

Rammaáætlun 2. áfangi

Aðferðafræði og vinnuferli faghóps 1





Faghópur 1

Meta náttúru- og menningarminjar á svæðum sem til greina koma vegna orkunýtingar.

Raða svæðum eftir verðmætum.

Meta áhrif nýtingar á þessi verðmæti.

Raða virkjunarkostum frá besta til lakasta kosts út frá hagsmunum náttúru og menningarverðmæta



Í faghópi 1 eru 6 sérfræðingar

Freysteinn Sigmundsson, jarðeðlisfræðingur, Háskóla Íslands

Hilmar Malmquist, vatnalíffræðingur, Náttúrufræðistofnun Kópavogs

Kristinn Haukur Skarphéðinsson, fuglafræðingur, Náttúrufr.stofnun Íslands

Magnús Ólafsson, jarðhitafræðingur, Íslenskum orkurannsóknum

Sólborg Una Pálsdóttir, fornleifafræðingur, Fornleifavernd ríkisins

Þóra Ellen Þórhallsdóttir, grasafræðingur, Háskóla Íslands, formaður



Hvernig er hægt að gera þetta?

- Vísindalegur grunnur
 - Eftir föngum hlutlæg.
 - Einkunnagjöf byggð á skýrum og ótvíræðum viðmiðum.
- Heildstætt mat
 - Vandamál þar sem ekki er til augljós sameiginlegur mælikvarði
 - Hlutlægni best tryggð með því að ákveða vægi þátta fyrirfram
- Rekjanleiki
 - Aðferðin sé gegnsæ, hægt að sjá eftir á hvers vegna kostir lenda ofarlega eða neðarlega
- Stigskipt matskerfi
 - Margþætt viðfangsefni: kerfi, þar sem hvert þrep/áfangi hluti af heild
- Samkvæmni
 - Hægt að endurtaka matið og fá sömu niðurstöðu.

Afmörkun svæðis: vatnasvið

- Vatnasvið: eina afmörkunin á almennum forsendum.
- Áhrif á lífríki í straumvatni geta tekið til alls vatnasviðsins.
- Almennt miðað við vatnasvið ofan stíflu og farveginn sjálfan og næsta umhverfi (100 m til hvorrar hliðar) þar fyrir neðan.
- Menningarminjar teknar með ef hluti þeirra lendir innan 100 m.
- Flæðiengjar: vistkerfi sem eru órjúfanlega tengd ánni og náttúrulegum flóðum. Miðað við útbreiðslu gulstarar þar sem það er hægt (dæmi: Héraðsvötn).
- Fiskgengd í þverám verður tekin með en ekki aðrir þættir.
- Áhrif á víðerni/landslag geta náð mislangt og þar sem sjónræn áhrif ná út fyrir vatnasvið ráða þau hvernig svæði verður afmarkað fyrir mat á landslagi.





Afmörkun svæðis: jarðhitasvæði

- Matsvæði fylgir útbreiðslu háhita samkvæmt viðnámsmælingum eða tekur mið af landslagsheild þannig að það geti náð 1-2 km út fyrir viðnámsmælingar.
- Fyrir verðmætamat verður miðað við landslagsheildir fyrir stóru svæðin. Þannig verður Torfajökulssvæðið metið sem eitt svæði og sömuleiðis Kerlingarfjöll. Líklega munum við líka meta Hengilssvæðið sem eitt svæði en undanskilja Grændal.
- Þar sem vissa eða miklar líkur eru fyrir að áhrif vinnslu nái út fyrir viðnámsvæði eða landslagsheild verður áhrifasvæðið tekið með í verðmæta- og áhrifamat.



Vinnuferli

1. Skilgreina og afmarka þau fyrirbæri íslenskrar náttúru og menningarminja sem teljast verðmæt
2. Mæla eða meta gildi þeirra



Viðföng náttúru- og menningarminja

viðfang	undirviðföng	dæmi, athugasemdir
jarðmyndanir + vatnafar	berggrunnur	eldfjöll, gígar, hraun
	jarðgrunnur	laus jarðlög, t.d. malarásar
	vatnagrunnur	lindir, grunnvatn, jarðhiti
	fallvötn, stöðuvötn	byggt á vinnu á flokkun fallvatna og jökuláa
Lífverur	tegundir	háplöntur, fuglar, fiskar, spendýr
Vistgerðir + jarðvegur	vistgerðir/vistkerfi, jarðvegur	vistgerðaflokkun N.Í.
landslag + víðerni	landslag stök	flokkun faghóps I
		stök fyrirbæri í landi, t.d. foss, gígur eða stakur klettur
	víðerni	skilgreining í reglugerð & náttúruverndarlögum
menningarminjar	búseta, atvinna, samgöngur, þjóðtrú, útilegumenn, saga	kofarústir, gæsaréttir, vörður, álagablettir



Mat á lífverum

- Mat unnið fyrir hvern lífveruhóp fyrir sig: plöntur, fugla og fiska (smádýr, spendýr)
- Hæsta einkunn gildir hverju sinni
- Breyting frá því í 1. áfanga: þá voru engar upplýsingar um örveruflóru eða vistkerfi einstakra háhitasvæða. Nú bætist sú þekking við matið.



Viðmið til að meta verðmæti

viðmið	skýringar, athugasemdir
auðgi, fjölbreytni	Það sem er fjölbreytt/auðugt er meira virði en fábreytt/rýrt. Líffræðileg fjölbreytni
fágæti	Gildir almennt: tap leiðir til minni fjölbreytni
stærð/samfella/heild, upprunaleiki/röskun	Stórar, samfelldar heildir verðmætar. Upprunalegt meira virði en raskað
upplýsingagildi, táknrænt gildi	Þekkingargildi, vísindagildi, dæmigildi, fræðslugildi metin saman. Táknrænt gildi menningarminja, einstöku náttúrufyrirbæri
alþjóðleg ábyrgð	Fyrirbæri sem viðurkennt er að Íslendingar bera einhvers konar ábyrgð á.
sjónrænt gildi	Aðeins metið fyrir landslag



Alþjóðleg ábyrgð Íslands

- Tegundir sem teljast sérstakar ábyrgðartegundir Íslands (fuglar)
- Bern sáttmálinn (fuglar og búsvæði þeirra og melrakkinn)
- Svæði sem hefur sérstaka þýðingu fyrir viðhald stofns (alþjóðasáttmálar)
- Listi Evrópuráðsins um gróðurlendi sem ætti að vernda. Þarna eru m.a. rústamýrar eða flár

Einkunnaskali

einkunn	munur milli þrepa	verðmæti	áhrif
0		<i>(ekki notað)</i>	engin
1	3 4 5 7	<i>lítil</i>	lítil
4		nokkur	nokkur
8		talsverð	talsverð
13		mikil	mikil
20		mjög mikil	mjög mikil, eyðilegging



Matið byggir á mörgum þáttum sem vegnir eru saman

- Alls 31 atriði (undirviðföng * viðmið)
- Þættir vega mismismikið: **vogtölur**

Viðföng og undirviðföng og vægi viðmiða í mati

viðföng	viðmið	auðgi, fjölbreytni	fágæti	stærð, heild, upprunaleiki	upplýsingagildi táknrænt gildi	Alþjóðaábyrgð	sjónrænt samspil
jarðmynda vatna	Einkunnagjöf í 5 þrepum: 1 lítil verðmæti 4 nokkur 8 talsverð 13 mikil 20 mjög mikil verðmæti		0,25	0,25	0,3	0,2	
			0,25	0,25	0,3	0,2	
			0,25	0,25	0,3	0,2	
		öfn	0,25	0,25	0,3	0,2	
lífverur	tegundir	4	20	13		1	
vistkerfi+jarðvegur	vistgerðir, jarðvegur	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	
landslag + víðerni	landslag og stök	0,3	0,2	0,2			0,3
	víðerni		0,2	0,8			
menningarminjar	búsetu- & samgöngum. saga, þjóðtrú, leiðir	0,2	0,3	0,2	0,3		



Hvort er meira virði:

fagur foss á einum stað

eða

ríkulegt fuglalíf á öðrum?



*“Það er ekki hægt að ákveða fyrirfram hvert skuli vera vægi einstakra þátta:
það hlýtur að vera breytilegt eftir svæðum”*

- Fyrr eða síðar verður að bera saman ólík verðmæti.
- Hlutlægni best tryggð með því að ákveða fyrirfram, á almennum forsendum, hvert skuli vera vægi einstakra efnispátta (viðfanga), en gera það ekki þegar komið er að því að bera saman einstök svæði.

