

Minnisblað

Viðtakandi: Erla Björk Þorgeirsdóttir, Orkustofnun

Mat á vatnsorku til smávirkjana

15/5/2018

Höfundur: Morgane Priet-Mahéo, Tinna Þórarinsdóttir, Sif Pétursdóttir, Matthew J. Roberts, Davíð Egilson.

Verknúmer/málalykill: 4600-0-0002

Inngangur

Verkefni þetta miðar að því að setja fram langæislínur rennslis vegna frumáætlaða um smávirkjanir á nokkrum stöðum á Norður- og Norðausturlandi, sem byggja á veðurgögnum úr veðurspálíkaninu Harmonie. Í verkefninu eru lagðar fram langæislínur fyrir lítil vatnasvið þar sem rennslismælingar eru ekki til staðar. Upphafleg stærð Harmonie gagnanna eru reikninet með möskvastærð 2,5x2,5 km². Gögnin eru síðan færð niður í möskvastærð 1x1 km² en eru þó ennþá frekar gróf ef meta á afrennsli af mjög litlum vatnasviðum (< 20 km²).

Í þessu minnisblaði verður fjallað um niðurstöður á þremur svæðum á norðanverðu landinu; Norðvesturlandi, Norðurlandi og Norðausturlandi. Verkefnið byggir á aðferð sem hefur ekki verið reynd hérlandis fyrr. Til þess að ganga úr skugga um gæði nálgunarinnar voru unnar langæislínur sem byggja á rennslismælingum, fyrir vatnasvið þar sem rennslismælar hafa verið í rekstri, og vatnasvið þeirra liggja nálægt vatnasviðum sem eru til skoðunar til smávirkjana. Þær langæislínur eru bornar saman við langæislínurnar sem unnar eru úr Harmonie gögnunum. Fram kom að Harmonie aðferðin virðist vanmeta lágrennslisþáttinn. Þetta setur verkefninu augljósar skorður og því hefur verið reynt að finna leiðir sem myndu gefa raunsannari mynd af langæislínunum. Veðurstofan leggur fram gögn um langæi eins og þau koma úr Harmonie líkaninu en einnig líkanraðir þar sem leitast er við að leiðrétta fyrir hluta af þessu vanmati.

Aðferðafræði

Harmonie gögn

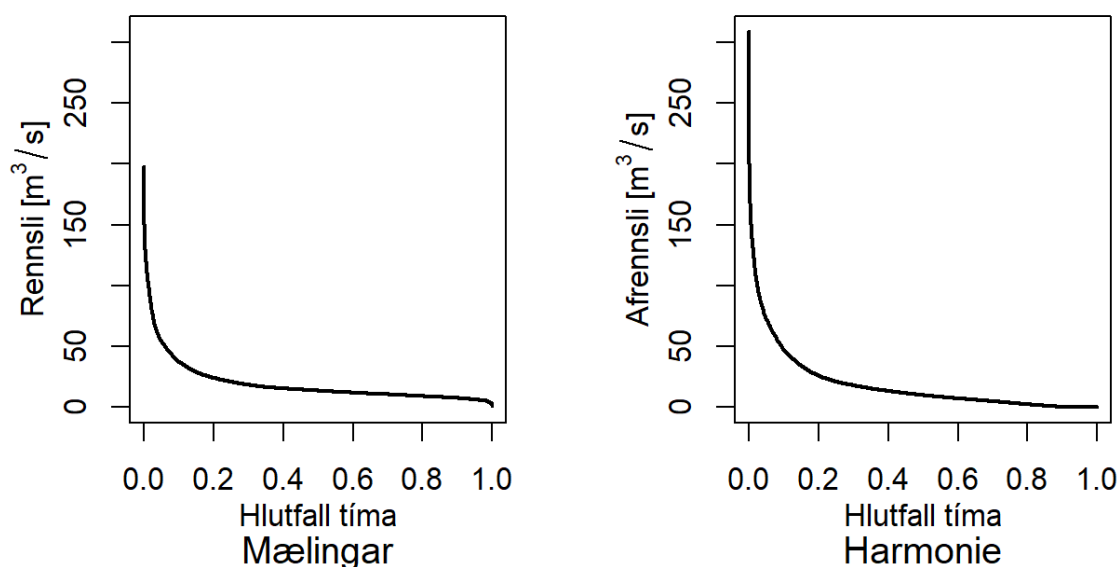
Harmonie er háupplausnar-líkan sem hefur verið notað hjá Veðurstofu Íslands síðan 2011. Líkanið er samstarfsverkefni margra Evrópuþjóða, en var upprunalega byggt á AROME líkan sem var þróað hjá Meteo France. Líkanið reiknar gögn með 2,5 km möskvastærð og gefur út 66 tíma spá. Líkanið býr meðal annars til eftirfarandi gögn með klukkutíma upplausn: hita og úrkomu sem innifelur rigningu, slyddu og snjó, þurrugufun, uppgufun og snjóbráðnun. Líkanið hefur verið notað til að endurreikna veðurfar aftur í tímann með ofangreindri upplausn. Endurreikningar þessara gagna nær yfir allt landið í 2,5 km möskvastærð og upplýsingarnar eru gefnar á klukkutíma fresti.

Rétt er að geta þess að gögnin úr Harmonie eru ekki gögn úr vatnafarslíkani sem þýðir að ekki er gert ráð fyrir neinni geymslu eða seinkun á ferli vatns. Þannig er sú einfalda nálgun gerð að heildarrennsli á sólarhring sé myndað af rigningu sem fellur til jarðar að viðbættri snjóbráðnun en frádreginni uppgufun og þurrugufun. Þessi nálgun gerir þannig ekki ráð fyrir neinu grunnrennsli eða grunnvatni og er því ekki reiknað með neinu rennsli þá daga sem ekki rignir né bráðnar snjór eða jökulís. Eins er ekki gert ráð fyrir að neitt vatn hripi niður og skili sér seinna meir heldur fellur allt vatn jafn harðan til útfalls vatnasviðs samdægurs líkt og það renni eftir plastdúk sem lagður er yfir allt vatnasviðið. Hér að neðan er bent á leiðir til að mæta þessum augljósa vankanti.

