

Samanburður á aðferðum við mat á loftslagsáhættu í íslenskum landbúnaði

Dr. Torfi Jóhannesson

Nordic Insights



Nordic Insights

Efnisyfirlit

<i>Inngangur</i>	3
<i>Helstu matsaðferðir fyrir loftslagsáhættu</i>	3
ISO 14091 – Staðall um loftslagsáhættumat	4
Evrópskt áhættumat fyrir áhrif loftslagsbreytinga (EUCRA)	6
NCCRA – Loftslagsáhættumat Írlands	7
Climate Risk Sourcebook – Alhliða áhættumatsrammi	9
CREAT – Matskerfi fyrir innviði	11
CLIMAAX – Staðbundið loftslagsáhættumat fyrir evrópskar aðstæður	12
<i>Samanburður helstu aðferða</i>	13
<i>Hversu vel henta þessar matsaðferðir fyrir íslenskan landbúnað?</i>	14
<i>Tillögur um næstu skref</i>	16
<i>Heimildir</i>	17

Inngangur

Loftslagsbreytingar fela í sér margvíslegar áskoranir fyrir íslenskan landbúnað. Spár gera ráð fyrir aukinni tíðni þurrka, meiri sveiflum í úrkomu og hækkandi meðalhita, sem getur haft veruleg áhrif á búfjár- og plöntuframleiðslu, aðgengi að vatni og fóðuröflun, auk kostnaðar við ýmis aðföng sem landbúnaðurinn reiðir sig á¹. Þessar umhverfisbreytingar geta einnig ýtt undir útbreiðslu plantna- og dýrasjúkdóma og skaðvalda og aukið hættu á gróðureldum, sem allt getur ógnað fæðuöryggi þjóðarinnar. Þá stendur íslenskur landbúnaður berskjaldaður gagnvart truflunum í aðfangakeðjum erlendis.

Loftslagsbreytingar geta einnig haft jákvæð áhrif á suma geira landbúnaðar. Aukinn hiti og úrkoma geta bætt ræktunarskilyrði, lengt beitartímabil fyrir búfé og auðveldað skógrækt. Í báðum tilvikum þarf að leggja mat á eðli og umfang þeirra breytinga sem vænta má og hvernig þær hafa áhrif á sjálfbærni landbúnaðarins og fæðuöryggi til lengri tíma.

Markmið þessarar greinargerðar er að lýsa mismunandi greiningaraðferðum fyrir mat á áhrifum loftslagsbreytinga, bera þær saman og álykta um hver, eða hverjar þeirra, myndu henta best fyrir íslenskar aðstæður.

Helstu matsaðferðir fyrir loftslagsáhættu

Ýmsar aðferðir hafa verið þróaðar á alþjóðavettvangi til að meta loftslagsáhættu og áhrif loftslagsbreytinga. Í þessari skýrslu er sjónum beint að sex leiðum sem hefur verið beitt og sem koma til greina fyrir Ísland:

- **ISO 14091** – alþjóðlegur staðall um áhættumat vegna loftslagsbreytinga og aðlögun (leiðbeiningar um viðkvæmni, áhrif og áhættugreiningu).
- **EUCRA (European Climate Risk Assessment)** – fyrsta heildstæða loftslagsáhættumatið fyrir Evrópu.
- **NCCRA (National Climate Change Risk Assessment, Írland)** – nýlegt áhættumat loftslagsbreytinga, þróað fyrir Írland sem mætti yfirfæra á Ísland.
- **Climate Risk Sourcebook** – heildstæður rammi fyrir áhættumat loftslagsbreytinga.
- **CREAT (Climate Resilience Evaluation and Awareness Tool)** – stafrænt verkfæri til að meta loftslagstengda áhættu, miðað að vatnsveitum og öðrum innviðum.
- **CLIMAAX (Climate Risk & Vulnerability Assessment Framework)** – nýr evrópskur rammi fyrir staðbundið loftslagsáhættumat.

¹ Einnig má minna á sviðsmyndir sem spá kólnun á Íslandi vegna breytinga á hafstraumum.

Öll þessi matskerfi byggja á svipuðum grunni vísindalegrar þekkingar um loftslagsáhættu en þau eru ólík hvað varðar uppbyggingu, gagnasöfnun, áherslur og mögulega aðlögun að ólíkum aðstæðum – sem skiptir máli fyrir lítið og tiltölulega sérhæft landbúnaðarkerfi á Íslandi. Grunnurinn að áhættumati flestra kerfanna er greiningarrámi Loftslagsnefndar Sameinuðu þjóðanna (IPCC). Samkvæmt skilgreiningu IPCC felur áhætta vegna loftslagsbreytinga í sér samspil eftirfarandi þátta:

Loftslagshætta (hazard):

Þeir mögulegu veður- eða loftslagsatburðir sem geta valdið skaða – t.d. þurrkar, flóð, hitabylgjur eða skriðuföll.

Útsetning (exposure):

Hvað eða hverjir eru staðsettir þar sem loftslagshættan getur haft áhrif – t.d. ræktarland, byggðir, vegir, fólk eða vistkerfi.

Viðkvæmni (vulnerability):

Hversu næm kerfi eru fyrir áhrifum loftslagshætta og hve illa þau ráða við afleiðingarnar – háð efnahag, tækni, félagslegum þáttum o.fl.

Aðlögunargeta (response/adaptive capacity):

Hversu vel samfélög, kerfi eða einstaklingar geta brugðist við, aðlagð sig og dregið úr tjóni.



Mynd 1. IPCC ramminn fyrir áhættumat.

Þannig má segja að áhætta (risk) sé háð því hvers konar hætta á sér stað, hversu viðkvæm og útsett kerfin eru fyrir henni, og hversu vel þau geta brugðist við.

