

HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Aðferðir við ákvörðun á vistmegni
mikið breyttra vatnshlota

*Fjóla Rut Svavarsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir,
Þóra Hrafnisdóttir og Svava Björk Þorláksdóttir*



Aðferðir við ákvörðun á vistmegni mikið breyttra vatnshlota

Methods for determining the ecological potential of Heavily Modified Water Bodies.

Höfundar	Fjóla Rut Svavarsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir, Þóra Hrafnadóttir, Svava Björk Þorláksdóttir
Unnið fyrir	Umhverfisstofnun
Samstarfsaðilar	Náttúrufræðistofnun Íslands og Veðurstofa Íslands
Verkefnisstjóri	Eydís Salome Eiríksdóttir
Samþykkt af	Guðni Guðbergsson, sviðsstjóri Ferskvatns- og eldissviðs

Haf- og vatnarannsóknir / Marine and Freshwater Research in Iceland

Númer	HV 2024-22 / VI-2024-006 / NÍ-24005		
Dagsetning	1. júlí 2024	Dreifing	Opin
Fjöldi síðna	49	ISSN	2298-9137

© Hafrannsóknastofnun, rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Ágrip

Samkvæmt lögum um stjórn vatnamála skulu öll vatnshlot uppfylla umhverfismarkmið sem sett eru fram í vatnaáætlun Íslands 2022–2027. Almenn séð þurfa vatnshlot að uppfylla skilyrði um mjög gott og gott vistfræðilegt ástand, en í sumum tilvikum getur verið nauðsynlegt setja önnur umhverfismarkmið, t.d. þar sem vatnshlot hafa orðið fyrir umfangsmiklum breytingum af mannavöldum eða hafa jafnvel verið búin til þar sem ekki var vatn áður. Samkvæmt lögnum getur Umhverfisstofnun í ákveðnum tilvikum skilgreint vatnshlot sem manngert eða mikið breytt ef það hefur orðið fyrir umfangsmiklum breytingum á vatnsformfræði sem leitt hafa til þess að vatnshlotið nær ekki markmiðum um a.m.k. gott vistfræðilegt ástand. Umhverfismarkmið mikið breyttra og manngerðra vatnshlota er gott vistmegin.

Í skýrslunni er fjallað um aðferðir við ákvörðun vistmegin í mikið breyttum vatnshlotum í samræmi við leiðbeiningar Evrópusambandsins. Leiðbeiningarnar voru gerðar til að samræma aðferðir við ákvörðun á vistmegni mikið breyttra vatnshlota í Evrópu sem er nauðsynlegt til að uppfylla skilyrði vatnatilskipunar Evrópusambandsins. Við ákvörðun á besta og góðu vistmegni þarf að greina hvaða mótvægisáðgerðir eru viðeigandi í hverju vatnshloti með áherslu á aðgerðir sem líklegastar eru til að skila bestum árangri fyrir vistkerfið. Áhersla er lögð á að tryggja vistfræðilega samfellu í vatnshlotum til að vistkerfið starfi á sem eðlilegastan hátt. Við ákvörðun á vistmegni vatnshlota er nauðsynlegt að miða við vatnshlot sem eru sambærileg mikið breyttu vatnshlotunum. Sem dæmi má nefna skyldi almennt miða við gæðaþætti í stöðuvötnum þegar meta skal vistmegin uppistöðulóna (t.d. fyrir vatnsaflsvirkjanir), þrátt fyrir að vatnshlotið hafi tilheyrt straumvötnum fyrir framkvæmdir.

Fjallað er um tvær meginstefnur við ákvörðun á vistmegni, þ.e. viðmiðunarnálgun og mótvægisnálgun. Viðmiðunarnálgun má nota ef gögn um líffræðilega gæðaþætti eru nægileg og góð þekking er á tengslum líffræðilegra og vatnsformfræðilegra þátta. Ef gögn um gæðaþætti eru hins vegar af skornum skammti má ákvarða vistmegin með mótvægisnálgun og er það gert út frá þeim mótvægisáðgerðum sem til staðar eru og gagnast lífríkinu hvað best. Aðferðirnar tvær eiga að leiða til sömu niðurstöðu í vistfræðilegu tilliti og báðar byggja þær á að mótvægisáðgerðir séu til staðar sem milda áhrif framkvæmda á vatnsformfræði vatnshlotanna, sérstaklega hvað varðar vistfræðilega samfellu.

Lykilorð: Vistmegin, mikið breytt vatnshlot, manngert vatnshlot, mótvægisnálgun, viðmiðunarnálgun, mótvægisáðgerð, stjórn vatnamála

Abstract

In Iceland the European Water Framework Directive (WFD) is being implemented as of the legislation in 2011 of the law on Water Management Act (no. 36/2011). According to the law, all water bodies must meet the environmental objective set out in the Icelandic River Basin Management Plan 2022–2027. In general, water bodies must fulfil the criteria of high and good ecological status. However, in some cases it may be necessary to set other environmental objectives, e.g. where water bodies have undergone extensive anthropogenic alteration or have been created where there was no water before. According to the law the Environmental Agency can in certain cases define a body of water as Heavily Modified Water Body (HMWB) or Artificial Water Body (AWB) if it has undergone extensive hydromorphological changes that prevent it from achieving the objective of good ecological status. The environmental objective for HMWB and AWB is good ecological potential.

This report discusses methods for determining the ecological potential of HMWB in accordance with EU guidelines. The guidelines were made to harmonise methods used for assessing the ecological potential of HMWB in Europe. When determining high and good ecological potential it is necessary to identify appropriate mitigation measures in the water body and assess which measures are most likely to benefit the ecosystem. Emphasis is on ensuring ecological continuum in water bodies to enable the ecosystem to function as naturally as possible. When determining the ecological potential of a heavily modified water body it is necessary to use quality elements appropriate for the water body category which is comparable to the heavily modified water body in question. For example, lake quality elements should generally be used when determining the ecological potential of reservoirs (e.g. for hydroelectric power plants) even though the original water body used to be a river before construction began.

Here we present two main approaches to determine ecological potential in HMWB, i.e. the reference approach and the mitigation measures approach. The reference approach can be used if data on biological quality elements are sufficient and the knowledge of the relationship between hydromorphological conditions and biological response is adequate. On the other hand, if data on quality elements are scarce the ecological potential can be determined with the mitigation measures approach which is based on the appropriate mitigation measures benefitting the ecosystem. The two methods should lead to the same result in an ecological context, and both are based on the presence of mitigation measures that reduce the anthropogenic impact on water body hydromorphology, especially with respect to ecological continuity in the water body.

Keywords: *Ecological potential, Heavily Modified Water Body, Artificial Water Body, reference approach, mitigation measures approach*

Efnisyfirlit

1 Inngangur	1
2 Helstu hugtök	4
3 Vismegin manngerðra og mikið breyttra vatnshlota	8
3.1 Vistfræðileg samfella	8
3.2 Ákvörðun á vistmegni vatnshlota	9
3.2.1 Viðmiðunarnálgun (e. reference approach)	12
3.2.2 Mótvægisnálgun (e. mitigation measures approach)	14
3.3 Lykilskef við ákvörðun á vistmegni vatnshlota (Skref A–H)	17
Forvinna – fyrirbyggjandi upplýsingar	17
Skref A – Greining á sambærilegasta vatnaflokki og tengdum gæðapáttum	17
Skref B – Auðkenning mótvægisáðgerða fyrir besta vistmegin (MEP)	17
Skref C – Ákvörðun vatnsformfræðilegs ástands fyrir besta vistmegin (MEP)	18
Skref D – Ákvörðun eðlisefnafræðilegs ástands fyrir besta vistmegin (MEP) miðað við sambærilegustu vatnagerð	19
Skref E – Ákvörðun líffræðilegs ástands fyrir besta vistmegin (MEP)	20
Skref F – Ákvörðun líffræðilegs ástands fyrir gott vistmegin (GEP)	20
Skref G – Ákvörðun á ástandi stuðningsþátta fyrir gott vistmegin (GEP)	21
Skref H – Auðkenning mótvægisáðgerða fyrir gott vistmegin (GEP)	21
3.4 Auðkenning á viðeigandi mótvægisáðgerðum – ítarleg lýsing á skrefi B	22
Skref B1. Auðkenna viðeigandi mótvægisáðgerð(ir) fyrir vatnsformfræðilegar breytingar sem eru til bóta fyrir vistkerfi vatnshlotsins	23
Skref B2. Útiloka mótvægisáðgerðir sem hafa umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi eða umhverfið í heild	26
Skref B3. Velja aðgerðir sem gagnast vistkerfinu hvað best með því að tryggja sem besta vistfræðilega samfellu	32
4 Framkvæmd mótvægisáðgerða til að ná góðu vistmegni	33
Nægja eftirstandandi mótvægisáðgerðir til að vatnshlot ná góðu vistmegni miðað við líffræðilega gæðapætti?	35
5 Tillaga að nálgun til að nota á Íslandi	37
6 Lokaorð	41
Heimildir	42
Viðauki I. Yfirlit yfir álagsþætti og áhrif á gæðapætti í ám, vötnum, árósum og strandsjó.	44
Viðauki II. Lykilaðgerðir og dæmi um sértækar mótvægisáðgerðir til að ná góðu vistmegni í straumvatni	47
Viðauki III. Lykilaðgerðir og dæmi um sértækar mótvægisáðgerðir til að ná góðu vistmegni í stöðuvatni	49

Töfluskra

Tafla 1. Skilgreining á besta, góðu og ekki viðunandi vistmegni út frá líffræðilegum, vatnsformfræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum.....	2
Tafla 2. Dæmi um áhrifaþátt og álagsþátt og líkleg áhrif á ástand vatnsformfræðilegra og eðlisefnafræðilegra gæðapátta.....	24
Tafla 3. Dæmi um áhrifaþátt og álagsþátt og líkleg áhrif á líffræðilega gæðapætti í straumvatni	24
Tafla 4. Dæmi um mótvægisáðgerðir sem gætu átt við í straumvatni vegna reksturs vatnsaflsvirkjunar.....	25
Tafla 5. Almenn lýsing á skaðlegum áhrifum mótvægisáðgerða á helstu umsvif og starfsemi	27
Tafla 6. Dæmi um skaðleg áhrif mótvægisáðgerða á vatnssöfnun til miðlunar fyrir raforkuframleiðslu og mat á því hvort þau teljist umtalsverð	31
Tafla 7. Tillaga að aðferð til að ákvarða vistmegin mikið breyttra vatnshlota á Írlandi.....	39

Myndaskra

Mynd 1. Megindrættir í ákvörðun á góðu vistmegni (GEP) mikið breyttra vatnshlota sem byggir annað hvort á viðmiðunarnálgun (rauðar örvar) eða mótvægisnálgun (bláar örvar)	9
Mynd 2. Myndræn framsetning á ákvörðun á besta og góðu vistmegni mikið breyttra vatnshlota í samanburði við flokkunarkerfi fyrir náttúruleg vatnshlot.....	10
Mynd 3. Lykilskref við ákvörðun á besta vistmegni (MEP) og góðu vistmegni (GEP) mikið breyttra vatnshlota	11
Mynd 4. Ferill viðmiðunarnálgunar við að skilgreina líffræðileg gildi fyrir gott vistmegin (GEP) mikið breyttra vatnshlota	12
Mynd 5. Lykilskref með aðferð viðmiðunarnálgunar (e. reference approach) við skilgreiningu á besta vistmegni (MEP) og góðu vistmegni (GEP) mikið breyttra vatnshlota	13
Mynd 6. Ferill mótvægisnálgunar við skilgreiningu á góðu vistmegni (GEP) mikið breyttra vatnshlota.....	14
Mynd 7. Lykilskref með aðferð mótvægisnálgunar (e. mitigation measures approach) við skilgreiningu á besta vistmegni (MEP) og góðu vistmegni (GEP) mikið breyttra vatnshlota.....	16
Mynd 8. Myndræn framsetning á skrefum B1–B3 við val á mótvægisáðgerðum við ákvörðun besta vistmegins	22
Mynd 9. Flæðirit sem sýnir framkvæmd mótvægisáðgerða	33
Mynd 10. Dæmi um tímasetningu vöktunar mikið breyttra vatnshlota eftir að mótvægisáðgerðum hefur verið beitt.....	34
Mynd 11. Einfölduð mynd sem sýnir viðmiðunarnálgun og hvernig viðmiðunaraðstæður og frávik frá þeim eru notaðar til þess að skilgreina gott vistmegin	37
Mynd 12. Einfölduð mynd sem sýnir mótvægisnálgun og hvernig gott vistmegin er skilgreint án þess að viðmiðunaraðstæður séu til staðar	38

1 Inngangur

Árið 2011 var vatnatilskipun Evrópusambandsins (2000) tekin upp í íslensk lög (nr. 36/2011). Markmið laganna er að vernda vatn og vistkerfi þess, hindra frekari rýrnun vatnsgæða og bæta ástand vatnavistkerfa til þess að vatn njóti heildstæðrar verndar. Jafnframt er lögunum ætlað að stuðla að sjálfbærri nýtingu vatns og langtímavernd vatnsauðlindarinnar. Við innleiðingu laganna hafa verið útbúin flokkunarkerfi til að meta vistfræðilegt ástand vatnshlota í ferskvatni og strandsjó (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl., 2020; Raket Guðmundsdóttir o.fl., 2022). Öll vatnshlot skulu uppfylla **umhverfismarkmið** (e. ecological objectives) samkvæmt vatnaáætlun 2022–2027 (Umhverfisstofnun, 2022) sem sett eru fram fyrir hvert vatnshlot í vatnavefsja stjórnar vatnamála (www.vatnavefsja.vedur.is). Megin markmiðið er að vatnshlot uppfylli skilyrði um mjög gott eða gott **vistfræðilegt ástand** (e. ecological status). Sum vatnshlot hafa orðið fyrir umfangsmiklum breytingum af mannavöldum eða hafa jafnvel verið búin til þar sem ekki var vatn áður. Umhverfisstofnun getur, samkvæmt 13. grein laga um stjórn vatnamála, skilgreint vatnshlot sem mangert eða mikið breytt ef það nær ekki markmiðum um gott vistfræðilegt ástand vegna breytinga á **vatnsformfræði** (e. hydromorphology) sem tilkomnar eru vegna **umsvifa/starfsemi** (e. specified uses) (hér eftir kallað starfsemi) að uppfylltum skilyrðum a til d í 3. málsgrein 13. greinar laganna¹. Umhverfismarkmið fyrir mangert og mikið breytt vatnshlot er **gott vistmegin** (e. good ecological potential). Mat á **vistmegni** mangertðra og mikið breyttra vatnshlota byggir á líffræðilegum, eðlisefnafræðilegum og vatnsformfræðilegum gæðapáttum og er miðað við matsþætti sem eiga við um þá gerð vatnshlota sem er hvað sambærilegust (tafla 1). Til dæmis skal miða við gæðapætti í stöðuvatni ef um er að ræða straumvatn sem breytt hefur verið í stöðuvatn (s.s. uppistöðulón til raforkuframleiðslu). Ef strandsjó hefur verið breytt, t.d. með þverun fjarðar, gætu gæðapættir úr árósavötnum átt við ef áhrif ferskvatns á vatnshlotið eru mikil.

Þegar vatnatilskipun Evrópusambandsins (2000) var tekin upp í íslensk lög voru búin til mörg nýyrði til að ná utan um hugtök sem notuð eru í vatnatilskipun. Eitt þeirra er helsta umfjöllunarefni þessarar skýrslu, **vistmegin**². Orðið vísar til orðsins *megin* sem þýðir afl eða kraftur (sbr. *að trúá á mátt sinn og megin og eftir fremsta megni*). Það þýðir að meta skal vistkerfi sem getur þrífist í vatnshloti þrátt fyrir breytingar sem gerðar hafa verið á því, þ.e.

¹ Skv. 13. grein laga um stjórn vatnamála eru umsvifin sem um ræðir eftirfarandi:

- siglingar, hafnir eða afþreyingaraðstaða,
- starfsemi sem hefur í för með sér geymslu, flutning og hjáveitu vatns, t.d. neysluvatnsmiðlun, orkuvinnslu eða áveitu,
- flóðavarnir, framræsla,
- önnur sjálfbær umsvif jafnmikilvæg og hin framangreindu.

² Orðið *vistmegin* (hk.) fallbeygist á eftirfarandi hátt: *vistmegin* (nf.), *vistmegin* (þf.), *vistmegni* (þgf.), *vistmegins* (ef.).

eftir getu eða megni vatnshlotsins til að viðhalda ferskvatnsvistkerfi. Mörg önnur orð sem eru skilgreind í lögnum eru notuð í skýrslunni og nauðsynlegt er að tileinka sér þau til að fá góða yfirsýni yfir málefnið. Í því ljósi er samantekt á hugtökum og skýringar á þeim settar fram í kafla 2.

Besta vistmegni (e. maximum ecological potential) er náð ef vistkerfi í mikið breyttu vatnshloti endurspeglar það sem finna má í sambærilegasta vatnshloti. Ákvörðun á besta vistmegni byggir á að vatnsformfræði hafi breyst eingöngu vegna þeirrar starfsemi sem varð þess valdandi að vatnshlotið var tilnefnt sem mikið breytt vatnshlot, en ekki vegna annarra þátta. Við ákvörðun á besta vistmegni er lögð áhersla á að gripið hafi verið til viðeigandi mótvægis- aðgerða til að milda áhrif umsvifanna, sérstaklega með tilliti til vistfræðilegrar samfellu, m.a. til að viðhalda farleiðum dýra á hrygningar-, varp- og uppeldisstöðvar (tafla 1). Vatnshlot nær góðu vistmegni ef smávægilegt frávik er frá besta vistmegni hvað varðar líffræðilega og eðlisefnafræðilega gæðapætti og ef vatnsformfræðilegir þættir eru með þeim hætti að lífríki fær þrifist og dafnað.

Tafla 1. Skilgreining á besta, góðu og ekki viðunandi vistmegni út frá líffræðilegum, vatnsformfræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum. Textinn er orðréttur úr kafla 1.2.5 í III. viðauka reglugerðar nr. 535/2011. Vistmegin er notað til að lýsa ástandi mikið breyttra og manngerðra vatnshlota.

Þáttur	Besta vistmegin	Gott vistmegin	Ekki viðunandi vistmegin
Líffræðilegir gæðapættir	Gildi líffræðilegu gæðapáttanna endurspeglar, eins og kostur er, þau gildi sem tengd eru sambærilegustu gerð yfirborðsvatnshlota, að teknu tilliti til aðstæðna sem stafa af manngerðum eða mikið breyttum eiginleikum vatnshlotsins.	Smávægilegar breytingar eru á gildum viðkomandi vatnshlots fyrir líffræðilega gæðapætti miðað við gildin sem finnast við besta vistmegni.	Nokkrar breytingar eru á gildum viðkomandi vatnshlots fyrir líffræðilega gæðapætti miðað við gildin sem finnast við besta vistmegni. Þessi gildi sýna umtalsvert meiri röskun en þar sem ástand er gott.
Vatnsformfræðilegir þættir	Vatnsformfræðilegu þættirnir eru í samræmi við það að einu áhrifin á yfirborðsvatnshlotið séu þau sem stafa af manngerðum eða mikið breyttum eiginleikum vatnshlotsins þegar allar mildandi ráðstafanir hafa verið gerðar til að tryggja bestu aðferðina við að ná vistfræðilegri samfellu, einkum að því er varðar far dýra á hrygningar- og uppeldisstöðvar.	Aðstæður eru í samræmi við áðurgreind gildi fyrir líffræðilega gæðapætti.	Aðstæður eru í samræmi við áðurgreind gildi fyrir líffræðilega gæðapætti.
Eðlisefnafræðilegir þættir*	Eðlisefnafræðilegu þættirnir eru algjörlega eða nánast eins og búast mætti við í þeirri gerð yfirborðsvatnshlots sem helst er sambærilegt við mikið breytta eða manngerða vatnshlotið sem um ræðir, ef það væri óraskað. Styrkur næringarefna helst innan þeirra marka sem alla jafna mætti vænta við óraskaðar aðstæður. Hiti, súrefnisjafnvægi (ANC) og sýrustig eru í samræmi við það sem búast mætti við í þeirri gerð yfirborðsvatnshlota sem líkust er óroskuðum aðstæðum.	Gildin fyrir eðlisefnafræðilegu þættina eru innan þeirra marka sem ákvörðuð hafa verið til að tryggja að vistkerfið starfi eðlilega og til að áðurgreind gildi fyrir líffræðilega gæðapætti náist. Hita- og sýrustig eru ekki utan þeirra marka sem ákvörðuð hafa verið til að tryggja að vistkerfið starfi eðlilega og til að áðurgreind gildi fyrir líffræðilega gæðapætti náist. Styrkur næringarefna er ekki utan þeirra marka sem fastsett hafa verið til að tryggja að vistkerfið starfi eðlilega og áðurgreind gildi fyrir líffræðilega gæðapætti náist.	Aðstæður eru í samræmi við áðurgreind gildi fyrir líffræðilega gæðapætti.

*Auk eðlisefnafræðilegra þátta er fjallað um kröfur um efnafraðilega þætti (sérstaka mengunarvalda, manngerða og náttúrulega) í kafla 1.2.5 í III. viðauka reglugerðar nr. 535/2011.

Í skýrslunni er dregin upp lýsing á aðferðum sem skilgreindar eru í leiðbeiningum Evrópusambandsins og miða að því að samræma aðferðir sem aðildarríkin og EFTA-löndin nota til að meta vistmegin mikið breyttra vatnshlota (WFD CIS, 2019a). Áhersla er lögð á aðferðir sem lýst er í kafla 5 (Steps for definition of ecological potential) í leiðbeiningariti nr. 37 (WFD CIS, 2019a). Hér er um að ræða óformlega þýðingu og útdrátt úr leiðbeiningaritinu og í einhverjum tilfellum er um staðfæringu að ræða.

Undir stjórn vatnamála hefur verið unnið að bráðabirgðatilnefningu manngerðra og mikið breyttra vatnshlota á Íslandi (Katrín Sóley Bjarnadóttir o.fl., 2020; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl., 2022a; 2022b; 2023). Framkvæmd tilnefningarprófa, sem nauðsynleg eru við endanlega tilnefningu vatnshlota, hefur einnig verið lýst (Eydís Salome Eiríksdóttir og Fjóla Rut Svavarsdóttir, 2023).