5 verðmætatöflur: heildareinkunn reiknuð fyrir hvert viðfang

jarðminjar og vatnafar

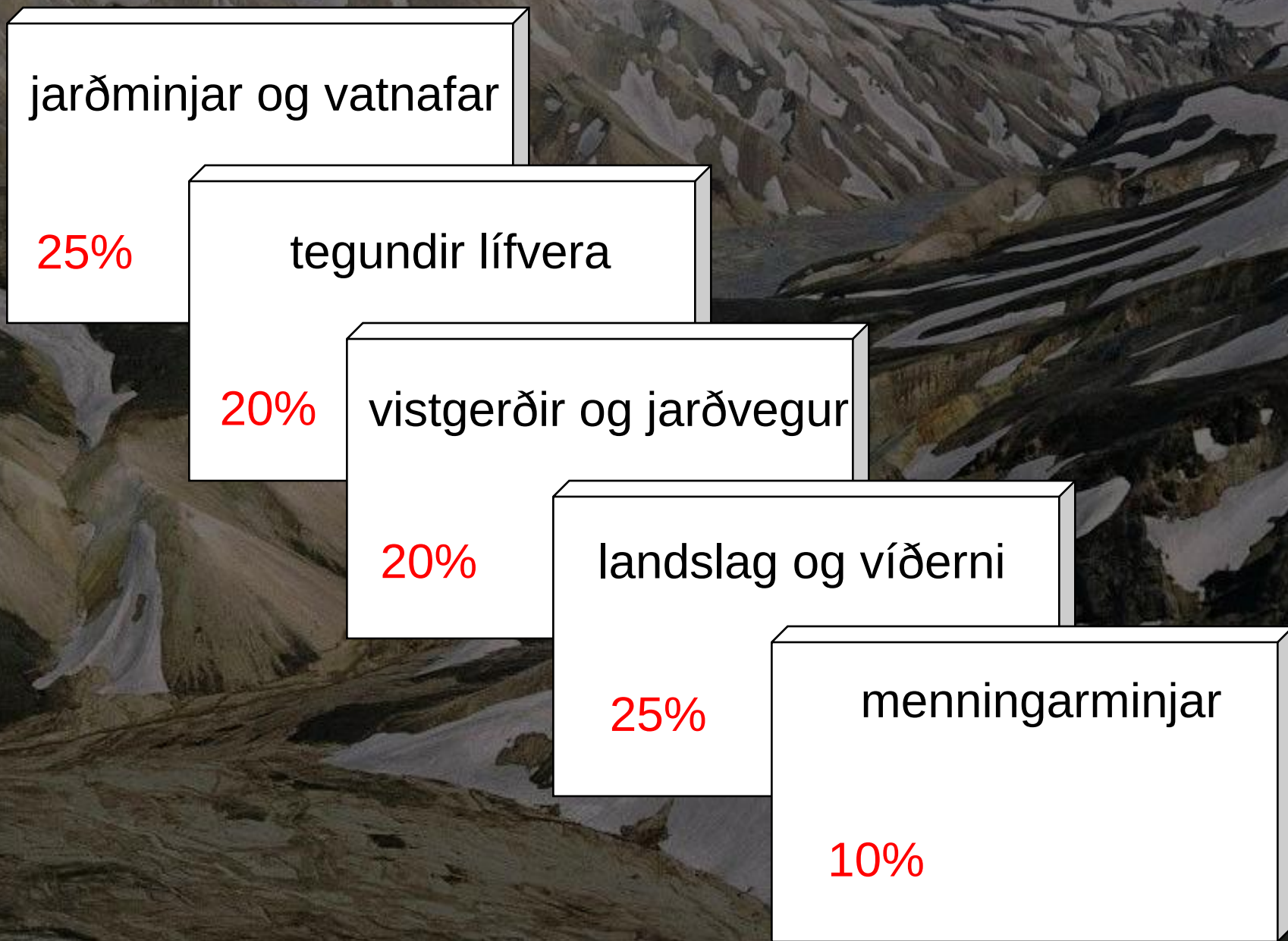
tegundir lífvera

vistgerðir og jarðvegur

landslag og víðerni

menningarminjar

5 verðmætatöflur: heildareinkunn reiknuð fyrir hvert viðfang



Mat á verðmætum



Heildareinkunn svæðis fyrir
verðmæti, vegin með
vogtölum viðfanga og
sérstöku mikilvægi



Samsetta matið gagnlegt til að gefa vísbendingu um heildarverðmæti og heildaráhrif **en.....**

- Hver einstök einkunn vegur lítið því hlutur hennar í lokaeinkunn takmarkast af vogtölu
 - fyrst viðmiðs og síðan viðfangs
 - sbr 31 einkunn gefin fyrir hvert svæði.
- Sum fyrirbæri/svæði hafa ótvírætt og viðurkennt **sérstakt mikilvægi** sem rétt er að hafa til hliðsjónar við endanlega röðun



Sérstök verðmæti

- Friðlýst svæði (þjóðgarðar, friðlönd, náttúruvætti)
- Friðlýstar eða einstakar menningarminjar
- Tegundir á válista eða á alþjóðlegum sáttmálum
- Einstök fyrirbæri

Mat á verðmætum



Heildareinkunn svæðis fyrir
verðmæti, vegin með
vogtölum viðfanga



Röðun (náttúru)svæða
eftir verðmætum



Verkefni faghóps I

1. skilgreina og afmarka þau fyrirbæri íslenskrar náttúru og menningarminja sem teljast verðmæt
2. mæla eða meta gildi þeirra og
3. meta áhrif framkvæmdar á þessi verðmæti
4. bera saman virkjanakosti



Til grundvallar við mat á áhrifum

1. gr. náttúruverndarlaga:

“...að tryggja eftir föngum þróun íslenskrar náttúru eftir eigin lögmálum, en verndun þess sem þar er sérstætt eða sögulegt.”

1. gr. þjóðminjalaga:

“..... stuðla að verndun menningarsögulegra minja og tryggja að íslenskum menningararfi verði skilað óspilltum til komandi kynslóða”

og

“tryggja eftir föngum varðveislu menningarsögulegra minja í eigin umhverfi”.

Einkunn gefin hverju svæði fyrir áhrif en síðan farið aftur yfir einkunnagjöfina og athugað hvort samræmis hafi verið gætt á milli virkjanakosta.

Endanleg einkunn á að endurspegla hversu mikil áhrifin teljast vera á landsvísu.

	virkjana kostur	auðgi, fjölbreytni	fágæti	stærð, samfella, röskun	þekkingar- gildi
tegundir	A	1	1		
	B	4	8		
	C	1	1		
	D	4	4		
	E	20	13		
vistgerðir	A	13	8	4	1
	B	4	4	4	1
	C	1	4	1	1
	D	8	1	4	4
	E	20	4	13	4

Mat á verðmætum



Heildareinkunn svæðis fyrir
verðmæti, vegin með
vogtölum viðfanga

Mat á áhrifum



Heildareinkunn svæðis fyrir
áhrif, vegið eftir vogtölum
viðfanga



Á að byggja endanlega röðun á áhrifum eingöngu, eða á verðmætum og áhrifum?

- Miklu minni upplýsingar um áhrif en lagðar eru fram í mati á umhverfisáhrifum framkvæmda.
- Fyrir marga kosti: engar beinar rannsóknir á áhrifum.
 - Oftast lítil eða engin gögn um áhrif vatnsaflsvirkjana neðan stíflu, óljóst hvar vegir munu liggja, staðsetning mannvirkja við jarðvarmavirkjanir óljós, línurstæði óljós, virkjunarhugmyndir kynntar á mismunandi stigi
- Verðmætamat á traustari grunni en áhrifamat.
- Svæði sem eru mjög verðmæt ættu af þeim ástæðum einum að raðast neðar sem ákjósanlegur virkjunarkostur.

Mat á verðmætum



Verðmæti metin fyrir hvert viðfang (jarðminjar, lífríki..)



Vegin heildarverðmæti hvers svæðis



Mat á áhrifum



Áhrif framkvæmdar metin fyrir hvert viðfang



Vegin heildaráhrif hverrar virkjunar



Endanleg röðun virkjunarkosta

heildarverðmæti svæðis
heildaráhrif framkvæmdar
áhætta sem ætla má að tekin sé með
framkvæmdinni *sérstakt mikilvægi*



Áhætta og óvissa

- Aldrei hægt að spá með neinni vissu um afleiðingar víðtækra eða róttækra raskana á lífríki.
- Spár um áhrif stórra framkvæmda alltaf háðar **óvissu**, bæði eigindlegri (*qualitative*), þ.e. hvort tiltekin áhrif muni koma fram eða ekki, og meginndlegri óvissu (*quantitative*), þ.e. hversu víðtæk eða stór áhrifin verða.
- Mikilvægt er að átta sig á því hvers eðlis óvissan er og hversu mikil, og hverjar afleiðingarnar gætu orðið, þ.e. að meta þá **áhættu** sem tekin er með framkvæmdinni.