Langæislínur

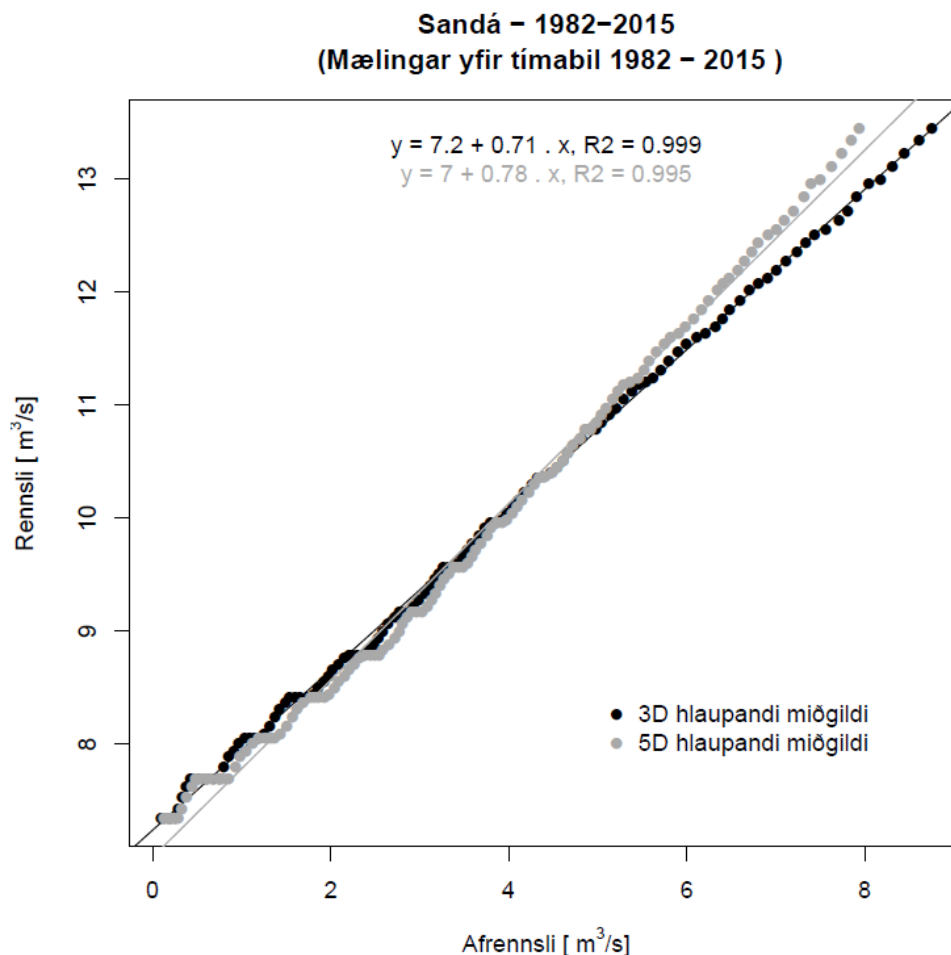
Langæislína (e. Flow duration curve) segir til um hvaða líkur eru á að rennslið sé yfir ákveðnum mörkum. Langæislínur eru reiknaðar út frá daglegum meðaltölum fyrir bæði mælt rennsli þegar mælingar voru tiltækar og afrennsli frá Harmonie.

Selá (1982-2015)



Mynd 1 Langæislínur frá Selá yfir árabilið 1982 - 2015. Annars vegar er línan byggð á rennismælingum og hins vegar á mati á afrennsli úr Harmonie gögnunum. Myndirnar sýna hlutfall tíma þar sem rennsli er yfir ákveðnum mörkum sem afmarkast af ferlinum

Vitað er að ekki er raunhæft að setja fram dagleg afrennslisgögn sem metin eru eingöngu með Harmonie líkaninu vegna fyrrnefndra nálgana sem gerðar eru varðandi myndun afrennslis. Því var ákveðið að setja upp langæislínur samsettar úr hlaupandi miðgildum mismunandi fjölda daga sem eru unnar úr Harmonie gögnum og þær bornar saman við langæislínur úr mældum rennslisröðum. Mynd 2 sýnir slíkan samanburð.



Mynd 2 Tengsl langæislna sem fundnar eru með beinum mælingum og langæislna afrennslis úr Harmonie líkaninu. Gögnin eru frá Sandá í Þistilfirði. Líkingarnar sýna samband mælds rennslis við afrennsli fengið úr Harmonie, annars vegar 3 daga hlaupandi miðgildi og hins vegar 5 daga hlaupandi miðgildi

Fram kemur að fylgnin sem er reiknuð þegar langæið er milli 30% og 90 % tímabilsins er yfirleitt afar góð þar sem fylgnistuðullinn er $R^2 = 0,99$ og $0,95$.

Myndir sem sýna samanburð á þeim 11 mælistöðum sem voru bornir saman á þennan hátt eru sýndar í viðauka A¹. Á myndunum sjást aðhvarfslíkingarnar bæði fyrir 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi á forminu

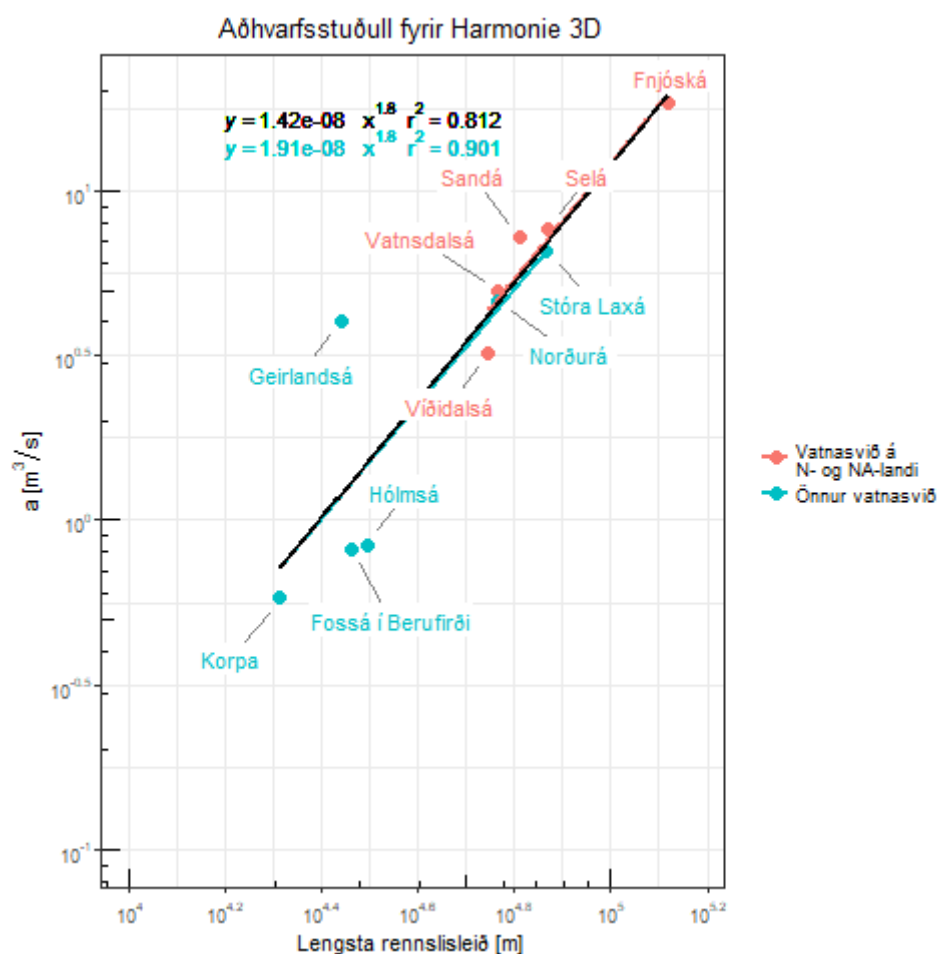
$$\text{Rennsli} = a + b \cdot \text{afrennsli}$$

Fylgnin R^2 er mjög góð og spannar bilið $0,9 - 0,99$.

