T. Nuttle og S. Halle (ritstj.), *Assembly Rules and Restoration Ecology: Bridging the Gap Between Theory and Practice* (bls. 72–95). Island Press.

Hulvey, K. B. og Aigner, P. A. (2014). Using filter-based community assembly models to improve restoration outcomes. *Journal of Applied Ecology*, 51(4), 997–1005. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12284

Ingi Þorsteinsson og Gunnar Ólafsson. (1975). Mýrlendi sem beitiland. Í Arnþór Garðarsson (ritstj.), *Votlendi* (Rit Landverndar 4, bls. 110–121). Landvernd.

IPCC. (2014). *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands* (T. Hiraishi, T. Krug, K. Tanabe, N. Srivastava, J. Baasansuren, M. Fukuda og T. G. Troxler, ritstj.). IPCC.

Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir (ritstj.). (2016). *Vistgerðir á Íslandi* (Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54). Náttúrufræðistofnun Íslands.

Lög um náttúruvernd nr. 60/2013. https://www.althingi.is/lagas/nuna/2013060.html

Lög um umhverfismat framkvæmda og áætlana nr. 111/2021. https://www.althingi.is/lagas/nuna/2021111.html

Ólafur Arnalds, Jón Guðmundsson, Hlynur Óskarsson, Sigmundur H. Brink og Fanney Ó. Gísladóttir. (2016). Icelandic inland wetlands: Characteristics and extent of draining impacts. *Wetlands*, *36*(4), 759–769. https://doi.org/10.1007/s13157-016-0784-1

Ramsar-samningurinn: Samningur um votlendi sem hafa alþjóðlegt gildi, einkum sem lífsvæði fyrir votlendisfugla. (1971). Sótt af https://www.ramsar.org

Rannveig Ólafsdóttir. (2015). *Carbon budget of a drained peatland in Western Iceland and initial effects of rewetting* [Óbirt meistararitgerð]. Landbúnaðarháskóli Íslands.

Skipulagsstofnun. (2019). *Um endurheimt votlendis – Skipulag og leyfi*. Skipulagsstofnun.

Snorri Baldursson. (2014). *Lífríki Íslands: Vistkerfi lands og sjávar*. Forlagið.

Stefanía Lára Bjarnadóttir. (2012). *Short term study of carbon and nitrogen export from a drained Icelandic peatland and first effects of rewetting* [Óbirt meistararitgerð]. Danmarks Tekniske Universitet (DTU).

Steindór Steindórsson. (1963). *Gróður á Íslandi*. Almenna bókafélagið.

Steindór Steindórsson. (1975). Um íslenskan mýrlendisgróður. Í Arnþór Garðarsson (ritstj.), *Votlendi* (Rit Landverndar 4, bls. 22–41). Landvernd.

Tubiello, F. N., Biancalani, R., Salvatore, M., Rossi, S. og Conchedda, G. (2016). A worldwide assessment of greenhouse gas emissions from drained organic soils. *Sustainability*, 8(4), grein 371. https://doi.org/10.3390/su8040371

Þórður Ö. Jóhannsson. (1971). *Kröggólfsstaðatorfa* [Óprentað handrit úr örnefnasafni Árnastofnunar]. Skrifað 1967–1971. https://sarpur.is/Adfang.aspx?AdfangID=583618

Viðauki I

Endurheimt votlendis: Forskoðun á hugsanlegum endurheimtarsvæðum

Hentugleiki til endurheimtar endurspeglast í hárri stigagjöf

Gerð jarðvegs	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐	1: Ekki lífrænn 2: Meðal 3: Mjög lífrænn
Dýpt jarðvegs	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐	1: Grunnur (0-1) 2: Meðal (1-2) 3: Djúpur (3+)
Framræsla	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐	1: Lítið framræst 2: Meðal framræst 3: Mjög framræst
Aðkoma vatns	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐	1: Takmörkuð aðkoma vatns 2: Einhverjar fyrirstöður 3: Engin takmörkun
Halli lands	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐	1: Mikill halli 2: Meðal / lítill halli 3: Enginn halli
Ruðningar	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐	1: Engir ruðningar 2: Litlir ruðningar 3: Miklir ruðningar
Samfella svæðis	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐	1: Engin samfella 2: Meðal 3: Mjög samfellt
Stærð svæðis	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐	1: Lítið (1-10 ha) 2: Meðal (10-30 ha) 3: Stórt (30 ha eða stærra)
Votlendisgróður	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐	1: Sáðgresi ríkjandi 2: Blandaður votlendisgróður með grösum 3: Votlendisgróður ríkjandi
Neikvæð áhrif á nærliggjandi jarðir	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐	1: Mjög líklegt 2: Ólíklegt 3: Útilokuð áhrif
Jákvæð áhrif	? ☐ ? ☐ ? ☐	Frjáls stigagjöf Huga að vatnshag, búsvæðum plantna og dýra, fræðslugildi, jákvæð áhrif á nærliggjandi svæði, jákvæð áhrif á fiskistofna/aðrar lífverur