

Mat á hönnunarflóði ómældra vatnasviða með notkun svæðisbundinnar tíðnigreiningar og sjálfvirkri greiningu einsleitra svæða

Inngangur

Ýmis verkefni krefjast útreikninga á svokölluðu T -ára flóði, þ.e.a.s. stærð rennslistopps með T -ára endurkomutíma. Þessar upplýsingar eru nauðsynlegar við brúar- og stífluhönnun, sem og við hönnun á öðrum straumfræðilegum mannvirkjum og ekki síður við rekstur uppistöðulóna. Upplýsinganna er oft krafist á stöðum þar sem mældar rennslisráðir eru annaðhvort ekki til staðar eða ekki nógu langar til að standa undir útreikningum á sjaldgæfum atburðum.

Sú leið sem notuð er í þessu verkefni byggir á svæðisbundinni tíðnigreiningu flóða (e. regional flood frequency analysis / index flood method) (Crochet, 2012a & 2012b). Þessi aðferð hefur víða verið notuð af vatna- og verkfræðingum við flóðahönnun. Hugmyndin er að nota öll tiltæk rennslisgögn af svæði sem er vatnafarslega einsleitt til að bæta upp fyrir takmörkuð gögn á því vatnasviði sem skoða á.

Aðferðafræði

Flóð er skilgreint í þessu tilfelli sem árlegt hámarksgildi augnabliksrennslis. Aðferðin byggist að mestu á tveimur skrefum. Annars vegar eru vatnafræðilega einsleit vatnasvið flokkuð saman út frá veðurfars- og eðlisrænumlandfræði eiginleikum sínum. Þetta er gert með tveimur aðferðum, s.k. „Region Of Influence“ (ROI) aðferð (Burn, 1990a, 1990b) og s.k. klasagreiningu (Cluster analysis) (Crochet, 2012b). Hins vegar fer fram svæðisbundið mat sem yfirferir staðlað svæðisbundið vaxtargraf á þann stað sem áhuga vekur hverju sinni, eftir viðeigandi endurkövörðun með kvörðunarþætti.

Svæðisbundin tíðnigreining flóða gerir ráð fyrir að á svæði sem er vatnafarslega einsleitt sé dreifing flóðatíðni ólíkra vatnasviða sú sama ef frá er talinn kvörðunarþáttur. Mat á T -ára flóði $Q_i(T)$ á stað i , er fengið með því að endurkvarða svæðisbundið vaxtargraf, $q_R(T)$, með svonefndum kvörðunarþætti flóða μ_i á stað i :

$$Q_i(T) = \mu_i q_R(T) \quad (1)$$

Svæðisbundna vaxtargrafið er einingalaus dreifing flóðatíðni. Flóðatíðnin er reiknuð með því að sameina einstök vaxtargröf $q_i(T) = Q_i(T)/\mu_i$ fyrir hvert mælt vatnasvið með sérstakri aðferð sem sett var fram af Hoskings ofl. (1985). Skölunarþátturinn μ_i er skilgreindur hér með meðalgildi af árlegu hámarksflóði.

Á mældum vatnasviðum er meðalgildi úrtaksins notað:

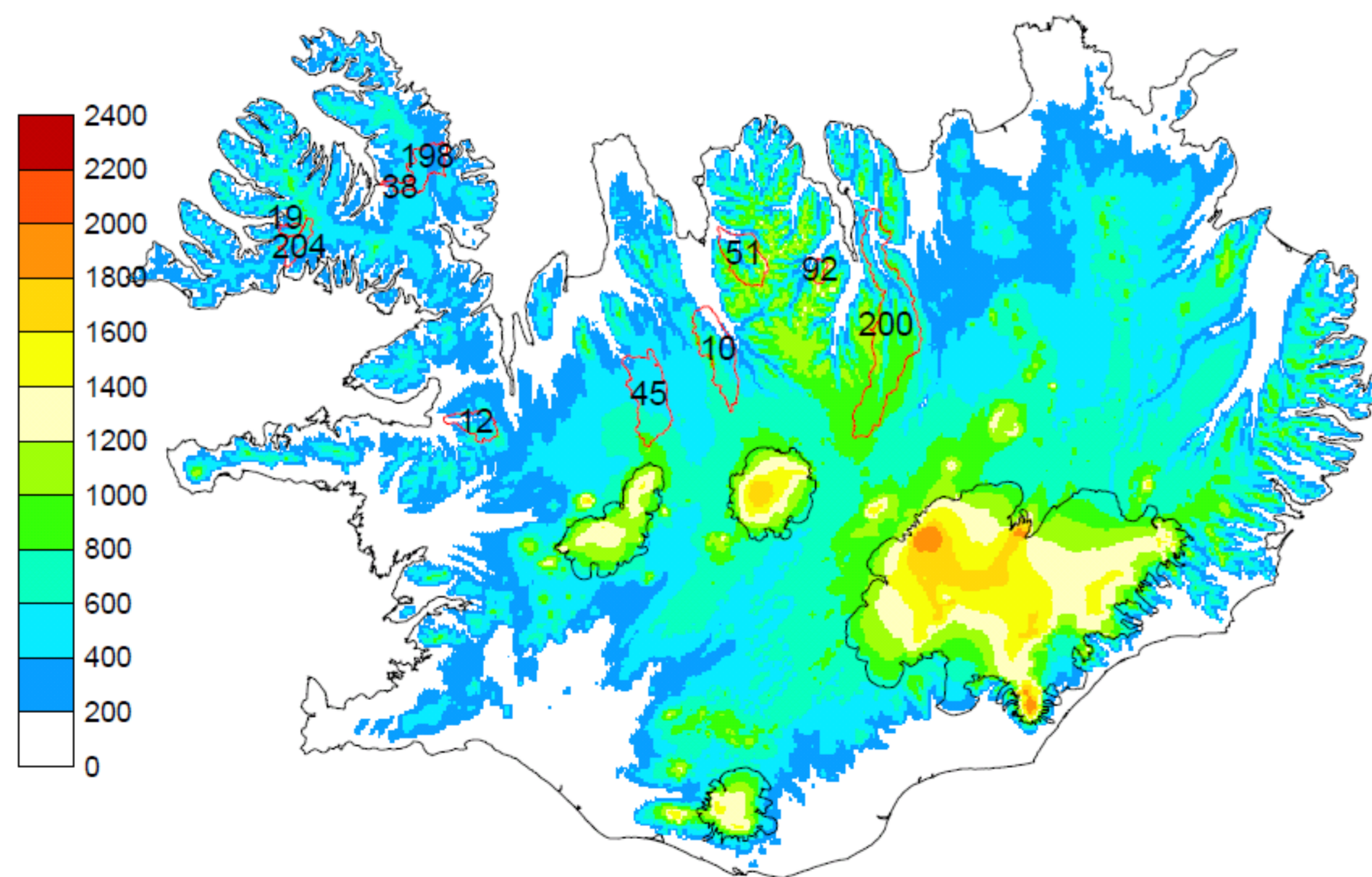
$$\mu_i = E[Q_i] = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Q_i(k) \quad (2)$$

Á ómældum vatnasviðum er μ_i metið með línulegri aðhvarfsgreiningu og byggir á eðlisrænumlandfræði, vatnafræðilegum og veðurfræðilegum þáttum x_i fyrir hvert vatnasvið. Þessir þættir eru til að mynda flatarmál, hæð, halli og ummál vatnasviðs, árleg úrkoma o.s.frv.:

$$\mu_i = E[\hat{Q}_i] = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2} x_3^{a_3} \dots x_l^{a_l} \quad (3)$$