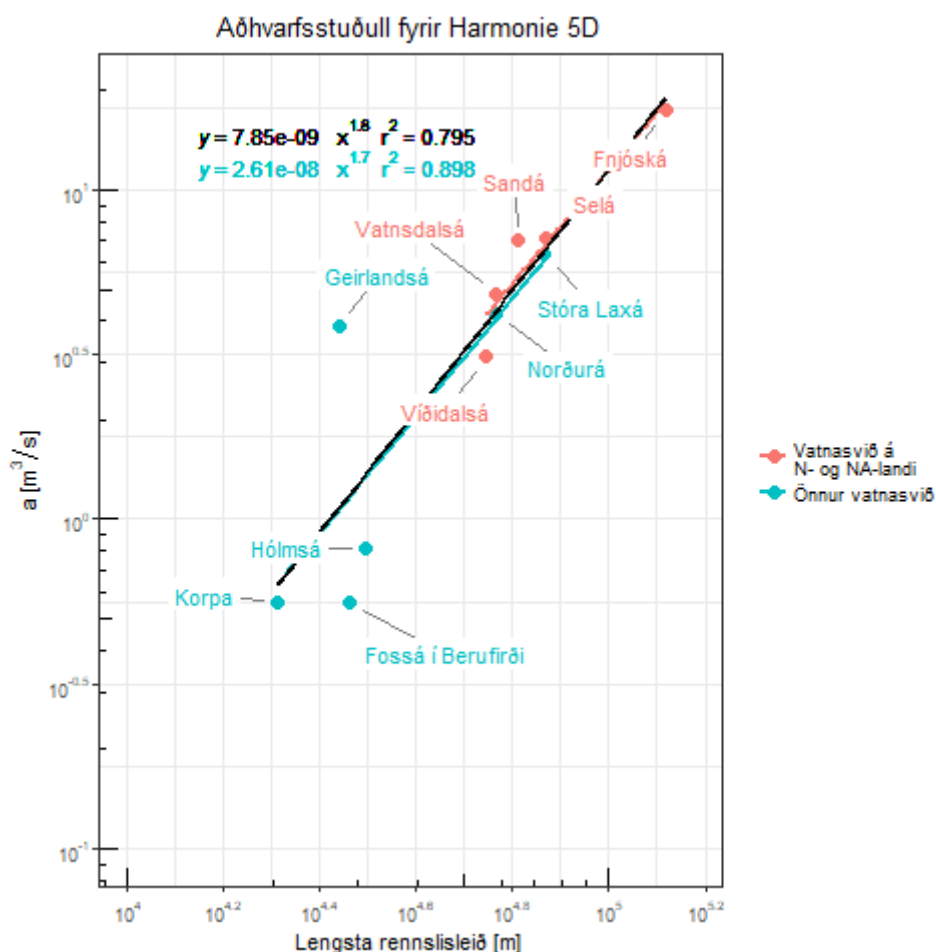
Þegar litið er á aðhvarfslíkinguna sést að **b** stuðullinn sem er hallatala línunnar er mikið til sá sami yfir allt Norðurland og er á bilinu $0,4 - 0,71$ (Mynd 5). Þegar hallatalan **b** er undir 1 þýðir

¹ Í þessum viðauka verða aðeins plottin sem eru með sama formi og mynd 2

Það að mælt rennsli er minna en afrennslið sem fengið er frá Harmonie og sá munur eykst eftir því sem rennslið vex. Þess í stað safnast hluti afrennslisins fyrir í stuðlinum **a** sem gefur til kynna uppsöfnun eða miðlun á vatnasviðinu sem kemur til góða við lágrennslið. Í ljósi þessa var kannað hvort marktækt samband væri milli **a** stuðulsins og síðan lengstu rennslisleiðar vatns innan vatnasviðsins. Hið síðarnefnda er stærð sem fundin er í landlíkani hvers vatnasviðs og er algrími (algorithm) notaður til að finna lengstu rennslisleið í landlíkaninu að hnigmarki (pour point) vatnasviðsins þar sem miðað er við að virkja vatnið. Tengslin milli **a** stuðulsins við 3 daga hlaupandi miðgildi rennslis og lengstu rennslisleiðar eru sýnd á Mynd 3 og sömu tengsl milli **a** stuðulsins við 5 daga hlaupandi miðgildi rennslis er sýnd á Mynd 4.



Mynd 3 Tengsl **a** stuðuls frá 3 daga hlaupandi miðgildi og lengstu rennslisleiðar hvers vatnasviðs. Bláa línan sýnir tengslin í vatnsföllum á Norður- og Norðausturlandi, rauða tengslin í vatnasviðum annars staðar á landinu en svarta tengslin við öll vatnsföllin sem voru könnuð.



Mynd 4 Tengsl a stuðuls frá 5 daga hlaupandi miðgildi og lengstu rennslisleiðar hvers vatnasviðs. Bláa línan sýnir tengslin í vatnsföllum á Norður- og Norðausturlandi, rauða tengslin í vatnasviðum annars staðar á landinu en svarta tengslin við öll vatnsföllin sem voru könnuð.

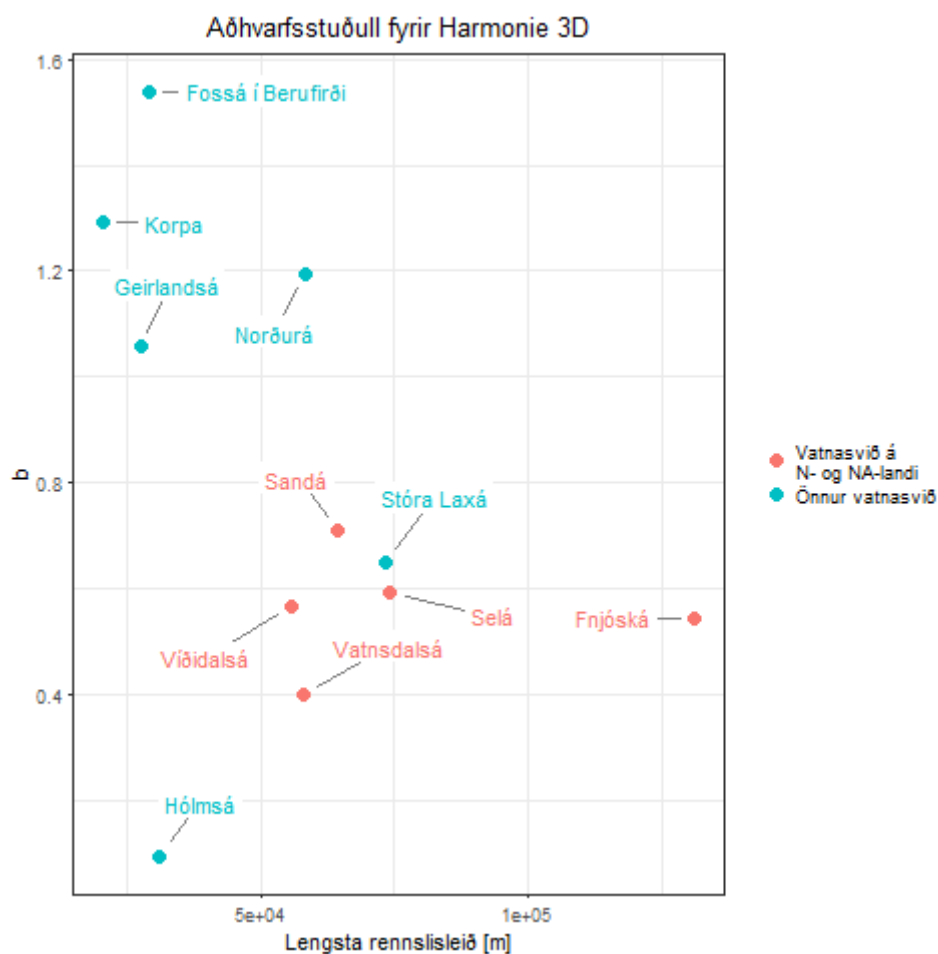
Um er að ræða veldissamband á eftirfarandi formi:

$$a \text{ stuðull} = \text{fasti} * \text{lengsta rennslisleið}^{\text{veldisvísir}}$$

Þar sem áhrif af lengstu rennslisleið fjara út þegar hún verður mjög stutt og áhrifin verða ekki neikvæð. Mjög sterk tengsl koma fram á Myndum 3 og 4 en sýnu sterkari á Mynd 3 þar sem notað er 3 daga hlaupandi miðgildi. Þar er R^2 er 0,90 fyrir mældu vatnasviðin á Norður- og Norðausturlandi en 0,81 fyrir öll vatnasviðin sem voru í rannsókninni og þess vegna var ákveðið að nota það samband í leiðréttingum á þeim vatnasviðum sem höfðu ekki mælingar til að styðjast við.

Þegar lítið er á Mynd 5 þar sem könnuð eru tengsl stuðulsins b við lengstu rennslisleið er næsta ljóst að þar er lítið sem ekkert samband milli breyta. Myndin sýnir mikla dreif í stuðlinum enda eru vatnsföllin sem þar eru sýnd af margs konar gerð og uppruna. Hins vegar er til þess að gera lítil dreif í vatnsföllum af Norður- og Norðausturlandi. Spönnin sem b stuðullinn tekur fyrir

Þessi vatnasvið er á bilinu 0,4 – 0,71. Hafa ber í huga að vatnasviðin á Norður- og Norðausturlandi sem notuð voru til viðmiðunar eru að mestu heiða og votlendismiðlaðar dragár. Grunnvatnsþáttur þessara vatnsfalla er yfirleitt verulega minni en er í vatnsföllum á eldvirknibeltinu.



Mynd 5 Hér má sjá b stuðla fyrir vatnasvið á Norður- og Norðausturlandi (blátt) og nokkur önnur mæld vatnasvið (rautt).

Í ljósi þess að dreifin var ekki svo mikil var ákveðið að gefa út tvenns konar leiðréttingarraðir fyrir hvert vatnasvið sem myndu spanna þennan mun:

- $HL_{min} = a + 0,4 * H$
- $HL_{max} = a + 0,7 * H$

Þar sem

- H er Harmonie líkanið með hlaupandi 3 daga meðaltali
- HL er Harmonie líkanið með hlaupandi 3 daga meðaltali með leiðréttingunum hér að ofan.

Afhending rennslisraða

Samhliða skýrslunni verða langæislínur þeirra vatnsfalla sem fjallað er um afhentar á stafrænu formi:

- a) Vatnasvið þar sem rennslismælingar liggja fyrir og notuð voru til samanburðar:

Sandá, Selá, Árbugsá (ath), Fnjóská, Vatnsdalsá, Norðurá, Fossá í Berufirði, Hólmsá, Kelduá, Stóra Laxá, Geirlandsá og Korpa

(Ath til eru gamlar mælingar í Árbugsá en ekki er vitað um áreiðanleika þeirra. Árbugsá er í hópi þeirra vatnsfalla sem á að meta)

Gögnin eru á eftirfarandi formi:

Selá- Langæislínur 1982-2015					
<i>(Mælingar yfir tímabil 1982 - 2015)</i>					
Hlutfall	Mælt rennsli	Harmonie 3D	Harmonie 5D	Harmonie 3D leiðrétt hámark	Harmonie 3D leiðrétt lágmark

- b) Vatnasvið þar sem á að meta langæislínur rennslis út frá Harmonie líkaninu:

Bakkaá, Djúpilækur, Fossá, Garðá , Hólkná, Laxá, Rauðá, Vesturá, Árbugsá, Gljúfurá, Seljadalsá, Ormsá, Stóra Giljá,

Gögnin eru á eftirfarandi formi:

Bakká- Langæislínur 1982-2015				
Hlutfall	Harmonie 3D	Harmonie 5D	Harmonie 3D leiðrétt hámark	Harmonie 3D leiðrétt lágmark

Skýringar á Dálkum:

Hlutfall = Hlutfall langæis ferilsins. Spannar gildissvið 0 – 1

Mælt rennsli= Mælt rennsli vatnsfallsins í m³/s

Harmonie 3D =Afrennsli þriggja daga hlaupandi miðgildis Harmonie líkansins í m³/s

Harmonie 5D =Afrennsli 5 daga hlaupandi miðgildis Harmonie líkansins í m³/s

Harmonie 3D leiðrétt hámark= Afrennsli þriggja daga hlaupandi miðgildis Harmonie líkansins í m³/s sem búið er að leiðrétta með líkingu 1 þar sem b =0,71

Harmonie 3D leiðrétt lágmark= Afrennsli þriggja daga hlaupandi miðgildis Harmonie líkansins í m³/s sem búið er að leiðrétta með líkingu 2 þar sem b= 0,4

Bent er á að nota mæliraðir sem byrja á 3D og sérstaklega þær sem bera nafnið „leiðrétt“