Hluti gátlista fyrir lokaröðun virkjanakosta í 1. áfanga

	<i>verð- mæti</i>	<i>áhrif</i>	<i>óvissa/ áhætta</i>	<i>sérstakt mikilvægi</i>
Jökulsá á Fjöllum	11,7	11,5	mjög mikil	Þjóðgarður: Þjóðgarðurinn í Jökulsárgljúfrum og sumir þekktustu fossar landsins Friðlönd: Herðubreiðarfriðland, Hvannalindir Náttúruminjar: votlendi við Öxarfjörð, Jökulsárgljúfur, Kverkfjöll/Krepputunga
Skjálfandafljót, miðlun Fljóts-hnjúkur, 3 lón	5	5,5	talsverð	Náttúruminjar: Laufrönd og Neðribotnar, Ingvararfoss, Aldeyjarfoss, Hrafnabjargafoss, Goðafoss, Þingey, votlendi á Sandi og Sílalæk í Aðaldal Tegundir á valista: snæugla BH, fálki YH, gulönd YH Bernarsáttmáli, VII: snæugla, fálki Tegund sem þarfnast búsvæðaverndar skv. fastanefnd Bernarsamnings: fálki
Skjálfandafljót, Fljótshnúkur 2 lón	5	5,3	talsverð	
Skjálfandafljót, Hrafnabjörg, 1 lón	5	4,7	talsverð	



Verkefni faghóps I

1. skilgreina og afmarka þau fyrirbæri íslenskrar náttúru og menningarminja sem teljast verðmæt
2. mæla eða meta gildi þeirra og
3. meta áhrif framkvæmdar á þessi verðmæti
4. bera saman virkjanakosti

Prepagreining: Analytical Hierarchical Proceess



Við teljum að 6 manna hópur sé heldur lítil til að vinna mat á verðmætum og áhrifum og raða virkjunarkostum. Þess vegna verður bætt við:

- 2 með sérþekkingu á menningarminjum
- 2 með sérþekkingu á jarðminjum
- 2 með sérþekkingu á lífríki
- Öll eiga það sameiginlegt að hafa mikla þekkingu á landinu

1. Sérfræðingur tekur saman gögn fyrir sitt svið og kynnir rökstudda tillögu að verðmætaeinkunn á fundi með stærri hópnum. Umræður um tillögu.

2. Allir gefa einkunn fyrir verðmæti í öllum viðföngum og senda í tölvupósti til ritara sem tekur saman og sendir niðurstöðu til faghópsins.

3. Faghópur fer yfir einkunnir og kannar samræmi (staðalfrávik) og samræmi í einkunnagjöf milli svæða. Önnur umferð ef þarf.

4. Faghópurinn/stóri hópurinn raðar svæðum eftir verðmætum með AHP greiningu. Niðurstaða send verkefnisstjórn.

5. Sérfræðingur tekur saman gögn fyrir sitt svið og kynnir rökstudda tillögu að áhrifaeinkunn á fundi með stærri hópnum. Umræður um tillögu.

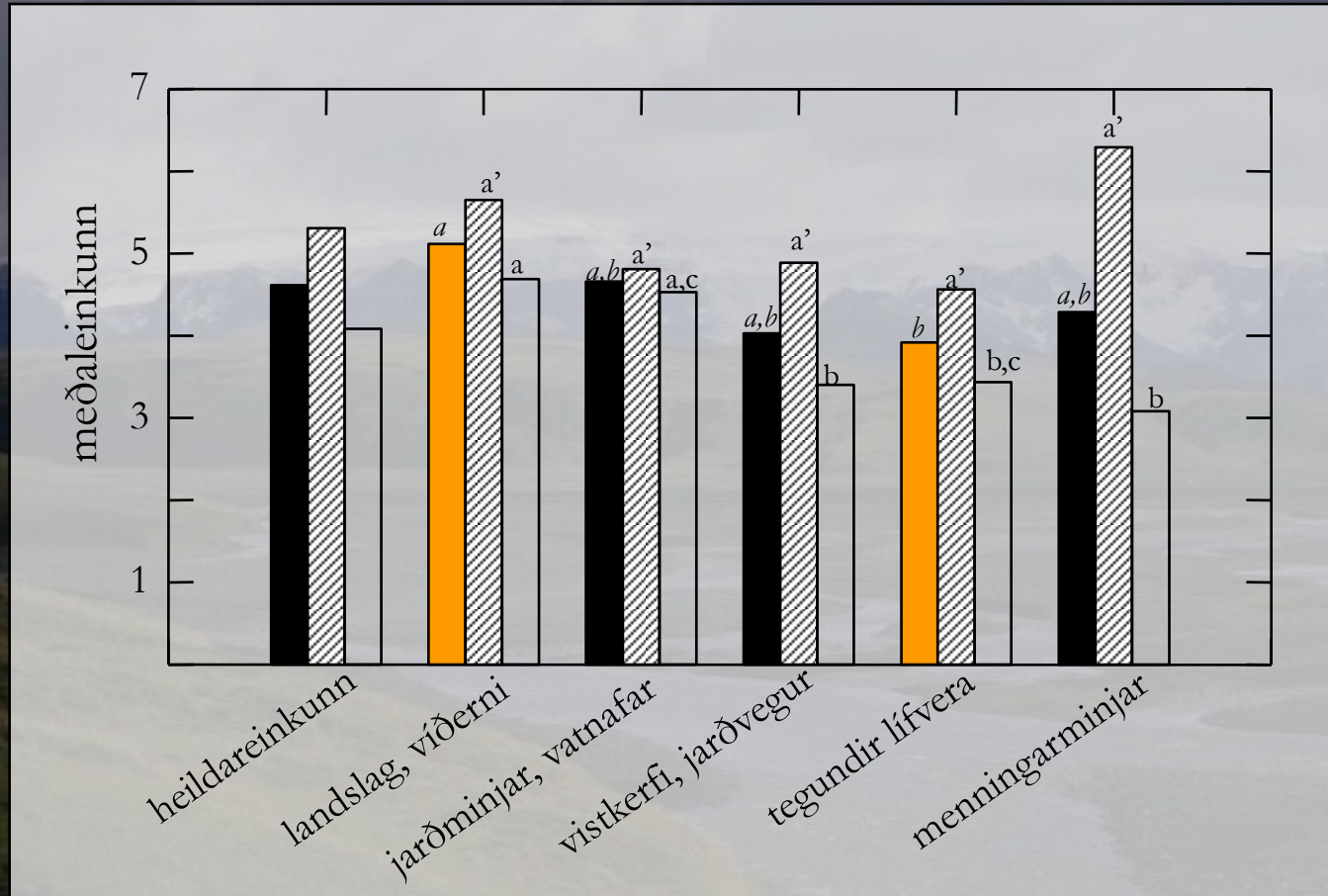
6. Allir gefa einkunn fyrir áhrif í öllum viðföngum og senda í tölvupósti til ritara sem tekur saman og sendir niðurstöðu til faghópsins.

7. Faghópurinn/stóri hópurinn fer yfir einkunnir og kannar samræmi. Önnur umferð ef þarf.

8. Lokaröðun AHP greiningu, byggð á einkunn fyrir verðmæti, einkunn fyrir áhrif, sérstöku mikilvægi svæðis og óvissu.

Há meðaleinkunn fyrir landslag og víðerni en fremur lág fyrir tegundir lífvera

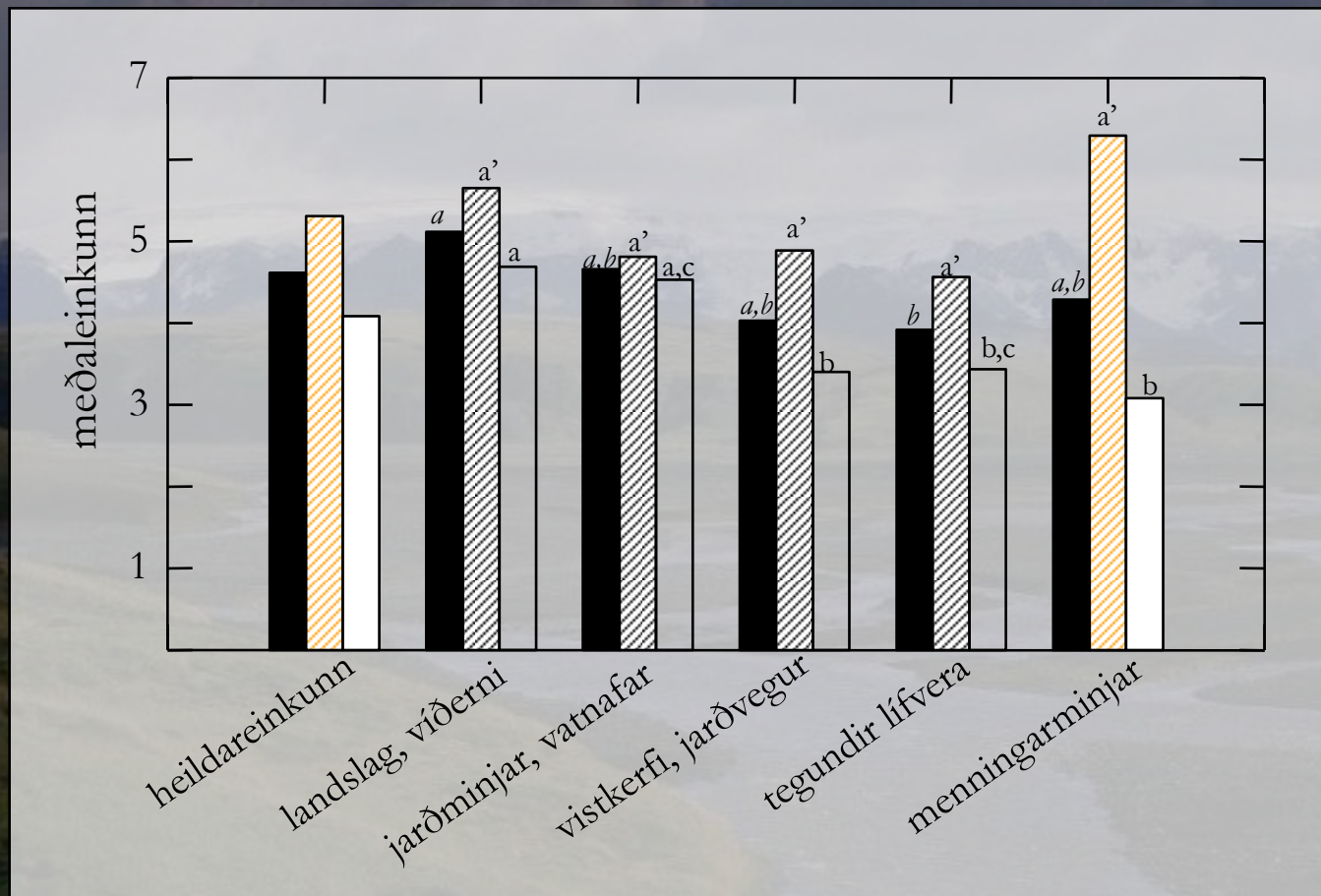
Meðaleinkunnir áhrifasvæða vatnsaflsvirkjana (skáletraðar), jarðhitavæða (opnar) og alls úrtaksins (fylltar súlur).