Rannsóknasvæði

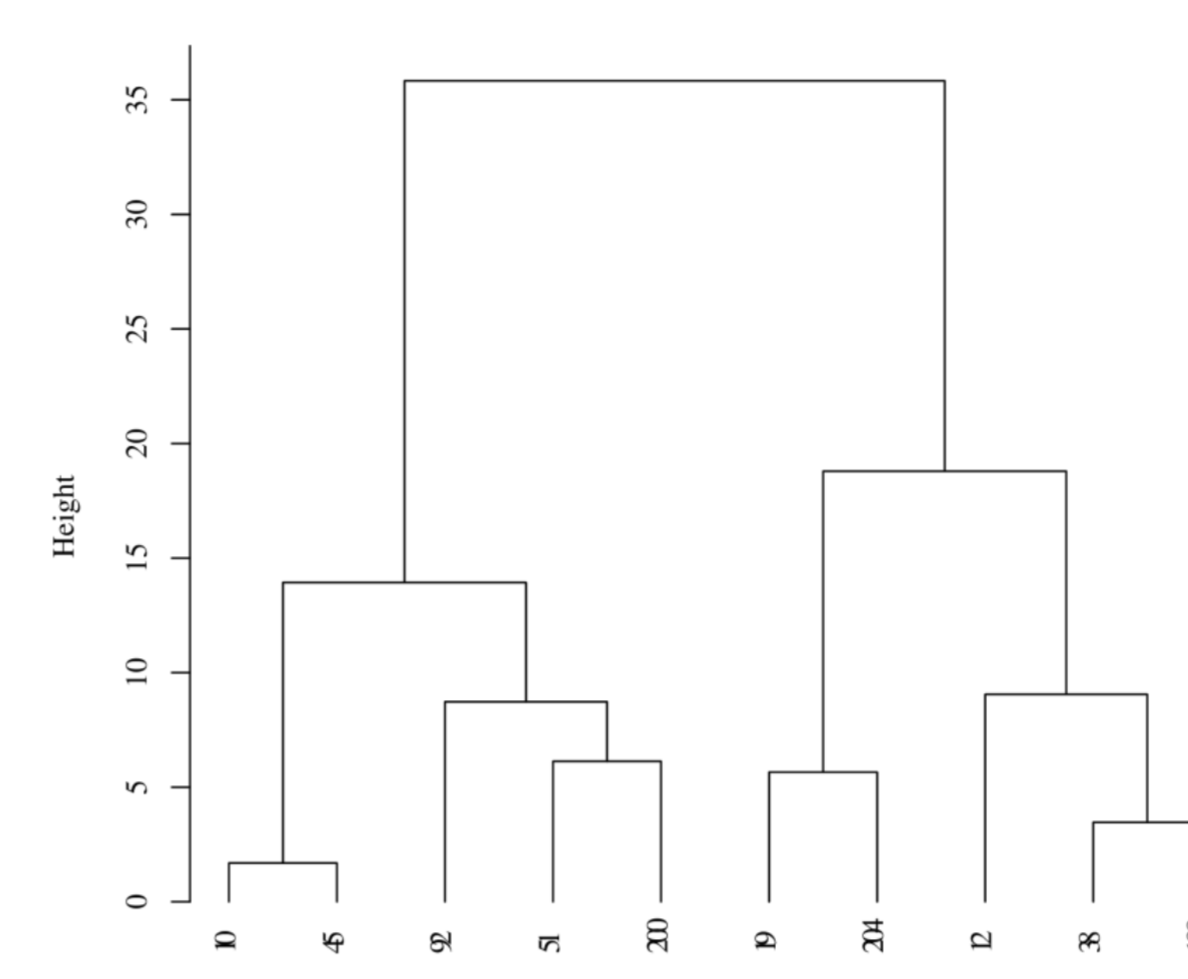
Tíu vatnasvið voru valin til þess að prófa aðferðafræðina (Mynd 1).