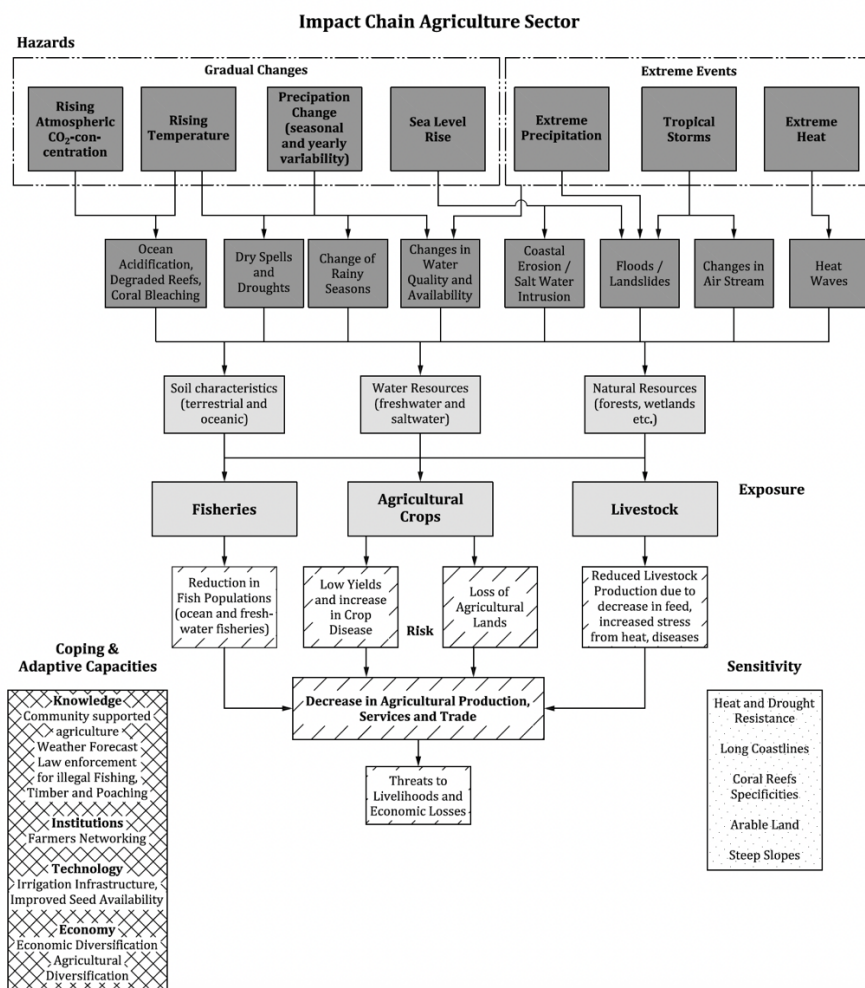
ISO 14091 – Staðall um loftslagsáhættumat

ISO 14091:2021ⁱⁱ er alþjóðlegur staðall sem veitir leiðbeiningar um hvernig meta má áhættu vegna mögulegra áhrifa loftslagsbreytinga. Staðallinn lýsir aðferðafræði til að greina

viðkvæmni (næmi og aðlögunargetu) kerfa, meta áhrif loftslagsbreytinga á hvers kyns starfsemi, og leggja mat á loftslagsáhættu. ISO 14091 leggur upp með kerfisbundið ferli sem nýtist svæðum, fyrirtækjum og jafnvel atvinnugreinum.

ISO 14091 er hluti af stærra staðlakerfi og byggir á meginreglum móðurstaðalsins ISO 14090 (um aðlögun að loftslagsbreytingum). Aðrir staðlar innan sömu fjölskyldu eru t.d. ISO/TS 14092, sem snýr að aðgerðaáætlunum sveitarfélaga og héraða, og ISO 14093 og 14097 sem tengjast fjármögnun og árangursmati loftslagsaðgerða.

Staðallinn felur í sér nokkur lykilskref: skilgreining á samhengi og umfangi, greiningu loftslagshættu (s.s. breytingum á hitastigi, úrkomu, öfgum í veðurfari), mat á viðkvæmni og að lokum mat á áhættu til skemmri og lengri tíma. ISO 14091 gerir ráð fyrir bæði eigindlegu og meginndlegu mati; notendur geta forgangsraðað helstu áhættuþáttum og nýtt svokallaðar **áhrifakeðjur** (impact chains) til að varpa ljósi á orsakasamhengi milli loftslagshættu, áhrifa og afleiðinga. Þannig má m.a. draga fram hvernig tiltekinn veðuratburður (t.d. þurrkur) getur haft dómínóáhrif á ræktun, fóðurbirgðir og afurðaverð.



Mynd 2. Dæmi um áhrifakeðju sem getur verið hluti af ISO 14091 greiningu.

Kostir ISO 14091 felast einkum í skipulegri, alþjóðlega samræmdri nálgun, sem hægt er að beita við nánast hvaða aðstæður sem er. Niðurstöður áhættumatsins má nýta beint til að skipuleggja og forgangsraða aðlögun í landbúnaði, fylgjast með árangri og miðla niðurstöðum á stöðluðu formi. Einnig undirstrikar staðallinn mikilvægi þess að horfa ekki einungis á neikvæðu afleiðingarnar heldur líka möguleg tækifæri sem loftslagsbreytingar kunna að skapa, t.d. lengri vaxtartíma eða nýjar tegundir í ræktun. Gallar eru helst þeir að staðallinn er mjög almennur og því krefst hann töluverðrar sérfræðilþekkingar og aðlögunar að staðbundnum gögnum og aðstæðum.

Evrópskt áhættumat fyrir áhrif loftslagsbreytinga (EUCRA)

European Climate Risk Assessment (EUCRA)ⁱⁱⁱ er fyrsta heildstæða loftslagsáhættumatið unnið fyrir Evrópu í heild og var gefið út af Umhverfisstofnun Evrópu (EEA) árið 2024. Í EUCRA eru skilgreind 36 áhættuatriði vegna loftslagsbreytinga, sem talin eru ógna orkuöryggi, fæðuöryggi, vistkerfum, innviðum, vatnsbúskap, fjármálastöðugleika og heilsu í Evrópu. Matið leiðir í ljós að staða margra þessara áhættaþátta eru þegar orðin það alvarleg að verði ekkert að gert þá geti þeir þróast í átt til að valda hamförum (catastrophical effects) fyrir aldamótin 2100.

Aðferð EUCRA sameinar meginleggt mat og eigindlega nálgun. Unnið er með hugtök eins og alvarleika áhættu, tímaramma/horfur (þ.e. hvenær áhrifin gætu orðið veruleg), stöðu stefnumótunar (policy readiness) og ábyrgð eiganda áhættu (hvort áhætta kalli á viðbrögð á ESB-stigi eða hjá aðildarríkjum). Með þessum hætti má forgangsraða aðgerðum og raunar fylgir EUCRA eftir með tillögum að forgangsatríðum í stefnumótun ESB út frá niðurstöðum matsins. Sem dæmi má nefna að matið sýnir að loftslagsáhrif (s.s. tíðni hitabylgna, þurrka og flóða) eru nú þegar farin að hafa kerfisbundin áhrif á samfélög og efnahag álfunnar. Einnig er bent á að loftslagsáhætta geti safnast upp og breiðst milli landa og kerfa (cascading risks), t.d. ef þurrkar valda fæðu- og vatnsskorti sem leiðir til félagslegs óróa.