2 Helstu hugtök

Í lögum um stjórn vatnamála nr. 36/2011 og leiðbeiningum sem gerðar hafa verið vegna innleiðingar þeirra eru skilgreind nýyrði sem nauðsynlegt er að tileinka sér til að fá yfirsýn yfir málefnið. Allnokkur hugtök eru útskýrð í þessum kafla. Frekari upplýsingar er einnig hægt að finna í eldri skýrslum um manngerð og mikið breytt vatnshlot (Katrín Sóley Bjarnadóttir o.fl., 2020; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl., 2022a; 2022b; 2023). Rétt er að taka fram að þýðing og túlkun nokkurra hugtakanna er frá höfundum skýrslunnar komin og því ekki um löggilta þýðingu að ræða.

Besta vistmegin (e. maximum ecological potential, MEP): Með besta vistmegni er átt við besta ástand sem vistkerfi í mikið breyttum vatnshlotum getur náð eftir að öllum viðeigandi mótvægisáðgerðum hefur verið beitt. Mikilvægt er að mótvægisáðgerðir sem valdar eru tryggi sem minnst frávík frá vistfræðilegri samfellu. Til þess að besta vistmegin náist þurfa matsþættir fyrir líffræðilega gæðabætti að endurspeгла, eins og kostur er, sömu matsþætti í sambærilegustu gerð yfirborðsvatnshlota, að teknu tilliti til aðstæðna sem stafa af manngerðum eða mikið breyttum eiginleikum vatnshlotsins. Eðlisefnafræðilegir þættir eru eins eða nánast eins og búast má við í þeirri gerð yfirborðsvatnshlots sem helst er sambærileg við mikið breytta eða manngerða vatnshlotið sem um ræðir, ef það væri óraskað. Styrkur næringarefna helst innan þeirra marka sem alla jafna mætti vænta við óröskuð skilyrði. Hiti, súrefnisjafnvægi og sýrustig eru í samræmi við það sem búast mætti við í óröskuðum yfirborðsvatnshlotum sömu gerðar. Í skýrslunni er ensk skammstöfun hugtaksins notuð, MEP.

Endurheimtaraðgerðir (e. restoration measures): Vísar til þess að mannvirki eða hindrun, sem hefur skaðleg áhrif á lífríki vatnshlots, sé fjarlægð eða því breytt að því marki að vatnshlotið geti talist náttúrulegt vatnshlot í góðu vistfræðilegu ástandi. Stigsmunur er á endurheimtaraðgerðum og mótvægisáðgerðum og miða mótvægisáðgerðir að því að vistmegin í mikið breyttu vatnshloti verði eins gott og kostur er miðað við breytinguna sem orðið hefur í vatnshlotinu.

Evrópskt safn mótvægisáðgerða (e. European mitigation measures library) er yfirlit yfir áðgerðir sem hægt er að nota til að draga úr skaðlegum áhrifum sem athafnir manna hafa á vatnshlot. Áðgerðirnar eru notaðar þegar skilgreina á besta vistmegin og gott vistmegin og er áðgerðum skipt niður eftir vatnaflokkum (ár, stöðuvötn/uppistöðulón, árósar og strandsjór). Safnið lýsir dæmigerðum afleiðingum ýmissa breytinga sem vatnshlot geta orðið fyrir, til dæmis vegna vatnsaflsvirkjana, hafnarmannvirkja og flóðvarna. Safnið leggur til mögulegar mótvægisáðgerðir sem passa hverjum vatnaflokki. Mikilvægt er að hafa í huga að safnið er ekki tæmandi listi yfir allar mótvægisáðgerðir heldur er fremur um hugmyndabanka að ræða. Mörg lönd hafa mótað eigið safn mótvægisáðgerða sem gegnir sama hlutverki og það sem fjallað er um hér. Hafa skal í huga að safn mótvægisáðgerða er lifandi skjal sem er uppfært reglulega.

Gott vistfræðilegt ástand (e. good ecological status, GES): Ástand lífríkis í óröskuðu vatnshloti er flokkað í mjög gott, gott, ekki viðunandi, slakt og lélegt ástand. Öll vatnshlot eiga að ná a.m.k. góðu vistfræðilegu ástandi.

Gott vistmegin (e. good ecological potential, GEP): Smávægilegt frávík er á matsþáttum fyrir líffræðilega gæðabætti frá því sem er fyrir besta vistmegin. Mæligildi fyrir eðlisefnafræðilega gæðabætti og styrk forgangsefna eru innan þeirra marka sem ákvörðuð hafa verið til að

tryggja að vistkerfið starfi eðlilega og til að viðmið fyrir líffræðilega gæðapætti náist. Í skýrslunni er ensk skammstöfun hugtaksins notuð, GEP.

Manngert vatnshlot (e. artificial waterbody): Yfirborðsvatnshlot sem hefur verið búið til á svæði þar sem ekki var til staðar umtalsvert (e. significant) yfirborðsvatn áður. Með öðrum orðum má skilgreina manngert vatnshlot á svæðum þar sem vatnshlot hefur orðið til af mannavöldum þar sem ekkert vatnshlot var fyrir.

Mikið breytt vatnshlot (e. heavily modified waterbody): Yfirborðsvatnshlot sem hefur tekið verulegum breytingum af mannavöldum og uppfyllir ekki viðmið um gott vistfræðilegt ástand. Markmiðið er að vistkerfi í mikið breyttu vatnshloti endurspegli gott vistmegin.

Minnsta frávik frá vistfræðilegri samfellu (e. best approximation to ecological continuum): Við val á mótvægisáðgerðum er sérstaklega horft til áðgerða sem miða að því að ná eða viðhalda vistfræðilegri samfellu eins og kostur er, þannig að frávik viðmiðs verði sem minnst. Þetta á einkum við um far dýra á hrygningar-, varp- og uppeldisstöðvar.

Mótvægisáðgerðir (e. mitigation measures): Áðgerðir sem miða að því að milda áhrif framkvæmda í mikið breyttum vatnshlotum og draga úr skaðlegum áhrifum þeirra á lífríkið. Markmið áðgerðanna er að vatnshlot ná að minnsta kosti góðu vistmegni. Athugið að hugtakið endurheimtaraðgerðir er notað yfir áðgerðir sem nægja til að endurheimta náttúrulegt ástand vatnshlota, sjá skýringu á endurheimtaraðgerðum.

Mótvægisnálgun (e. mitigation measures approach): Aðferð sem miðar að því að skilgreina besta vistmegin og gott vistmegin út frá mótvægisáðgerðum sem ráðist hefur verið í. Gert er ráð fyrir að einungis sé ráðist í mótvægisáðgerðir sem eru viðeigandi hverju sinni, séu árangursríkar í vistfræðilegu tilliti og hafi ekki neikvæð áhrif á starfsemi og umhverfið í heild. Áðgerðum sem hafa óveruleg jákvæð áhrif á vistkerfið er ekki beitt. Gott vistmegin er síðan skilgreint út frá þeim líffræðilegu gildum sem búast má við að náist þegar ákveðnum mótvægisáðgerðum hefur verið beitt. Mótvægisnálgun er notuð í þeim tilfellum þegar ekki er unnt að spá fyrir um besta vistmegin út frá líffræðilegum gæðapáttum vegna skorts á gögnum eða þekkingu.

Sambærilegasti vatnaflokkur/vatnagerð (e. closest comparable water category/water body type): Sá vatnaflokkur eða vatnagerð sem endurspeglar hvað best flokk/gerð vatnshlots eftir að því hefur verið breytt það mikið að það telst mikið breytt.

Smávægileg breyting/frávik (e. slight changes): Hugtakið er einkum notað til þess að greina á milli besta vistmegins og góðs vistmegins með líffræðilega gæðapætti í huga. Mikilvægt er að breytingar séu metnar út frá mælanlegum þáttum líkt og gert er við mat á vistfræðilegu ástandi náttúrulegra vatnshlota. Það er gert með því að meta töluleg gildi sem lýsa líffræðilegum gæðapáttum miðað við svokölluð viðmiðunargildi (vistfræðilegt gæðahlutfall, EQR). Mat á því hvað teljast smávægilegar breytingar í mikið breyttum vatnshlotum ætti almennt að fylgja sömu lögmálum og mat á náttúrulegum vatnshlotum. Smávægilegar breytingar á líffræðilegum gæðapáttum þurfa að vera studdar af samsvarandi ástandi stuðningsþátta og einnig þarf að tryggja að frávik frá vistfræðilegri samfellu verði sem minnst (sjá t.d. box 9 í WFD CIS (2019a)).

Stuðningsþættir (e. supporting quality elements, SQE): Stuðningsþættir eru eðlisefnafræðilegir og vatnsformfræðilegir þættir sem eru ríkjandi í vatnshloti og styðja við líffræðilega gæðapætti. Stuðningsþættir eru notaðir ásamt líffræðilegum gæðapáttum við ástandsflökkun vatnshlota.

Umhverfið í heild (e. wider environment): Vísar til náttúrulegs og manngerðs umhverfis þar sem m.a. er átt við landslag, jarðmyndanir, fornleifar og annan menningararf. Einnig svæði

sem njóta verndar vegna menningarlegs, líffræðilegs eða vistfræðilegs mikilvægis, t.d. búsvæði friðaðra tegunda, ábyrgðartegunda eða tegunda á valista.

Umhverfismarkmið (e. ecological objectives): Umhverfismarkmið eru skilgreind fyrir sérhverja vatnagerð og skulu þau vera annað hvort mjög gott eða gott vistfræðilegt ástand, auk þess sem efnafræðilegt ástand skal vera gott. Ástandi vatnshlota má ekki hnigna, hvorki tímabundið né varanlega. Umhverfismarkmið eru lagalega bindandi. Fjallað er um umhverfismarkmið vatnshlota í 4. grein vatnatilskipunar Evrópusambandsins (2000) og í 9. töflu í vatnaáætlun Íslands 2022–2027 (Umhverfisstofnun, 2022).

Umsvif/starfsemi (e. specified uses): Með umsvifum/starfsemi er átt við allar aðgerðir af mannavöldum sem breyta eiginleikum vatnshlotsins. Umsvif/starfsemi geta verið framkvæmdir eða starfsemi, t.d. virkjanir, flóðavarnir, landbúnaður og hvers konar vatnsnýting, svo sem vegna áveitu, siglinga og þéttbýlismyndunar.

Umtalsverð skaðleg áhrif á umsvif/starfsemi (e. significant adverse effects on use): Hugtakið er einkum notað í þeim tilgangi að lýsa áhrifum mótvægisáðgerða á tilgreinda nýtingu sem fram fer í vatnshloti, t.d. vegna varnarmannvirkja, siglinga eða orkuframleiðslu. Til þess að skaðleg áhrif geti talist *umtalsverð* ættu þau að vera af þeirri stærðargráðu að eftir þeim sé tekið og þau hafi skaðleg áhrif á notkun til lengri tíma lítið. Skaðleg áhrif geta verið bæði af efnahagslegum og félagslegum toga og fer eftir viðfangsefni hverju sinni (sjá kafla 3.4). Áhrif sem eru lítil eða ómerkjanleg og/eða til skemmri tíma teljast ekki vera umtalsvert skaðleg. Einnig er horft til þess að mótvægisáðgerðir hafi ekki umtalsverð skaðleg áhrif á umhverfið í heild.

Umtalsverð skaðleg áhrif á umhverfið í heild (e. significant adverse effects the wider environment): Þegar ráðist er í mótvægis- eða endurheimtaraðgerðir þarf að hafa í huga að ávinningurinn af framkvæmdinni sé meiri en skaðinn sem hún veldur á umhverfinu í heild. Sem dæmi má nefna gerð laxastiga í því skyni að bæta aðgengi fiska að hrygningarsvæðum. Ef hins vegar þyrfti að raska menningarsögulegum minjum með slíkri mótvægisáðgerð þarf að huga að því hvort skaðinn sem hún veldur sé meiri en ávinningurinn.

Vatnaflokkur (e. water body category): Þegar afmarka á vatnshlot er byrjað á að flokka þau í grunnvatn, straumvötn, stöðuvötn, árósavatns og strandsjó. Vatnshlot í hverjum flokki eru síðan flokkuð í vatnagerðir.

Vatnagerð (e. water body type): Vatnagerð er hópur vatnshlota sem flokkast saman vegna sameiginlegra eiginleika. Til aðgreiningar á gerðum eru notaðir svokallaðir lýsar (e. descriptors) sem draga fram eiginleika sem skipta meginmáli við mótun vistkerfa í vatnshlotum. Lýsar eru þannig einkennisþættir sem notaðir eru til að skipta vatnshlotum í gerðir og þeir eru aldur berggrunns, hlutfall jökulþekju á vatnasviði og hlutfall vatna og votlendis á vatnasviði. Einnig skiptast vatnshlot eftir hæð yfir sjávarmáli, þ.e. mörk á milli lág- og hálandis miðast við 600 m hæð yfir sjó. Stöðuvatnshlot eru einnig flokkuð eftir dýpi í grunn og djúp stöðuvötn.

Vatnahringur (e. water cycle): Í vatnaáætlun er sett fram stefna stjórnvalda í vatnamálum. Vatnaáætlun gildir í sex ár í senn og eru þau tímabil almennt kölluð vatnahringir. Fyrsta vatnaáætlun fyrir Ísland tók gildi árið 2022 og gildir til ársloka 2027.

Vatnsformfræði (e. hydromorphology): Vatnsmagn vatnshlots og breytingar á rennsli og vatnsborði ásamt gerð og undirlagi botns.

Viðmiðunarnálgun (e. reference approach): Aðferð sem notuð er til að skilgreina besta vistmegin í mikið breyttu vatnshloti út frá fyrirliggjandi gögnum um gæðapætti með tilliti til skilgreindra viðmiða. Aðferðin byggir á líffræðilegum gæðapáttum og þeim viðmiðunargildum sem skilgreind hafa verið fyrir lífríki í mikið breyttu vatnshloti. Gögnin sýna tölugildi sem fást

í mælingum á líffræðilegum gæðapáttum eftir að öllum viðeigandi mótvægisáðgerðum hefur verið beitt til að bæta vatnsformfræði í mikið breytta vatnshlotinu sem um ræðir. Velja skal áðgerðir sem eru til bóta fyrir viðkomandi vistkerfi og hafa ekki umtalsverð skaðleg áhrif á umsvif/starfsemi og umhverfið í heild. Gott vistmegin er síðan skilgreint sem smávægilegt frávik frá þeim líffræðilegu viðmiðunargildum sem eiga við um besta vistmegin.

Vistfræðileg samfella (e. ecological continuum): Óhindruð færsla orku, efnis og/eða lífvera innan vistkerfis, t.d. vatnavistkerfis. Vistfræðileg samfella er tryggð ef búsvæði vatnalífvera eru tengd bæði í tíma og rúmi þannig að lífverurnar geti lokið lífsferli sínum.

Vistfræðilegt ástand (e. ecological status): Ástand lífríkis í vatnshloti samkvæmt skilgreindri gæðaflokkun í mjög gott, gott, ekki viðunandi, slakt og lélegt ástand.

Vistmegin (e. ecological potential): Ástand lífríkis í manngerðu eða mikið breyttu vatnshloti samkvæmt gæðaflokkun í besta vistmegin, gott vistmegin og ekki viðunandi vistmegin.

Fyrirvari um manngerð vatnshlot: Markmið laga um stjórn vatnamála nr. 36/2011 og vatnatilskipunar Evrópusambandsins (2000) um *gott vistmegin* eiga við um *manngerð* (e. artificial water bodies, AWB) og *mikið breytt vatnshlot* (e. heavily modified water bodies, HMBW). Skýrslan fjallar fyrst og fremst um ákvörðun á góðu vistmegni fyrir mikið breytt vatnshlot. Yfirleitt eiga sömu áðferðir við um manngerð vatnshlot og mikið breytt þegar ákvarða á gott vistmegin. Jafnframt er sömu áðferðum beitt til að ná góðu vistmegni, þ.m.t. þegar viðeigandi mótvægisáðgerðir og skaðleg áhrif þeirra á nýtingu eru tekin til athugunar. Hins vegar er skýr munur á manngerðum og mikið breyttum vatnshlotum. Mikið breytt vatnshlot eru mynduð úr vatnshloti sem fyrir var, en manngerð vatnshlot hafa verið búin til þar sem ekki rann vatn áður og eru þau yfirleitt með skilgreinda nýtingu í huga (grein 4.3 í vatnatilskipun Evrópusambandsins (2000)). *Áðgerðir til endurheimtar* (e. restoration) í því skyni að ná góðu vistfræðilegu ástandi (náttúrulegu ástandi) eiga ekki við um manngerð vatnshlot vegna þess að viðmiðunaraðstæður fyrir slík vatnshlot er ekki hægt að skilgreina.

3 Vistmegin manngerðra og mikið breyttra vatnshlota

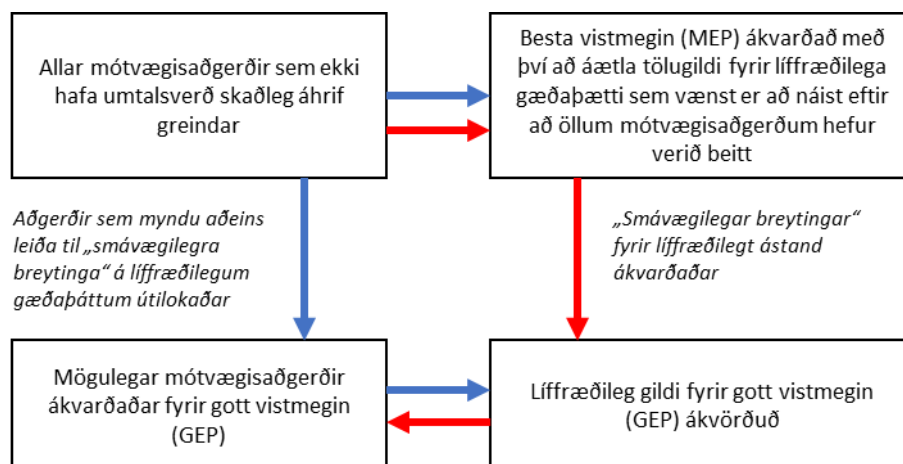
3.1 Vistfræðileg samfella

Lífríki í ferskvatni mótast af og aðlagast aðstæðum sem ríkja á hverjum stað. Far er hluti af lífsferli margra dýrategunda og nýta þær ólík svæði til uppvaxtar, þroska og tímgunar. Lífverur eru háðar því að búsvæði þeirra viðhaldist án mikillar röskunar, t.d. að tímabundnar sveiflur í vatnshæð komi ekki í veg fyrir að lífverur geti lokið lífsferli sínum. Mikilvægt er að framkvæmdir í eða við vatnshlot skerði ekki möguleika lífvera til að komast á búsvæði sín og að nýta þau eins og lífsferill þeirra er lagaður að. Slíkar framkvæmdir fela oft í sér ýmiskonar hindranir sem koma í veg fyrir far lífvera um búsvæði og viðveru þeirra þar. Breytingar í ám og vötnum af mannavöldum kalla því á umfjöllun um [vistfræðilega samfellu](#) (e. ecological continuum) og er hún forsenda þess að vistkerfið virki sem skyldi. Því er sérstaklega mikilvægt að breytingar af mannavöldum hindri ekki vistfræðilega samfellu þannig að vatnalífverur sem hafa lagað sig að aðstæðum á hverjum stað geti óhindrað lokið lífsferli sínum og viðhaldið erfðafræðilegri fjölbreytni. Aðgengi að öllum búsvæðum á réttum tíma er nauðsynlegt og forsenda þess að stofnar lífvera fái þrifist og dafnað. Sem dæmi þarf fiskur ólík búsvæði allt eftir því hvar hann er á lífsferlinum (hrygning, seiðastig, fæðuöflun, vetrardvöl o.s.frv.). Huga þarf að vistfræðilegri samfellu til langs tíma og yfir stór svæði því langan tíma getur tekið að byggja aftur upp stofn lífvera sem hefur verið raskað.

Þegar fyrirséð er að vistfræðileg samfella muni raskast við framkvæmdir, t.d. við gerð uppistöðulóna til raforkuframléiðslu eða vatnsveitu, er nauðsynlegt að huga að mótvægisáðgerðum til að milda áhrif breytinganna, sérstaklega með tilliti til vistfræðilegrar samfellu. [Mótvægisáðgerðir](#) (e. mitigation measures) sem tryggja minnsta frávik frá [vistfræðilegri samfellu](#) (e. best approximation of ecological continuum) fela í sér áðgerðir sem tryggja til dæmis nægilegt vatnsrennsli fyrir göngufisk og annað dýralíf í vatni, viðheldur búsvæðum ferskvatnslífvera, þar á meðal á hrygningar-, varp- og uppeldisstöðvum, viðheldur setflutningum og þar með lífvænlegum búsvæðum til lengri tíma. Val mótvægisáðgerða skal miða að því að frávik frá vistfræðilegri samfellu sé sem minnst til að aðstæður í vatnshlotinu verði eins líkar óraskaðri vistfræðilegri samfellu og kostur er. Mat á vistmegni mikið breyttra og manngerðra vatnshlota byggir að stórum hluta á að vistfræðileg samfella sé til staðar í vatnshloti til þess að þar þrifist lífríki og dafni. Minnsta frávik frá vistfræðilegri samfellu er forsenda þess að mikið breytt vatnshlot nái besta vistmegni.