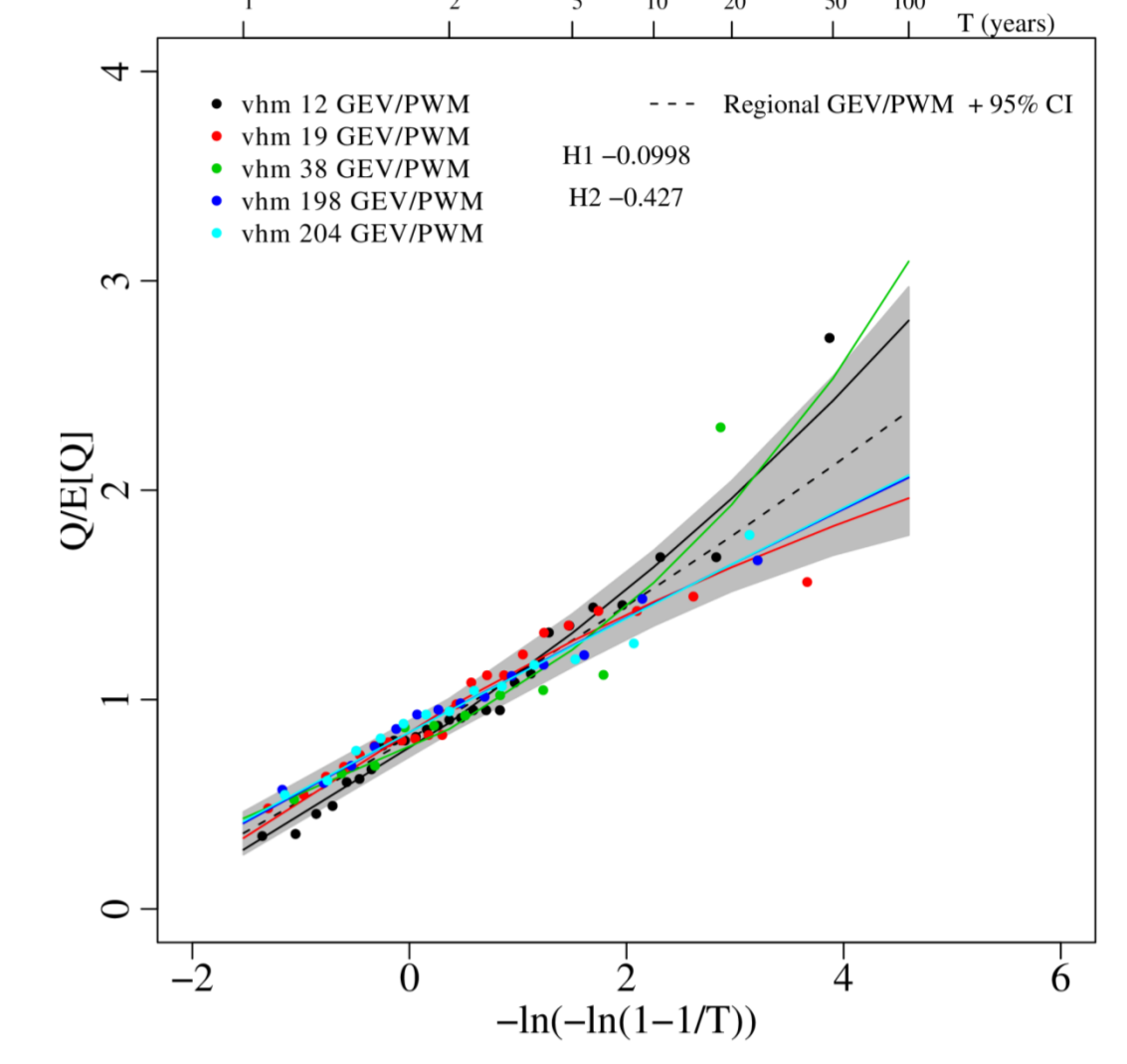
Mynd 1: Landlíkan og staðsetning vatnasviða

Niðurstöður

Mynd 2 sýnir niðurstöður fengnar með klasagreiningu. Hún gefur upplýsingar um tengingu á milli vatnasvæða byggðum á eiginleikum sem voru notaðir. Tveir flokkar, með fimm vatnasviðum hver, voru skoðaðir. Annar flokkurinn samsvarar til Tröllaskaga og nágrennis og hinn til Vestfjarða og nágrennis. Mynd 3 sýnir svæðisbundin og einstök vaxtargröf fyrir flokk 2. Sjá má að þessum tíðnigröfum ber tiltölulega vel saman sem bendir til þess að ályktunin um einsleitni vaxtargrafanna er gild fyrir þetta svæði. Svipaðar niðurstöður fengust með ROI aðferðarfræðinni.