Climate risks for 'Food' cluster	Urgency to act	Risk severity			Policy characteristics		
		Current	Mid-century	Late century (low/high warming scenario)	Policy horizon	Policy readiness	Risk ownership
Crop production (hotspot region: southern Europe)	Urgent action needed	High: +++	Medium: ++	Medium: ++	Short	Medium	Co-owned
Crop production	More action needed	High: +++	Medium: ++	Medium: ++	Short	Medium	Co-owned
Food security due to climate impacts outside Europe (*)	Further investigation	Medium: ++	Medium: ++	Low: +	Short	Medium	EU
Food security due to higher food prices	Further investigation	Medium: ++	Low: +	Low: +	Short	Medium	Co-owned
Fisheries and aquaculture	Further investigation	Medium: ++	Low: +	Low: +	Short	Medium	Co-owned
Livestock production	Sustain current action	Medium: ++	Medium: ++	Low: +	Short	Medium	Co-owned

Legends and notes

<p>Urgency to act</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Urgent action needed ■ More action needed ■ Further investigation ■ Sustain current action ■ Watching brief 	<p>Risk severity</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Catastrophic ■ Critical ■ Substantial ■ Limited 	<p>Confidence</p> <p>Low: + Medium: ++ High: +++</p>
--	---	---

(*) Wide range of evaluations by authors and risk reviewers.

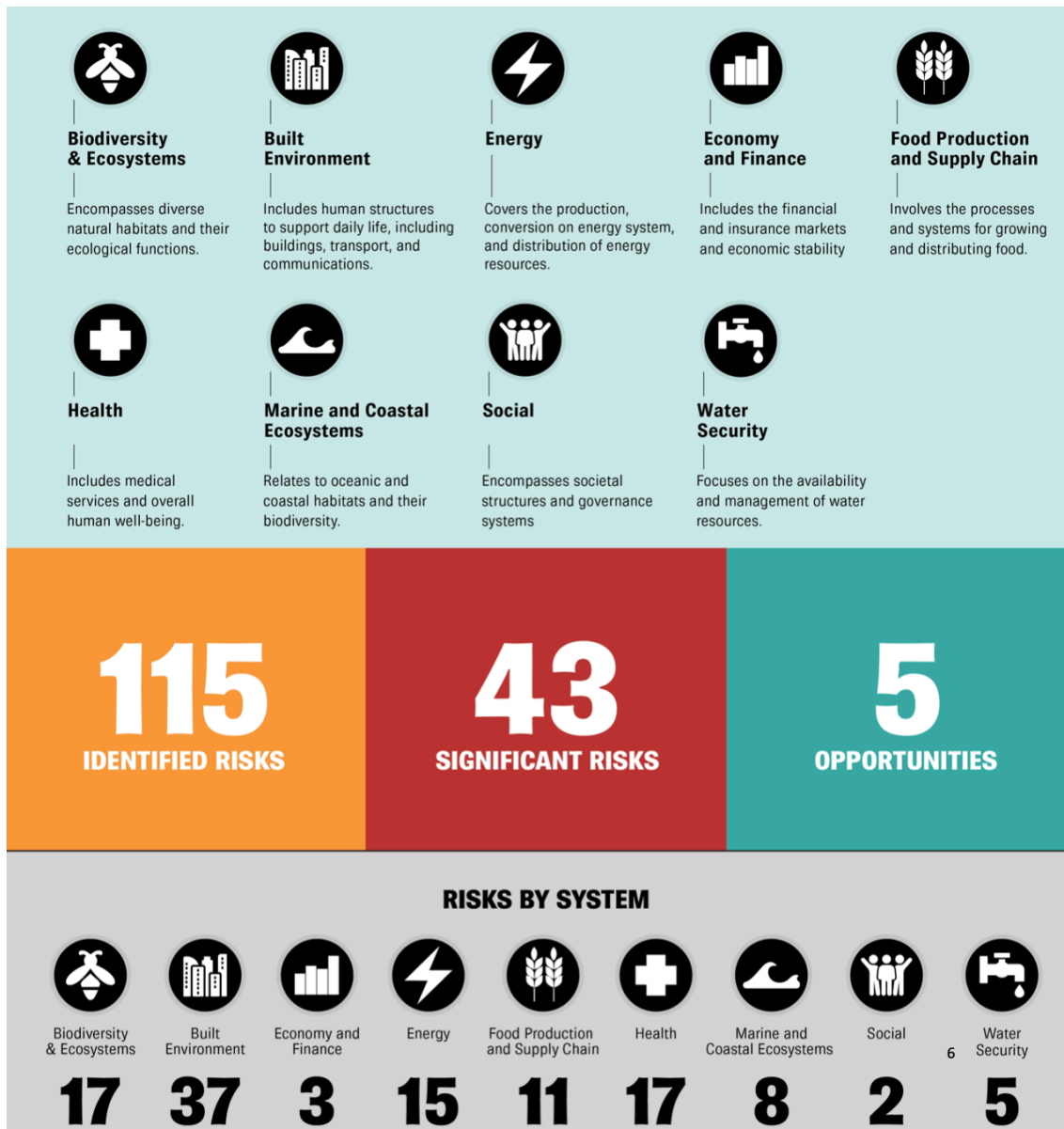
Mynd 3. Dæmi um mat EUCRA á loftslagsáhættu fyrir matvælaframleiðslu^{iv}.

EUCRA er umfangsmikið verk byggt á nýjustu vísindum og gagnagreiningu, en er þó fremur yfirlitskennt og almennt í eðli sínu. Það vinnur með Evrópu í heild fremur en að veita ítarlegt mat fyrir einstök lönd. Þó má draga af því mikilvægan lærdóm um þær loftslagshættur sem líklegar eru til að hafa áhrif hérlendis. Til dæmis má ætla að sumt af því sem metið er sem áhætta fyrir Evrópu í heild (s.s. röskun á fæðuöryggi eða skaðar á vistkerfum) eigi með einhverjum hætti við um Ísland, jafnvel þótt umfangið sé annað. Vegna fámennis og sérstöðu landsins þarf engu að síður sértækara mat fyrir íslenskan landbúnað.