Staðalýsingar

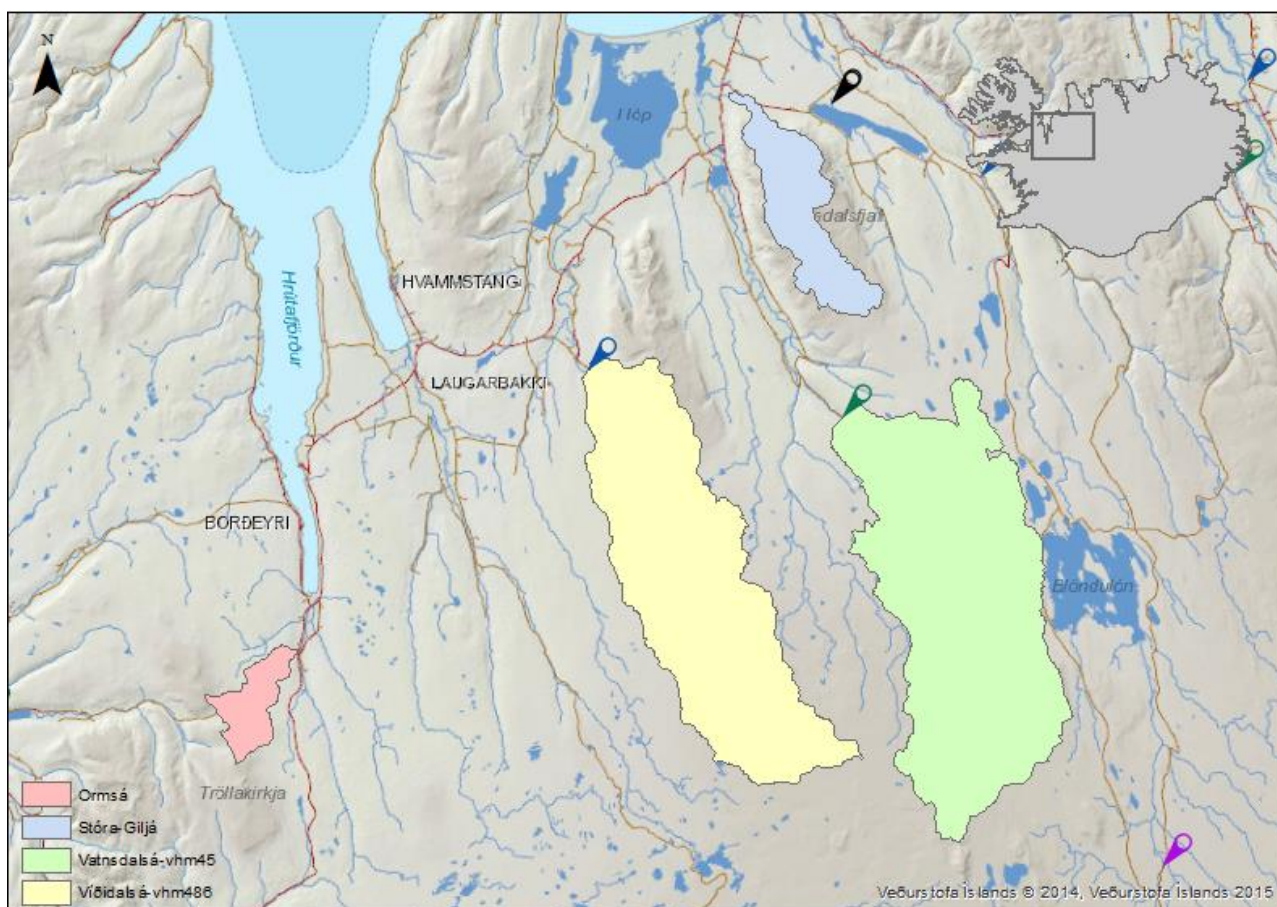
Í þessari rannsókn voru skoðaðar langæislínur fyrir vatnsvið á þremur svæðum: Norðvesturlandi, Norðurlandi og Norðausturlandi.

Norðvesturland

Vatnasviðin tvö Ormsá og Stóra-Giljá ásamt viðmiðunarvatnasviðunum Vatnsdalsá og Víðidalsá má sjá á Mynd 6. Ekki er um auðugan garð að gresja hvað varðar fjölda vatnshæðarmæla á þessu svæði og því komu ekki önnur vatnasvið til greina í samanburð en Vatnsdalsá og Víðidalsá, jafnvel þó svo þau séu bæði mun stærri en Ormsá og Stóra-Giljá. Stærð vatnasviðanna má sjá í

Tafla 1. Stærð vatnasviða getur haft áhrif á gæði gagna Harmonie líkansins því einstaka staðbundnar skekkjur í úrkomu og jafnvel hita jafnast frekar út á stærri vatnasviðum en áhrif þeirra geta verið meiri á smærri vatnasviðum. Öll vatnasviðin eru hins vegar á svipuðum slóðum og í bókinni *Vatns er þörf*² er talað um að húnvetnskar ár líkt og þessar séu aðallega dragár af heiðalöndum, vorflóðaár.

² Sigurjón Rist, 1990



Mynd 6: Yfirlitskort af þeim vatnasviðum sem unnið er með á Norðvesturlandi.

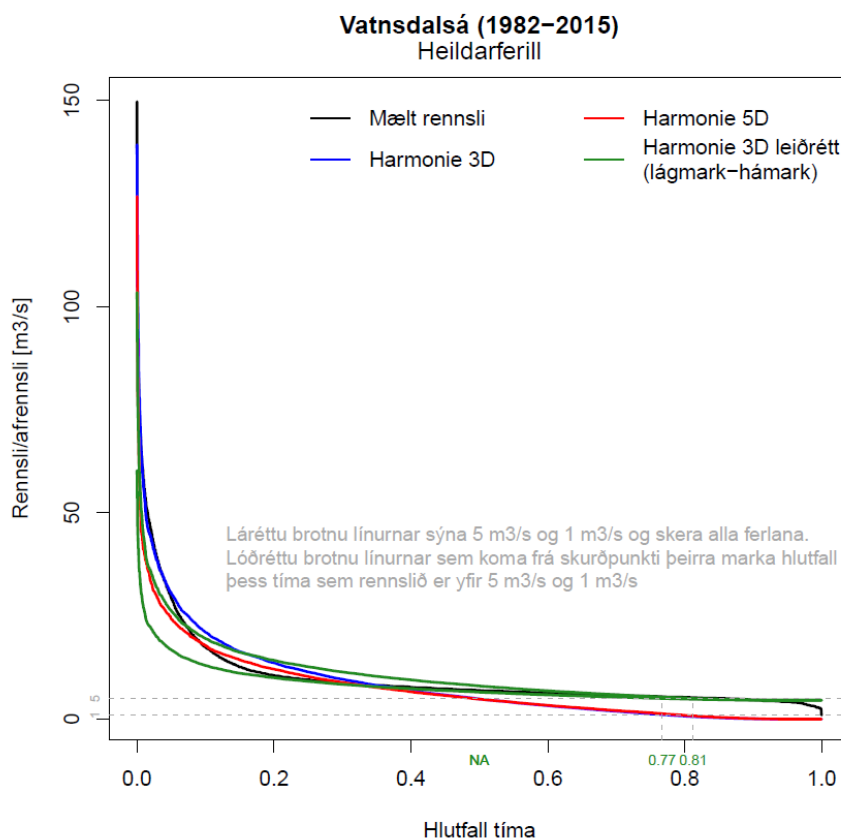
Tafla 1: Stærð vatnasviða á Norðvesturlandi

Vatnasvið	Stærð (km ²)
Ormsá	34
Stóra-Giljá	89
Vatnsdalsá (vhm45)	458
Víðidalsá (vhm486)	376

Í Vatnsdalsá hefur vatnshæðarmælir 45 verið í rekstri síðan 1949, en með sírita frá 1954. Mælirinn er á hægri bakka í Nónhyl í landi Forsæludals. Vatnsdalsá er dragá með smá lindaþætti og ofurlítilli jöfnun af stöðuvatni. Meðalrennsli vatnsáranna 1948-2015 eru 10,0 m³/s.³ Á Mynd V 1 (í Viðauka) má sjá daglegt afrennsli úr Harmonie gögnum (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi (rauðlitað). Mynd 7 hér að neðan sýnir hins vegar langæisferil Vatnsdalsár þar sem bornir er saman ferlar sem eru byggðir á mældu rennsli, ferlar unnum úr Harmonie gögnum með 3 og 5 daga miðgildi og leiðréttir hámarksferlar sem byggja á 3 daga miðgildi. Hinir

³ Veðurstofa Íslands 2017. Rennslisskýrsla vatnsárið 2015/2016. V45, Vatnsdalsá, Forsæludalur

leiðréttu ferlar liggja mun nær ferlinum sem byggir á rennslismælingum en þeir sem teknir eru beint úr Harmonie.