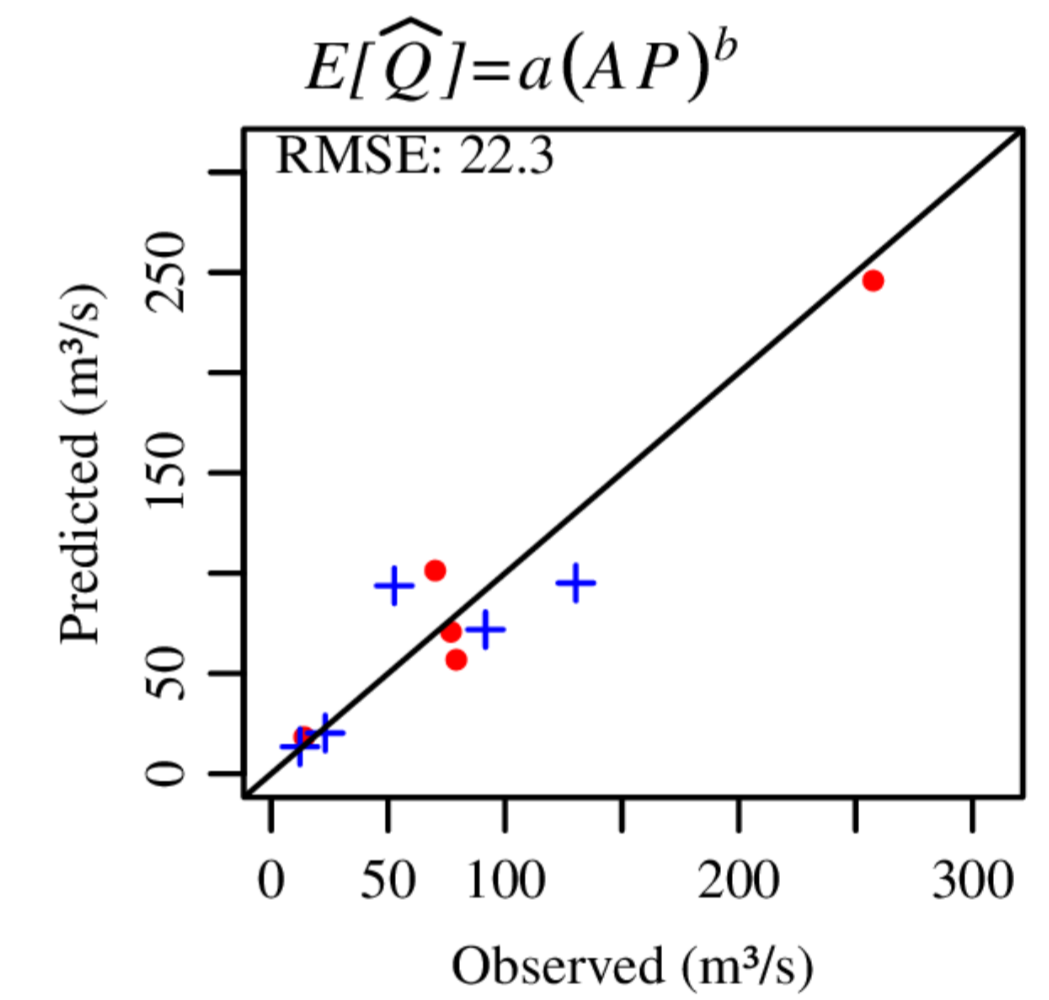
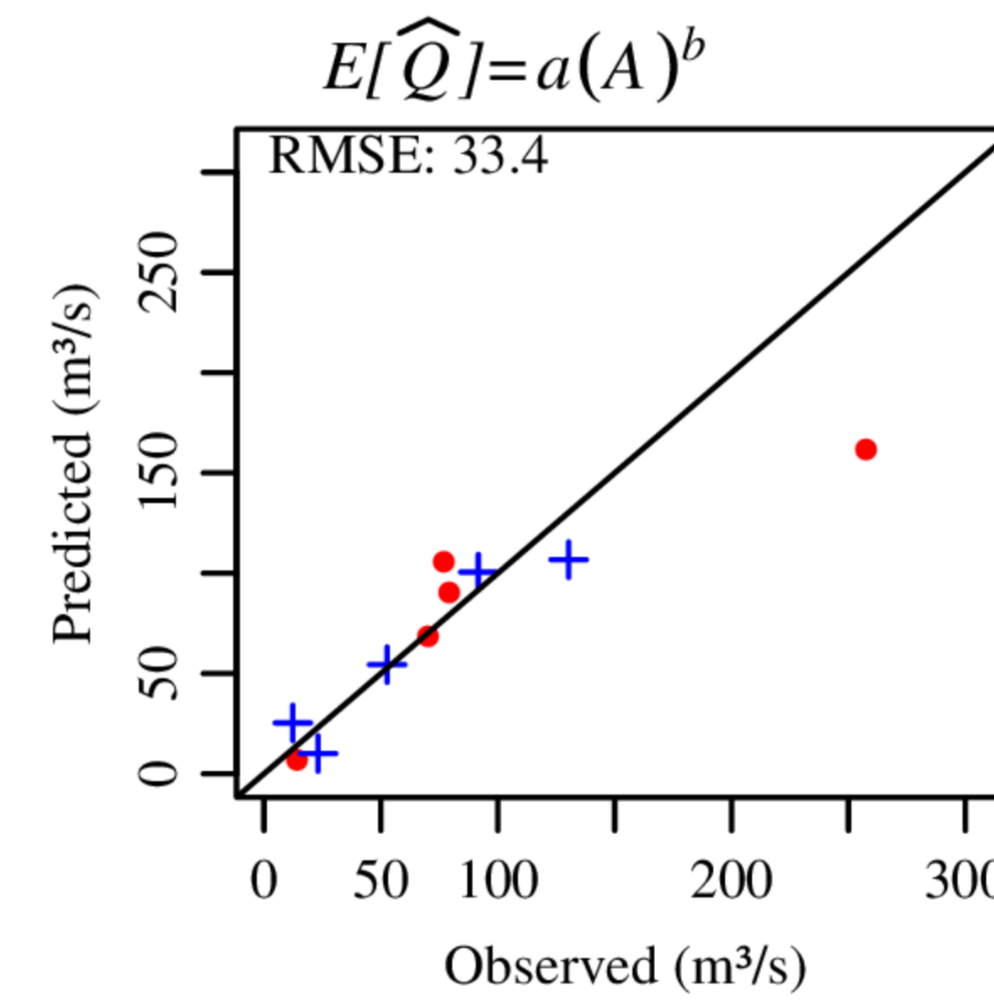