3.2 Ákvörðun á vistmegni vatnshlota

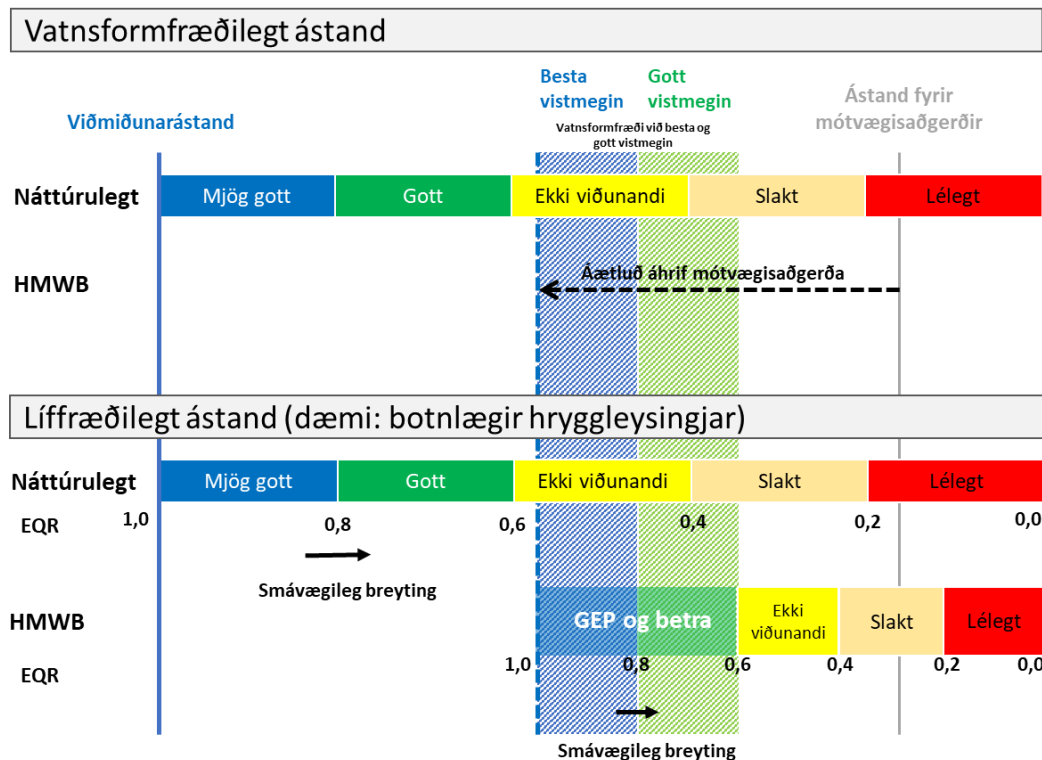
Vatnshlot sem hafa verið skilgreind sem manngerð eða mikið breytt skv. skilyrðum 13. greinar laga nr. 36/2011 skulu ná að minnsta kosti góðu vistmegni. Tvær aðferðir hafa verið mótaðar til að ákvarða gott vistmegin í mikið breyttu eða manngerðu vatnshloti og ættu báðar að leiða til sömu niðurstöðu að því gefnu að góð þekking á samspili líffræði, vatnsformfræði og áhrifum mótvægisáðgerða sé til staðar (WFD CIS, 2019a). Báðar aðferðirnar byggja á mati á megni vatnshlots til að viðhalda vistkerfi eftir að viðeigandi mildandi áðgerðum hefur verið beitt í því skyni að minnka frávik frá vistfræðilegri samfellu, einkum að því er varðar viðhald á farleiðum dýra á hrygningar-, varp- og uppeldisstöðvar. Annars vegar er um að ræða **viðmiðunarnálgun** (e. reference approach) og hins vegar **mótvægisnálgun** (e. mitigation measures approach/Prague approach). Meginmunur aðferðanna er dreginn fram á mynd 1. Aðferðirnar tvær eiga að leiða til samskonar niðurstöðu í vistfræðilegu samhengi og báðar byggja þær á mótvægisáðgerðum í þeim tilgangi að ná besta vistmegni. Meginmunur aðferðanna felst í hvernig aðgreining á besta vistmegni og góðu vistmegni er gerð. Mótvægisnálgun skilgreinir gott vistmegin út frá mótvægisáðgerðum sem notaðar hafa verið á meðan viðmiðunarnálgun skilgreinir gott vistmegin út frá gögnum um gæðapætti og samanburði við viðeigandi viðmiðunargildi (e. reference value) fyrir líffræðilega gæðapætti. Viðmið fyrir besta vistmegin er hliðrað miðað við viðmið fyrir náttúruleg vatnshlot (mynd 2), þ.e. viðmið fyrir vistmegin eru almennt ekki eins „ströng“ og fyrir náttúruleg vatnshlot. Aðferðirnar eru útskýrðar nánar á mynd 3 og í köflum 3.2.1 og 3.2.2.



Mynd 1. Megindrættir í ákvörðun á góðu vistmegni (GEP) mikið breyttra vatnshlota sem byggir annað hvort á viðmiðunarnálgun (rauðar örvar) eða mótvægisnálgun (bláar örvar). Þýðing á mynd 3 í WFD CIS (2019a).

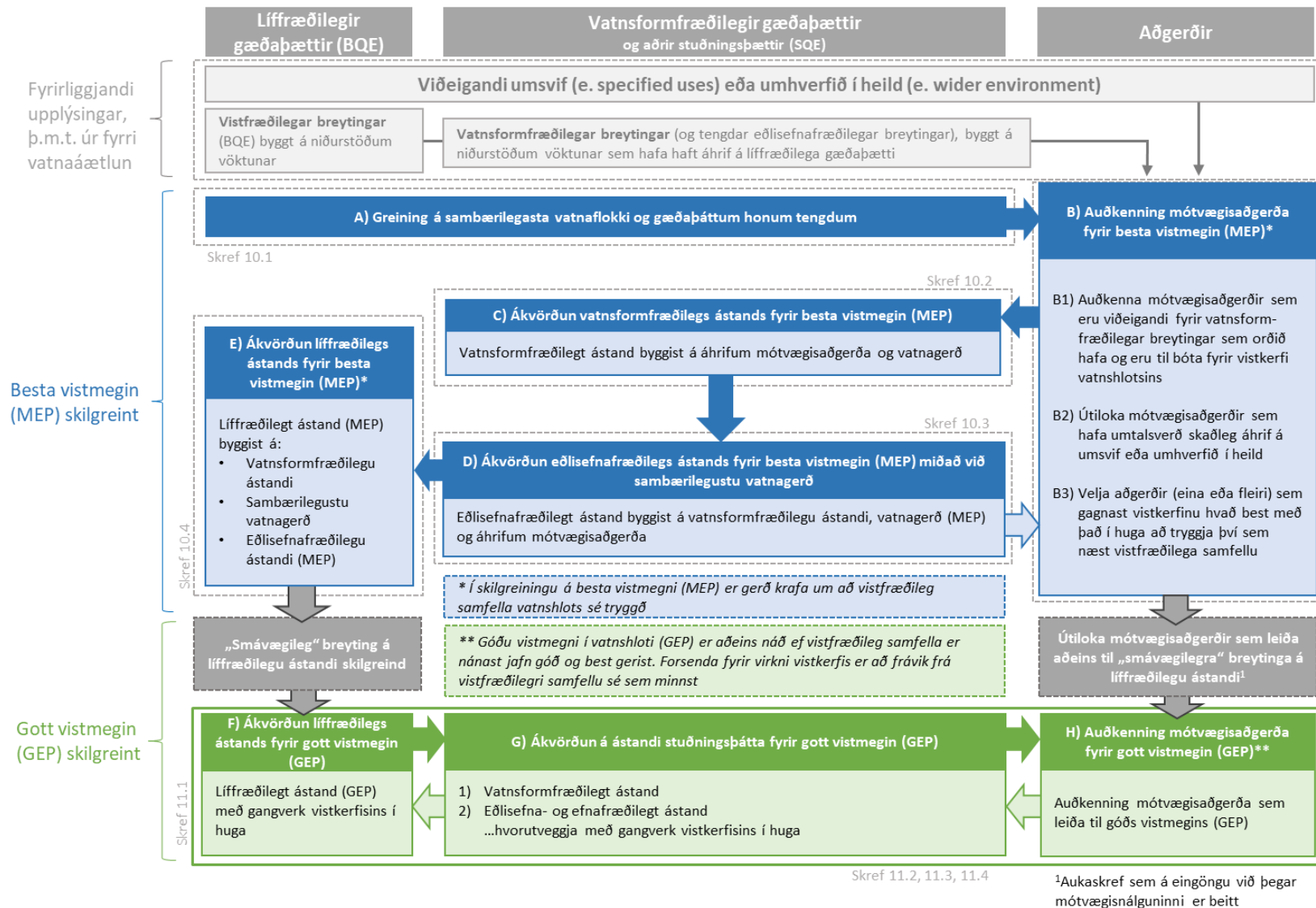
Ákvörðun á góðu vistmegni mikið breyttra og manngerðra vatnshlota er þrepaskipt ferli í átta lykilskrefum (skref A–H) sem eru sett upp á einfaldaðan hátt á flæðiriti á mynd 3. Flæðiritið á við um alla vatnaflokka; ár, vötn, árósavatn og strandsjó, og má nota sem nokkurs konar

gátlista til að tryggja að öll nauðsynleg skref séu tekin og að viðeigandi aðgerðum sé beitt til þess að milda áhrif af umtalsverðum breytingum sem vatnhlotið hefur orðið fyrir.



Mynd 2. Myndræn framsetning á ákvörðun á besta og góðu vistmegni mikið breyttra vatnshlota í samanburði við flokkunarkerfi fyrir náttúruleg vatnshlot. Myndin sýnir að viðmið fyrir besta vistmegin er hliðrað miðað við viðmið fyrir náttúruleg vatnshlot. Þýðing á mynd 9 í WFD CIS (2019a).

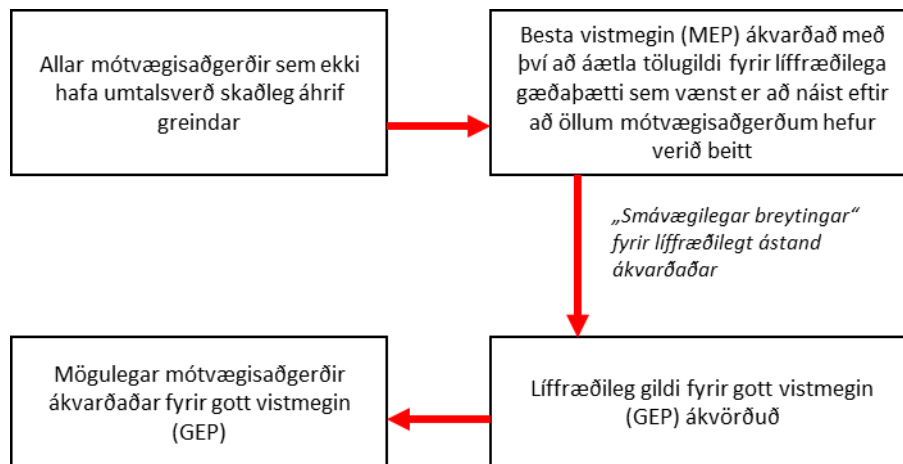
Í skrefum A–E á mynd 3 er besta vistmegin ákvarðað og í skrefum F–H er gott vistmegin ákvarðað. Eins og sjá má á myndum 1 og 3 er mat á góðu vistmegni byggt á besta vistmegni sem aftur byggir á mati á möguleikum lífvera (líffræðilegra gæðapátta) til að þrífast í mikið breyttu vatnshloti eftir að öllum viðeigandi mótvægisáðgerðum hefur verið beitt. Við val á viðeigandi mótvægisáðgerðum vegna framkvæmda í og við vatnshlot skal leggja áherslu á aðgerðir sem leiða til þess að frávik frá náttúrulegri vistfræðilegri samfellu í vatnshlotinu verði sem minnst til þess að stuðla að sem bestri virkni vistkerfisins. Mikilvægt er að hafa allt vatnasviðið í huga hvað vistfræðilega samfellu varðar, en aðgerðir eru hins vegar ávallt staðbundnar. Gott vistmegin í mikið breyttu vatnshloti næst aðeins ef vistfræðileg samfella er því sem næst jafngóð og krafist er fyrir besta vistmegin. Mikið breytt vatnshlot telst hafa gott vistmegin ef smávægilegar breytingar hafa orðið á matsþáttum fyrir líffræðilega gæðapætti samanborið við sömu matsþætti í sambærilegu vatnshloti sem hefur besta vistmegin. Auk þess þurfa eðlisefnafræðilegir og vatnsformfræðilegir gæðapættir að vera innan marka sem tryggir eðlilega framvindu vistkerfisins.



Mynd 3. Lykilskef við ákvörðun á besta vistmegni (MEP) og góðu vistmegni (GEP) mikið breyttra vatnshlota. Hægt er að nota tvær aðferðir við ákvörðunina; viðmiðunarnálgun (e. reference approach) og mótvægisnálgun (e. mitigation measures approach) og er munurinn á aðferðunum sýndur á myndinni. Viðmiðunarnálgun gerir ráð fyrir að öllum skrefum sé fylgt í réttri röð A → B → C → D → E → F → G → H. Mótvægisnálgun fer eftirfarandi leið: A → B [→ C → D → B] → H → G (→ F). Sjá nánar í kafla 3.2.2. Þýðing á mynd 5 í WFD CIS (2019a).

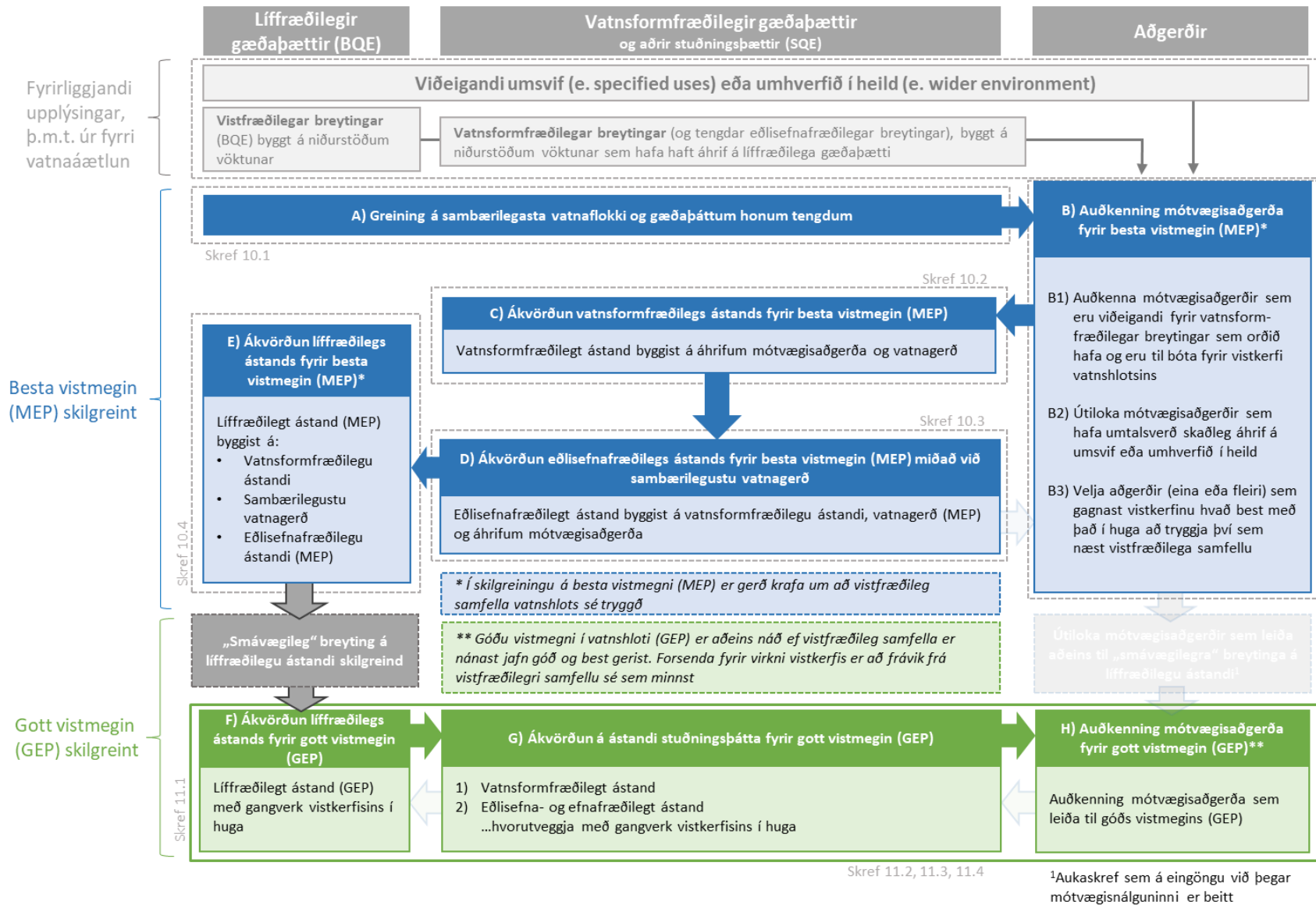
3.2.1 Viðmiðunarnálgun (e. reference approach)

Mat á vistmegni vatnshlota með viðmiðunarnálgun byggir á því að gögn um líffræðilega gæðapætti liggi fyrir og að þekking sé til staðar á tengslum vatnsformfræðilegra og líffræðilegra gæðapátta (WFD CIS, 2003a). Viðmiðunarnálgun byggir á tölugildum fyrir matsþætti líffræðilegra gæðapátta sem gert er ráð fyrir að náist eftir að viðeigandi mótvægis- aðgerðum hefur verið beitt (mynd 4). Mótvægisáðgerðirnar þurfa að a) vera viðeigandi fyrir vatnsformfræðilegar breytingar sem hafa orðið í viðkomandi vatnshloti, b) vera til bóta fyrir vistkerfi vatnshlotsins og c) hafa ekki umtalsverð skaðleg áhrif á **starfsemi** (e. significant adverse effects on use) eða **umhverfið í heild** (e. significant adverse effects the wider environment). Besta vistmegin (MEP) fyrir vatnshlot er metið út frá tölugildum fyrir líffræðilega gæðapætti sem vænst er að náist eftir að öllum viðeigandi mótvægisáðgerðum hefur verið beitt. Í kjölfarið er gott vistmegin (GEP) skilgreint sem **smávægilegt frávik** (e. slight change) frá besta vistmegni.



Mynd 4. Ferill viðmiðunarnálgunar við að skilgreina líffræðileg gildi fyrir gott vistmegin (GEP) mikið breyttra vatnshlota. Myndin byggir á mynd 1 og er þýðing á hluta myndar 3 í WFD CIS (2019a).

Viðmiðunarnálgun gerir ráð fyrir að til séu næg gögn um líffræðilega, vatnsformfræðilega og eðlisefnafræðilega gæðapætti svo að hægt sé að fylgja öllum skrefum frá A til H (mynd 5). Einnig þarf að liggja fyrir listi yfir viðeigandi mótvægisáðgerðir svo og þekking sem nýtist til þess að spá fyrir um áhrif mótvægisáðgerða. Aðferðin gerir ráð fyrir að öllum skrefum sé fylgt í réttri röð; A → B → C → D → E → F → G → H (mynd 5).

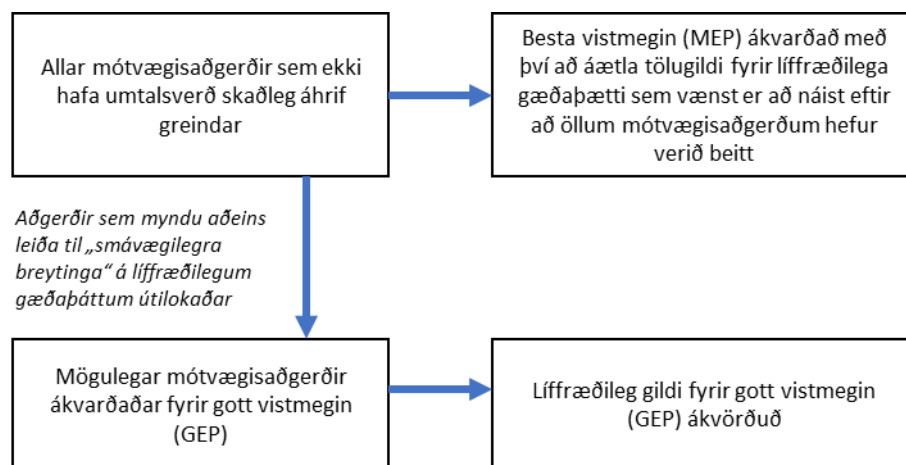


Mynd 5. Lykilskref með aðferð viðmiðunarnálgunar (e. reference approach) við skilgreiningu á besta vistmegni (MEP) og góðu vistmegni (GEP) mikið breyttra vatnshlota. Þýðing á mynd 6 í WFD CIS (2019a).

3.2.2 Mót­vægis­nálgun (e. mitigation measures approach)

Mat á vist­megni vatnshlota með mót­vægis­nálgun er frá­brugðið mati með við­miðun­nálgun að því leyti að að­ferðin krefst ekki upplýsinga um lífríki vatnshlota. Mót­vægis­nálgun má því nota í þeim til­fellum þegar ekki er unnt að spá fyrir um besta vist­megin út frá líffræðilegum gæð­aþáttum vegna skorts á gögnum eða þekkingu (mynd 6). Með öðrum orðum, mót­vægis­nálgun krefst ekki að farið sé í gegnum öll skrefin (A–H) í réttri röð eins og við­miðun­nálgun gerir (mynd 7). Í stórum dráttum má lýsa ferlinu við ákvörðun á góðu vist­megni með mót­vægis­nálgun með eftir­farandi skrefum:

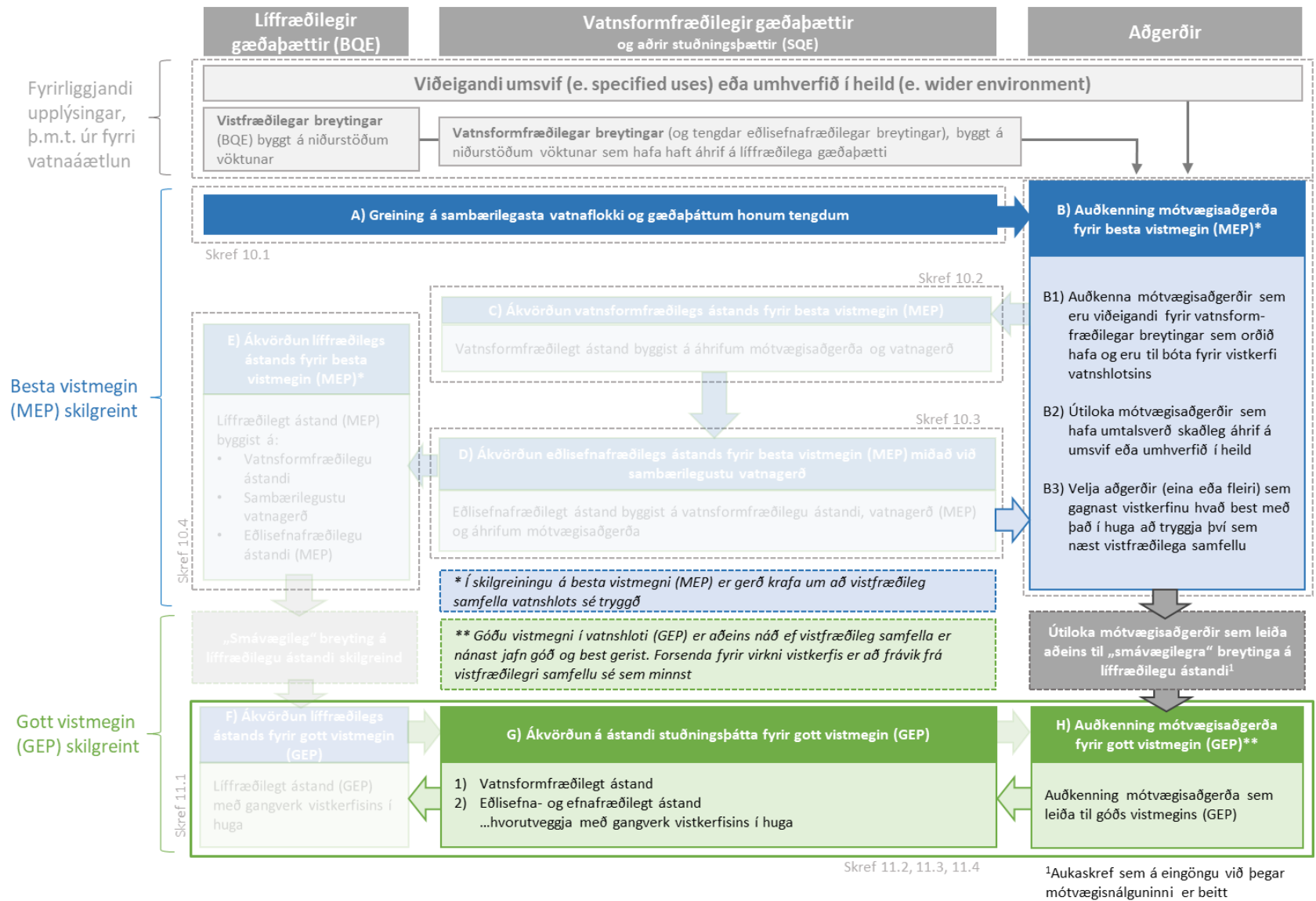
- Fyrst þarf að auðkenna allar mót­vægis­aðgerðir sem eru við­eigandi fyrir vatns­form­fræðilegar breytingar í vatnshlotti og eru jafn­framt til bóta fyrir lífríkið og hafa ekki umtals­verð skaðleg áhrif á starfsemi eða **umhverfið í heild** (e. wider environment). Í kjölfarið er besta vist­megin (MEP) áætlað út frá sér­fræðimati.
- Næst þarf að útiloka mót­vægis­aðgerðir sem munu aðeins hafa smávægileg áhrif til bóta fyrir vistkerfið.
- Að því loknu liggur fyrir listi yfir mót­vægis­aðgerðir sem ættu að nægja til að mikið breytt vatnshlot ná góðu vist­megni (GEP).