NCCRA – Loftslagsáhættumat Írlands

National Climate Change Risk Assessment (NCCRA) er fyrsta heildstæða loftslagsáhættumatið sem unnið er fyrir Írland og kom út árið 2025. Markmið NCCRA var að veita yfirsýn yfir áhættur (og tækifæri) sem loftslagsbreytingar fela í sér fyrir Írland, og sem nýta mætti við stefnumótun og áætlanagerð bæði á landsvísu og fyrir einstök sveitarfélög og atvinnugreinar. Írski matið byggir á samþættingu vísindalegra gagna og sérfræðimats, og var unnið í nánu samráði við hagaðila og sérfræðinga til að tryggja raunsæja sýn á helstu ógnir og veikleika.

Í NCCRA matinu eru skilgreindir alls 115 mismunandi loftslagsáhættuþættir fyrir Írland, allt frá áhrifum á orku- og samgöngukerfi yfir í lýðheilsu, vistkerfi og matvælaframleiðslu. Af þessum voru 43 áhættuþættir metnir sem þýðingarmiklir á landsvísu og voru þeir því skoðaðir nánar með tilliti til áhrifa og möguleikum á aðlögunum. Niðurstaðan var að 9 áhættuþættir voru settir í forgangsflokk og af þeim voru fjórir taldir krefjast bráðra aðgerða innan fimm ára ef komast eigi hjá verulegum áhrifum til skemmri eða lengri tíma.



Mynd 4. Yfirlit yfir niðurstöður írska loftslagsáættumatsins⁹.

Einnig var skoðað einnig hve vel núverandi eða fyrirhugaðar aðlögunaraðgerðir duga til að draga úr þessum áhættum og hvaða sviðum þurfi að gera betur.

Þeir fjórir áhættuþættir sem fóru í forgangsflokk eru:

- Hætta á röskun og skemmdum á orkuafhendingu og dreifikerfi vegna storma.
- Hætta á röskun og skemmdum á innviðum samskiptakerfisins vegna storma.
- Hætta á röskun, skemmdum og tapi á innviðum samgangna vegna hækkunar sjávarborðs, landeyðingar meðfram ströndum og flóða.
- Hætta á skemmdum og tapi á byggingum vegna hækkunar sjávarborðs, landeyðingar meðfram ströndum, og flóða.

Írská rammanum svipar um margt til nálgunar Bretlands^{vi} og annarra Evrópuríkja við áhættumat: greint er í hvaða **kerfum** eða geirum áhættan liggur (NCCRA notar 9 kerfi, s.s. orka, samgöngur, vatn, heilbrigði, vistkerfi, o.s.frv.), lýst er líklegum afleiðingum áhættunnar (frá takmörkuðum upp í hamfarakenndan skala), og hvernig hún þróast yfir tíma (margar áhættur gætu vaxið úr vægum í verulegar og þaðan í krítískar eða þaðan af alvarlegri ef ekkert er að gert). Einnig horfir NCCRA út fyrir landsteinana og metur áhrif að utan – t.d. áhættu fyrir írskan landbúnað vegna loftslagstengdra atvika og þróunnar erlendis sem gætu raskað matvælakeðjum eða fjármálastöðugleika.

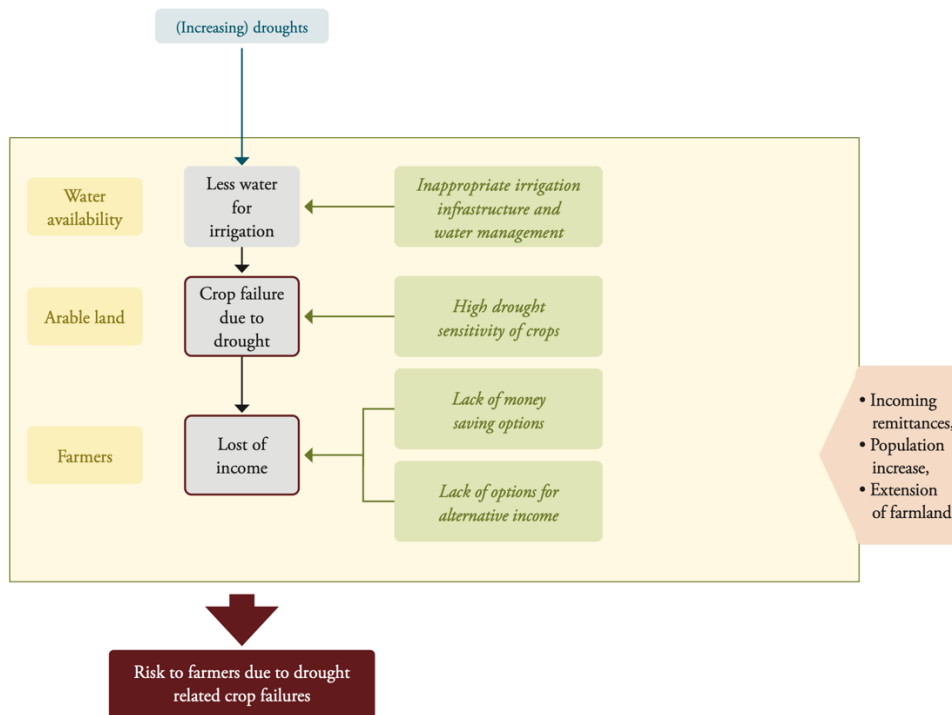
Aðferðafræði NCCRA er að mörgu leyti áhugaverð fyrir Ísland. Írland er að vísu stærra með fjölbreyttari landbúnað, en er einnig eyland með úthafsloftslag sem hefur ýmis líkindi með Íslandi varðandi áhættu af loftslagsáhrifum (t.d. aukna úrkomu, sjávarflóð eða áhrif á graslendi). Aðferðin að baki NCCRA – þ.e. að kortleggja kerfisbundið alla hugsanlega áhættu, ráðast í sértækt mat fyrir hverja og eina og forgangsraða – gæti verið fordæmi fyrir hvernig vinna mætti sambærilegt mat fyrir Ísland. Það krefst þó talsverðrar gagnasöfnunar og samráðs við innlenda sérfræðinga og bændur.