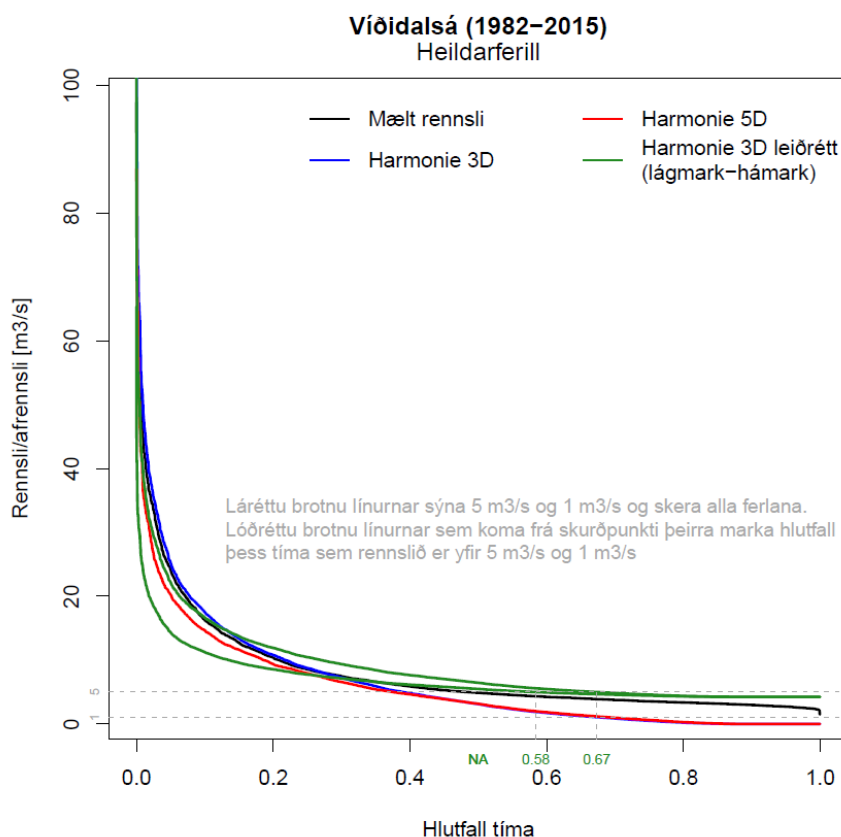


Mynd 7 Langæislinur fyrir árabilið 2004 - 2015 í Vatnsdalsá. Myndin sýnir feril fyrir mælt rennsli, ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttu hámarks og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

Í Víðidalsá er vatnshæðarmælir 486 í nágrenni við bæinn Kolugil, neðst í Kolugljúfri. Mælirinn hefur verið í rekstri frá árinu 2003. Meðalrennsli vatnsáranna 2003-2015 eru 8,02 m³/s. Víðidalsá er dragá með upptakakvísar í stöðuvötnum á Arnarvatnsheiði⁴ sem teygja sig í átt að gosbeltinu. Á Mynd V 2 má sjá daglegt afrennsli fyrir Víðidalsá, unnið úr Harmonie gögnunum (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi (rauðlitað).

Mynd 8 sýnir langæisferil Víðidalsár þar sem bornir eru saman ferlar sem eru byggðir á mældu rennsli, ferlar unnum úr Harmonie gögnum með 3 og 5 daga miðgildi og leiðréttir hámarksferlar sem byggja á 3 daga miðgildi. Hinir leiðréttu ferlar liggja mun nær ferlinum sem byggir á rennslismælingum en þeir sem teknir eru beint úr Harmonie. Rétt er að vekja athygli á því að í þessu tilfalli ofmeta lítillga hinir leiðréttu ferlar lágrennslið.

⁴ Veðurstofa Íslands 2017. Rennslisskýrsla vatnsárið 2015/2016. V486, Víðidalsá, Kolugil.

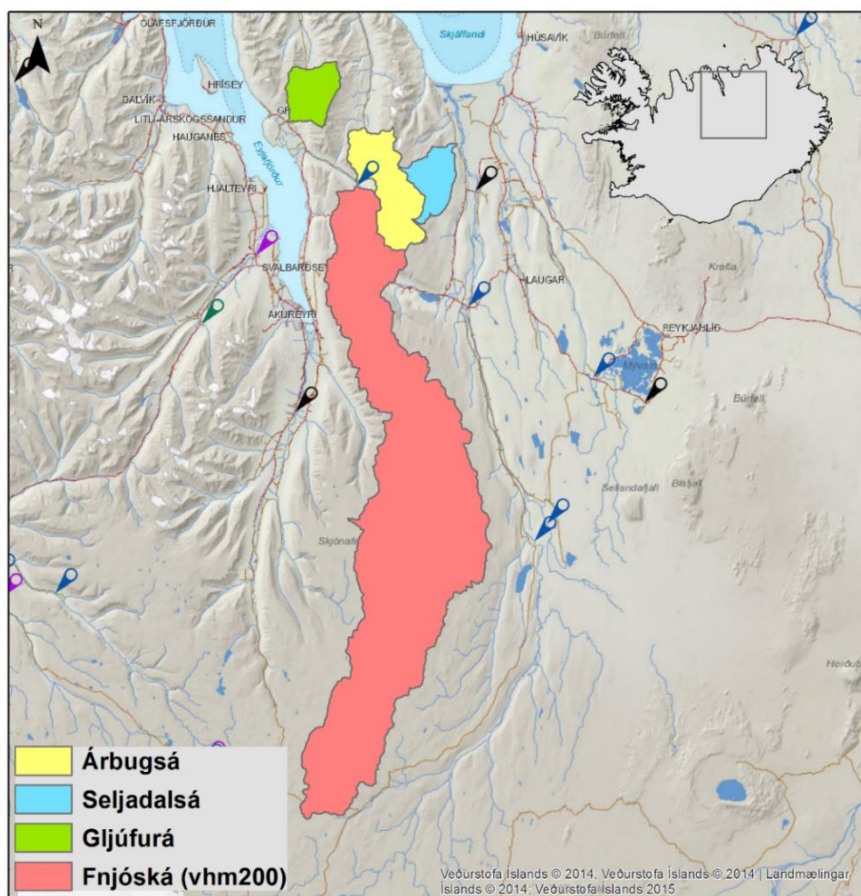


Mynd 8 Langæislínur fyrir árabilið 2004 - 2015 í Víðidalsá. Myndin sýnir feril fyrir mælt rennsli, ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttá hámarks og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

Daglegt afrennsli fyrir vatnasvið Ormsár og Stóru-Giljár má sjá á Mynd V 3 og Mynd V 4. Líkt og gera má ráð fyrir er metið afrennsli mun minna af þessum smærri vatnasviðum heldur en af viðmiðunarvatnasviðunum. Langæislínur Ormsár og Stóru-Giljár eru sýndar á myndum V5 og V6.