Mynd 6. Ferill mót­vægis­nálgunar við skilgreiningu á góðu vist­megni (GEP) mikið breyttra vatnshlota. Myndin byggir á mynd 1 og er þýðing á hluta myndar 3 í WFD CIS (2019a).

Mót­vægis­nálgun er útskýrð nánar á mynd 7. Farið er í gegnum skref A og B og þaðan í gegnum skref C og D að því marki sem gögn um vatns­form­fræði og eðlis­efnafræði leyfa. Úr skrefi D er farið aftur í skref B og þaðan í skref H og G þar sem gott vist­megin er skilgreint. Nálgunin gerir því ráð fyrir að við­mið fyrir eðlis­efnafræðilega og líffræðilega gæð­aþætti stjór­nist af þeim mót­vægis­aðgerðum sem valdar eru í skrefi H. Röð skrefa sem fylgja skal í gegnum flæðiritið er $A \rightarrow B [\rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B] \rightarrow H \rightarrow G (\rightarrow F)$. Fara skal í gegnum skref E og F um leið og næg gögn hafa safnast og þekking á líffræðilegu ástandi og/eða þekking á tengslum vatns­form­fræði og líffræði liggur fyrir. Þessi nálgun á mati á besta og góðu vist­megni fyrir mikið breytt og

manngerð vatnshlot er góð og gild og engu síðri en viðmiðunarnálgun vegna þess að á endanum þarf að fara í gegnum öll skrefin (A–H) til þess að uppfylla skilyrði laga um stjórn vatnamála og vatnatilskipunar Evrópusambandsins (2000).



Mynd 7. Lykilskef með aðferð mótvægisnálgunar (e. mitigation measures approach) við skilgreiningu á besta vistmegni (MEP) og góðu vistmegni (GEP) mikið breyttra vatnshlota. Þýðing á mynd 7 í WFD CIS (2019a).

3.3 Lykilskref við ákvörðun á vistmegni vatnshlota (Skref A–H)

Forvinna – fyrirliggjandi upplýsingar

Áður en farið er í gegnum skref A–H til þess að ákvarða vistmegin er byrjað á að safna saman upplýsingum um mat á vistfræðilegum og vatnsformfræðilegum áhrifum úr tilnefningarferli vatnshlotanna, ásamt tiltækum niðurstöðum vöktunar, m.a. úr fyrri [vatnahringjum](#) (e. water cycle). Upplýsingarnar eru síðan notaðar í skrefum sem á eftir koma þegar besta og gott vistmegin (MEP og GEP) er ákvarðað. Viðeigandi upplýsingum er safnað saman hvort sem nota á mótvægisnálgun eða viðmiðunarnálgun við mat á vistmegni.

Skref A – Greining á sambærilegasta vatnaflokki og tengdum gæðapáttum

Í skrefi A er [sambærilegasti vatnaflokkurinn](#) (e. closest comparable water category) fundinn (þ.e. stöðuvatn, straumvatn, árósavatn eða strandsjór) og skal hann almennt vera sem líkastur þeim [vatnaflokki](#) (e. water category) sem vatnshlotið tilheyrði áður en því var breytt. Oft getur verið erfitt að skilgreina sambærilegasta vatnaflokk. Ef breytingarnar eru þess eðlis að nauðsynlegt er að skipta um vatnaflokk skal velja þann flokk sem er sambærilegastur eftir breytingar. Dæmi um þetta er straumvatn sem er stíflað svo úr verður lón. Þá er vatnshlotið orðið mikið breytt og líkist stöðuvatni. Í því tilviki er stöðuvatn sambærilegasti flokkurinn. Líffræðilegir gæðapáttir sem notaðir eru til þess að ákvarða besta vistmegin (MEP) og gott vistmegin (GEP) þurfa að eiga við nýja vatnaflokkinn sem er stöðuvatn í þessu tilviki. Aðstæður í lónum geta hins vegar bæði líkst aðstæðum í upprunalega vatnaflokknum (straumvatni) og sambærilegasta vatnaflokknum (stöðuvatni), t.d. hvað varðar viðstöðutíma vatns. Í þeim tilvikum þar sem aðstæður í lóni líkjast frekar aðstæðum í upprunalega vatnaflokknum, t.d. hvað viðstöðutíma varðar, þarf að ákveða hvorn vatnaflokkinn skuli miða við, þann upprunalega eða þann sambærilegasta. Ef aðstæður eru mitt á milli vatnaflokka þarf að taka tillit til beggja flokka við ákvörðun á besta vistmegni og góðu vistmegni. Til dæmis ef straumvatn er valið sem sambærilegasti vatnaflokkurinn þarf líka að hafa viðmið fyrir stöðuvötn í huga og öfugt. Í sumum tilfellum getur jafnvel verið viðeigandi að nota gæðapátti beggja vatnaflokka til að meta ástand (besta og gott vistmegin), t.d. með því að meta vatnsformfræði eftir viðmiðum fyrir stöðuvötn og ástand líffræðilegra gæðapátta eftir viðmiðum fyrir straumvötn.

Skref B – Auðkenning mótvægisáðgerða fyrir besta vistmegin (MEP)

Í skrefi B skal greina viðeigandi mótvægisáðgerðir til að ákvarða besta vistmegin (MEP). Áðgerðirnar þurfa að uppfylla þrjú skilyrði, þ.e. 1) að vera til bóta fyrir vistkerfið, 2) að vera viðeigandi fyrir vatnshlotið og þær breytingar sem á því hafa orðið og 3) að tryggja eftir fremsta

megni vistfræðilega samfellu. Mótvægisáðgerðir má velja úr [evrópsku safni mótvægisáðgerða](#) (e. European mitigation measures library) (WFD CIS, 2019b) eða, ef við á, af lista yfir mótvægisáðgerðir sem viðkomandi land hefur sett saman. Valið byggir á upplýsingum um vatnaflokk og [vatnagerð](#) (e. water body type), eðli breytinganna og áhrif þeirra á vatnsformfræðilega (og eðlisefnafræðilega) [stuðningsþætti](#) (e. supporting quality elements, SQE) og þar með á líffræðilega gæðapætti. Mótvægisáðgerðir sem hafa umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi eða umhverfið í heild eru útilokaðar og síðan eru valdar ein eða fleiri áðgerðir sem gagnast vistkerfinu best með það í huga að tryggja sem besta vistfræðilega samfellu (eða sem minnst frávik frá vistfræðilegri samfellu). Skref B er eins fyrir bæði mótvægis- og viðmiðunarnálgun og er mjög umfangsmikið. Í leiðbeiningariti Evrópusambandsins nr. 37 (WFD CIS, 2019a) og í kafla 3.4 má finna ítarlega umfjöllun um skrefið.

Skref C – Ákvörðun vatnsformfræðilegs ástands fyrir besta vistmegin (MEP)

Í skrefi C skal gera grein fyrir vatnsformfræðilegum aðstæðum sem þurfa að ríkja til að mikið breytt vatnshlot geti talist hafa náð besta vistmegni. Ekki er hægt að miða við vatnsformfræðilegar aðstæður í upprunalega vatnshlotinu því samkvæmt skilgreiningu hafa mikið breytt vatnshlot orðið fyrir umtalsverðum breytingum á vatnsformfræði. Með öðrum orðum er gert ráð fyrir að vatnsformfræði mikið breyttra vatnshlota sé röskuð og í samræmi við áhrif starfsemi sem eru í vatnshlotinu eða því tengt. Vatnsformfræði mikið breyttra vatnshlota getur hins vegar líkst vatnsformfræði óraskaðra vatnshlota og við mat á vistmegni skal miða við gæðapætti í vatnshloti í sambærilegustu vatnagerð. Val á sambærilegustu vatnagerð er byggt á sambærilegasta vatnaflokki (sjá skref A) og vatnagerð, vatnsformfræðilegu ástandi fyrir besta vistmegin (MEP) og vistfræðilegum áhrifum vatnsformfræðilegra breytinga.

Þegar [sambærilegasta vatnagerð](#) (e. closest comparable water body type) hefur verið auðkennd skal velja viðeigandi líffræðilega og eðlisefnafræðilega gæðapætti miðað við þá vatnagerð. Við skilgreiningu á besta og góðu vistmegni fyrir mikið breytt vatnshlot er hægt að bera niðurstöður mælinga á gæðapáttum, sem eru óháðir vatnsformfræðilegum breytingum, saman við viðmiðunargildi úr óröskuðum, sambærilegum vatnshlotum. Á það við um eðlisefnafræðilega gæðapætti (næringarefnastyrk, leiðni, pH, basavirkni og súrefni), en í einhverjum tilvikum á það einnig við um svifþörungum (blaðgrænu a í vatnsbol) og botndýralíf í vötnum/lónum. Aðrir gæðapættir eru viðkvæmir fyrir breytingum á vatnsformfræði, svo sem ferskvatnsfiskur og smádýralíf á fjörusvæði stöðuvatna. Ekki er hægt að miða niðurstöður mælinga á þeim gæðapáttum við það sem mælist við óröskuð/náttúruleg skilyrði og því þarf að taka tillit til breyttra vatnsformfræðilegra eiginleika vatnshlotsins, t.d. óvenjumikilla sveiflna á vatnsborði í uppistöðulónum, ef nota á þá gæðapætti við mat á vistmegni.

Dæmi: Ekki er til náttúruleg vatnagerð sem er fyllilega sambærileg við miðlunarlón vatnsaflsvirkjana hvað snertir vatnshæðarbreytingar. Engu að síður er hægt að nota náttúrulega vatnagerð til samanburðar við matsþætti í mikið breyttum vatnshlotum að undanskildum gæðapáttum sem eru beint eða óbeint undir áhrifum af breytingum á vatnshæð. Mat á vistmegni út frá gæðapáttum sem eru viðkvæmir fyrir breytingum á vatnshæð þarf að laga að viðeigandi mótvægisaðgerðum. Hins vegar er hægt að miða gæðapætti sem eru óháðir vatnshæðabreytingum, t.d. næringarefnastyrk, við viðmið í sambærilegustu vatnagerð óraskaðra vatnshlota.

Athugið: Við val á sambærilegustu vatnagerð skal aðeins velja vatnagerðir sem þegar finnast á vatnasvæðinu. Ekki er talið eðlilegt að bera saman mikið breytt vatnshlot við vatnagerð sem ekki er til staðar á vatnasvæðinu. Sem dæmi ætti ekki að bera straumvatn sem þornar upp tímabundið vegna athafna mannsins saman við straumvatn sem þornar upp reglulega frá náttúrunnar hendi ef slíka vatnagerð er ekki að finna á svæðinu.

Skref D – Ákvörðun eðlisefnafræðilegs ástands fyrir besta vistmegin (MEP) miðað við sambærilegustu vatnagerð

Í skrefi D skal gera grein fyrir hvaða eðlisefnafræðilegu aðstæður þurfi að ríkja í vatnshloti til að það nái besta vistmegni. Samkvæmt því sem fram kemur í kafla 1.2.5 í III. viðauka reglugerðar nr. 535/2011 og í viðauka V í vatnatilskipun Evrópusambandsins (2000) skulu eðlisefnafræðilegir gæðapættir í manngerðum og mikið breyttum vatnshlotum vera eins eða nánast eins og búast mætti við í þeirri náttúrulegu vatnagerð sem er sambærilegust við mikið breytta vatnshlotið sem um ræðir (tafla 1). Næringarefni, vatnshiti, súrefni og sýrustig skulu vera innan marka sem alla jafna mætti vænta við óraskaðar aðstæður í sambærilegustu vatnagerð. Auk þess á styrkur manngerðra mengandi efna (forgangsefna) að vera nálægt núlli eða undir greiningarmörkum og styrkur náttúrulegra mengandi efna skal áfram vera innan marka fyrir óraskað ástand miðað við sambærilegustu vatnagerð.

Þetta á almennt við, en þó geta breytingar á vatnsformfræði valdið breytingum á eðlisefnafræði vatnshlota. Til dæmis á það við um næringarefnastyrk og súrefni í uppistöðulónum þar sem aukinn viðstöðutími vatns á landi getur valdið því að umsetning lífræns efnis eykst, sérstaklega þegar um kyrrstæðan vatnsmassa er að ræða. Þá getur styrkur næringarefna aukist og súrefnisstyrkur minnkað. Aðeins í einstaka tilvikum er búist við slíkum breytingum á eðlisefnafræðilegum gæðapáttum vegna breytinga á vatnsformfræði, en í þeim tilvikum má lækka mörk á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) á milli ástandsflokka. Það má þó einungis ef ljóst er að frávikið megi rekja til þeirra vatnsformfræðilegu breytinga sem orðið hafa í vatnshlotinu.

Skref E – Ákvörðun líffræðilegs ástands fyrir besta vistmegin (MEP)

Í skrefi E skal gera grein fyrir hvaða líffræðilegu aðstæður þurfi að ríkja í vatnshloti til að það nái besta vistmegni. Samkvæmt því sem fram kemur í kafla 1.2.5 í III. viðauka reglugerðar nr. 535/2011 og í viðauka V í vatnatilskipun Evrópusambandsins (2000) ná mikið breytt vatnshlot besta vistmegni m.t.t. líffræðilegra gæðapátta ef þeir endurspeglu vistfræðilegt gæðahlutfall (EQR) sömu gæðapátta í sambærilegustu gerð óraskaðra vatnshlota, eftir að tekið hefur verið tillit til vatnsformfræðilegra breytinga í vatnshlotinu (tafla 1). Við mat á besta vistmegni mikið breyttra vatnshlota er mikilvægt að hafa í huga kröfur um vistfræðilega samfellu.

Í grundvallaratriðum á mat á besta vistmegni í mikið breyttu vatnshloti að byggja á viðmiðunaraðstæðum í sambærilegustu vatnagerð. Áhersla skal lögð á að nota líffræðilega matsþætti sem eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum og hafa verið skilgreindir fyrir sambærileg náttúruleg vatnshlot. Hins vegar getur verið nauðsynlegt að aðlaga matsaðferðirnar að breyttum vatnsformfræðilegum og eðlisefnafræðilegum aðstæðum ef þær eru frábrugðnar því sem búast má við í sambærilegustu vatnagerðinni. Við mat á besta vistmegni skyldi því miða við að besta vistmegin sé lakara en *gott vistfræðilegt ástand*, en að vistfræðilegt gæðahlutfall (EQR) sem lýsir besta vistmegni sé sem næst mörkum á milli ástandsflokkanna *góðs og ekki viðunandi ástands* (mynd 2) (nEQR á bilinu 0,55–0,6) (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl., 2020). Skilgreiningu á *vistfræðilegu ástandi* má finna í hugtakalista í kafla 2.

Í sumum tilvikum er erfitt eða ógerlegt að finna vatnagerð sem er sambærileg mikið breyttra vatnshlotinu, en þrátt fyrir það er e.t.v. mögulegt að spá fyrir um líffræðilega gæðapætti við besta vistmegin, jafnvel með því að sameina niðurstöður úr fleiri en einni matsaðferð. Mikilvægt er að hafa í huga að aðferðin sem verður fyrir valinu við mat á besta vistmegni verður að vera skýr og gagnsæ svo hægt sé að endurtaka matið síðar í sama vatnshloti.

Þetta skref á í raun að taka bæði í mótvægisnálgun og viðmiðunarnálgun, en hins vegar er mótvægisnálgun oftast notuð þegar engin eða ófullnægjandi gögn um líffræðilega gæðapætti eru tiltæk. Ef ekki er hægt að taka skrefið í yfirstandandi vatnahring þarf að tiltaka í næstu vatnaáætlun hvernig eigi að bæta úr því, svo sem með frekari gagnasöfnun og aukinni þekkingu á sambandi vatnsformfræði og líffræði.

Skref F – Ákvörðun líffræðilegs ástands fyrir gott vistmegin (GEP)

Skref F er fyrsta skrefið í ferlinu sem snýr að ákvörðun á góðu vistmegni (GEP). Í því felst greining á hvaða líffræðilegu aðstæður þurfi að ríkja í vatnshlotinu til að það nái góðu vistmegni. Samkvæmt því sem fram kemur í kafla 1.2.5 í III. viðauka reglugerðar nr. 535/2011 og í viðauka V í vatnatilskipun Evrópusambandsins (2000) hefur mikið breytt vatnshlot gott vistmegin með tilliti til viðeigandi líffræðilegra gæðapátta ef gildi gæðapáttanna víkja smávægilega frá (e. slight changes) gildum sömu gæðapátta við besta vistmegin (mynd 2).

Mikilvægt er þó að breytingar/frávik hafi ekki áhrif á gangverk vistkerfisins og að frávik frá vistfræðilegri samfellu sé því sem næst jafnlítið og við besta vistmegin. Gott vistmegin í mikið breyttu vatnshloti byggir á að þar sé vistkerfi sem svipar til þess sem finna má í sambærilegasta vatnshloti.

Skref G – Ákvörðun á ástandi stuðningsþátta fyrir gott vistmegin (GEP)

Í skrefi G skal gera grein fyrir hvert ástand stuðningsþátta þurfi að vera í vatnshlotinu til að það nái góðu vistmegni. Þar er átt við vatnsformfræðilega og eðlisefnafræðilega gæðapætti sem styðja við mat á vistmegni, ásamt upplýsingum um líffræðilega gæðapætti. Vatnsformfræðilegt ástand þarf að vera í samræmi við líffræðileg gildi sem sett eru fyrir gott vistmegin og styðja við lífríki sem þar þrífst. Eðlisefnafræðilegir gæðapættir skulu endurspegla viðmið sem sett hafa verið fyrir *gott vistfræðilegt ástand* náttúrulegra vatnshlota, nema í þeim tilvikum sem gæðapátturinn hefur orðið fyrir áhrifum af vatnsformfræðilegum breytingum sem leiddu til þess að vatnshlotið var tilnefnt sem mikið breytt (t.d. breytt hitastig vegna tíðra rennslis-sveiflna).

Skref H – Auðkenning mótvægisáðgerða fyrir gott vistmegin (GEP)

Skref H er síðasta skrefið í ferlinu um ákvörðun á góðu vistmegni. Í því felst greining á viðeigandi mótvægisáðgerðum til að vatnshlotið nái góðu vistmegni. Mótvægisáðgerðir þurfa að uppfylla eftirfarandi skilyrði:

- áðgerðir þurfa að vera viðeigandi fyrir vatnsformfræðilegar breytingar sem orðið hafa á vatnshlotinu og valda því að það nær ekki góðu vistfræðilegu ástandi (GES),
- áðgerðir þurfa að vera til bóta fyrir lífríkið,
- áðgerðir mega ekki hafa umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi eða á umhverfið í heild,
- áðgerðir þurfa að stuðla að vistfræðilegri samfellu í vatnshloti.

Velja skal mótvægisáðgerðir sem bæta vatnsformfræðileg (og eðlisefnafræðileg) skilyrði nægilega mikið til að í vatnshlotinu geti þrífist og dafnað lífríki sem uppfyllir kröfur um gott vistmegin. Útiloka skal mótvægisáðgerðir (sem valdar voru fyrir besta vistmegin) sem einungis leiða til smávægilegra breytinga á líffræðilegu ástandi (sjá t.d. box 9 í WFD CIS (2019a)). Í kjölfarið þarf að beita mótvægisáðgerðum sem valdar hafa verið í samræmi við framangreind skref til að ná viðmiði líffræðilegra gæðapátta og stuðningsþátta. Ferlið er útskýrt betur í kafla 6 í WFD CIS (2019a).