Bókstafir vísa til innbyrðis samanburðar milli vatnsorkukosta, jarðhitakosta og meðaleinkunnar vatnsorku + jarðhitakosta þannig að súlur með sama staf eru ekki tölfræðilega marktækt frábrugðar (Tukey LSD próf). Meðaleinkunnir eru bak-umbreytt (*backtransformed*) gildi, en fyrir tölfræðilega úrvinnslu voru notuð logguð gildi.

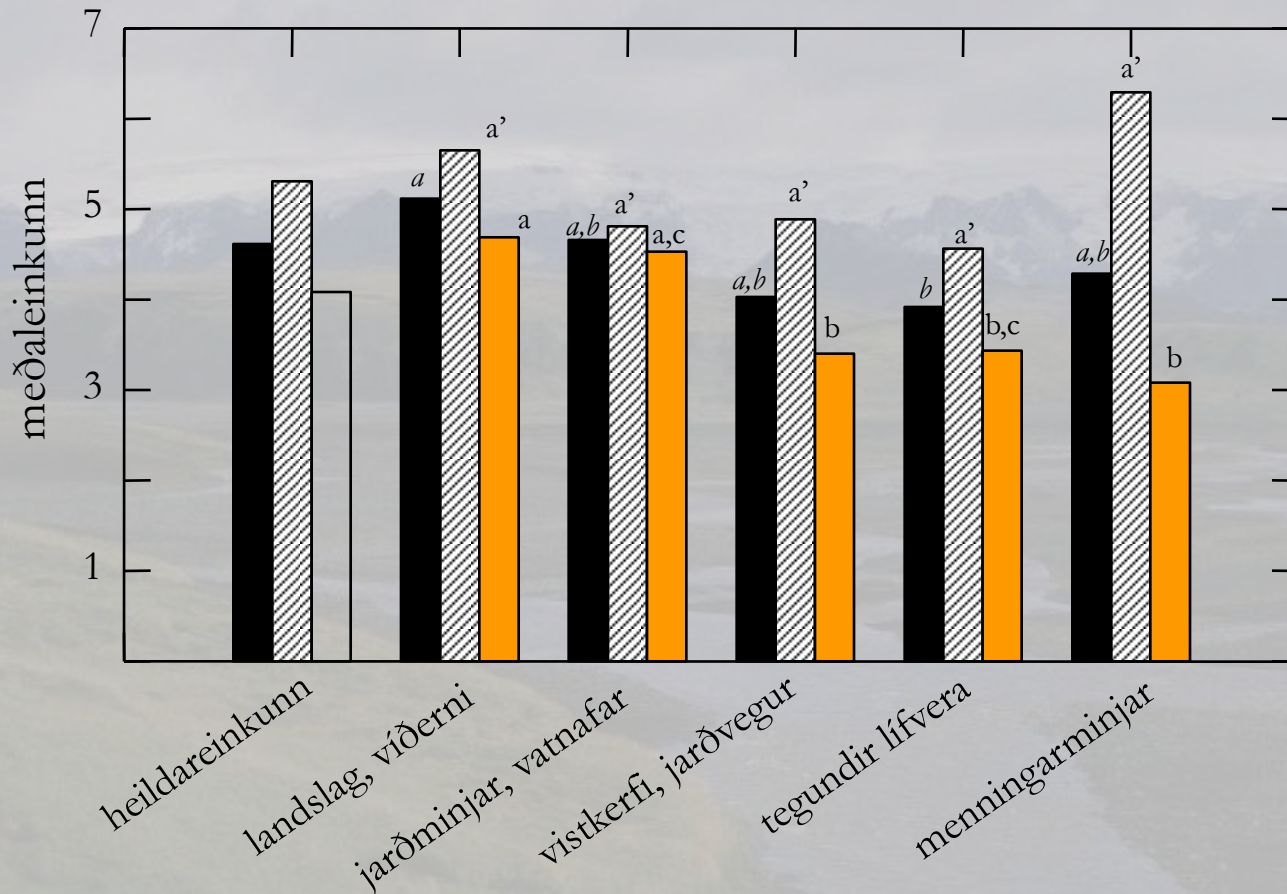
Hærri heildareinkunn áhrifasvæða vatnsafls skýrist af því að þar eru meiri menningarverðmæti en litlar búsetuminjar eru á/við mörg háhitasvæði

Meðaleinkunnir áhrifasvæða vatnsaflsvirkjana (skáletraðar),jarðhitavæða (opnar) og alls úrtaksins (fylltar súlur).



Bókstafir vísa til innbyrðis samanburðar milli vatnsorkukosta, jarðhitakosta og meðaleinkunnar vatnsorku + jarðhitakosta þannig að súlur með sama staf eru ekki tölfræðilega marktækt frábrugðar (Tukey LSD próf). Meðaleinkunnir eru bak-umbreytt (backtransformed) gildi, en fyrir tölfræðilega úrvinnslu voru notuð logguð gildi.

Jarðhitasvæði: verðmætt landslag, jarðminjar og vatnafar,
en litlar menningarminjar og fremur fábreytt vistkerfi.
Ekki tegundaauðug en ýmsar fágætar lífverur



Bókstafir vísa til innbyrðis samanburðar milli vatnsorkukosta, jarðhitakosta og meðaleinkunnar vatnsorku + jarðhitakosta þannig að súlur með sama staf eru ekki tölfræðilega marktækt frábrugðar (Tukey LSD próf). Meðaleinkunnir eru bak-umbreytt (backtransformed) gildi, en fyrir tölfræðilega úrvinnslu voru notuð logguð gildi.

Jarðhitakostir raðast neðar og teljast því almennt betri kostir út frá umhverfissjónarmiðum en vatnsaflsvirkjanir

- í 1. áfanga eru svo að segja allir stærstu virkjanakostir landsins í vatnsafli og umhverfisáhrif þeirra eru gríðarlega mikil og víðfeðm
- almennt lægri verðmætæinkunnir fyrir lífríki, en hverörverur hækka þó matið
 - á eldvirkum svæðum, gropið undirlag og oft þurrt umhverfi
 - lágt fyrir fuglalíf
 - vistgerðir ekki eins fjölbreyttar
- áhrifasvæði jarðvarmavirkjana afmarkaðri; miklu minna fer algjörlega forgörðum
- **FÁGÆTI á heimsvísu?**

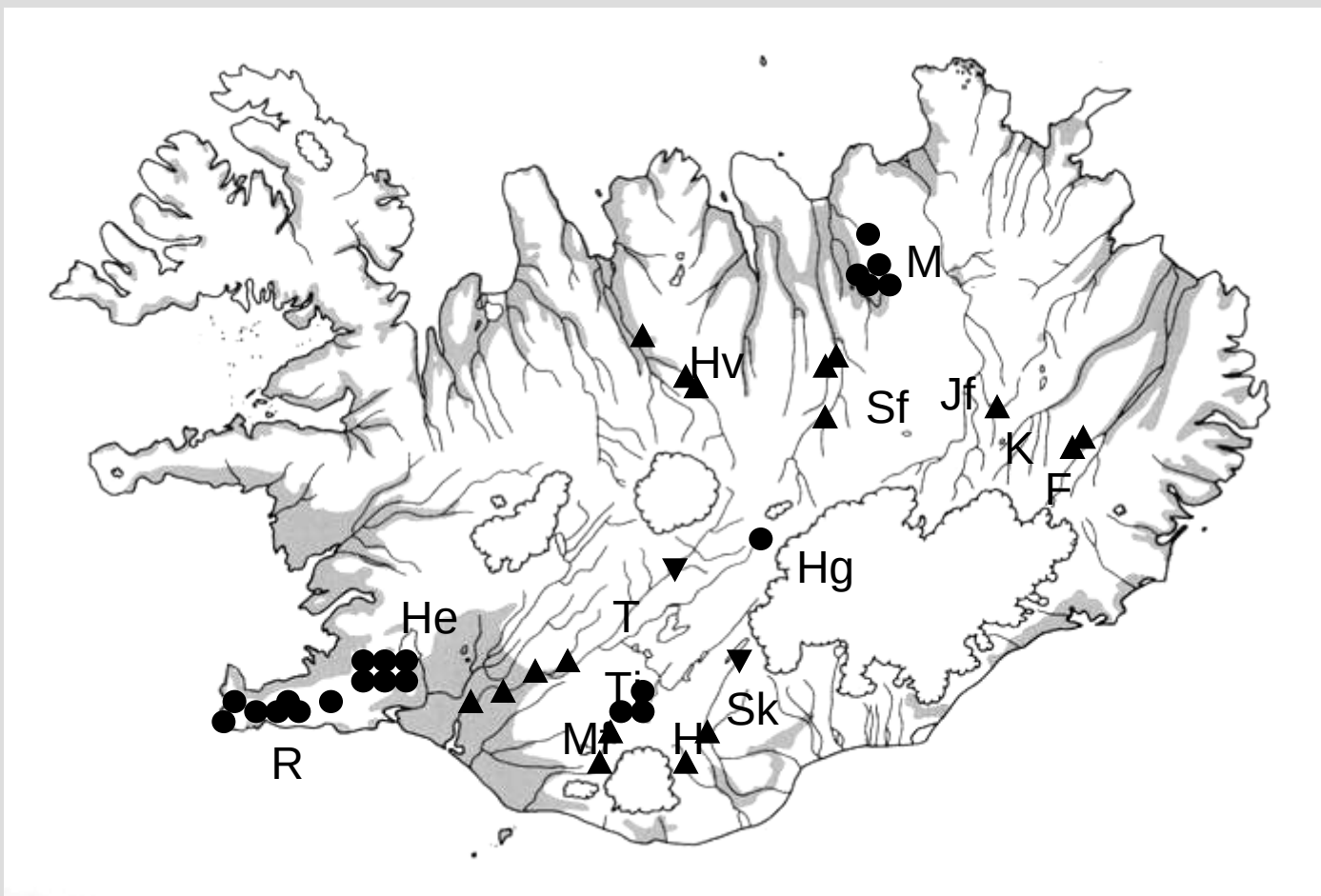
Við val á virkjunarkostum ætti að leggja afturkræfni og sjálfbærni til grundvallar