Climate Risk Sourcebook – Alhliða áhættumatsrammi

Climate Risk Sourcebook (CR-SB)^{vii} er handbók og aðferðarammi sem veitir heildstæða nálgun á loftslagsáhættumat, þróuð af alþjóðlegum sérfræðingum (m.a. hjá GIZ og Eurac Research) til að styðja ákvörðunartöku og þjálfun hagsmunaaðila um allan heim. Í grunninn setur þessi handbók fram hugmyndafræðilegan ramma fyrir loftslagsáhættumat í átta flokkum (modules), um hvernig framkvæma megi slíkt mat. Þennan ramma má bæði nota sem eins konar “grunnnámskeið” í loftslagsáhættumati, til að framkvæma hraðmat (screening) á áhættu við afmarkaðar aðstæður eða sem undirbúning fyrir ítarlegra mat.

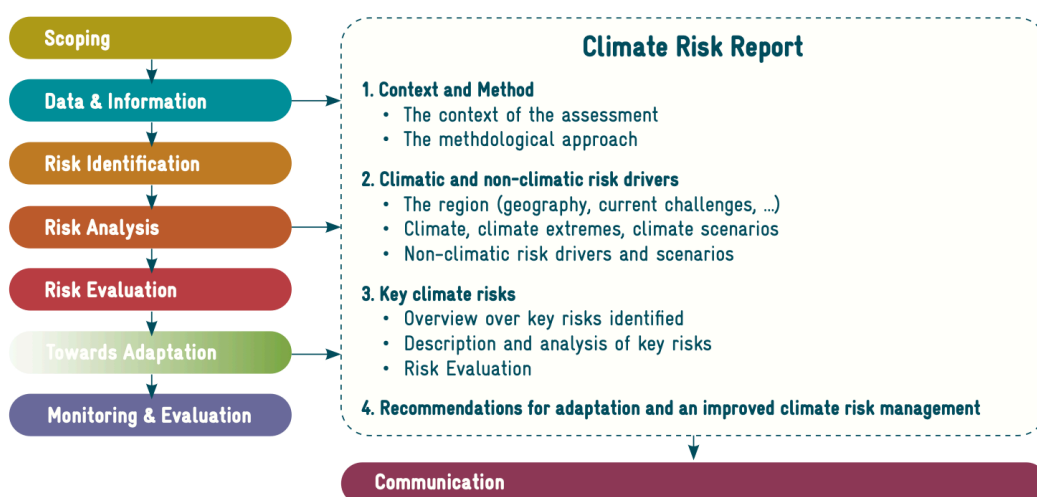
Í **Climate Risk Sourcebook** er lögð mikil áhersla á að aðferðin sé sveigjanleg og hægt að laga hana að mismunandi aðstæðum. Nálgunin byggir á IPCC rammanum um áhættu (hazard, vulnerability, exposure, respons) og beitir mikið áhrifakeðjum (impact chains) við greiningar.

Áhrifakeðjur eru settar fram með myndrænum hætti til að sýna orsakasamhengi milli loftslagshættu, þeirra þátta sem verða fyrir áhrifum (t.d. ræktun, búfé, samgöngur) og niðurstaðna eða afleiðinga (t.d. uppskerubrestur, tekjutap, fæðuöryggi). Handbókin inniheldur nokkur dæmi um áhrifakeðjur fyrir mismunandi geira, þ.m.t. landbúnað. Þannig nýtist hún vel til að greina flókin samspil loftslags og landbúnaðarkerfa^{viii}.



Mynd 5. Dæmi um áhrifakeðju í *Climate Risk Sourcebook*.

Aðferðin er sett fram sem *matsferli* sem byrjar á að skilgreinina samhengi verkefnisins (markmið, umfang, hagsmunaaðilar), síðan kemur greining loftslagshættu (öflun gagna um viðeigandi veðurfarsvá eins og þurrka, flóð, hitabylgjur o.s.frv.), mat á útsetningu (vulnerability) og viðkvæmni kerfisins sem um ræðir, áfram í áhættugreiningu (meta líkur og afleiðingar) og áhættumati (meta þýðingu/hættustig) og lýkur með forgangsröðun og aðgerðaáætlun fyrir aðlögun, auk eftirlits og endurmats.



Mynd 6. *Climate Risk Sourcebook* byggir á átta skrefa nálgun (modules) fyrir greiningu á loftslagsáhættu^{ix}.

Kostir *Climate Risk Sourcebook* felast einkum í sveigjanleika og því hve aðgengileg hún er. Hún hentar vel fyrir lítil verkefni eða afmarkaðar einingar (t.d. ákveðnar búgreinar eða landshluta) þar sem fljótlegt mat þarf til að fá yfirsýn, en einnig er hægt að kafa dýpra ef gögn leyfa. Handbókin byggir m.a. á nýjustu skýrslum IPCC, en er hönnuð til að vera aðgerðamiðuð og nýtast á vettvangi, sem gæti hentað vel fyrir íslenskan landbúnað.

CREAT – Matskerfi fyrir innviði

Climate Resilience Evaluation and Awareness Tool (CREAT^x) er sérhæft **hugbúnaðarverkfæri** sem upphaflega var þróað af bandarísku umhverfisstofnuninni (EPA) fyrir vatnsveitur og tengda innviði. CREAT leiðbeinir notendum í vatns- og fráveitustarfsemi í gegnum fimm þrep til að meta loftslagstengda áhættu fyrir eigin rekstur og mannvirki. Þessi fimm þrep eru:

1. **Yfirsýn og upplýsingaöflun** – skrá grunnupplýsingar um reksturinn og auka þekkingu og meðvitund um möguleg loftslagsáhrif.
2. **Sviðsmyndagerð** – þróa mismunandi loftslagssviðsmyndir um framtíðarógnir (t.d. út frá loftslagslíkönum fyrir úrkomu, sjávarstöðu o.fl.).
3. **Afleiðingar og eignir** – kortleggja hvað gæti gerst (afleiðingar) og hvaða eignir/starfsemi eru viðkvæmar.
4. **Aðlögunaráætlun** – skrá núverandi varnir og mótvægisáðgerðir og hanna nýjar aðlögunaráðgerðir til að auka þol.
5. **Áhættumat** – reikna út áhættu miðað við mismunandi útfærslur og bera saman líklegar niðurstöður mismunandi aðgerðaáætlana.

Niðurstöður úr CREAT-ferlinu geta aðstoðað rekstraraðila vatnsveitna við að forgangsraða fjárfestingum og viðhaldsverkefnum með tilliti til loftslagsáhættu, og sýna fram á gagnvart hagaðilum (s.s. sveitarstjórnnum og viðskiptavinum) að þeir séu meðvitaðir um og bregðist við áhættunni.