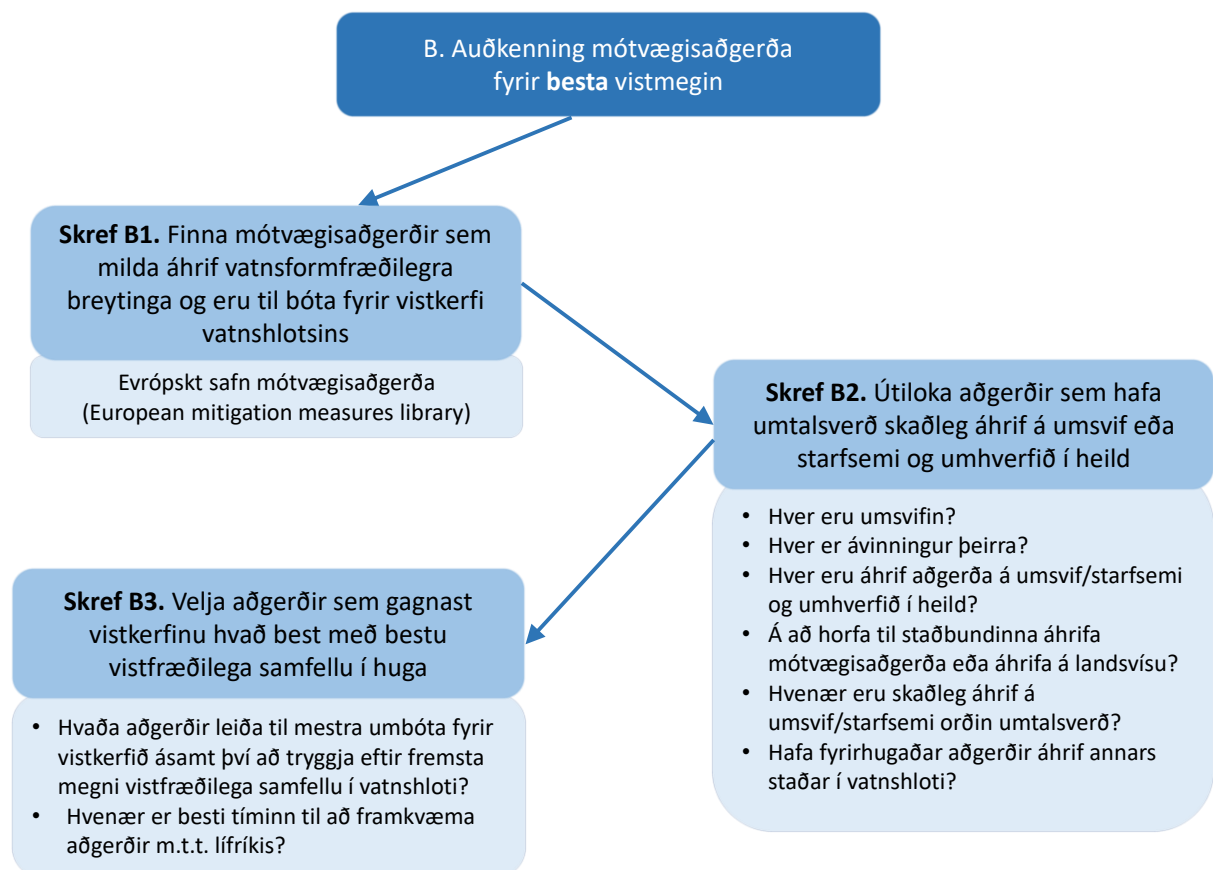
3.4 Auðkenning á viðeigandi mótvægisáðgerðum – ítarleg lýsing á skrefi B

Eins og fram kom í kafla 3.3 þarf að velja mótvægisáðgerðir til að ákvarða besta vistmegin. Auðkenning mótvægisáðgerða til þess að ná besta vistmegni (MEP) felur í sér þrjú skref (mynd 8):

B1) Að auðkenna viðeigandi mótvægisáðgerðir sem milda áhrif vatnsformfræðilegra breytinga sem orðið hafa í vatnshloti og eru líklegar til að vera til bóta fyrir vistkerfi viðkomandi vatnshlots.

B2) Að útiloka eða endurhanna áðgerðir sem hafa umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi eða umhverfið í heild.

B3) Að velja áðgerð(ir) sem tekur á öllum vatnsformfræðilegum breytingum sem orðið hafa og gagnast vistkerfinu hvað best, með sérstaka áherslu á að tryggja sem besta vistfræðilega samfellu.



Mynd 8. Myndræn framsetning á skrefum B1–B3 við val á mótvægisáðgerðum við ákvörðun besta vistmegins. Hvert skref er útskýrt nánar í kafla 3.4.

Skref B1. Auðkenna viðeigandi mótvægisáðgerð(ir) fyrir vatnsformfræðilegar breytingar sem eru til bóta fyrir vistkerfi vatnshlotsins

Umfangsmiklar breytingar á vatnsformfræði vatnshlota valda álagi á vistkerfi þeirra. Mikilvægt er að greina álag af völdum breytinganna og viðbrögð við þeim með tilliti til eftirfarandi þátta (WFD CIS, 2015):

- a) hvaða **áhrifaþáttur**, þ.e. framkvæmd/starfsemi, veldur breytingum á vatnsformfræði viðkomandi vatnshlots (e. driver),
- b) hvaða þáttur breytinganna mun valda mestu **álagi** á gæðapætti (e. pressure),
- c) hvaða áhrif munu breytingarnar hafa á **ástand** eðlisefnafræðilegra og vatnsformfræðilegra gæðapátta (e. state),
- d) hver eru **áhrif** á einstakar lífverur, lífveruhópa, samfélög lífvera og almenna virkni vistkerfa (e. impact),
- e) til hvaða **viðbragða** er hægt að grípa til að milda áhrif vatnsformfræðilegra breytinga, þ.e. hvaða mótvægisáðgerðir eru viðeigandi (e. response).

Liður í samræmingu aðferða við ákvörðun á vistmegni vatnshlota innan aðildarríkja ESB og EFTA var að taka saman algengustu áhrifaþætti sem verða þess valdandi að vatnshlot eru tilnefnd sem mikið breytt og viðbrögð við þeim. Þannig varð til yfirlit eða safn mótvægisáðgerða sem gætu átt við til að milda áhrif vatnsformfræðilegra breytinga af ólíkum orsökum, evrópskt safn mótvægisáðgerða (e. European mitigation measures library) (WFD CIS, 2019b). Yfirlitið er vistað í Excel-skjali, *GEP_mitigation_measures_library.xlsx*, og fylgir leiðbeiningariti Evrópusambandsins nr. 37 (WFD CIS, 2019a). Í safninu eru nokkrir flokkar mótvægisáðgerða sem ná yfir ýmiskonar álag og áhrif áðgerðanna á vistkerfi (viðauki I). Í hverjum flokki eru sértækar mótvægisáðgerðir sem geta átt við ýmsar framkvæmdir/starfsemi (viðauki II og viðauki III).

Hér á eftir er útskýrt hvernig unnið er með evrópskt safn mótvægisáðgerða og greiningu á framangreindum þáttum (a–e hér að framan). Dæmi er tekið um álag vegna fyrirhugaðrar vatnsaflsvirkjunar sem er dæmigerð rennslisvirkjun (áhrifaþáttur) og í töflum 2-4 eru dregin fram atriði úr safni mótvægisáðgerða sem eingöngu eiga við um slíka virkjun. Álagið er hindrun í árfarvegi (stíflumannvirki) sem veldur því að rennslisraði ofan hindrunarinnar minnkar, en lón myndast ekki (mynd 2). Framkvæmdin getur valdið röskun á vatnsformfræði vatnshlotsins og er líklegt ástand vatnsformfræðilegra gæðapátta eftir framkvæmd metið (auðkennt með ++, + eða o í töflu 2). Ástand eðlisefnafræðilegra gæðapátta er metið á sama hátt því framkvæmdin getur haft í för með sér að ákveðnir þættir breytast. Í framhaldinu eru líkleg áhrif framkvæmdanna á líffræðilega gæðapætti metin og þeim lýst (auðkennt með ++, + eða o í töflu 3). Að lokum eru mögulegar mótvægisáðgerðir (viðbrögð) sem gætu átt við þessa gerð

vatnsaflsvirkjunar settar fram og er mikilvægi hverrar aðgerðar táknað með ++, + eða o í töflu

4. Í kjölfarið eru viðeigandi mótnægisaðgerðir valdar, ein eða fleiri.

Tafla 2. Dæmi um áhrifaþátt og álagsþátt og líkleg áhrif á ástand vatnsformfræðilegra og eðlisefnafræðilegra gæðabátta sem verða vegna vatnsformfræðilegra breytinga í straumvatni. Þýtt úr evrópsku safni mótnægisaðgerða (e. European mitigation measures library) (WFD CIS, 2019b).

ÁHRIFAÞÁTTUR (DRIVER)	ÁLAGSÞÁTTUR (PRESSURE)	ÁSTAND (STATE) (vatnsformfræðilegir og eðlisefnafræðilegir gæðabættir)											
		Líklegar afleiðingar fyrir vatnsformfræðilega gæðabætti í vatnshloti: [++] alltaf/oftast, [+] stundum, [o] sjaldan/aldrei						Líklegar afleiðingar fyrir eðlisefnafræðilega gæðabætti í vatnshloti: [++] alltaf/oftast, [+] stundum, [o] sjaldan/aldrei					
	Sjá lýsingu hér að neðan	Vatnabúskapur: Vatnsmagn og rennissveiflur	Vatnabúskapur: Tengsl við grunnvatn	Samfella í árfarvegi	Formfræði: Dýpi og breidd farvegjar	Formfræði: Arbotn, botngerð, botnset	Formfræði: Aðstæður á árbakka	Vatnshiti	Súrefnisbúskapur	Selta/leiðni	Súrnunarástand	Næringarefnaástand	Sérstakir mengunarbættir
Vatnsaflsvirkjun	Stíflumannvirki (hindrun í farvegi) með varanlegri vatnssöfnun, rennslis hraði í árfarvegi minnkar. Ekkert lón	+	+	++	++	++	++	++	++	o	o	++	+

Tafla 3. Dæmi um áhrifaþátt og álagsþátt og líkleg áhrif á líffræðilega gæðabætti í straumvatni sem verða vegna vatnsformfræðilegra breytinga í straumvatni. Þýtt úr evrópsku safni mótnægisaðgerða (e. European mitigation measures library) (WFD CIS, 2019b).

ÁHRIFAÞÁTTUR (DRIVER)	ÁLAGSÞÁTTUR (PRESSURE)	ÁHRIF (IMPACT)					
		Líklegar afleiðingar fyrir líffræðilega gæðabætti í vatnshloti: [++] alltaf/oftast, [+] stundum, [o] sjaldan/aldrei				Yfirlit yfir algeng áhrif á upprunalegt vatnavistkerfi	
	Sjá lýsingu hér að neðan	Svifþörungur	Vatnaplöntur og botnþörungur	Botnlægir hryggleysingjar	Fiskur	Sjá yfirlit hér að neðan	
Vatnsaflsvirkjun	Stíflumannvirki (hindrun í farvegi) með varanlegri vatnssöfnun, rennslis hraði í árfarvegi minnkar. Ekkert lón	++	++	++	++	Trúflun á framburði sets og samfellu straumvatns, aukning á fingerðu seti í farvegi, rennslis hraði ofan hindrana minnkar og minnkandi tengsl straumvatns og flóðsléttu. Breyting á vatnshita og öðrum eðlisefnafræðilegum eiginleikum. Breyting á lífsamfélögum, þ.e. auknir möguleikar fyrir þolnar tegundir eða tegundir sem finnast í vötnum, breyting á plöntum/þörungum. Tekur fyrir göngu fisks um farveg vegna hindrunar í farvegi eða skorts á vatnsrennsli um farveg.	

Tafla 4. Dæmi um mótvægisáðgerðir sem gætu átt við í straumvatni vegna reksturs vatnsaflsvirkjunar sem er með varanlegri vatnssöfnun ofan stíflumannvirkja en ekkert lón. Þýtt úr evrópsku safni mótvægisáðgerða (e. European mitigation measures library) (WFD CIS, 2019b).

ÁHRIFAPÁTTUR (DRIVER)	ÁLAGSPÁTTUR (PRESSURE)	VIÐBRÖGD (RESPONSE)																	
	Hvert er eðli breytinganna?	Mikilvægi dæmigerðra mótvægisáðgerða: [++] alltaf/oftast [+] stundum [o] sjaldan/aldrei																	
	Sjá lýsingu hér að neðan	Fiskvegum/fiskgengd viðhaldið	Vistrennsli (e. e-flow)	Stjórnun setflutninga	Breyting eða stjórnun á rekstri eða mannvirkjum (t.d. stíflulokur)	Aukning búsvæða á árbakka	Aukinn fjölbreytileiki í árfarvegi	Viðhaldi mannvirkja á tímabilum sem hafa minnst áhrif á lífríki	Aukinn fjölbreytileiki búsvæða m.t.t. dýpis og breiddar árfarvega	Bæta tengsl straumvatns við flóðsléttur og/eða hlíðarfarvegi	Endurbætur á farvegum	Stjórnun á gróðurfari og landgræðsía	Draga úr neikvæðum áhrifum af lönun/vatnssöfnun	Framkvæmdir sem draga úr neikvæðum áhrifum vegna skyndilegrar útlösunar vatns í árfarveg (e. hydropeaking)	Bæta ástand árbots	Opnun og endurhönnun straumvatns sem sett hefur verið í stökk	Áðgerðir sem draga úr áhrifum á eðlisefnafræðilega gæðabætti, einnig neðan virkjana	Bæta samfelli setburðar yfir stíflumannvirkji (frá lóni til ár neðan virkjunar)	Veidiálagi stjórnad samkvæmt nýtingaráætlun
Vatnsaflsvirkjun	Stíflumannvirki (hindrun í farvegi) með varanlegri vatnssöfnun, rennislístraði í árfarvegi minnkar. Ekkert lón	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	o	++	o	o		

Í töflum 2–4 er dæmi um áhrif sem rennislísvirkjun getur haft á straumvatn. Sambærileg dæmi um ýmsa áhrifaþætti sem geta haft í för með sér álag á vatnsformfræði, eðlisefnafræði og lífríki í ám, vötnum, árósum og strandsjó er að finna í evrópsku safni mótvægisáðgerða (viðauki I, 2019b). Má þar nefna hafnarmannvirki, flóðvarnir, neysluvatnsöflun, framræslu lands og þéttbýlismyndun.

Mikilvægt er að hafa í huga að í evrópsku safni mótvægisáðgerða er ekki að finna tæmandi lista yfir allar mögulegar mótvægisáðgerðir heldur er fremur um hugmyndabanka að ræða. Mörg lönd hafa mótað eigið safn mótvægisáðgerða sem gegnir sama hlutverki og það sem hér er fjallað um. Mótvægisáðgerðirnar sem fram koma í safninu nýtast til að meta áhrif ólíkra framkvæmda í og við ár, vötn, árósa og í strandsjó á vatnsformfræðilega og eðlisefnafræðilega gæðabætti (sbr. tafla 2) og líffræðilega gæðabætti (sbr. tafla 3), auk þess sem þar er yfirlit yfir mögulegar mótvægisáðgerðir til að milda áhrif framkvæmdanna til hagsbóta fyrir vistkerfið. Eins og fram hefur komið er það fyrsti liðurinn í skrefi B við ákvörðun á besta vistmegni (skref B1).

Skref B2. Útiloka mótvægisaðgerðir sem hafa umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi eða umhverfið í heild

Þegar listi yfir allar viðeigandi mótvægisaðgerðir í vatnshloti liggur fyrir (í lok skrefs B1) er næsta skref að útiloka mótvægisaðgerðir sem hafa umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi eða umhverfið í heild. Besta vistmegin er besta vistfræðilega ástand sem hægt er að ná í mikið breyttu vatnshloti þegar öllum mótvægisaðgerðum hefur verið beitt sem ekki hafa umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi eða umhverfið í heild (mynd 1).

Gera þarf skýra grein fyrir skilyrðum sem sett eru við mat á skaðsemi mótvægisaðgerða á umsvif eða starfsemi. Einnig er mikilvægt að fyrir liggi hvað teljast umtalsverð skaðleg áhrif, þar eð slíkar ákvarðanir hafa áhrif á hve umfangsmiklar vistfræðilegar umbætur stendur til að fara í.

Þegar mótvægisaðgerðir eru útilokaðar vegna þess að þær hafa umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi eða umhverfið í heild skal fella út sértækar mótvægisaðgerðir sem tilheyra ákveðnum flokki mótvægisaðgerða, en ekki allan flokkinn (tafla 4, viðauki II). Sem dæmi væri hægt að útiloka mótvægisaðgerðina *tenging við hliðarár* (e. reconnecting tributaries, sbr. viðauka II) sem fellur í flokkinn *fiskvegir/viðhald fiskgengdar* (e. fish migration aids) (tafla 4), en ekki mætti fella allar mótvægisaðgerðir í þeim flokki út, væru þær á annað borð viðeigandi.

Mikilvægt! Engin umtalsverð skaðleg áhrif á umsvif/starfsemi og engin áhrif á umsvif/starfsemi skal aldrei leggja að jöfnu, nema að færð hafi verið gild rök fyrir því í vatnaáætlun.

Við mat á umtalsverðum skaðlegum áhrifum á starfsemi og umhverfið í heild þarf að nota skýrar og samræmdar aðferðir og í matinu þurfa eftirfarandi atriði að koma fram:

1. Skilgreining á viðfangsefninu, þ.e. auðkenning helstu starfsemi í og við vatnshlot (þ.e. framkvæmdir eða starfsemi) og umfang þeirra með tilliti til áhrifa á umhverfið í heild. Auðvelt er að skilgreina ákveðna starfsemi, t.d. geymsla vatns til raforkuframleiðslu í vatnsaflsvirkjunum, en önnur umsvif eða starfsemi þarf ef til vill að útlista nánar, t.d. þéttbýlisþróun (neysluvatn, fráveita, byggingarland, vegagerð) eða afmarka betur hagsmuni umhverfisins í heild. Nánari leiðbeiningar um umfang starfsemi og áhrif á umhverfið í heild er að finna í kafla 3 í leiðbeiningariti Evrópusambandsins nr. 37 (WFD CIS, 2019a).

2. Skilgreining á ávinningi helstu umsvifa/starfsemi og umhverfisins í heild. Mikilvægt er að skilgreina ávinning af starfsemi í og við vatnshlot. Sem dæmi má nefna raforkuframleiðslu sem stuðlar að orkuöryggi og flóðvarnir sem stuðla að auknu öryggi í þéttari byggðum. Nánar er fjallað um ávinning af helstu umsvifum/starfsemi og umhverfisins í heild í samantekt úr

vinnustofu þar sem lögð var áhersla á hvernig skilgreina eigi umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi og umhverfið í heild (Kampa o.fl., 2018).

3. Almenn skilgreining á áhrifum mótvægisáðgerða á helstu umsvif/starfsemi og umhverfið í heild. Almennt má segja að áhrif mótvægisáðgerða á starfsemi séu skaðleg ef áðgerðirnar hafa í för með sér tap í mikilvægri framleiðslu eða þjónustu sem er mikilvæg fyrir samfélagið. Sem dæmi um skaðleg áhrif á starfsemi má nefna tap á raforkuframleiðslu eða landbúnaðarafurðum, eða minni virkni flóðvarna, skipagengi eða afþreyingu. Við mat á því hvenær skaðleg áhrif á starfsemi teljast umtalsverð getur þurft að taka tillit til efnahagslegra áhrifa áðgerðanna. Mat á umtalsverðum skaðlegum áhrifum byggja á efnahagslegum áhrifum á heildina, en ekki á tekjumöguleikum einstakra fyrirtækja. Matið á að gera með tilliti til þarfa samfélagsins, en ekki fjárhagsaðstæðum einkaaðila eða einstaklinga. Þar eð umtalsverð skaðleg áhrif mótvægisáðgerða geta leitt til tekjutaps ríkis og sveitarfélaga skiptir greiðslugeta notandans ekki máli í þessu samhengi þar eð það getur haft í för með sér að vel reknum og arðsömum fyrirtækjum er mismunað á kostnað verr stæðra fyrirtækja (WFD CIS, 2003a).

Tafla 5. Almenn lýsing á skaðlegum áhrifum mótvægisáðgerða á helstu umsvif og starfsemi. Unnið upp úr töflu 12 í WFD CIS (2019a).

Almenn skaðleg áhrif mótvægisáðgerða á umsvif/starfsemi	Dæmi um skaðleg áhrif mótvægisáðgerða á umsvif/starfsemi
Framleiðslutap	<ul style="list-style-type: none"> • Vatnsforði vatnsaflsvirkjana: Minni raforkuframleiðsla • Landbúnaður: Samdráttur í framleiðslu landbúnaðarafurða
Áhætta vegna áhrifa á framleiðsluöryggi	<ul style="list-style-type: none"> • Vatnsforði vatnsaflsvirkjana: Raforkuöryggi minnkar • Vatnsforði, vatnsveita og neysluvatn: Ógnar stöðugleika í framboði vatns • Landbúnaður: Ógnar fæðuöryggi
Áhætta fyrir velferð/heilsu fólks, félagsleg velferð	<ul style="list-style-type: none"> • Flóðvarnir: Aukin hætta á flóðum í nágrenni byggðar • Siglingar: Áhrif á mikilvægar siglingaleiðir og útivist
Félagshagfræðileg áhrif með mælanlegum afleiðingum fyrir almenna velferð	<ul style="list-style-type: none"> • Allar gerðir umsvifa/starfsemi: Atvinnutækifæri minnka, tekjur ríkis og sveitarfélaga minnka • Landbúnaður: Áhrif á búsetu í dreifbýli
Áhrif á minnkandi losun gróðurhúsalofttegunda (GHL)	<ul style="list-style-type: none"> • Vatnsforði vatnsaflsvirkjana: Aukin losun GHL vegna brennslu jarðefnaeldsneytis í stað raforku frá vatnsaflsvirkjunum • Siglingar: Aukin losun GHL vegna aukinna flutninga á landi eða í lofti á kostnað sjóflutninga

Einnig getur þurft að huga að samfélagslegum sjónarmiðum, t.d. getur niðurrif flóðvarna leitt til þess að svæði verða óbyggileg. Ennfremur þarf að huga að mögulegum afleiðingum á heilsu

og öryggi fólks og lögfræðileg álitamál, svo sem vegna þjónustu sem stjórnvöldum er skylt að veita. Dæmi um almenn áhrif mótvægisáðgerða á helstu starfsemi og umhverfið í heild er að finna í töflu 5.

Í leiðbeiningariti Evrópusambandsins nr. 4 (WFD CIS, 2003a) kemur fram að ekki skuli fjalla um fjárhagskostnað vegna mótvægisáðgerða þegar vatnshlot eru upphaflega tilnefnd sem mikið breytt. Hins vegar er tekið tillit til kostnaðar við mótvægisáðgerðir þegar áðgerðir eru valdar og ákveðið er hvaða áðgerðum verði beitt í því skyni að ná góðu vistmegni (GEP). Á þessu stigi er kostnaður metinn og eftir atvikum hvort þörf er á að gera undantekningu frá umhverfismarkmiðum vatnatilskipunar með setningu vægari umhverfismarkmiða samkvæmt 16. gr. laga um stjórn vatnamála (grein 4.5 í vatnatilskipun Evrópusambandsins (2000)). Einnig er tekið tillit til óhóflegs kostnaðar á þessu stigi, en ákvarðanir honum tengdar eru stjórnsýslulegar. Mikilvægt er að gera greinarmun á mati á skaðlegum áhrifum mótvægisáðgerða á starfsemi og umhverfið í heild annars vegar og mati á óhóflegum kostnaði við mótvægisáðgerðir hins vegar.