- Vatnsaflsvirkjanir með miðlunarlónum í jökulám eru óafturkræfar framkvæmdir og ósjálfbær orkunýting
 - ekki hægt að endurheimta það sem fer undir lón
 - tap á búsvæðum, stofnum, minjum
 - tap á víðernum,
 - varanleg breyting á landslagi
 - lón fyllast á fremur stuttum tíma
 - Norðlingaöldulón 575 m orðið fullt eftir um 100 ár
- Eru jarðhitavirkjanir að hluta til afturkræfar?
 - getur jarðhitageymirinn náð sér aftur ef vinnslu er hætt?
 - áhrif breyttrar samsetningar gufu ($\downarrow$ S, $\uparrow$ CO₂) á hveraörverur?

Gagnasafnið leyfir að ýmsar spurningar séu krufðar

1. Hvernig dreifast ólík náttúruverðmæti um landið? Er fylgni á milli þeirra? Eru t.d. svæði með verðmætar jarðminjar líkleg til að vera einnig verðmæt vegna landslags eða lífríkis?
2. Er munur á umhverfisverðmætum svæða sem henta til virkjunar vatnsafls og jarðhitasvæða?
3. Hefur orkuvinnsla tiltölulega jöfn áhrif á flesta þætti umhverfis eða verða sumir flokkar verðmæta fyrir mun meiri áhrifum en aðrir?
4. Hvaða munur er á umhverfisáhrifum nýtingar vatnsafls og jarðvarma?
5. Hvaða samband er milli orkugetu (þ.e. stærðar virkjunar) og umhverfisáhrifa?

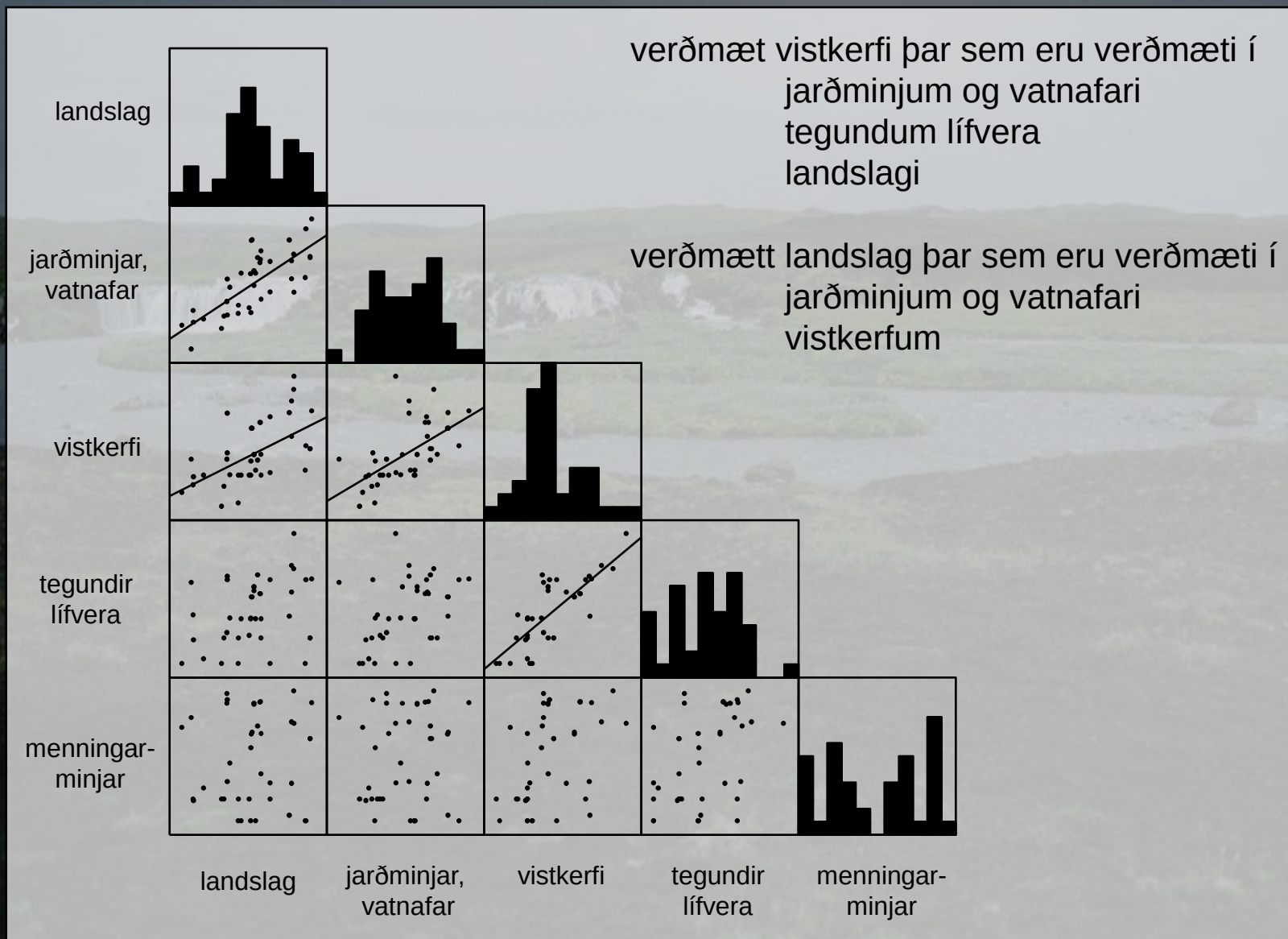
Virkjanakostir í 1. áfanga Rammaáætlunar



▲ = vatnsaflsvirkjun, ▼ = veita, ● = jarðvarmavirkjun. Aðeins er sýnd staðsetning stöðvarhúsa (lóna fyrir veituframkvæmdir). Vatnsaflstákn sem skarast sýna mismunandi virkjunarútfærslur.

Vatnasvið/jarðhitasvæði eru auðkennd með upphafsstöfum: T = Þjórsá, Hv = Héraðsvötn (V. og A. Jökulsá), Sf = Skjálfafljót, Jf = Jökulsá á Fjöllum, K= Jökulsá á Dal, F = Jökulsá í Fljótssdal, Sk = Skaftá, H = Hólmur, M = Markarfljót. R = Reykjanesskagi, H = Hengillssvæði, T= Torfajökulssvæði, M=Mývatnssveit og Þeistareykir, Hg = Hágöngur.