Þó CREAT sé hannað fyrir vatns- og fráveitukerfi má læra ýmislegt af uppbyggingu þess fyrir landbúnað. Aðferðin að þróa sviðsmyndir af loftslagsógnum, tengja þær eignum/auðlindum sem skipta máli (t.d. ræktarlandi, byggingum, bústofni), meta afleiðingar og prófa síðan mismunandi aðlögunarvalkosti gæti nýst fyrir íslenskan landbúnað. Hins vegar er ekki hægt að nota CREAT fyrir landbúnað á Íslandi í heild sinni, enda er það sérsniðið að rekstri vatnsveitna. Landbúnaður spannar fleiri þætti sem þetta verkfæri tekur ekki mið af.

CLIMAAX – Staðbundið loftslagsáhættumat fyrir evrópskar aðstæður

CLIMAAX (Climate Risk and Vulnerability Assessment framework and toolbox^{xi}) er nýlegt evrópskt verkefni (hófst 2023) á vegum Horizon Europe sem hefur það markmið að þróa ramma fyrir svæðisbundið loftslagsáhættumat í Evrópu. Verkefninu er ætlað að aðstoða héruð og sveitarfélög við að framkvæma vandað áhættumat sem grunn fyrir svæðisbundnar aðgerðaáætlanir í loftslagsaðlögun og samræma verklag við áhættumat þannig að niðurstöður séu samanburðarhæfar milli svæða.

CLIMAAX byggir á grunni Adaptation Support Tool frá Evrópusku Umhverfisstofnuninni (EEA) og er í meginatriðum svipað hefðbundnu áhættumati:

- **Skilgreining umfangs (Scoping):** Afmarka svæðið eða kerfið, markmið matsins og setja mælikvarða (viðmið) fyrir áhættu.
- Skráning áhættuþátta (**Risk identification**): Kerfisbundin skráning þeirra loftslagstengdu áhættuþátta sem kunna að vera til staðar á svæðinu (eða í geiranum)
- **Áhættugreining (Risk analysis):** Hér á verkefnið eftir að þróa reiknilíkön fyrir áhættugreiningu, en hana má einnig framkvæma með þeim aðferðum sem eru fyrirbyggjandi í hverju landi.
- **Mat á lykiláhættu (Key risk assessment):** Greina hvaða áhættuþættir séu sérstaklega mikilvægir til að forgangsraða aðgerðum. Áhersla er lögð á samspil áhættuþátta (t.d. stórflóð í kjölfar storms).
- **Eftirfylgni og endurmat:** Kerfisbundið eftirlit með þróun áhættuþátta og árangri aðlögunaraðgerða, með reglulegri endurskoðun matsins.

CLIMAAX leggur áherslu á þátttöku hagaðila, val á mikilvægum áhættuþáttum fyrir hvert svæði, nýtingu tiltækra gagnasafna og þróun mælikvarða sem fylgst er með yfir tíma.

Fyrir íslenskan landbúnað er CLIMAAX áhugavert framtak, en hafa þarf í huga að þetta er “verkefni” sem enn er í vinnslu og því eru afurðir þess ekki fullmótaðar. Þarna er þó af ýmsu að taka og þennan ramma má laga að litlum svæðum eða geirum og hann tekur mið af samverkandi áhrif fleiri áhættuþátta t.d. hlýnunar, nýrra skæðra meindýra og markaðsáfalla.

Samanburður helstu aðferða

Ljóst er að þeir sex aðferðafræðirammar sem hér hefur verið fjallað um eru ólíkir og henta misvel til notkunar – eða sem fyrirmynd – að viðkvæmnismati fyrir íslenskan landbúnað. Í töflunni hér að neðan er reynt að draga saman lykilatriði þessara sex aðferða.

Matskerfi	Tegund og eðli	Umfang og notkunarvið	Hentugleiki fyrir Ísland
ISO 14091	Alþjóðlegur staðall (leiðbeiningar).	Kerfisbundin áhættugreining; almenn notkun fyrir margskonar skipulagsheildir; fókus á viðkvæmnigreiningu og aðlögun.	Mjög háð innleiðingu; hægt að laga að hvaða aðstæðum sem er, en krefst sérfræðipækningar og gagna úr ísl. landbúnaði.
EUCRA (ESB)	Yfirlitsgreining fyrir Evrópu (skýrsla).	Yfirgripsmikið mat fyrir ESB; forgangsröðun aðgerða; áhersla á að tengja áhættu við samfélagslega þætti og félagslega ábyrgð.	Gefur gagnlegan bakgrunn en of víðtækt fyrir sértækt mat á litlu kerfi eins og landbúnaði á Íslandi.
NCCRA (Írland)	Áhættumat fyrir eitt land (skýrsla/ferli).	Ítarleg greining fyrir Írland. Nær yfir marga geira samfélagsins; styður landsáætlanir og staðbundnar aðgerðir; forgangsröðun aðgerða.	Getur hentað sem fyrirmynd fyrir Ísland, bæði hvað varðar ferli og niðurstöður, en krefst sérfræðivinnu og gagnaöflunar héraendis.
Climate Risk Sourcebook	Handbók með 8 skrefa ferli.	Fókus á orsaka-afleiðingasamhengi; hægt að nota á svæðis- eða staðbundnum skala, eða jafnvel fyrir fyrirtæki; aðgerðamiðað.	Hentugt fyrir litlar einingar eins og ísl. landbúnað (má sérsníða að okkar aðstæðum); þarfnast þó aðlögunar og þjálfunar notenda.
CREAT	Hugbúnaður og aðferðafræði (ákveðið notendasvið).	Sérhæft fyrir vatnsveitur/innviði; verkefnabundið mat fyrir einstakar einingar (t.d. fyrirtæki eða stofnun).	Takmörkuð not fyrir íslenskan landbúnað í heild; sviðsmyndagreiningar og gátlistar gætu þó nýst við sértækar greiningar.
CLIMAAX	Aðferðarammi + verkfærakista (í þróun).	Svæðis- og staðbundið mat; mat á margþættum áhættuþáttum; tenging við aðlögunarstjórnun ESB.	Hefur mögulega mikið notagildi en er enn á þróunarstigi..

Tafla 1. Samanburður helstu aðferða til greininga á áhættu vegna loftslagsbreytinga.