4. Mikilvægi þess að skilgreina hvort horfa eigi til staðbundinna áhrifa mótvægisáðgerða eða áhrifa á landsvísu. Almennt séð skal horfa til staðbundinna áhrifa þegar lagt er mat á hvort mótvægisáðgerðir valdi umtalsverðum skaðlegum áhrifum á starfsemi eða umhverfið í heild. Ástæðan er sú að mótvægisáðgerð getur haft umtalsverð áhrif á einum stað en ekki á öðrum. Eftir að vatnshlot hefur verið tilnefnt sem mikið breytt ber að stuðla að sem bestum aðstæðum í viðeigandi vistkerfi með tilliti til starfsemi sem valdið hefur breytingum á viðkomandi vatnshloti. Hins vegar má mat á staðbundnum áhrifum mótvægisáðgerða á starfsemi og umhverfið í heild ekki tengjast hagsmunum einstaklinga eða fyrirtækja heldur skal meta þau með tilliti til almannahagsmuna. Auk þess er mikilvægt að gæta samræmis við mat á umfangi skaðlegra áhrifa af mótvægisáðgerðum og að byggt sé á viðmiðum sem samþykkt hafa verið í hverju landi. Ef samræmis er ekki gætt við mat á áhrifum mótvægisáðgerða er hætt við að ólíkar kröfur séu settar á fyrirtæki í sama starfsumhverfi.

Dæmi um framangreint er vatnstaka tveggja fyrirtækja úr straumvatni. Annars vegar er vatnstaka fyrirtækis sem byggir á gömlu starfsleyfi sem leyfir að allt vatn árinna sé nýtt og engin ákvæði eru um að tryggja þurfi lágmarksrennsli í árfarveginum. Hins vegar er vatnstaka fyrirtækis sem byggir á heimild sem felur í sér að tryggja skuli lágmarksrennsli vatns í farveginum (e. environmental flow, e-flow). Lágmarksrennslið nægir hins vegar ekki til að tryggja gott vistfræðilegt ástand (GES) í straumvötnunum. Mótvægisáðgerðir sem stuðla að því að vatnshlotin nái góðu vistfræðilegu ástandi hafa ólík áhrif á fyrirtækin. Áðgerðirnar valda hlutfallslega meira framleiðslutapi hjá fyrra fyrirtækinu með gamla starfsleyfið (t.d. 20%) en hjá hinu seinna (t.d. 5%). Ef samræmis væri ekki gætt við ákvörðun þess hvenær áhrif á starfsemi teljast umtalsvert skaðleg yrði líklega sett sú krafa á seinna fyrirtækið að það tryggði

nægilegt rennsli til að ná góðu vistfræðilegu ástandi því framleiðslutap þess væri hlutfallslega lítið vegna mótvægisáðgerða. Framleiðslutap fyrra fyrirtækisins með gamla starfsleyfið teldist hins vegar umtalsvert og fyrirtækinu yrði ekki gert að tryggja nægilegt rennsli til að ná góðu vistfræðilegu ástandi. Þetta skýrir hvers vegna viðmið þurfa að miðast við hverja starfsemi fyrir sig á breiðari grundvelli (á landsvísu), en ekki á grundvelli einstakra fyrirtækja.

Þessu til viðbótar er mikilvægt að skoða vatnakerfi í heild sinni við mat á því hvort skaðleg áhrif teljist umtalsverð. Mótvægisáðgerð sem hefur jákvæð áhrif á einum stað á vatnasviði getur haft neikvæð áhrif á öðrum stað í sama vatnakerfi. Sem dæmi geta mótvægisáðgerðir valdið skerðingu á framleiðslugetu í vatnsaflsvirkjun sem er ofarlega í árfarvegi, en getur á sama tíma aukið framleiðslugetu í annarri virkjun neðar í sama farvegi. Þannig getur fjárhagslegur ávinningur neðarlega í farvegi bætt upp fjárhagslegt tap ofar í sama farvegi. Því er nauðsynlegt að meta áhrif mótvægisáðgerða á vatnakerfið í heild sinni en ekki einungis staðbundið.

Nánar er fjallað um umfang skaðlegra áhrifa mótvægisáðgerða til að milda áhrif af ólíkum umsvifum (t.d. vegna vatnssöfnunar, flóðvarna, framræslu og siglinga) í samantekt úr vinnustofu þar sem lögð var áhersla á hvernig skilgreina eigi umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi og umhverfið í heild (Kampa o.fl., 2018).

5. Skilgreina hvenær skaðleg áhrif á umsvif/starfsemi eru *umtalsverð* og hvenær ekki.

Mikilvægt er að hafa í huga að *engin umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi* þýðir ekki það sama og *engin áhrif á starfsemi*, nema að færð hafi verið gild rök fyrir því í vatnaáætlun. Viðmið sem notuð eru til að skilgreina hvenær skaðleg áhrif teljist *umtalsverð* geta verið mismunandi frá einni starfsemi til annarrar og eru háð félagshagfræðilegum áherslum í aðildarríkjum ESB og EFTA. Hins vegar má gefa hugmynd um hvenær skaðleg áhrif teljast *umtalsverð*. Með *umtalsverðum skaðlegum áhrifum* á starfsemi er átt við áhrif sem hafa vel merkjanleg áhrif á viðkomandi starfsemi og valda breytingu á framleiðslu sem er meiri en búast má við í eðlilegum rekstri, t.d. skammtímabreytingar í framleiðslu innan dags, mánaða eða árs. Til dæmis teljast áhrif á starfsemi yfirleitt ekki *umtalsverð* þegar þau eru minni en eðlilegur skammtímabreytileiki í afkastagetu, t.d. hvað varðar meðalraforkuframleiðslu, öruggt siglinga-dýpi eða framboð drykkjarvatns. Hins vegar teldust áhrifin *umtalsverð* ef þau ógnuðu hagkvæmni starfseminnar til lengri tíma með því að minnka framleiðslugetuna verulega.³

Dæmi: Telst 5% minnkun á árlegri grunnframleiðslu á raforku (e. electricity base load production) *umtalsverð skaðleg áhrif* í tilvikum þar sem náttúrulegur breytileiki í framleiðslu er 5–10% á ársgrundvelli? Náttúrulegur breytileiki í raforkuvinnslu stafar af mismiklu framboði vatns á hverjum tíma. Í þurrum árum getur þurft að skerða framleiðslu vatnsafls miðað við

³ Í þessu samhengi er vert að íhuga hversu lengi umtalsverð áhrif vara. Það getur verið á ársgrundvelli eða í undantekningartilfellum lengur.

tímabil þegar úrkoma er meiri. Því er mikilvægt að hafa í huga að samdráttur í orkuframleiðslu verður ekki eingöngu vegna umtalsverðra skaðlegra áhrifa af mótvægisáðgerðum.

Í einhverjum tilfellum er munurinn á milli engra áhrifa og umtalsverðra áhrifa tiltölulega lítill. Almennt séð verða ríki að setja sér viðmið og viðmiðunarmörk fyrir það hvenær mótvægisáðgerðir teljast hafa umtalsverð skaðleg áhrif á starfsemi og hvenær ekki. Þetta er lykilatriði við mótun á skýru og gagnsæju ferli við að skilgreina besta vistmegin (Halleraker o.fl., 2016). Einnig getur þurft að setja fleiri en eitt viðmið því að áhrif mótvægisáðgerða á ávinning af starfsemi eru misjöfn og háð eðli starfseminnar.

Í leiðbeiningaritum Evrópusambandsins (WFD CIS, 2003a; 2003b) er bent á aðferðir sem nota má við mat á umtalsverðum skaðlegum áhrifum. Í töflu 6 eru tekin dæmi um möguleg áhrif mótvægisáðgerða á vatnssöfnun til miðlunar fyrir raforkuframleiðslu; um ávinning starfseminnar, skaðleg áhrif áðgerða, viðmið og viðmiðunarmörk fyrir mat og skilgreiningu á skaðlegum áhrifum mótvægisáðgerða. Í síðasta dálki töflunnar koma fram viðmiðunarmörk sem nokkur aðildarríki Evrópusambandsins hafa notað í 2. vatnahring til að meta hvort skaðleg áhrif séu umtalsverð. Viðmiðunarmörk ríkjanna eru ólík og ekki endilega dæmi um bestu starfsvenjur. Þegar skaðleg áhrif á starfsemi eru magnákvörðuð ætti alljafna ekki eingöngu að styðjast við beinhardar tölur, t.d. framleiðslutap mælt í kílóvattstundum (kWst.), heldur einnig hlutfall (%), t.d. af heildarframleiðslu.

Athugið! Forsendur og viðmið fyrir úrskurð á því hvort áhrif mótvægisáðgerða teljist umtalsverð eiga að vera skýr, gagnsæ og samræmd á landsvísu. Viðmiðin sem sett eru má beita ýmist svæðisbundið eða á landsvísu. Í einhverjum tilfellum getur einnig verið viðeigandi að setja töluleg viðmiðunarmörk fyrir hvað telst umtalsvert.

Tafla 6. Dæmi um skaðleg áhrif mótvægisáðgerða á vatnssöfnun til miðlunar fyrir raforkuframleiðslu og mat á því hvort þau teljist umtalsverð. Þýðing á töflu 13 í WFD CIS (2019a).

Ávinningur af vatnssöfnun til miðlunar vegna raforkuframleiðslu	Áhrif mótvægisáðgerða á vatnsmiðlun vegna raforkuframleiðslu	Viðmið til að meta skaðleg áhrif á umsvif/starfsemi	Hvernig á að meta umfang skaðlegra áhrifa á umsvif og umhverfið í heild	Hvenær teljast skaðleg áhrif mótvægisáðgerða umtalsverð
Raforkuframleiðsla (grunnframleiðsla, e. base load)	Framleiðslutap (grunnframleiðsla, e. base load) <i>Áhrif á þætti sem stuðla að loftslagsbreytingum og auknum CO₂ útblæstri (áhrif á umhverfið í heild) *</i>	Nákvæmt tölugildi (framleiðsla, MWh) Samanburður við árlega framleiðslu (%) Samanburður við markmið um endurnýjanlega orku (%)	Á landsvísu eða svæðisbundið	<i>Dæmi um mat þjóða á hvað telst umtalsvert:</i> Skotland: >2% af árlegri landsframleiðslu (Natural Scotland, 2015) Austurríki: A.m.k. >3% tap í árlegri landsframleiðslu (jafnvel minna) (Bundesministerium) Svíþjóð: >2,3% tap í árlegri landsframleiðslu (Havs och vatten myndigheten, 2021) Noregur: Mat liggur fyrir en engin viðmiðunarmörk hafa verið sett (Vannportalen, 2021)
Sveigjanleg orkuframleiðsla (e. regulatory power, peak load production)	Tap á sveigjanlegri orkuframleiðslu; Ógn við lágmarks framleiðslugetu og orkuöryggi <i>Áhrif á þætti sem stuðla að loftslagsbreytingum og auknum CO₂ útblæstri (áhrif á umhverfið í heild)</i>	Spönn á framboði sveigjanlegrar orku	Á landsvísu eða svæðisbundið	Nokkuð ólíklegt að töluleg (magnbundin) viðmiðunarmörk verði sett um hvað telst umtalsvert
Orkuöryggi á landsvísu eða svæðisbundið	Umtalsverð ógn við raforkuöryggi á landsvísu eða svæðisbundið Umtalsverð ógn við dreifikerfi á landsvísu eða svæðisbundið	Áhætta vegna áhrifa á framleiðsluöryggi	Á landsvísu eða svæðisbundið	Ekki ásættanlegt að mótvægisáðgerðir valdi umtalsverðri áhættu fyrir framleiðsluöryggi

Auk þess að forðast skaðleg áhrif mótvægisáðgerða á þá starfsemi sem valdið hefur mikið breyttum eiginleikum vatnshlotsins þarf að gæta þess að mótvægisáðgerðir hafi ekki neikvæð áhrif á aðra starfsemi í vatnshlotinu sem byggir á sjálfbærri nýtingu. Því er mikilvægt að hafa í huga hvort mótvægisáðgerðir sem til stendur að beita muni hafa umtalsverð skaðleg áhrif á aðra starfsemi í eða við vatnshlot. Sem dæmi má nefna að það að fjarlægja flóðvarnargarða í vatnshloti getur haft áhrif á rennslis hraða og vatnsdýpi í farvegi sem aftur getur haft áhrif á möguleika til siglinga í sama vatnshloti.

Skref B3. Velja aðgerðir sem gagnast vistkerfinu hvað best með því að tryggja sem besta vistfræðilega samfellu

Þegar viðeigandi mótvægisáðgerðir hafa verið valdar skv. skrefum B1 og B2 er næst að velja eina eða fleiri mótvægisáðgerðir sem leiða til mestu umbóta fyrir vistkerfið og tekur einnig á öllum viðeigandi vatnsformfræðilegum breytingum með það að leiðarljósi að tryggja eftir fremsta megni vistfræðilega samfellu í viðkomandi vatnshloti.

Við val á mótvægisáðgerðum er nauðsynlegt að hafa þekkingu á tengslum vatnsformfræðilegra gæðapátta og vistfræði vatnshlota. Mikilvægt er að hafa í huga að tímasetning aðgerða getur skipt sköpum fyrir tilætlaðan ávinning fyrir lífríkið, til dæmis með tilliti til æxlunartíma lífvera.

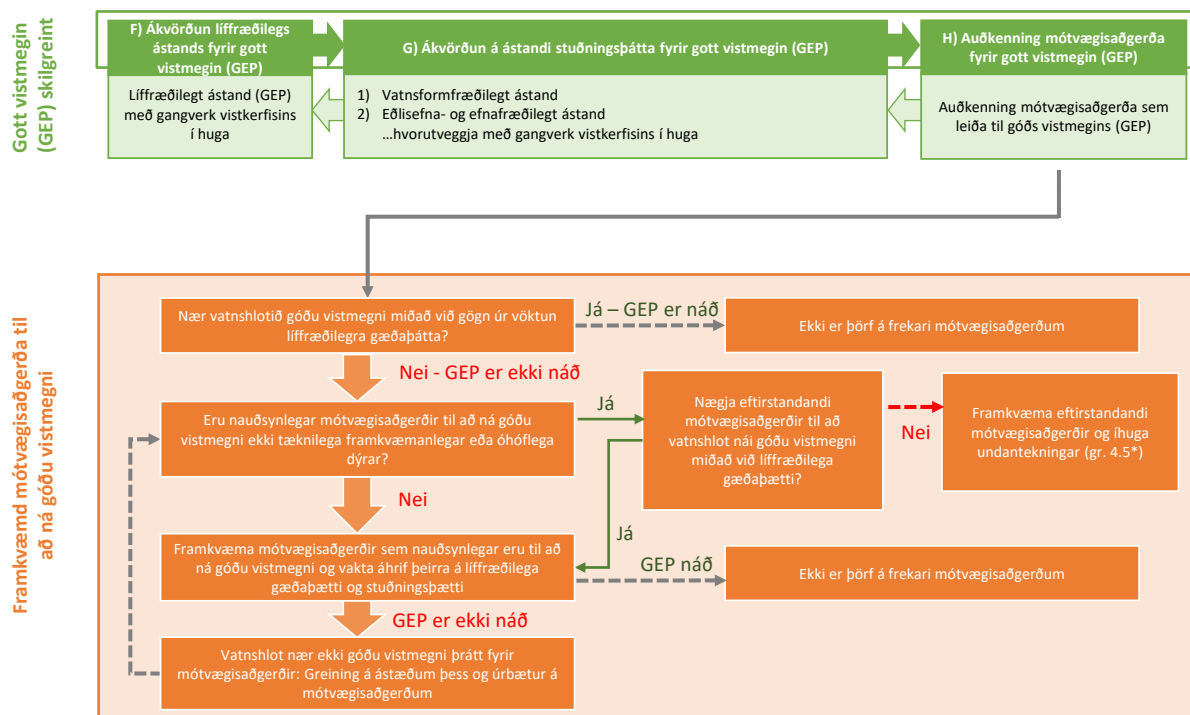
Við ákvörðun á besta vistmegni (MEP) skal taka saman lista með öllum mótvægisáðgerðum sem talið er að séu til bóta fyrir vistkerfið, einnig þær sem fyrirséð er að hafi aðeins smávægileg áhrif til góðs. Ef skortur er á upplýsingum um lífríki í mikið breyttu vatnshloti skal velja fleiri en færri mótvægisáðgerðir í varúðarskyni. Hægt er að fækka aðgerðum síðar í ferlinu þegar frekari upplýsingar liggja fyrir. Leggja skal áherslu á að velja fyrst mótvægisáðgerðir sem vitað er að muni nokkuð örugglega vera til bóta fyrir lífríkið og tryggja eftir fremsta megni vistfræðilega samfellu í viðkomandi vatnshloti.

Besta vistmegin krefst þess að vistfræðileg samfella sé því sem næst tryggð í vatnshloti. Listi yfir aðgerðir sem stuðla að sem bestri vistfræðilegri samfellu er notaður til að skilgreina besta vistmegin (MEP) og í kjölfarið skal setja aðgerðir í aðgerðaráætlun sem nauðsynlegar eru til að vatnshlot náí góðu vistmegni (GEP). Í þessu samhengi verður að miða við sambærilegustu vatnagerð til að tryggja að allar viðeigandi aðgerðir hafi verið skoðaðar.

Ef mótvægisáðgerðir sem valdar hafa verið ná ekki að tryggja sem besta vistfræðilega samfellu (t.d. ef vatnshlotið er þurrt á ákveðnum tíma árs) þarf að fara aftur yfir listann yfir mótvægisáðgerðir og athuga hvort önnur samsetning mótvægisáðgerða geti tryggt sem besta vistfræðilega samfellu í viðkomandi vatnshloti.

4 Framkvæmd mótvægisáðgerða til að ná góðu vistmegni

Auðkenning viðeigandi mótvægisáðgerða og ákvörðun á góðu vistmegni fyrir mikið breytt vatnshlot (skref F, G og H á mynd 3) annars vegar og framkvæmd mótvægisáðgerða hins vegar eru tvö ólík ferli þótt þau séu samtengd (mynd 9). Í fyrra ferlinu eru valdar mótvægisáðgerðir sem milda vistfræðileg áhrif af vatnsformfræðilegum breytingum og leggja aðgerðirnar grunninn að góðu vistmegni sem ákvarðað er fyrir hvert og eitt vatnshlot. Í seinna ferlinu er tekin lokaákvörðun um viðeigandi mótvægisáðgerðir fyrir hvert vatnshlot og er sá ferill sýndur á mynd 9. Meta þarf hvort útilokun mótvægisáðgerða geti valdið því að umhverfismarkmið mikið breyttra og manngerða vatnshlota náist ekki og ef það gerist þarf að íhuga undantekningar frá þeim, sbr. grein 4.5 í vatnatilskipun Evrópusambandsins (2000).



*Grein 4.5 í vatnatilskipun Evrópusambandsins (2000)

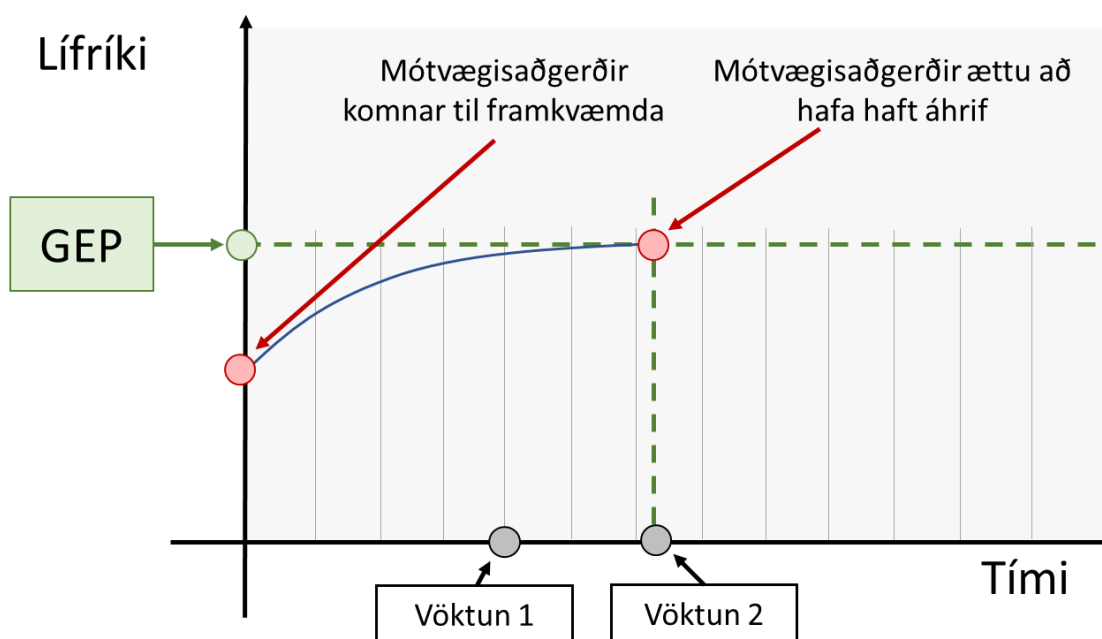
Mynd 9. Flæðirit sem sýnir framkvæmd mótvægisáðgerða, þ.e. ferlið sem tekur við þegar búið er að velja mótvægisáðgerðir og ákvarða gott vistmegin. Þýðing á mynd 10 í WFD CIS (2019a).

Eftirfarandi er nánari útskýring á sérhverju skrefi á mynd 9:

Nær vatnshlotið góðu vistmegni miðað við gögn úr vöktun líffræðilegra gæðapátta?