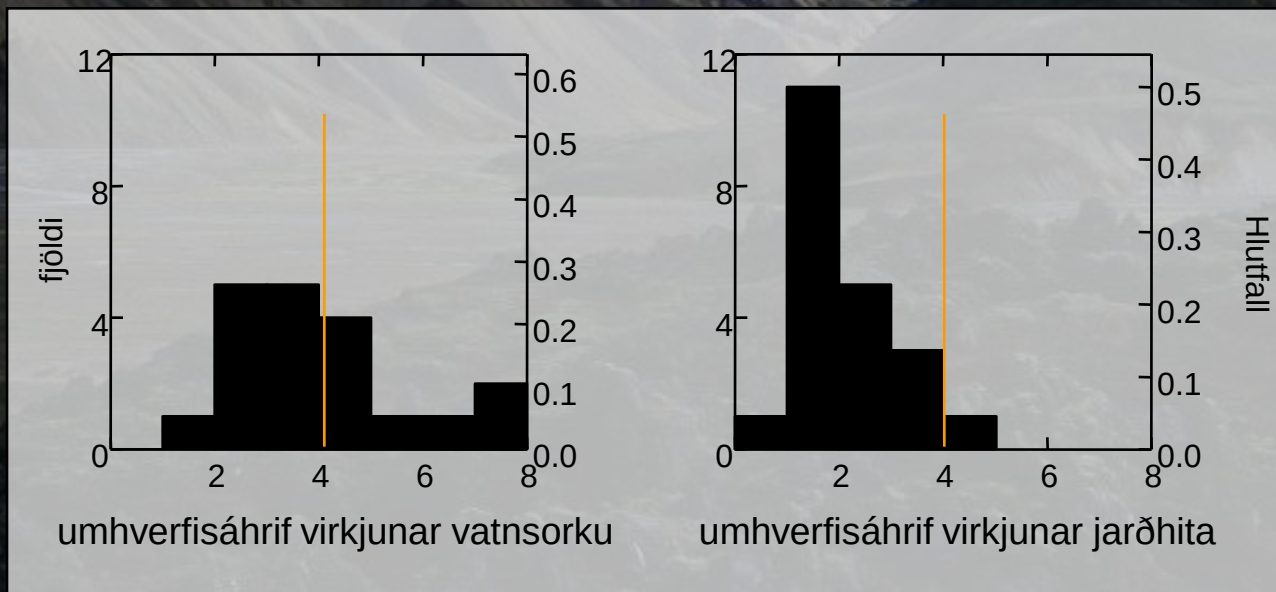
Náttúruverðmæti eru hnappdreifð en sýna enga fylgni við menningarminjar



marktæk fylgni ($p=0,001$) sýnd

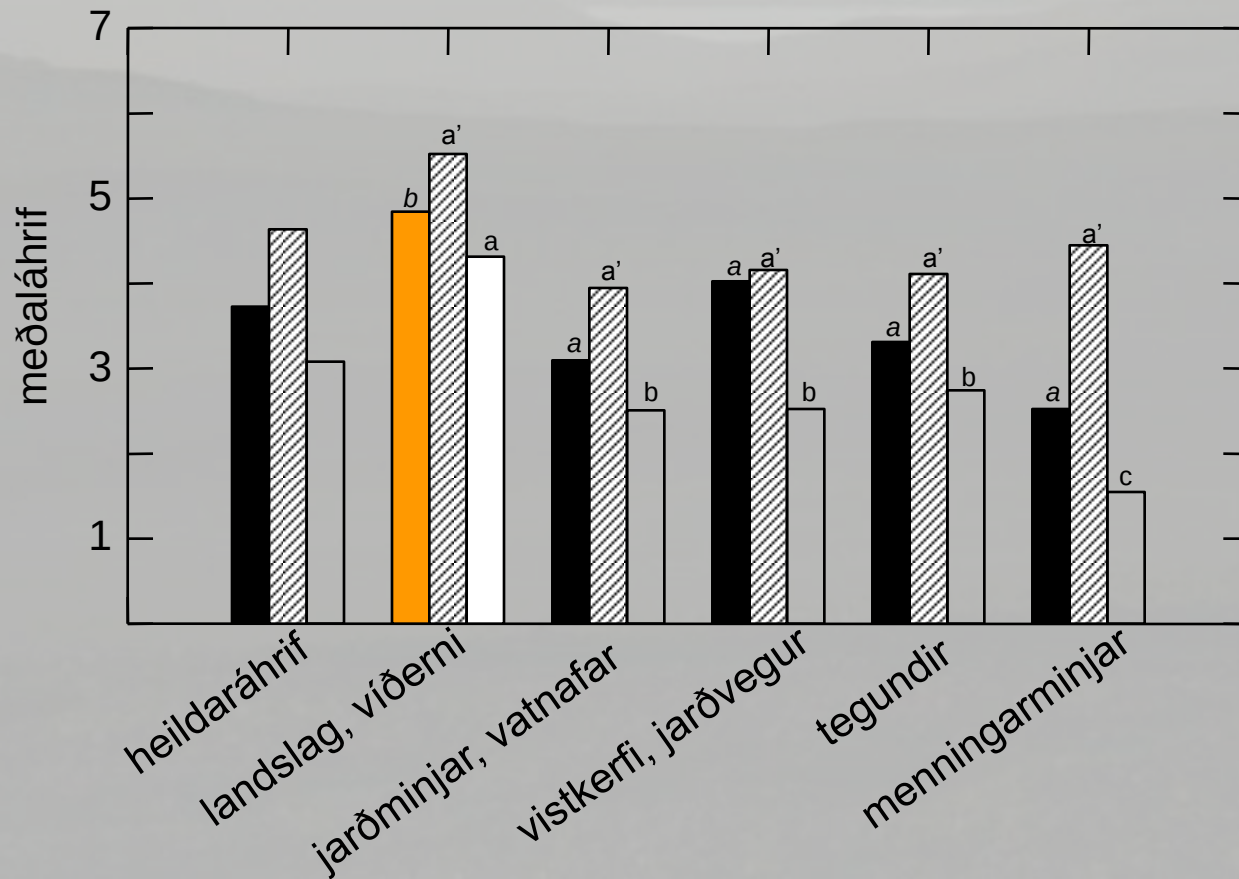
Vatnsaflsvirkjanir hafa almennt meiri umhverfisáhrif en jarðvarmavirkjanir

Hjá >40% virkjanakosta í vatnsafla voru umhverfisáhrif metin með tölugildi >4 á móti ca 10% jarðvarmakosta.

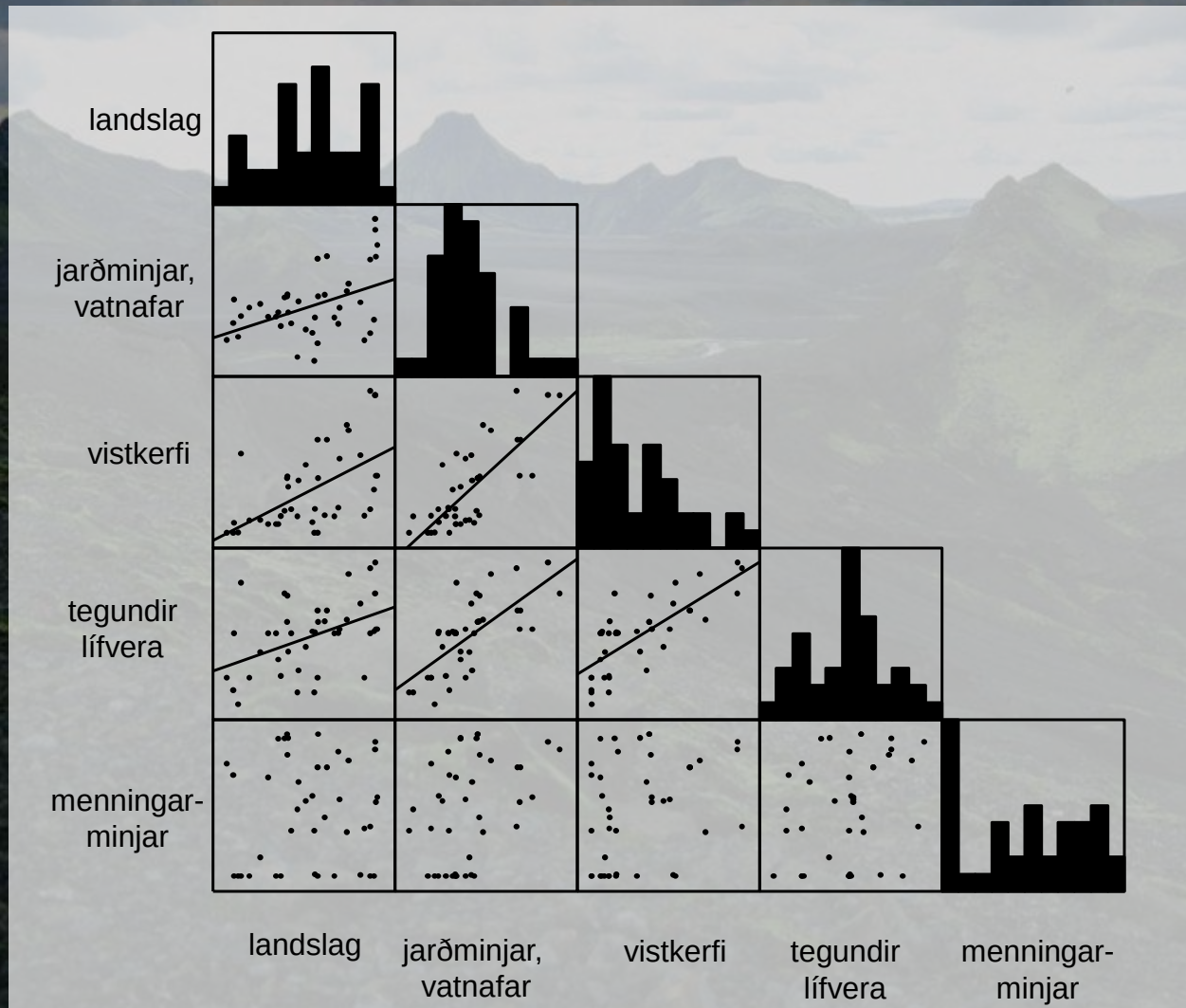


Orkuvinnsla hefur almennt mest áhrif á landslag og víðerni, einkum á háhitasvæðum

Meðaláhrif nýtingar vatnsafls (skáletraðar), jarðvarma (opnar súlur) og meðaláhrif fyrir úrtakið allt (fylltar súlur).