Norðurland

Vatnasviðin þrjú; Árbugsá, Seljadalsá og Gljúfurá, sem eru til athugunar á Norðurlandi eru öll staðsett á Flateyjarskaga sem liggur á milli Eyjafjarðar og Skjálfandaflóa (Mynd 9). Til viðmiðunar er vatnasvið Fnjóskár sem er lengsta dragá landsins. Eyfirskar ár teljast sem ósviknar dragár en þær þingeysku eru aftur á móti lindár og jökulár. Mörk milli dragáa og lindáa fylgja ekki allveg sýslumörkum en mörk milli landshluta dragáa og lindáa eru um mitt Skjálfandafljót⁵. Seljadalsá rennur í Skjálfandafljót frá vestri og er því talin sem dragá. Stærð allra vatnasviðanna má sjá í Töflu 2.



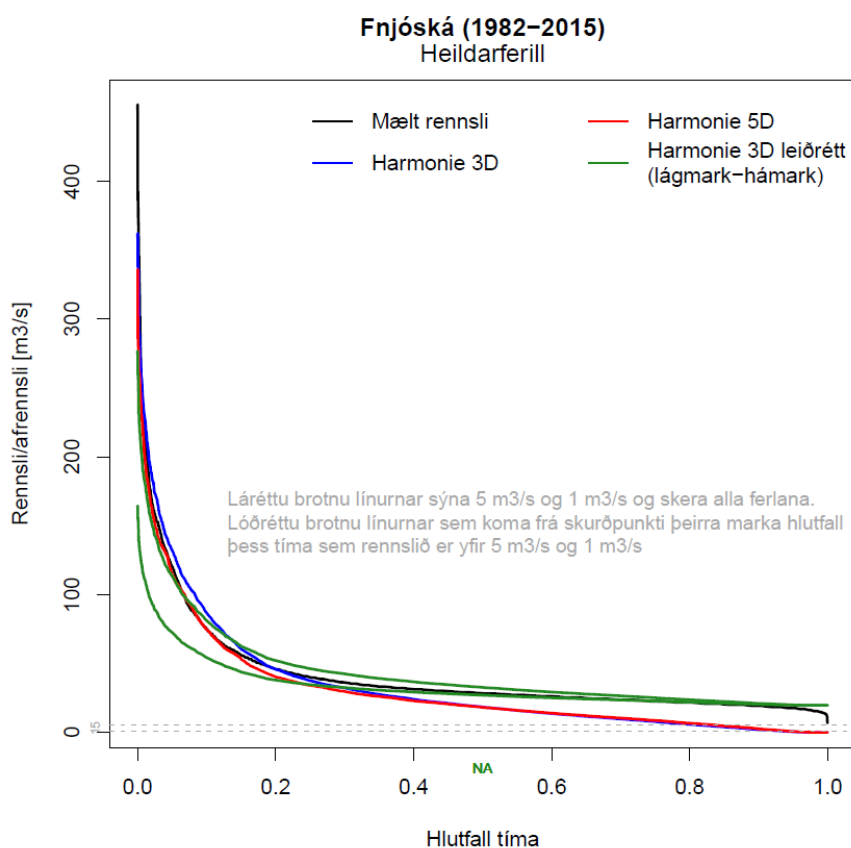
Mynd 9: Yfirlitskort af þeim vatnasviðum sem unnið er með á Norðurlandi.

Tafla 2 : Stærð vatnasviða á Norðurlandi.

Vatnasvið	Stærð (km ²)
Árbugsá	115
Seljadalsá	53
Gljúfurá	57
Fnjóská (vhm200)	1102

⁵ Sigurjón Rist, 1990

Í Fnjóská hefur vatnshæðarmælir 200 verið í rekstri síðan 1975, síritinn er flotholtsmælir af gerðinni A.OTT. Mælirinn er á hægri bakka Fnjóskár, um það bil 800 m ofan Árbugsár. Fnjóská er mjög vatnsmikil dragá og svarar mjög vel úrkomuskotum, en hefur einnig allmikinn lindapátt.⁶ Meðalrennsli vatnsáranna 1982-2015 eru 41 m³/s. Á Mynd V 7 má sjá daglegt afrennsli úr Harmonie gögnunum (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi (rauðlitað). Mynd 10 sýnir langæisferil Fnjóskár þar sem bornir er saman ferlar sem eru byggðir á mældu rennsli, ferlar unnum úr Harmonie gögnum með 3 og 5 daga miðgildi og leiðréttir hámarksferlar sem byggja á 3 daga miðgildi. Hinir leiðréttu ferlar liggja mun nær ferlinum sem byggir á rennislismælingum en þeir sem teknir eru beint úr Harmonie.



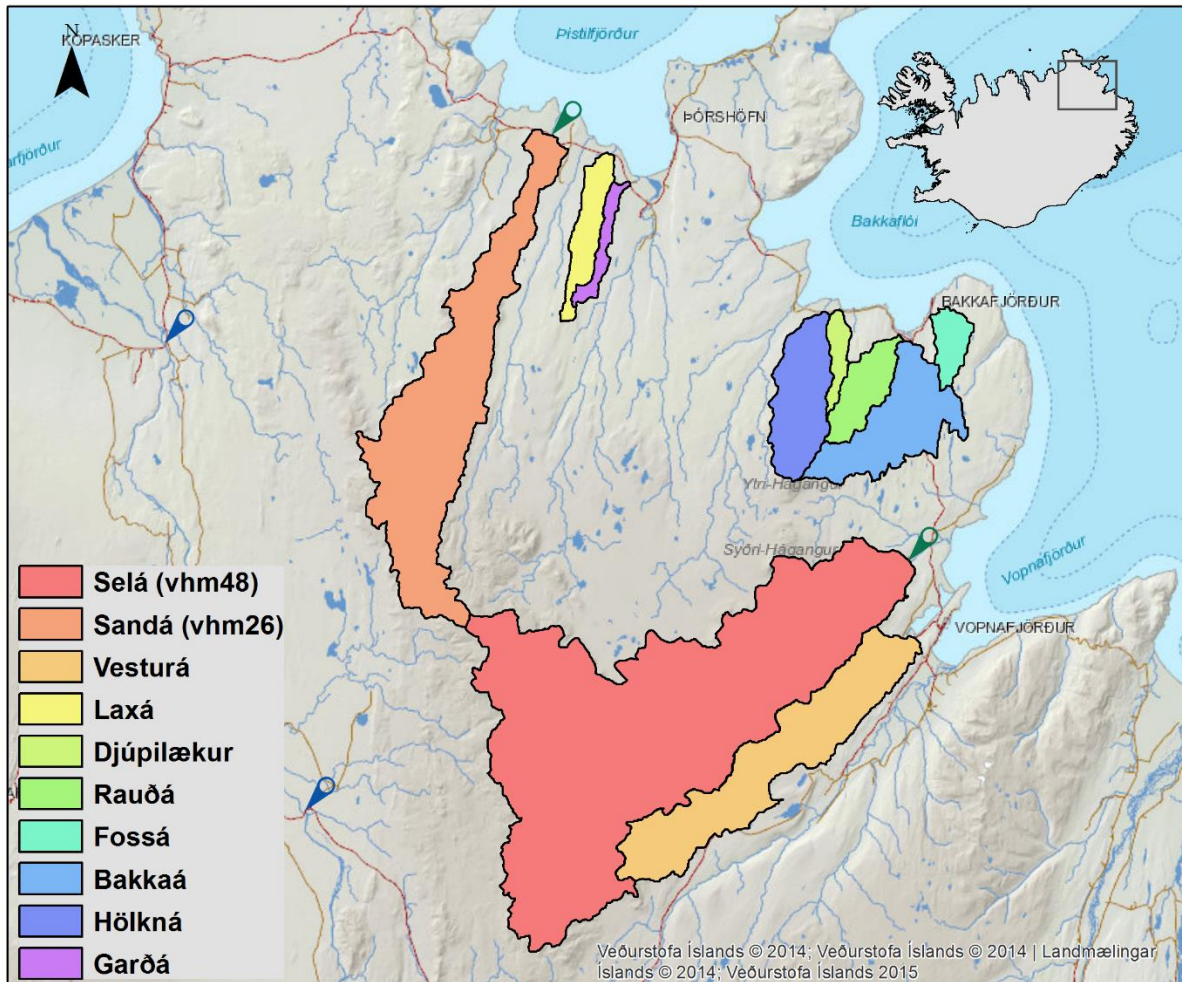
Mynd 10 Langæislínur fyrir árabilið 2004 - 2015 í Fnjóská. Myndin sýnir feril fyrir mælt rennsli, ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttu hámarks og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