Taflan sýnir að allar aðferðirnar deila þeim grundvallarþætti að reyna að meta áhættu vegna loftslagsbreytinga á kerfisbundinn hátt, en þær gera það með mismunandi hætti. ISO 14091 er *almennur rammi* sem þarf að aðlaga að staðbundnum aðstæðum, EUCRA og NCCRA eru *yfirgripsmiklar skýrslur* á mismunandi stjórnsýslustigum (evrópsku vs. land/ríki), Climate Risk Sourcebook er nær því að vera *verkfærasett* sem hægt er að beita við margvíslegar aðstæður, CREAT er *sértækt matskerfi* með afmarkað notendasvið, og CLIMAAX er *nýlegt þróunarverkefni* sem hefur að markmiði að samhæfa staðbundið áhættumat í Evrópu.

Hversu vel henta þessar matsaðferðir fyrir íslenskan landbúnað?

Aðstæður í íslenskum landbúnaði eru að mörgu leyti sérstakar. Um er að ræða frekar lítinn geira í alþjóðlegum samanburði með tiltölulega fáum framleiðslugreinum. Þá eru tengingar eða víxlverkanir milli greina frekar fáar, sem einfaldar greiningar. Helstu loftslagsáhættur hérlendis myndu líklega tengjast eftirfarandi þáttum:

- **Öfgar í veðurfari:** Auknar sveiflur í veðri, sem geta lýst sér í miklum rigningum eða snjókomu, stormum og óvenjulegum hita- eða kuldatímabilum. Þessir öfgar geta skaðað uppskeru og valdið jarðvegsrofi eða vatnságangi á túnum. Einnig geta ofsaveður (miklir stormar) og flóð ógnað búfé, landi og innviðum.
- **Sjúkdómar og plágur:** Hlýnandi veður eykur líkur á að hingað berist nýjar sjúkdómsvaldandi örverur, sníkjudýr eða önnur óværa í plöntur, sem geta valdið tjóni á uppskeru (t.d. kálfluga, kartöflumygglusveppir, eða jafnvel skordýr sem hér þekkjast lítið nú). Jafnframt gæti hlýnun haft áhrif á búfjársjúkdóma (beint eða óbeint).
- **Röskun á aðfangakeðjum:** Þótt loftslagsbreytingar hafi kannski takmörkuð bein neikvæð áhrif á hefðbundið búfjárhald hér (samkvæmt sumum spám gæti fóðurframleiðsla jafnvel aukist við hlýnun), er íslenskur landbúnaður háður innflutningi á aðföngum (t.d. kjarnfóðri og áburði). Áhætta af völdum loftslagsbreytinga utan Íslands getur þannig skilað sér hingað í formi herra verðs, skorts á aðföngum eða markaðssveiflna.

Þessar áhættur þarf að meta heildstætt og forgangsraða. Þegar matsaðferðirnar sex eru skoðaðar út frá þessu samhengi, má draga eftirfarandi ályktanir um hæfni þeirra:

- **ISO 14091:** Hentar sem rammi til að byggja upp ferli frá grunni og skilgreina viðfangsefni (t.d. áhættumat fyrir hverja grein landbúnaðar), safna gögnum, greina og kynna niðurstöður á stöðluðu formi. Kosturinn er að aðferðafræðin er alþjóðlega viðurkennd, sem styrkir trúverðugleika. Gallinn er að þurfa að sérsníða hana töluvert: útbúa þarf íslenskt leiðbeiningaefni, þjálfra hagaðila og tryggja gagnaöflun. ISO 14091 ein og sér segir ekkert hverjar áhættur eru – það verður að koma úr greiningunni. Því gæti verið best að nota ISO 14091 sem ramma yfir vinnuferlið, en styðjast við sértækari greiningar (t.d. EUCRA/NCCRA) til að fylla inn í ramman.
- **EUCRA (Evrópumat):** Veitir vísbendingar um stóru myndina, eins og að fæðuöryggi og samtengd áhætta sé alvarlegt mál á fyrir Evrópu. Hins vegar er Evrópumatið of gróft til að nýttast beint. Það tekur ekki mið af sérkennum Íslands og þannig geta áhættuþættir sem skipta miklu máli á meginlandinu (t.d. staða áveitukerfa eða skógareldar) haft minni þýðingu hér. EUCRA er þó gagnlegt sem bakgrunnsgreining og það væri hægt að nýta aðferðina að einhverju leyti, t.d. flokka áhættu á svipaðan hátt (alvarleiki, tímalengd, hver ber ábyrgð), til að tryggja að ekkert gleymist. En fyrir greiningu á loftslagsáhættu í íslenskum landbúnaði þyrfti samt mun ítarlegra, staðbundið mat.

- **NCCRA (Írland):** Aðferðafræðilega líklegast sú fyrirmynd sem best er að styðjast við. Írski matið líkist því sem Ísland þyrfti: það nær yfir landbúnað sem hluta heildar, greinir fjölda áhættuþátta og dregur fram þá mikilvægustu. Ísland gæti lært af ferlinu – til dæmis að nýta sambland af tölulegum gögnum (loftslagsspár, framleiðslugögn, hagspár) og samráði við sérfræðinga og bændur til að kortleggja áhættuþætti. Hérlandis mætti komast af með töluvert færri en þá 115 áhættuþætti sem írski matið náði til en aðferðafræðin með að skanna vítt svið fyrst og þrengja síðan í forgangslista er gagnleg. NCCRA sýnir líka að jafnvel lönd svipuð Íslandi finna fjölda víxlverkandi áhættuþátta (t.d. áhrif loftslags á orku, efnahag, vistkerfi sem snerta landbúnað). Fyrir Ísland mætti hugsa sér eitthvað svipað: greina þvert á kerfi (landbúnað, orkukerfi, samgöngur, vistkerfi o.s.frv.) því landbúnaðarframleiðsla gæti orðið fyrir alvarlegum áhrifum af röskun í öðrum geirum, t.d. áhrif á fjármálakerfi sem draga úr lánsfé til bænda, mannauðsvandi ef sveitir tæmast o.s.frv.). NCCRA nálgunin getur því hentað vel hérlandis en kallar samt á nokkra aðlögun.
- **Climate Risk Sourcebook:** Þessi aðferðfræði er mjög sveigjanleg og gæti reynst gagnleg við íslenskar aðstæður. Þannig mætti nota handbókina til að framkvæma afmarkað verkefni í áhættumati: velja eitt svæði (t.d. Suðurland) eða eina grein (t.d. mjólkurframleiðslu) og fylgja skrefunum á einfaldan hátt til að draga fram helstu áhættur, nýta orsaka-afleiðingakeðjur til að ræða hvað gæti gerst ef X gerist o.s.frv., og fá út fyrstu hugmyndir um forgangsverkefni. Slík *hraðgreining* (rapid assessment) gæti gefið mikilvægar ábendingar um hvaða aðgerðir eru mikilvægastar fyrir landið eða geirann í heild.
- **CREAT:** Eins og áður hefur komið fram er þetta verkfæri ekki hannað fyrir landbúnað, en hugmyndafræði þess – að láta notendur sjálfa finna veikleikana í sínum rekstri og sjá hvernig loftslagið gæti haft áhrif – getur verið gagnleg. Til að yfirfæra þessa aðferðafræði á íslenskan landbúnað þyrfti að útvíkka svið hennar verulega og að svo stöddu er vænlegra að nota aðrar leiðir.
- **CLIMAAX:** Þótt CLIMAAX sé enn á tilraunastigi er líklegt að á næstu 1–2 árum komi út handbók og hugbúnaðarverkfæri sem gætu nýst hérlandis. CLIMAAX stefnir á að skilgreina viðmiðandi ferla fyrir svæðisbundið áhættumat og gefa út leiðbeiningar sem allir geta notað. Gera má ráð fyrir að CLIMAAX leggi áherslu á margþætta áhættuþætti sem hentar vel fyrir íslenskan landbúnað. En eins og staðan er í dag, er ekki hægt að reiða sig á að hægt verði að nálgast þessar afurðir verkefnisins fyrr en að nokkrum árum liðnum.