Jákvæð fylgni er á milli áhrifa fyrir alla flokka náttúruminja en engin við áhrif á menningarminjar

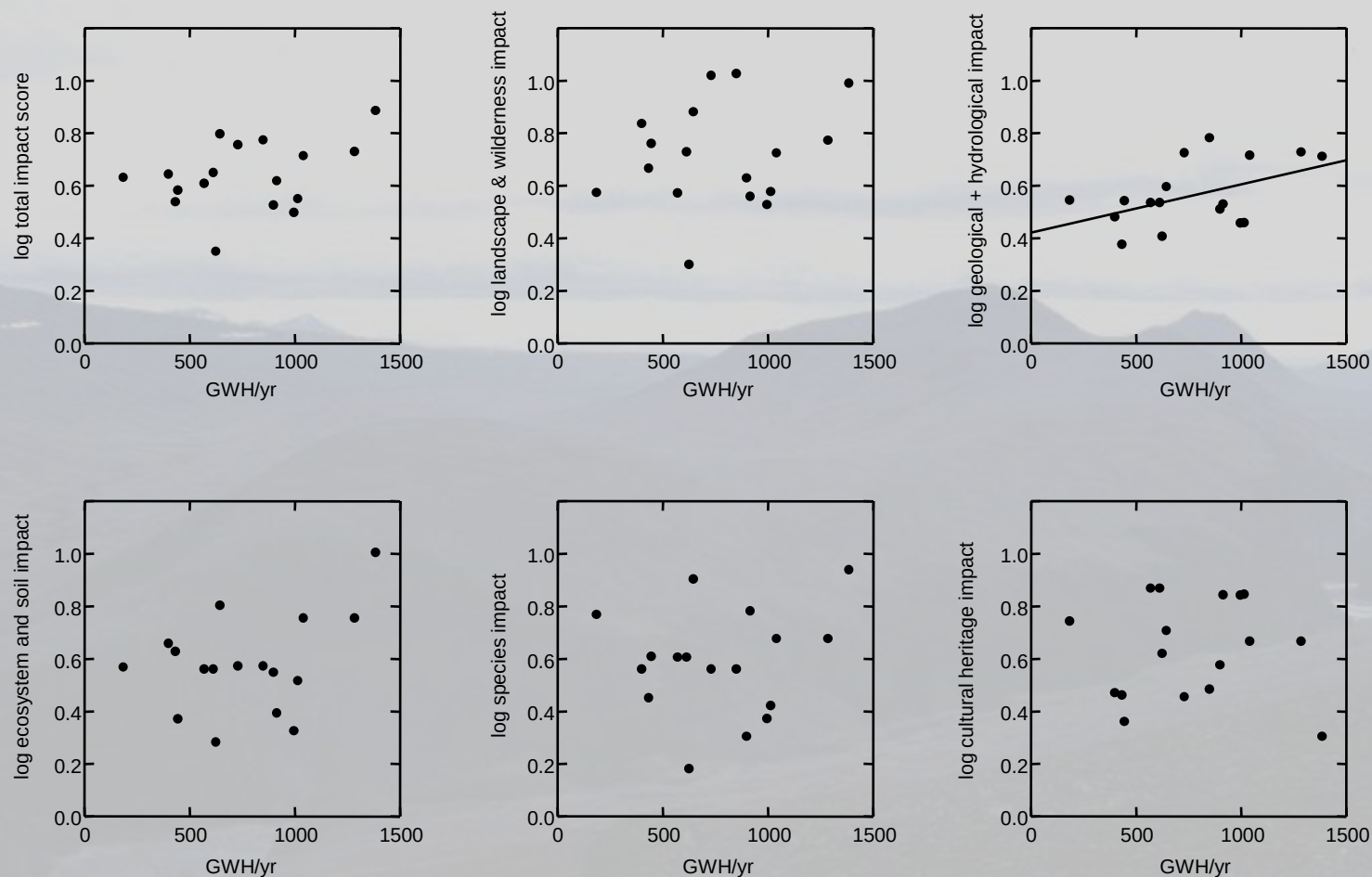


- “Upplausn” gagnagrunnsins (fjöldi viðfanga og viðmiða) virðist vera hæfileg
- Niðurstöðurnar breytast lítið þótt vogtölum viðfanga sé breytt. Þetta stafar m.a. af fylgni milli náttúrufarspátta. Þýðir jafnframt að menningarminjarnar, sem sýna allt aðra dreifingu, skipta litlu fyrir heildarniðurstöðuna.
- Þar sem einkunnir sýna fylgni milli viðfanga náttúruminja virðist vera um auðskilið orsakasamhengi að ræða og þau tengsl sem koma fram renna almennt stöðum undir það að niðurstöðurnar séu trúverðugar.
- Umhverfisáhrif vatnsaflsvirkjana neðan stíflu voru aðeins tekin með að litlu leyti. Einkum skiptir þetta máli fyrir stórar virkjanir þar sem vatn er flutt milli vatnasviða. Líklega eru áhrif stærstu framkvæmdanna verulega vanmetin.
- Verðmæti og áhrif voru metin á landsvísu nema þar sem fyrir lá óháð mat á alþjóðlegu gildi (s.s. í alþjóðlegum sáttmálum). Sérstaða og fágæti háhitasvæða á heimsvísu voru ekki tekið með.
- Sjálfbærni framkvæmdanna ekki metin en sú krafa er m.a. oft gerð í mati á umhverfisáhrifum áætlana (SEA). Afturkræfni áhrifa var heldur ekki metin.