Mynd 2: Klasagreining



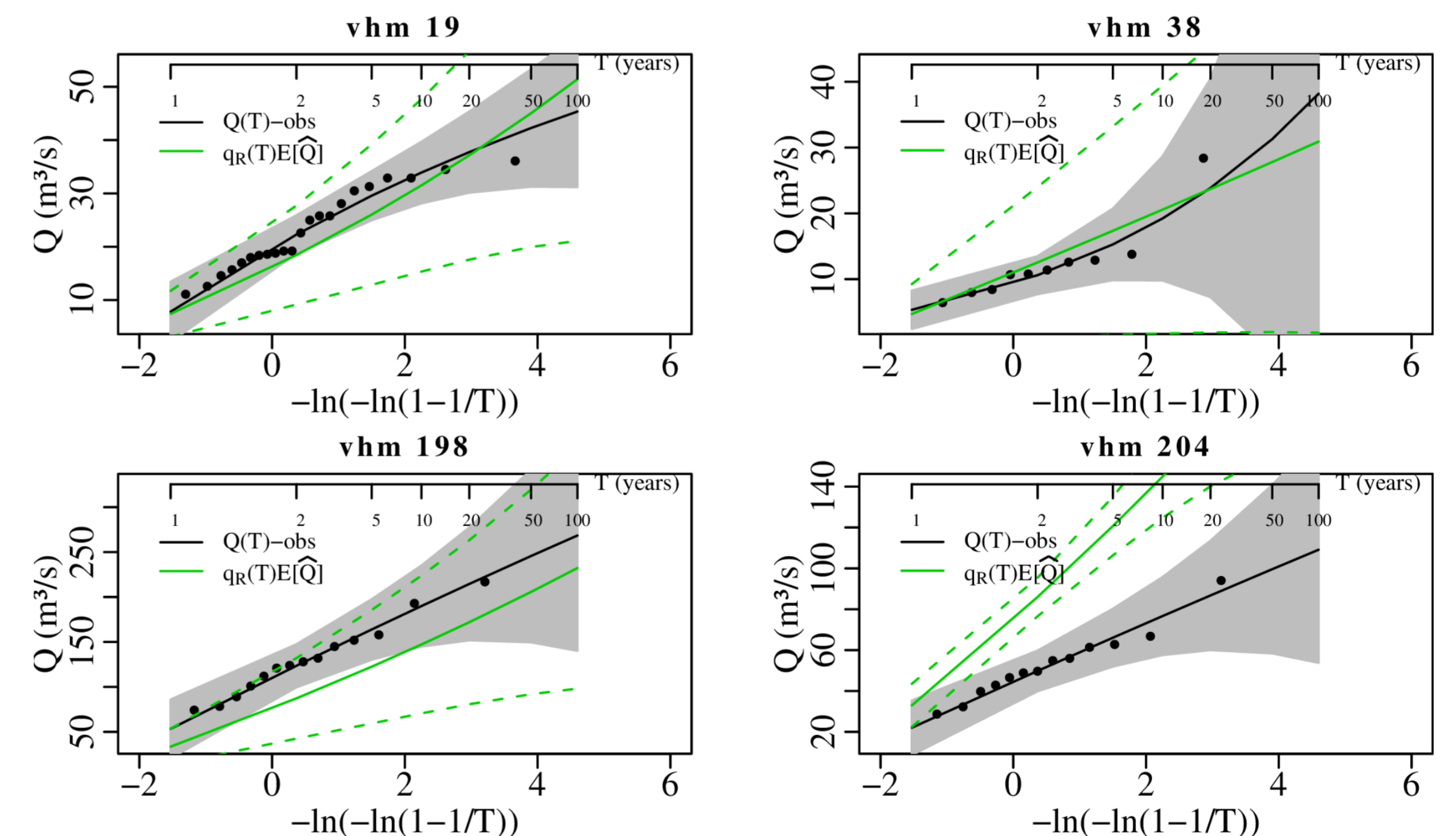
Mynd 3: Einstök og svæðisbundin vaxtargröf fyrir vatnasvið á svæði 2