Vöktun í mikið breyttum vatnshlotum er nauðsynleg til að meta áhrif mótvægisáðgerða sem þegar hafa komist til framkvæmda. Niðurstöður vöktunar nýtast einnig til að skilgreina hvort

Þörf er á frekari mótvægisáðgerðum (mynd 10). Vakta skal vatnshlotin sérstaklega til þess að meta hvort mótvægisáðgerðir sem þegar hafa komið til framkvæmda séu til bóta og stuðli að því að vatnshlotið nái góðu vistmegni. Fyrst og fremst er horft til líffræðilegra gæðapátta við mat áhrifa, en ef það reynist ekki mögulegt (t.d. vegna skorts á upplýsingum um matsþætti sem eru viðkvæmir fyrir breytingum á vatnsformfræði) má notast við vöktun stuðningspátta (vatnsformfræði og eðlisefnafræði) og nota þá við mat á skilvirkni mótvægisáðgerða og hvort líklegt sé að vatnshlot nái góðu vistmegni eða ekki. Þetta mat þarf að yfirfara í hverjum vatnahring. Ef vatnshlotið nær góðu vistmegni, eða ef útlit er fyrir að það náist, þarf ekki frekari mótvægisáðgerðir. Í þessu tilliti þarf að gæta þess að mótvægisáðgerðir sem framkvæmdar eru í einu vatnshloti valdi ekki hnignun á ástandi annarra vatnshlota á sama vatnasviði.



Mynd 10. Dæmi um tímasetningu vöktunar mikið breyttra vatnshlota eftir að mótvægisáðgerðum hefur verið beitt. Markmið vöktunar í mikið breyttu vatnshloti er að meta áhrif mótvægisáðgerða á vistkerfi vatnshlota. GEP: gott vistmegin. Þýdd mynd í textaboxi 10 í WFD CIS (2019a).

Nái vatnshlot ekki góðu vistmegni, þrátt fyrir mótvægisáðgerðir, þarf að gera grein fyrir ástæðum þess. Nokkrar ástæður geta komið til greina: 1) að framfarir taki lengri tíma en áætlað var, 2) að ekki hafi verið tekið tillit til álags sem skiptir máli, 3) að áðgerðir hafi ekki verið nægilega umfangsmiklar og/eða 4) að þörf sé á frekari aðgerðum. Einnig er mögulegt að tilætlaðar framfarir lífríkis í kjölfar mótvægisáðgerða hafi verið ofmetnar þegar gott vistmegin var skilgreint fyrir vatnshlotið. Þá er ekki þörf á frekari aðgerðum heldur skal aðlaga gildi fyrir gott vistmegin (GEP) að raunverulegum líffræðilegum gildum samkvæmt niðurstöðum vöktunar.

Umhverfismarkmið fyrir vistmegin mikið breyttra vatnshlota eru byggð á spá um líffræðilegt ástand þegar búið er að framkvæma allar viðeigandi mótvægisáðgerðir. Er það ólíkt

umhverfismarkmiðum fyrir náttúruleg vatnshlot sem byggð eru á þekktum gildum um líffræðilega gæðapætti. Vöktun náttúrulegra vatnshlota og mikið breyttra vatnshlota er ólík að því leyti að við mat á vistmegni eru líffræðilegir gæðapættir vaktaðir með tilliti til mótvægisáðgerða sem gerðar eru (mynd 10), á meðan gæðapættir í náttúrulegum vatnshlotum eru vaktaðir á hefðbundinn hátt. Vöktun mikið breyttra vatnshlota skal framkvæma þegar gert er ráð fyrir að áhrif mótvægisáðgerða séu komin fram (vöktun 2 á mynd 10) og niðurstöður úr vöktun eftir mótvægisáðgerðir eru notaðar til að ákvarða nákvæm gildi fyrir gott vistmegin (græn lína á mynd 10). Einnig getur verið nauðsynlegt að vakta fyrr í ferlinu (vöktun 1 á mynd 10) svo hægt sé að greina hvort framfarir hafi orðið eða hvort þær hafi staðið í stað. Þannig gefst svigrúm til að aðlaga mótvægisáðgerðir frekar ef vistkerfi vatnshlota (mælt með líffræðilegum gæðapáttum) bregðast ekki við eins og við var búist.

Eru nauðsynlegar mótvægisáðgerðir til að ná góðu vistmegni ekki tæknilega framkvæmanlegar eða óhóflega dýrar?

Útiloka þarf mótvægisáðgerðir úr skrefi H (mynd 3) ef þær teljast óhóflega dýrar eða ekki tæknilega framkvæmanlegar.

Nægja eftirstandandi mótvægisáðgerðir til að vatnshlot nái góðu vistmegni miðað við líffræðilega gæðapætti?

Ef mótvægisáðgerðir sem valdar hafa verið eru útilokaðar vegna óhóflegs kostnaðar eða ef þær eru tæknilega óframkvæmanlegar þarf að athuga hvort áðgerðir sem eftir standa dugi til þess að vatnshlot nái góðu vistmegni m.t.t. líffræðilegra þátta (skref F á mynd 3). Ef þær áðgerðir duga ekki þarf mögulega að endurhanna mótvægisáðgerðir til þess að koma í veg fyrir að grípa þurfi til undantekninga frá umhverfismarkmiðum fyrir vatnshlotin. Hafa þarf í huga áhrif mótvægisáðgerða yfir stór svæði sem og staðbundið og stundum er við hæfi að hafa allt vatnasviðið í huga.

Þó svo að einhverjar mótvægisáðgerðir detti út er ekki útilokað að vatnshlot nái góðu vistmegni með áðgerðum sem eftir standa, en eigi eftirfarandi við næst gott vistmegin ekki; 1) ef ekki er mögulegt að framkvæma fleiri/aðrar mótvægisáðgerðir og/eða 2) ef mótvægisáðgerðirnar nægja ekki til að ná nægilega góðri vistfræðilegri samfellu. Ef svo er, þarf að skoða hvort gera þurfi undantekningu frá markmiðum laga um stjórn vatnamála með setningu vægari umhverfismarkmiða fyrir viðkomandi vatnshlot (grein 4.5 í vatnatilskipun Evrópu-sambandsins (2000)). Þó er mikilvægt að framkvæma mótvægisáðgerðir sem eftir standa, jafnvel þótt gott vistmegin náist ekki, til þess að bæta ástand vatnshlots eins og kostur er.

Framkvæma mótvægisáðgerðir sem nauðsynlegar eru til að ná góðu vistmegni og vakta áhrif þeirra á líffræðilega gæðapætti og stuðningspætti

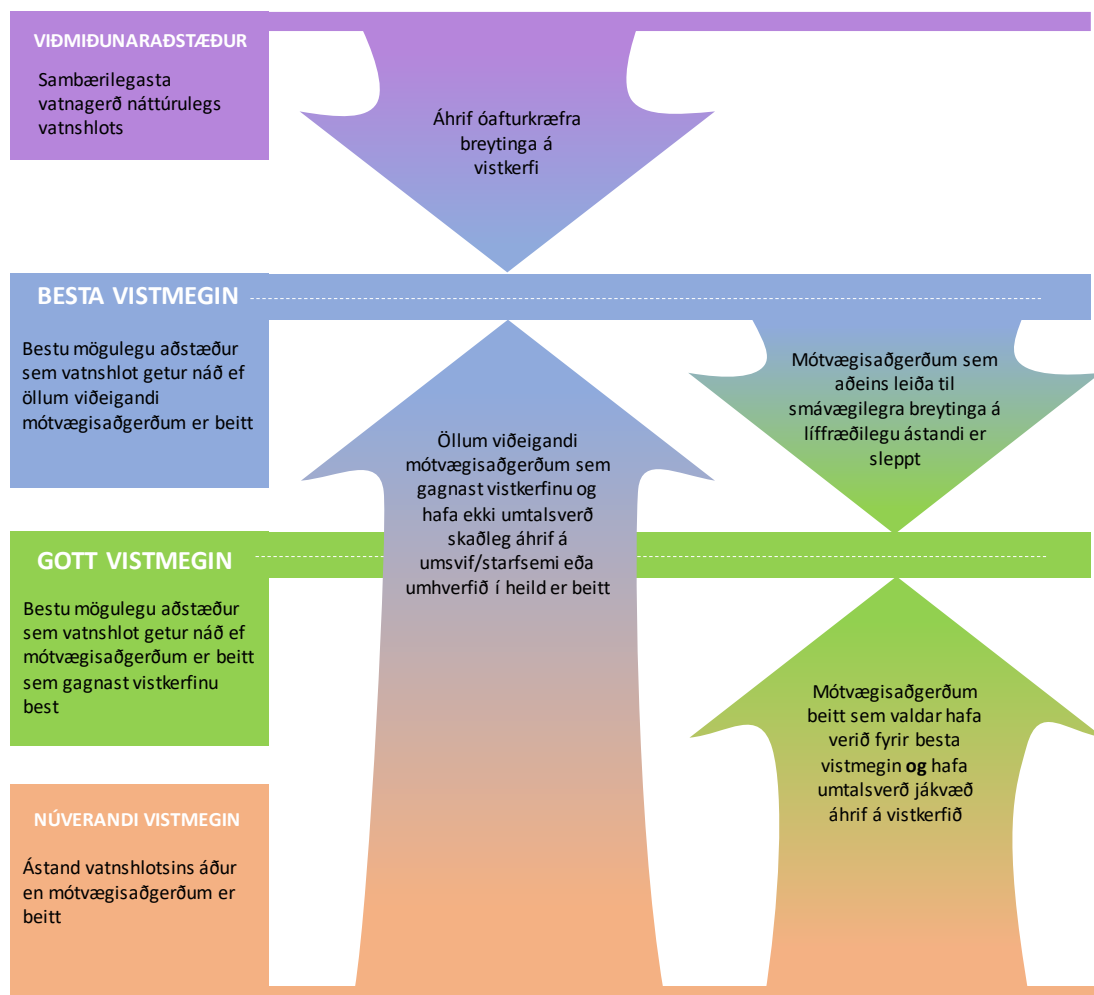
Mótvægisáðgerðir sem eru raunhæfar og teljast nauðsynlegar til þess að vatnshlot ná góðu vistmegni eru framkvæmdar og í kjölfarið eru áhrif aðgerða á líffræðilega gæðapætti og stuðningspætti vöktuð. Vatnshlotið er síðan flokkað á grunni vöktunarniðurstaðna. Ef vatnshlot flokkast í *gott vistmegin* þarf ekki frekari mótvægisáðgerða við og umhverfis-markmið haldast óbreytt. Ef niðurstöður vöktunar í mikið breyttu vatnshloti benda til að það ná *góðu vistfræðilegu ástandi* eftir að áhrif mótvægisáðgerða koma í ljós uppfyllir vatnshlotið ekki lengur forsendur fyrir tilnefningu sem mikið breytt vatnshlot. Þá skal endurskilgreina það sem náttúrulegt vatnshlot sem skal uppfylla markmið um a.m.k. *gott vistfræðilegt ástand*. Ná vatnshlotið hins vegar hvorki *góðu ástandi* né *góðu vistmegni* eftir að allar viðeigandi mótvægisáðgerðir hafa verið framkvæmdar þarf að leita skýringa á ástæðum þess. Framkvæmd mótvægisáðgerða er því lifandi ferli og mögulega þarf að endurhanna eða bæta við aðgerðum til að ná ásættanlegum árangri hvað varðar vistfræðilega samfellu.

Vatnshlot nær ekki góðu vistmegni þrátt fyrir mótvægisáðgerðir: Greining á ástæðum þess og úrbætur á mótvægisáðgerðum

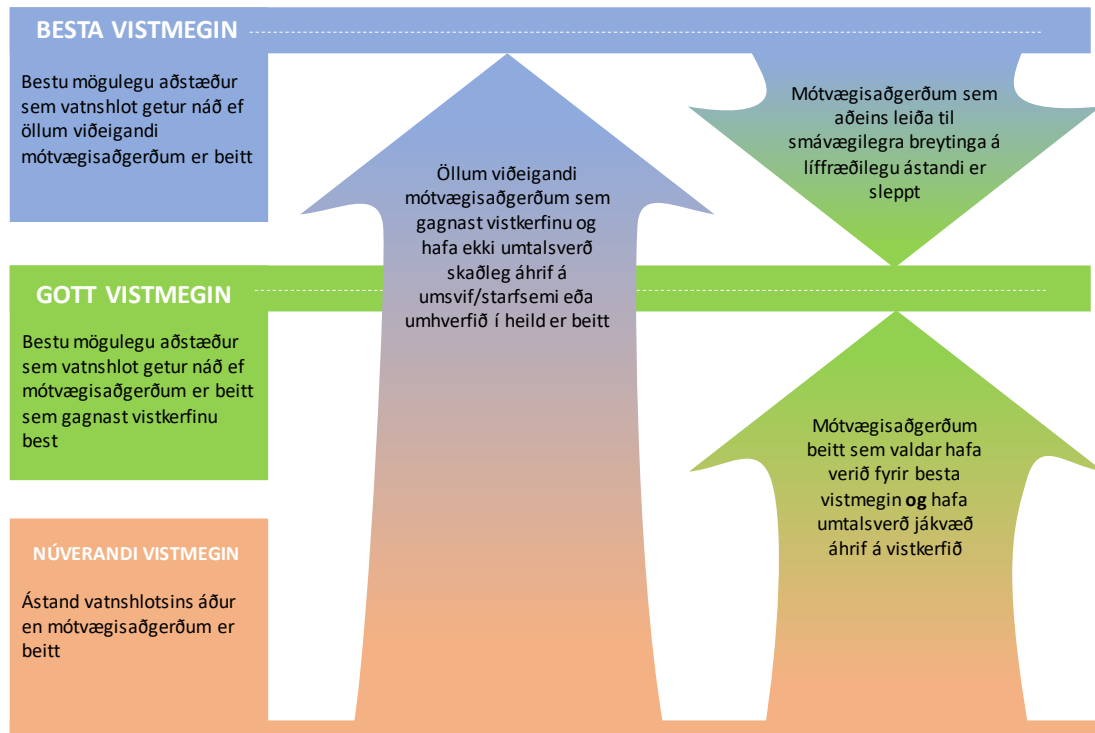
Ef vöktun á líffræðilegum gæðapáttum og stuðningspáttum gefur til kynna að gott vistmegin náist ekki þrátt fyrir að öllum viðeigandi mótvægisáðgerðum hafi verið beitt þarf að leita skýringa á því. Í kjölfarið þarf að endurbæta mótvægisáðgerðir með hliðsjón af niðurstöðum vöktunar í þeim tilgangi að bæta ástand vatnshlotsins. Dæmi um ástæður þess að mótvægisáðgerðir beri ekki tilætlaðan árangur eru ofmat eða töf á framförum í vistkerfinu, aðgerðirnar eru ekki nægilega umfangsmiklar eða að annað álag er til staðar í vatnshlotinu sem mótvægisáðgerðir ná ekki til. Ná vatnshlot ekki góðu vistmegni þrátt fyrir allt framantalið þarf e.t.v. að aðlaga viðmið fyrir líffræðileg gildi í vatnshlotinu.

5 Tillaga að nálgun til að nota á Íslandi

Líkt og áður hefur komið fram má skilgreina gott vistmegin mikið breyttra vatnshlota eftir tveimur leiðum. Upphaflega aðferðin er viðmiðunarnálgun (mynd 11). Hún er hins vegar ekki alltaf raunhæf því aðferðin krefst þess að gögn séu tiltæk úr viðkomandi vatnshlotum. Því var ný nálgun samþykkt árið 2005 (Kampa og Kranz, 2005), mótvægisnálgun, en með henni er gott vistmegin ákvarðað með því að áætla gildi fyrir líffræðilega gæðabætti eftir að öllum viðeigandi mótvægisáðgerðum hefur verið beitt (mynd 12). Markmið beggja aðferða er að bæta vistfræðilegt ástand og eiga þær að ná sama árangri hvað það varðar (sjá nánari umfjöllun í kafla 3.2). Misjafnt er hvaða nálganir eru notaðar í aðildarríkjum Evrópu-sambandsins og í mörgum tilfellum er notuð blanda af báðum aðferðum.



Mynd 11. Einfölduð mynd sem sýnir viðmiðunarnálgun og hvernig viðmiðunaraðstæður og frávik frá þeim eru notaðar til þess að skilgreina gott vistmegin. Breytt útgáfa af mynd 2.4 í Mayer o.fl. (2017).



Mynd 12. Einfölduð mynd sem sýnir mótvægisnálgun og hvernig gott vistmegin er skilgreint án þess að viðmiðunaraðstæður séu til staðar. Breytt útgáfa af mynd 2.5 í Mayer o.fl. (2017).

Líkt og á við um mörg ríki Evrópu eru tengsl vatnsformfræði og vistfræði vatnshlota á Íslandi ekki nægilega vel þekkt til þess að unnt sé að nota eingöngu viðmiðunarnálgun til þess að skilgreina gott vistmegin mikið breyttra vatnshlota. Í mörgum tilfellum er því nauðsynlegt að beita mótvægisnálgun eða eins konar blöndu af nálgununum tveimur. Fyrsta vatnaáætlun er í gildi hér á landi (2022–2027) og eðli málsins samkvæmt því lítið til af gögnum úr vöktunaráætlun vatnaáætlunar og úr vöktun starfsleyfishafa eða framkvæmdaraðila. Hins vegar hafa safnast töluvert af gögnum úr ýmsum vatnshlotum í gegnum tíðina þótt sjaldnast sé um vöktunargögn að ræða sem ná yfir lengri eða skemmri tíma.

Hér er lagt til að mótvægisnálgun verði notuð þegar skilgreina á gott vistmegin fyrir mikið breytt vatnshlot á Íslandi, en styðjast jafnframt við öll viðeigandi gögn eins og kostur er. Í framhaldinu er mikilvægt að vatnshlot séu vöktuð til framtíðar svo að með tíð og tíma safnist gögn og upplýsingar sem varpi ljósi á áhrif vatnsformfræðilegra breytinga á lífverur og vistkerfi vatnshlota á Íslandi. Þannig verður unnt að beita viðmiðunarnálgun að meira marki þegar fram líða stundir sem leiðir til markvissara vals á mótvægisáðgerðum og nákvæmari og afdráttarlausari ákvörðun á vistmegni mikið breyttra vatnshlota. Hafa verður í huga að gæðapættir, þ.e. líffræðilegir, eðlisefnafræðilegir og efnafræðilegir þættir, sem ekki eru næmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum skulu ná *góðu vistfræðilegu ástandi* (GES) líkt og náttúruleg vatnshlot. Taka þarf tillit til breytinga sem orðið hafa í mikið breyttu vatnshloti við mat á gæðapáttum sem eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum.

Nýlega kom út yfirgripsmikil skýrsla þar sem fjallað er um tilnefningarferli mikið breyttra vatnshlota á Írlandi og skilgreiningu á vistmegni þeirra (Environmental Protection Agency, 2022). Þar er mælt með að notuð sé mótvægisnálgun til þess að skilgreina gott vistmegin mikið breyttra vatnshlota og áhersla lögð á mikilvægi þess að vakta áhrif mótvægisáðgerða sem beitt er í mikið breyttu vatnshloti (sbr. mynd 9). Jafnframt er tekið fram að vonast sé til að með tíð og tíma verði hægt að nota viðmiðunarnálgun og að þannig byggi skilgreining á góðu vistmegni á traustari grunni.

Írar leggja áherslu á að gæðapættir (líffræðilegir og eðlisefnafræðilegir), sem ekki eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum sem urðu til þess að vatnshlot voru skilgreind sem mikið breytt, verði að ná góðu vistfræðilegu ástandi (líkt og náttúruleg vatnshlot). Einnig verður efnafræðilegt ástand að vera gott, þ.m.t. ástand forgangsefna. Auk þessa verði ástand gæðapátta sem eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum að vera eins gott og kostur er. Til þess að vatnshlot geti flokkast í gott eða besta vistmegin þurfa þrjú skilyrði að vera uppfyllt; 1) að mótvægisáðgerðum sé beitt, 2) að gæðapættir sem ekki eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum séu í góðu ástandi og 3) að gæðapættir sem eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum séu í eins góðu ástandi og kostur er (tafla 7).

Tafla 7. Tillaga að aðferð til að ákvarða vistmegin mikið breyttra vatnshlota á Írlandi. Þýðing á töflu A2-1 í Environmental Protection Agency (2022).

Vatnsformfræði (mótvægisnálgun)	Vistfræðilegt ástand gæðapátta sem eru ekki viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum	Ástand gæðapátta sem eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum	Flokkun mikið breytts vatnshlots
Viðeigandi mótvægisáðgerðum beitt	Gott*	Eins gott og hægt er eftir vatnsformfræðilegar breytingar	Gott/besta vistmegin
Viðeigandi mótvægisáðgerðum beitt	Gott	Ekki eins gott og hægt er eftir vatnsformfræðilegar breytingar	Ekki viðunandi vistmegin (eða lægra)
Viðeigandi mótvægisáðgerðum beitt	Ekki viðunandi (eða lægra)	Eins gott og hægt er eftir vatnsformfræðilegar breytingar	Ekki viðunandi vistmegin (eða lægra)
Viðeigandi mótvægisáðgerðum beitt	Ekki viðunandi (eða lægra)	Ekki eins gott og hægt er eftir vatnsformfræðilegar breytingar	Ekki viðunandi vistmegin (eða lægra)
Viðeigandi mótvægisáðgerðum ekki beitt	Gott	Eins gott og hægt er eftir vatnsformfræðilegar breytingar	Ekki viðunandi vistmegin (eða lægra)
Viðeigandi mótvægisáðgerðum ekki beitt	Gott	Ekki eins gott og hægt er eftir vatnsformfræðilegar breytingar	Ekki viðunandi vistmegin (eða lægra)
Viðeigandi mótvægisáðgerðum ekki beitt	Ekki viðunandi (eða lægra)	Eins gott og hægt er eftir vatnsformfræðilegar breytingar	Ekki viðunandi vistmegin (eða lægra)
Viðeigandi mótvægisáðgerðum ekki beitt	Ekki viðunandi (eða lægra)	Ekki eins gott og hægt er eftir vatnsformfræðilegar breytingar	Ekki viðunandi vistmegin (eða lægra)

* í sumum tilfellum mjög gott

Ef skilyrðin þrjú eru uppfyllt í vatnshloti flokkast það með *gott* eða *besta vistmegin* (tafla 7). Ef viðeigandi mótvægisáðgerðum hefur verið beitt, en aðeins skilyrði 2 eða 3 eru uppfyllt flokkast vatnshlotið með *ekki viðunandi vistmegin*. Hafi viðeigandi mótvægisáðgerðum ekki verið beitt flokkast vatnshlot með *ekki viðunandi vistmegin* þrátt fyrir að ástand viðkvæmra gæðapátta (skilyrði 3) og/eða ekki viðkvæmra (skilyrði 2) sé ásættanlegt.