Samandregið má því álykta að ISO 14091 sé sá rammi, eða beinagrind sem best er að byggja á en að NCCRA og EUCRA geti hentað sem fyrirmyndir um hvaða þætti þurfi að skoða og hvernig best sé að forgangsraða aðgerðum. Climate Risk Sourcebook inniheldur aðferðafræði sem beita mætti nú þegar í minni skala en hinar aðferðirnar hafa þar litlu við að bæta.

Tillögur um næstu skref

Í ljósi þessa samanburðar eru hér nokkrar tillögur að næstu skrefum til að framkvæma mat á loftslagsáhættu í íslenskum landbúnaði:

1. **Innleiða pilot-verkefni með sveigjanlegum ramma:** Mælt er með að hefja tilraunaverkefni þar sem Climate Risk Sourcebook eða ISO 14091 er notað sem rammi. Þannig mætti velja afmarkað svið (t.d. mjólkurframleiðsla á Suðurlandi) og framkvæma áhættumat þar. Þetta myndi fljótt varpa ljósi á helstu áhættur og veikleika á öðrum svæðum og geirum og gefa grunn að frekari vinnu.
2. **Þróa gagnasafn og sviðsmyndir fyrir landbúnað:** Samhliða þessu þarf að auka rannsóknir og gagnaöflun um áhrif loftslags á íslenskan landbúnað. Í stuttu máli vantar betri gögn um fjölmarga þætti sem áhættu- og viðkæmnimat þarf að byggja á, t.d. loftslagssviðsmyndir sérsniðnar að landbúnaði – þ.e. hvað gerist ef meðalhiti hækkar um 1–2 °C og sumur verða X% þurrari, hvernig myndi gróðurþekja, beit og heyfengur bregðast við? Slíkar sviðsmyndir má síðan fýðra inn í matskerfin (hvort sem það er Sourcebook, ISO eða annað).
3. **Menntun og vitund:** Efla fræðslu fyrir bændur og aðra hagsmunaaðila um loftslagsáhættu. Halda námskeið eða vinnustofur þar sem grunnatriði áhættumats eru kynnt (t.d. með einföldu dæmi: “hvernig myndir þú meta áhættuna fyrir þitt bú ef árið 2035 verður eins og versta sumar síðustu 50 ára?”). Slíkt mun auka þátttöku og stuðning við formlegri greiningar.
4. **Forgangsraða aðgerðum byggt á niðurstöðum mats:** Þegar fyrstu drög að áhættumati liggja fyrir (hvort sem kemur úr pilot verkefni eða samráðsferli) þarf að tengja þær upplýsingar við aðgerðaráætlanir og forgangsraða aðgerðum

Að lokum er mikilvægt að hafa í huga að loftslagsáhætta er **síbreytileg**. Mat sem unnið er nú mun þurfa uppfærslu eftir fáein ár þegar aðstæður breytast, nýjar upplýsingar koma fram eða fleiri sviðsmyndir raungerast. Þess vegna er skynsamlegt að byggja upp *sveigjanlegt kerfi* – ráða sérfræðinga, þróa gagnagrunn og verklag – sem verður hluti af reglubundinni áætlanagerð í landbúnaði. Með því móti getur íslenskur landbúnaður verið betur í stakk búinn að takast á við þær ógnir (og nýta þau tækifæri) sem loftslagsbreytingar hafa í för með sér, og tryggt fæðuöryggi og velsæld komandi kynslóða.

Heimildir

ⁱ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/mission/external-content/pdfs/guide-to-climate-risk-assessment-291123-005-vfinal-2.pdf/@@download/file>

ⁱⁱ <https://www.en-standard.eu/bs-en-iso-14091-2021-adaptation-to-climate-change-guidelines-on-vulnerability-impacts-and-risk-assessment/?msckid=9ab5d794d3c51cf72cc3bfff637dd562>

ⁱⁱⁱ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/eu-adaptation-policy/key-eu-actions/european-climate-risk-assessment>

^{iv} <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/european-climate-risk-assessment>

^v https://www.epa.ie/media/epa-2020/monitoring-amp-assessment/climate-change/climate-ireland/NCCRA-Summary-for-Policymakers_Published_June_2025.pdf

^{vi} <https://www.gov.uk/government/publications/uk-climate-change-risk-assessment-2022>

^{vii} <https://www.adaptationcommunity.net/climate-risk-assessment-management/climate-risk-sourcebook/>

^{viii} https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2023/10/giz_2023_Climate_Risk_Sourcebook.pdf

^{ix} https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2023/10/giz_2023_Climate_Risk_Sourcebook.pdf

^x <https://www.epa.gov/crwu/climate-resilience-evaluation-and-awareness-tool>

^{xi} <https://www.climaax.eu>