Sex mismunandi líkön voru prófuð við mat á kvörðunarþættinum (Jafna 3). Þar sem fjöldi vatnshæðarmæla var takmarkaður við fimm á hverju svæði, voru líkönin skilgreind með því að sameina nokkra vatnasviðsþætti í eina breytu. Þættir hvers vatnasviðs voru: flatarmál (A), ummál (L), meðalhæð vatnasviðs (Z), meðal ársúrkoma (P) og meðalgildi af árlegu hámarksafrennsli (R_s) fengið út frá úrkomu og hitagögnum. Mynd 4 sýnir niðurstöður fyrir báða flokkana með klasagreiningu, með tveimur líkönum. Hvert líkan var kvarðað með því að nota fjögur vatnasvið í hverjum flokki og notað fyrir það fimmta.



Mynd 4: Mæld gögn á móti líkanreiknuðum kvörðunarþætti fyrir vatnasvið í flokki 1 (rautt) og flokki 2 (blátt)

Til að meta gæði aðferðarinnar er flóðatíðnigraf hvers vatnasviðs endurgert með Jöfnu (1), með því að nota aðeins gögn frá hinum fjórum vatnasviðunum frá tilheyrandi flokkum. Niðurstöðurnar eru bornar saman við flóðatíðnigrafíð sem fæst með mældum rennslisgögnum, sjá Mynd 5.



Mynd 5: Mældar og metnar dreifingar á flóðatíðni fjögurra vatnasviða. Svarta heila línan sýnir viðmiðunardreifingu út frá mældu flóðauktaki og skyggða svæðið sýnir 95% öryggisbil. Heila græna línan samsvarar metinni dreifingu sé gert ráð fyrir ómældu vatnasviði (Jafna 1 og 3). Brotnu línurnar lýsa 95% öryggisbili fyrir tiltekna dreifingu.

Ályktanir

Takmörkuð gögn eru oftast en ekki mesta hindrunin sem vatna- og verkfræðingar fást við í vatnafræðilegum hönnunarverkefnum. Sú svæðisbundna tíðnigreining flóða sem kynnt er hér er öflugt tól til að meta endurkomutíma flóða á svæðum með takmörkuðum mælingum eða á ómældum svæðum. Helstu erfðileikarnir eru annars vegar skilgreiningin á einsleitum svæðum og hins vegar mat á kvörðunarþættinum.