Nálgun Íra getur gagnast við ákvörðun vistmegins mikið breyttra vatnshlota á Íslandi þar eð hún býður upp á skýra og gagnsæja aðferðafræði sem samræmist leiðbeiningum Evrópusambandsins (WFD CIS, 2019a). Lykillinn að því er að skilgreina hvaða mótvægisáðgerðir eru viðeigandi á hverjum stað og flokkun gæðapátta eftir því hvort þeir eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum gæðapáttum eða ekki. Fiskur í straum- og stöðuvötnum og hryggleysingar í fjörubelti stöðuvatna eru þeir líffræðilegu gæðapættir sem eru hvað viðkvæmastir fyrir breytingum á vatnsformfræði í straum- og stöðuvötnum. Vatnaplöntur í stöðuvötnum eru einnig viðkvæmar fyrir vatnshæðarbreytingum í vötnum. Hins vegar eru botnþörungar í straumvötnum og svifþörungar í stöðuvötnum (blaðgræna *a*) líklegast óháðir þeim breytingum, líkt og styrkur næringarefna í flestum tilvikum. Upplýsingar sem þessar eru nauðsynlegar við mat á vistmegni mikið breyttra vatnshlota og ættu vöktunaráætlanir sem miða að því að meta áhrif starfsemi á vatnshlot taka á öllum gæðapáttum, hvort sem þeir eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum eða ekki.

6 Lokaorð

Í skýrslunni er gerð grein fyrir aðferðum við ákvörðun vistmegins í mikið breyttum vatnshlotum samkvæmt aðferðum sem koma fram í leiðbeiningum Evrópusambandsins (WFD CIS, 2019a). Leiðbeiningarnar voru gerðar til að samræma aðferðir við mat á vistmegni mikið breyttra vatnshlota í Evrópu til að uppfylla skilyrði vatnstilskipunar Evrópusambandsins (2000). Með lögum um stjórn vatnamála nr. 36/2011 var vatnatilskipun innleidd í íslensk lög og reglugerðir og síðan þá hafa verið stigin mörg skref í innleiðingunni, m.a. hefur verið lagður fram bráðabirgðalisti yfir mikið breytt og manngerð vatnshlot á virkjanasvæðum á Íslandi (Katrín Sóley Bjarnadóttir o.fl., 2020; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl., 2022a; 2022b; 2023). Eftir er að skilgreina vatnshlotin á bráðabirgðalistanum með formlegum hætti svo að hægt sé að meðhöndla þau sem slík. Umhverfismarkmið fyrir mikið breytt vatnshlot er gott vistmegin og er skýrslan mikilvægur liður í að meta vistmegin með samræmdum hætti.

Heimildir

Bundesministerium, Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft. Gewässerbewirtschaftungsplan. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wisa/ngp.html> [skoðað 15.2.2024]

Environmental Protection Agency (2022). Review of Ireland's Heavily Modified Water Body designations for the third cycle River Basin Management Plan. https://www.epa.ie/publications/monitoring--assessment/freshwater--marine/Technical-review-of-HMWB-designation_March-2022.pdf [skoðað 15.1.2024]

Eydís Salome Eiríksdóttir, Sunna Björk Ragnarsdóttir, Gerður Stefánsdóttir, Agnes-Katharina Kreiling, Fjóla Rut Svavarsdóttir, Jón S. Ólafsson, Svava Björk Þorláksdóttir og Þóra Hrafnisdóttir (2020). Vistfræðileg viðmið við ástandsflökkun straum- og stöðuvatna á Íslandi. Leiðrétt útgáfa nív. 2022. Skýrsla Veðurstofu Íslands, Hafrannsóknastofnunar og Náttúrufræðistofnunar Íslands, VÍ 2020-009, HV 2020-42, NÍ-20010. 112 bls.

Eydís Salome Eiríksdóttir, Svava B. Þorláksdóttir, Gerður Stefánsdóttir og Þóra Katrín Hrafnisdóttir (2022a). Vatnshlot á virkjanasvæðum. Viðbót við skýrslu Umhverfisstofnunar UST-2020:09. Skýrsla Hafrannsóknastofnunar, Veðurstofu Íslands og Náttúrufræðistofnunar Íslands, HV 2022-09, VÍ 2022-002, NÍ-22003. 24 bls.

Eydís Salome Eiríksdóttir, Svava B. Þorláksdóttir, Þóra Hrafnisdóttir og Gerður Stefánsdóttir (2022b). Vatnshlot á virkjanasvæðum. Framhald vinnu við tilnefningu á mikið breyttum vatnshlotum og yfirlit yfir aðgengileg gögn um gæðabætti. Skýrsla Hafrannsóknastofnunar, KV-2022-16. 22 bls.

Eydís Salome Eiríksdóttir, Svava B. Þorláksdóttir og Þóra Katrín Hrafnisdóttir (2023). Vatnshlot á virkjanasvæðum. Bráðabirgðatilnefning á mikið breyttum vatnshlotum. Skýrsla Hafrannsóknastofnunar, Veðurstofu Íslands og Náttúrufræðistofnunar Íslands, HV 2023-36, VÍ 2023-010, NÍ-23004. 23 bls.

Eydís Salome Eiríksdóttir og Fjóla Rut Svavarsdóttir (2023). Tilnefningarpróf fyrir mikið breytt og manngerð vatnshlot í samræmi við leiðbeiningarrit Evrópusambandsins. Skýrsla Hafrannsóknastofnunar, HV 2023-40. 23 bls.

Halleraker, J.H., van de Bund, W., Bussetini, M., Gosling, R., Döbbelt-Grüne, S., Hensman, J., Kling, J., Koller-Kreimel, V. og Pollard, P. (2016). Working Group ECOSTAT report on common understanding of using mitigation measures for reaching Good Ecological Potential for heavily modified water bodies. Part 1: Impacted by water storage. JRC Technical Reports, EUR 28413 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-64994-3, doi:10.2760/649695, JRC103830.

Havs och vatten myndigheten (2021). Fysisk påverkan. <https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/miljopaverkan/fysisk-paverkan.html> [skoðað 15.2.2024]

Kampa, E. og Kranz, N. (2005). Workshop "WFD & Hydromorphology", 17.–19. október, 2005, Prag. CIS Summary Report.

Kampa E., Rouillard J., van de Bund W. og Brooke J. (2018). Workshop on significant adverse effects on use or the wider environment from measures. Summary Report. Brussel, 23.–24. apríl 2018. 28 bls. <https://www.ecologic.eu/16227>.

Katrín Sóley Bjarnadóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir, Gerður Stefánsdóttir, Kristján Geirsson og Sunna B. Ragnarsdóttir (2020). Fyrstu skref við mat á manngerðum og mikið breyttum vatnshlotum. Vatnsformfræðilegar breytingar á straum- og stöðuvötnum á virkjanasvæðum. Skýrsla Umhverfisstofnunar, UST-2020:09. 48 bls.

Lög nr. 36/2011 um stjórn vatnamála. www.althingi.is/lagas/nuna/2011036.html [skoðað 10.11.2023]

Mayer, L., Moodie, I., Carson, C., Vines, K., Nunns, M., Hall, K., Redding, M., Sharman, P. og Bonney, S. (2017). Good ecological potential in Fenland waterbodies: A guide to management strategies and mitigation measures for achieving Good Ecological Potential in Fenland waterbodies. Association of Drainage Authorities & Environment Agency. 78 bls.

Natural Scotland, Scottish Government (2015). Appendices to the river management plan for the Scotland river basin district: 2015–2027. <https://www.sepa.org.uk/media/163444/appendices-to-the-river-basin-management-plan-for-the-scotland-river-basin-district-2015-2027.pdf> [skoðað 15.2.2024]

Rakel Guðmundsdóttir, Sólveig R. Ólafsdóttir, Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Pamela Woods, Lilja Gunnarsdóttir, Karl Gunnarsson, Kristinn Guðmundsson og Eydís Salome Eiríksdóttir (2022). Vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun strandsjávar. Skýrsla Hafrannsóknastofnunar, HV-2022-39. 41 bls.

Reglugerð nr. 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun. www.reglugerdir.is/reglugerdir/allar/nr/535-2011 [skoðað 10.11.2023]

Umhverfisstofnun (2022). Vatnaáætlun Íslands 2022–2027. [http://vatn.is/library/sida/haf-og-vatn/Vatna%20a%20a%20a6tlun%202022-2027%20-%20Copy%20\(1\).pdf](http://vatn.is/library/sida/haf-og-vatn/Vatna%20a%20a%20a%20a6tlun%202022-2027%20-%20Copy%20(1).pdf) [skoðað 27.5.2024]

Vannportalen (2021). Nasjonale føringer for regulerte vassdrag (2014). <https://www.vannportalen.no/regelverk-og-foringer/nasjonale-foringer/nasjonale-foringer-for-regulerte-vassdrag-2014/> [skoðað 14.2.2024]

Vatnatilskipun Evrópusambandsins (2000). Tilskipun Evrópuþingsins og ráðsins 2000/60/EB frá 23. október 2000 um aðgerðaramma Bandalagsins um stefnu í vatnsmálum. EES-viðbætur við Stjórnartíðindi Evrópusambandsins 2011/EES/10/01. <https://www.efta.int/media/documents/legal-texts/eea/other-legal-documents/translated-acts/icelandic/i32000L0060.pdf> [skoðað 10.11.2023]

WFD CIS (2003a). Identification and designation of heavily modified and artificial water bodies. Guidance document no. 4. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Office for official publications of the European Communities, Luxembourg. 108 bls.

WFD CIS (2003b). Economics and the environment. The Implementation Challenge of the Water Framework Directive. Guidance document no. 1. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Office for official publications of the European Communities, Luxembourg. 270 bls.

WFD CIS (2015). Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive. Guidance Document No. 31. Technical Report 2015-86. 106 bls.

WFD CIS (2019a). Steps for defining and assessing ecological potential for improving comparability of Heavily Modified Water Bodies. Guidance Document No. 37. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Office for official publications of the European Communities, Luxembourg. 134 bls.

WFD CIS (2019b). European mitigation measures library. https://circabc.europa.eu/ui/group/9ab5926d-bed4-4322-9aa7-9964bbe8312d/library/b44c5c7a-508f-4800-91a4-9acc99c4eec4?p=1&n=10&sort=modified_DESC [skoðað 10.11.2023]

Viðauki I. Yfirlit yfir álagsþætti og áhrif á gæðabætti í ám, vötnum, árósum og strandsjó.

Óþýdd tafla 6 í WFD CIS (2019a).

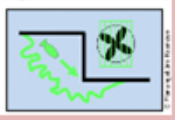
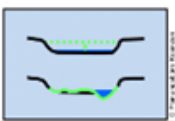
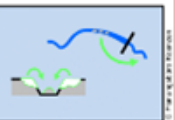
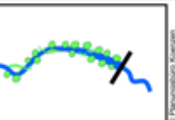
Elements in library / Water categories	Rivers	Lakes/reservoirs	Transitional/coastal
Uses	Navigation; ports Flood protection Hydropower Water supply Recreation Drainage Urbanisation	Navigation; ports Flood protection Hydropower Water supply Recreation Drainage Urbanisation	Navigation; ports Recreation; marinas; infrastructure Urbanisation including industry. Flood protection Energy (renewables, oil and gas, associated infrastructure) Fishing activity; fish farms; aquaculture
Existing physical modification	List of physical modifications of rivers, e.g.: <ul style="list-style-type: none"> • Dam, weir, barrage, or other transversal structure • Channel straightening • Embankments, dikes 	List of physical modifications of lakes/reservoirs, e.g.: <ul style="list-style-type: none"> • Shore fixation or modification • Physical modifications caused by maintenance activities (e.g. sediment dredging) • Deepening of lake by excavation 	List of physical modifications of transitional/coastal waters, e.g.: <ul style="list-style-type: none"> • Dredged for navigation, flood conveyance. • Aggregate extraction • Breakwater, groynes, jetties, piers
Potential for direct or indirect effect on hydromorphological supporting elements at water body scale [++] always or usually [+] sometimes [o] rarely or never	Hydrology: quantity and dynamics of flow Hydrology: connection to groundwaters River continuity Morphology: river width and depth Morphology: riverbed structure, substrate	Hydrology: quantity and dynamics of flow Hydrological regime: residence time Hydrology: connection to groundwaters Morphology: depth Morphology: quantity, structure, substrate of bed	Morphology: depth variation Morphology: bed structure, substrate Morphology: intertidal zone structure Tidal regime: freshwater flow (only transitional water bodies) Tidal regime: dominant currents direction (only coastal water bodies) Tidal regime: wave exposure

Elements in library / Water categories	Rivers	Lakes/reservoirs	Transitional/coastal
	Morphology: riparian zone structure	Morphology: structure of shore	
Potential for direct or indirect effect on physico-chemical supporting elements at water body scale [++] always or usually [+] sometimes [o] rarely or never	Thermal conditions Oxygenation Salinity Acidification Nutrient conditions Specific pollutants	Transparency Thermal conditions Oxygenation Salinity Nutrient conditions Specific pollutants	Transparency Thermal conditions Oxygenation Salinity Nutrient conditions Specific pollutants
Likelihood of effect on BQEs [++] strong or moderate likelihood [+] low likelihood	Phytoplankton Macrophytes and phytobenthos Benthic invertebrate fauna Fish fauna		Phytoplankton Macroalgae (seaweeds) Angiosperms (seagrass, saltmarsh) Benthic invertebrate fauna Fish (only transitional water bodies)
Overview of typical impacts on original ecology	Short descriptions provided per physical modification		

Elements in library / Water categories	Rivers	Lakes/reservoirs	Transitional/coastal
<p>Relevance of typical mitigation measures [++] always or usually [+] sometimes [o] rarely or never</p> <p>The typical mitigation measures are groups of measures, each of which includes specific practical measures.</p>	<p>List of typical mitigation measures, e.g.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fish migration aids • Environmental flow • Increase habitat diversity • Sediment management 	<p>List of typical mitigation measures, e.g.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecological/environmentally friendly water level regulation practice • Enhancement of shore/shallow habitats • Creation of secondary habitats • Removal/replacement of shore fixation 	<p>List of typical mitigation measures, e.g.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Improve morphological and/or habitat diversity of seabed • Intertidal habitat restoration, enhancement, or creation • Beach or foreshore replenishment

Viðauki II. Lykilaðgerðir og dæmi um sértækar mótvægis- aðgerðir til að ná góðu vistmegni í straumvatni.

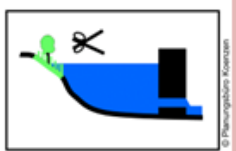
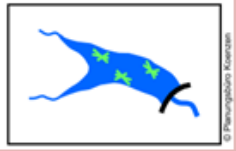
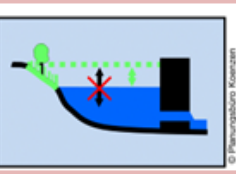
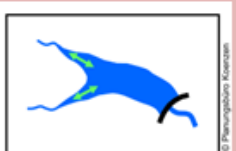
Óþýtt úr evrópsku safni mótvægisáðgerða (WFD CIS 2019b).

Key groups of measures	Examples of specific measures to reach GEP
Fish migration aids 	<ul style="list-style-type: none"> - Improve upstream continuity for biota (e.g ramp, fish pass, by-pass channel, fish lift) - Improve downstream continuity for biota (e.g fish friendly turbines, fish screens, by-pass channel or operational mode) - Reconnecting tributaries - see row on "Floodplains / off-channel / lateral connectivity improvement" - Catch, transport and release
Environmental flow 	<ul style="list-style-type: none"> - Provide additional flow/minimum flow components (e.g low flow, base flow, fish flow) - Improve variable flow conditions (e.g Passive/active flow variability, mobilising flows for sediment dynamics and/or residual flow turbines) - Reduce rapid flow ramping (e.g. due to hydropeaking) – see row on "Construction/technical measures to mitigate negative effects of hydropeaking" - River morphology changes (e.g. optimise habitat for the modified flow conditions) – see rows "Improvement of in-channel diversity" and "Increase habitat diversity; River depth and width variation improvement"
Sediment management 	<ul style="list-style-type: none"> - Improve sediment transport/dynamics (e.g Sediment by-pass, Restore lateral erosion processes, Introduce or Re-introduce sediment, mobilising flows for sediment dynamics) - Reduce unnatural (fine) sediments (e.g Reduce sediment input, Trap/Remove sediment, Mechanical break-up) - Beneficial use of dredged material - See also row "River bed rehabilitation"
Modification or management of operations or structures (e.g. sluices)	<ul style="list-style-type: none"> - Modification or management of operations for hydropeaking - Modification or management of operation of sluices, locks for agriculture and navigation - Ecological adapted operation mode
Riparian habitat enhancement	<ul style="list-style-type: none"> - Remove/Replace bank fixation (e.g Remove armour stones/hard engineering, Replace hard structures with soft engineering) - Flatten riparian zones (e.g Remove foreland, Create natural-like irregularities) - Develop buffer strips (e.g extensification of use) - Needs-oriented/ecologically optimised maintenance - Develop groynes, diversity (e.g increase of roughness trough wood/rocks)
Improvement of in-channel diversity 	<ul style="list-style-type: none"> - Improve habitats for flow mitigation (e.g Develop refuge habitats for rapidly changing flow, Create ground sills for low flow elevation) - Introduce/leave woody debris (e.g Introduce large woody debris) - Improve/develop key habitats (e.g. gravel beds/riffles, provide shelter)
Ecologically optimised maintenance	<ul style="list-style-type: none"> - Ecologically optimised maintenance practices involving the management of sediment and vegetation - Seasonal or tidal constraints on activity (e.g. maintenance outside of spawning period) - Selection of methods (e.g. mowing for drainage) or equipment
Increase habitat diversity; River depth and width variation improvement	<ul style="list-style-type: none"> - Change river morphology for flow mitigation (e.g Narrow cross section, Create low flow channel) - Raise river bed level - Develop near-natural / optimised slope - Widen cross section (e.g Remove bank fixation) - Narrow cross section (e.g Introduce woody debris, Create berms) - Increase width/depth variety and current diversity (e.g Remove bank fixation and introduce woody debris)

<p>Floodplains / off-channel / lateral connectivity improvement</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconnect floodplain and related habitats (e.g Connect backwaters, Connect wetlands, Set-back embankments) - Construct/develop secondary floodplain (e.g Remove foreland) - Construct/develop flood plain habitats (e.g Create backwaters/ponds, Connect gravel-pits, Connect mill ponds) - Construct/Develop side channels (e.g Connect/Develop remaining channel patterns) - Construct by-pass channel (e.g Construct near-natural by-pass river, Connect remaining floodplain structures) - Habitat off-setting, e.g. creating compensation habitat such as spawning or rearing habitat for fish
<p>Channel enhancement</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Re-meander river course
<p>Vegetation management/rehabilitation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Manage (instream) vegetation (e.g selective cuts, mosaic and phased moving) - Develop flood plain forest/vegetation - Develop riparian vegetation (e.g plant trees) - Mechanical removal (e.g. of invasive growth of water vegetation or tree/bushes with roots in riverbed)
<p>Reduction negative effects of impoundment</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce impoundment (e.g Reduce storage level, Reduce height of weir/dam) - Bypass channel with riverine habitats - Raise river bed level - Connection to tributaries
<p>Construction/technical measures to mitigate negative effects of hydropeaking*</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mitigate short term/rapid flow level changes due to hydropeaking, e.g via balancing reservoirs (internal/external), relocating tailrace - Install by-pass valves (for damping sudden drop in discharge) - Improving in-channel structures to reduce velocities and provide shelter - See row "Environmental flow" for reducing ramping rate and row "Modification or management of operations or structures (e.g. sluices)" for operational measures - See also row "Rehabilitation of physicochemical alteration, including mitigation of downstream effects", in case of thermo-peaking or saturopeaking
<p>River bed rehabilitation</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Habitat improvement by removing bed fixation (e.g Remove armour stones, Remove concrete) - Optimise substrate composition/diversity (e.g Increase current speed and diversity, Remove bed fixation/armouring, Mechanical break-up) - Improve/develop key habitats/cover (e.g gravel beds/riffles) - See also row "Sediment management"
<p>Re-opening of sub-surface rivers (in pipes)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - River restoration by reopening pipes (e.g rehabilitate subsurface rivers/brooks from underground pipes)
<p>Rehabilitation of physicochemical alteration, including mitigation of downstream effects</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce iron hydroxid (ochre) - Temperature mitigation (Operational restrictions - see row "Modification or management of operations or structures (e.g. sluices)", flexible intakes in reservoir, e.g. to ensure ice-cover) - Mitigate oversaturation of total dissolved gas (saturopeaking): Release management, like aeration/dilution of turbine discharge or rearrange high-head intakes (e.g. vacuum intake) <p>For mitigation of downstream effects on physico-chemical parameters:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexible/multiple intakes in reservoirs - Reduce abstraction - Treatment of turbine water (e.g. due to supersaturation, low pH etc) - Increased inflows - Create embayment(s)
<p>Improvement of sediment connectivity in between lake and river</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sediment dynamics out from lakes and into (river delta) in transaction river/lakes
<p>Ecologically optimised fisheries management#</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Restore extinct fish population by stocking to enable self-sustaining populations - Ecologically optimised regulation of catch

Viðauki III. Lykilaðgerðir og dæmi um sértækar mótvægis- aðgerðir til að ná góðu vistmegni í stöðuvatni.

Óþýtt úr evrópsku safni mótvægisáðgerða (WFD CIS 2019b).

Key groups of measures	Examples of specific measures to reach GEP
Enhancement of shore/shallow habitats (especially in the littoral zone) 	<ul style="list-style-type: none"> - Manage shore/shallow habitats - Vegetation management - Protection of eroding shorelines
Creation of secondary habitats 	<ul style="list-style-type: none"> - Artificial floating islands - Fixation of woody debris above lake ground
Removal/replacement of shore fixation Management of reservoir/lake level 	<ul style="list-style-type: none"> - Usage of biological engineering methods instead of hard engineering - Reduce abstraction - Increased inflows - Create embayment(s) (stabilise water level in bays by e.g. transversal structures) - Reduce storage level - Ecological regulation practices (avoiding high water levels during autumn and low water levels in early winter)
Management of sediments	<ul style="list-style-type: none"> - Sustainably sluicing of incoming sediments - Sustainably flushing accumulated sediments - Venting an incoming density current (on floods) – e.g. by opening bottom outlets
Management of lake use / designation of protected areas	<ul style="list-style-type: none"> - Protection of lake areas, identified by buoys or poles
Ecologically optimised fisheries management#	<ul style="list-style-type: none"> - Ecologically optimised fish stocking for restoring species and/or ecological regulation of catch
Fish migration aids /Improvement of connectivity to riverine habitats/tributaries/other lakes 	<ul style="list-style-type: none"> - Connectivity to tributaries - Fish migration aids
Mitigation of effects on physico-chemical parameters in lake	<ul style="list-style-type: none"> - Ecological optimised influx for pump storage

Not valid as the only mitigation to reach GEP