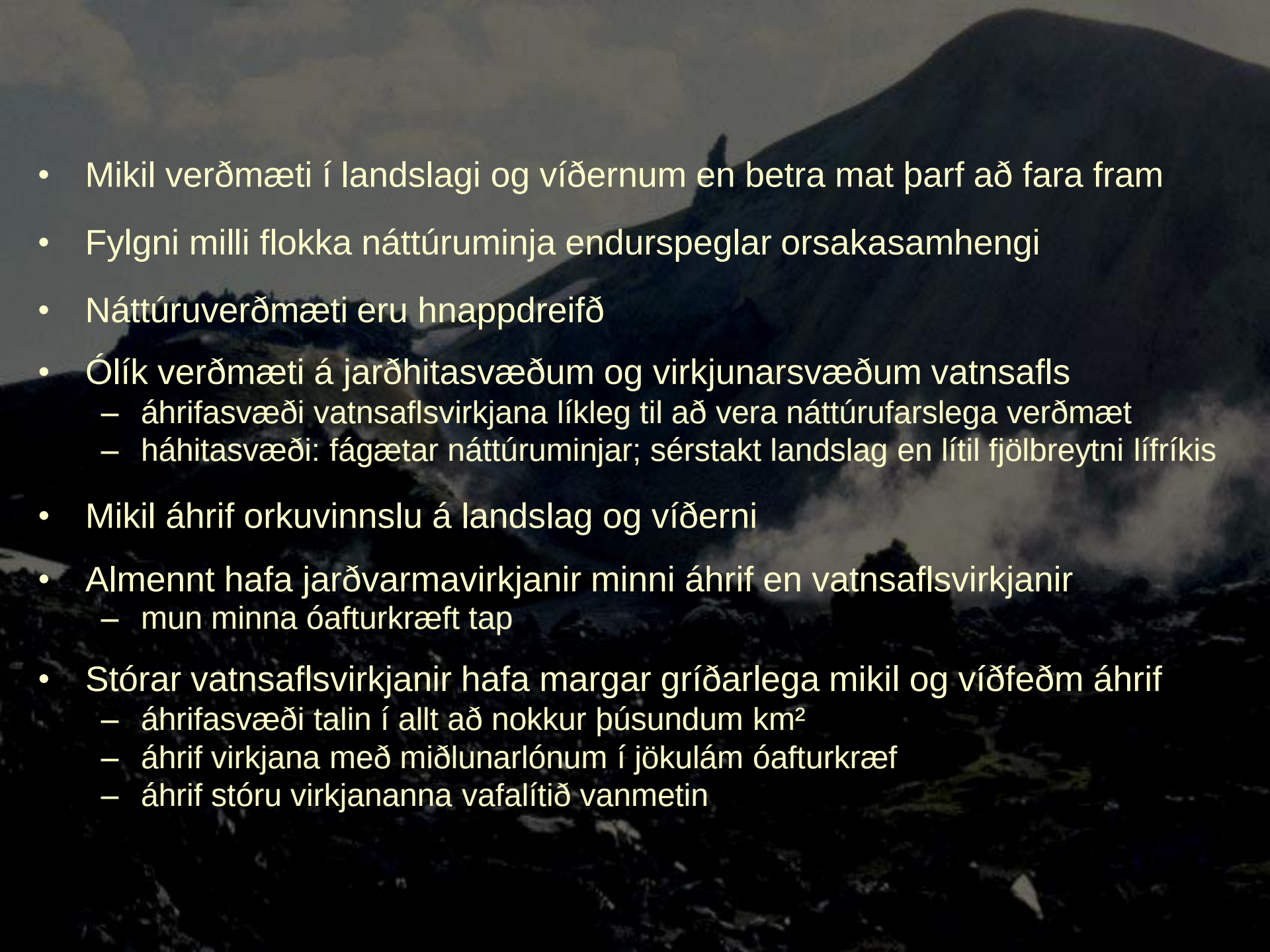
Mat á vinnunni og varnaglar

- “Upplausn” gagnagrunnsins (fjöldi viðfanga og viðmiða) virðist hæfileg.
- Niðurstöður breytast lítið þótt vogtölum sé breytt. Þetta stafar m.a. af fylgni milli náttúrufarsþátta. Þýðir jafnframt að menningarminjar, sem sýna allt aðra dreifingu, skipta litlu fyrir heildarniðurstöðuna.
- Þar sem einkunnir sýna fylgni milli viðfanga náttúruminja virðist vera um auðskilið orsakasamhengi að ræða og þau tengsl sem koma fram renna almennt stoðum undir það að niðurstöðurnar séu trúverðugar.
- Umhverfisáhrif vatnsaflsvirkjana neðan stíflu voru aðeins tekin með að litlu leyti. Einkum skiptir þetta máli fyrir stórar virkjanir þar sem vatn er flutt milli vatnasviða. Líklega eru áhrif stærstu framkvæmdanna verulega vanmetin.
- Verðmæti og áhrif voru metin á landsvísu nema þar sem fyrir lá óháð mat á alþjóðlegu gildi (s.s. í alþjóðlegum sáttmálum). Sérstaða og fágæti háhitasvæða á heimsvísu voru ekki tekið með.
- Sjálfbærni framkvæmdanna ekki metin en sú krafa er m.a. oft gerð í mati á umhverfisáhrifum áætlana (SEA). Afturkræfni áhrifa var heldur ekki metin.

Lítill fylgni er milli stærðar vatnsaflsvirkjunar (orkugetu) og umhverfisáhrifa: aðeins marktæk fyrir áhrif á jarðminjar og vatnafar.

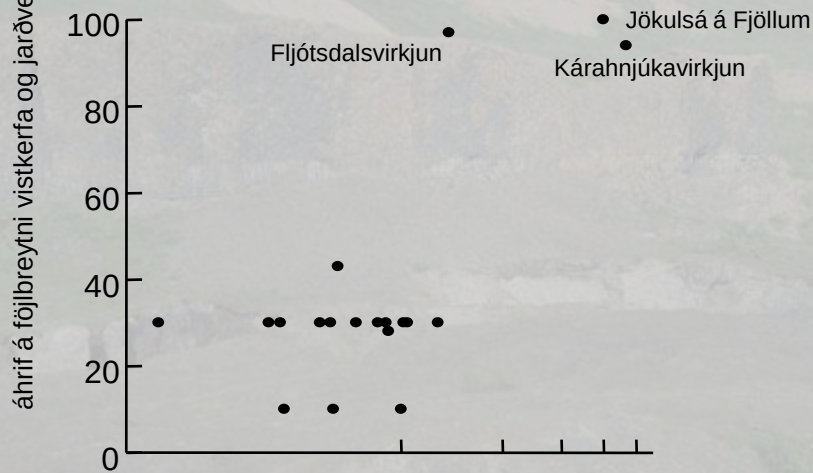


ath. tvær langstærstu virkjanirnar, Kárahnjúkavirkjun (4670 GWst/ári) og virkjun Jökulsár á Fjöllum (4000 GWst/ári), voru ekki teknar með en báðar töldust hafa gríðarlega mikil áhrif í öllum flokkum verðmæta.

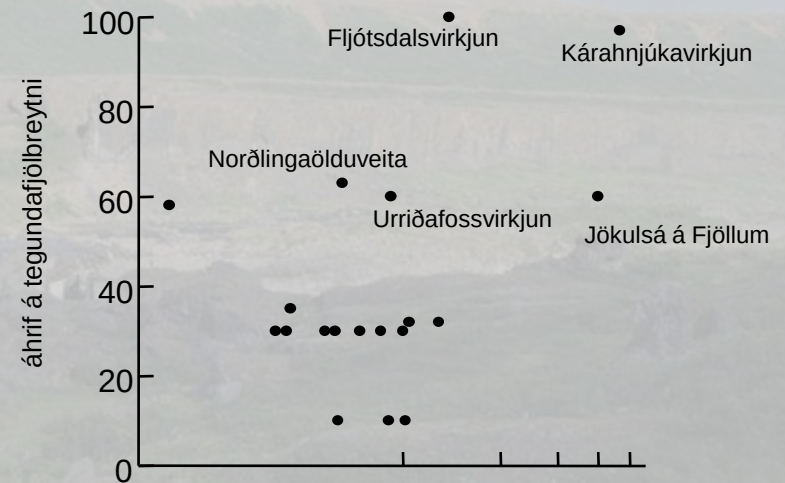
- 
- Mikil verðmæti í landslagi og víðernum en betra mat þarf að fara fram
 - Fylgni milli flokka náttúruminja endurspeglar orsakasamhengi
 - Náttúruverðmæti eru hnappdreifð
 - Ólík verðmæti á jarðhitasvæðum og virkjunarsvæðum vatnsafls
 - áhrifasvæði vatnsaflsvirkjana líkleg til að vera náttúrufarslega verðmæt
 - háhitasvæði: fágætar náttúruminjar; sérstakt landslag en lítil fjölbreytni lífríkis
 - Mikil áhrif orkuvinnslu á landslag og víðerni
 - Almennt hafa jarðvarmavirkjanir minni áhrif en vatnsaflsvirkjanir
 - mun minna óafturkræft tap
 - Stórar vatnsaflsvirkjanir hafa margar gríðarlega mikil og víðfeðm áhrif
 - áhrifasvæði talin í allt að nokkur þúsundum km²
 - áhrif virkjana með miðlunarlónum í jökulám óafturkræf
 - áhrif stóru virkjananna vafalítið vanmetin

Samband stærðar virkjunar (orkugetu) og áhrifa á fjölbreytni vistkerfa og jarðvegs (a), tegunda (b), landslags (c) og vatnafars (stöðuvatna, áa, d).

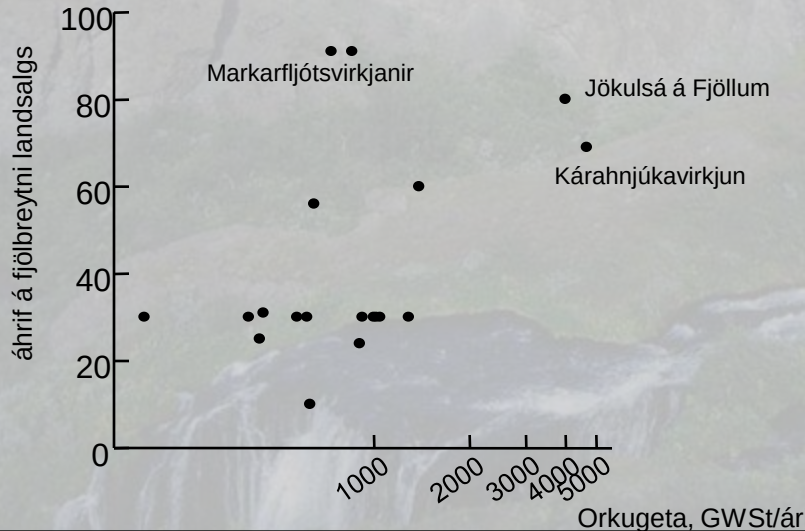
a) áhrif á fjölbreytni vistkerfa og jarðvegs



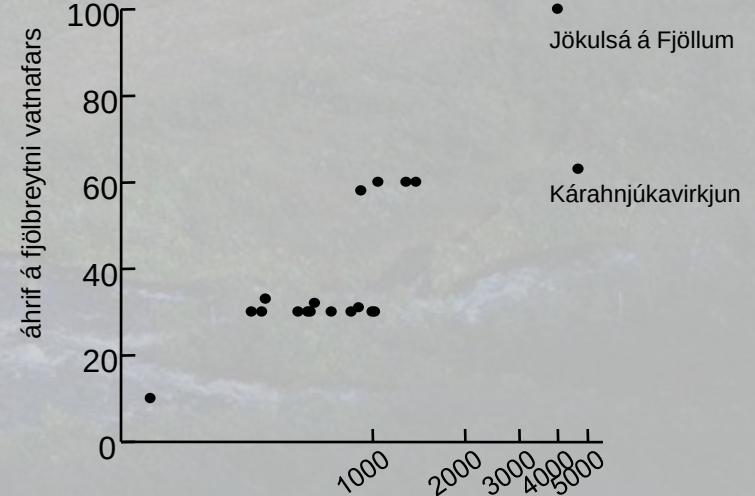
b) áhrif á tegundafjölbreytni



c) áhrif á fjölbreytni í landslagi



d) áhrif á fjölbreytni í vatnafari



Heildarverðmæti náttúru- og menningarminja voru meiri á virkjunarsvæðum vatnsafls (x=5,3) en jarðvarma (x=4,1). Hjá >40% virkjanakosta í vatnsaflí voru umhverfisáhrif metin með tölugildi >4 á móti ca 10% jarðvarmakosta.