Daglegt afrennsli fyrir vatnasvið Árbugsár, Seljadalsár og Gljúfurár má sjá á Mynd V 8, Mynd V 9 og Mynd V 10. Líkt og gera má ráð fyrir er metið afrennsli mun minna af þessum smærri vatnasviðum (Tafla 2) heldur en af Fnjóská. Langæislínur fyrir Árbugsá, Seljadalsá og Gljúfurá er að finna á myndum V11, V12 og V13.

⁶ Veðurstofa Íslands 2017. Rennslisskýrsla vatsárið 2015/2016, V200, Fnjóská, ofan Árbugsár.

Norðausturland

Vatnasviðin á Norðausturlandi sem eru til skoðunar eru 8 talsins sem sjá má á Mynd 11. Til viðmiðunar eru vatnasviðin tvö Selá og Sandá sem eru nokkuð stærri en þau sem eru til skoðunar. Stærð allra vatnasviðanna má sjá í Töflu 3



Mynd 11: Yfirlitskort af þeim vatnasviðum sem unnið er með á Norðausturlandi.

Í Þistilfirði og allt til Vesturárdals í Vopnafirði eru drjúgir lindastofnar í ánum, Laxá í Þistilfirði hefur þó farið að mestu varhluta af lindavatni. Selá og Sandá eiga það sameiginlegt að vera dragár en Sandáin hefur vænan lindastofn. Vatnasvið Selár hefur mikla vatnsgeymd sem er talin tengjast jarðsprungum og jarðsögulega ungum gostaumum og jarðefnum.⁷

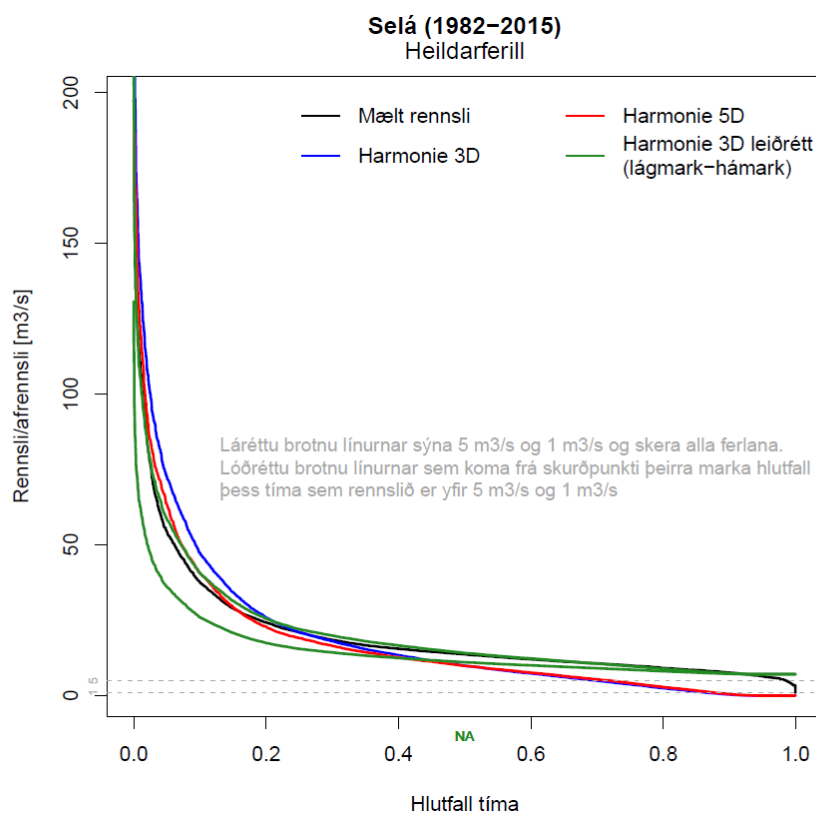
Tafla 3: Stærð vatnasviða á Norðausturlandi.

Vatnasvið	Stærð (km ²)
Selá (vhm48)	701
Sandá (vhm26)	266
Vesturá	178
Laxá	35
Djúpilækur	15
Rauðá	38
Fossá	21
Bakkaá	92
Hölkna	71
Garðá	16

Vatnshæðarmælir 48 er á vinstri bakka Selár í Vopnafirði, við Hróaldsstaði. Síritun hófst 8. nóvember 1965. Þann 13. október 1998 var mælistöðin endurnýjuð er þrýstiskynjari var lagður út í ána. Meðalrennsli þeirra 17 undangenginna ára sem geta talist fullþekkt er 19,8 m³/s.⁸ Á Mynd V 14 má sjá daglegt afrennsli Selár úr Harmonie gögnunum (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi (rauðlitað). Mynd 12 sýnir langæisferil Selár þar sem bornir er saman ferlar sem eru byggðir á mældu rennsli, ferlar unnum úr Harmonie gögnum með 3 og 5 daga miðgildi og leiðréttir hámarksferlar sem byggja á 3 daga miðgildi. Hinir leiðréttu ferlar liggja mun nær ferlinum sem byggir á rennslismælingum en þeir sem teknir eru beint úr Harmonie.

⁷ Sigurjón Rist, 1990

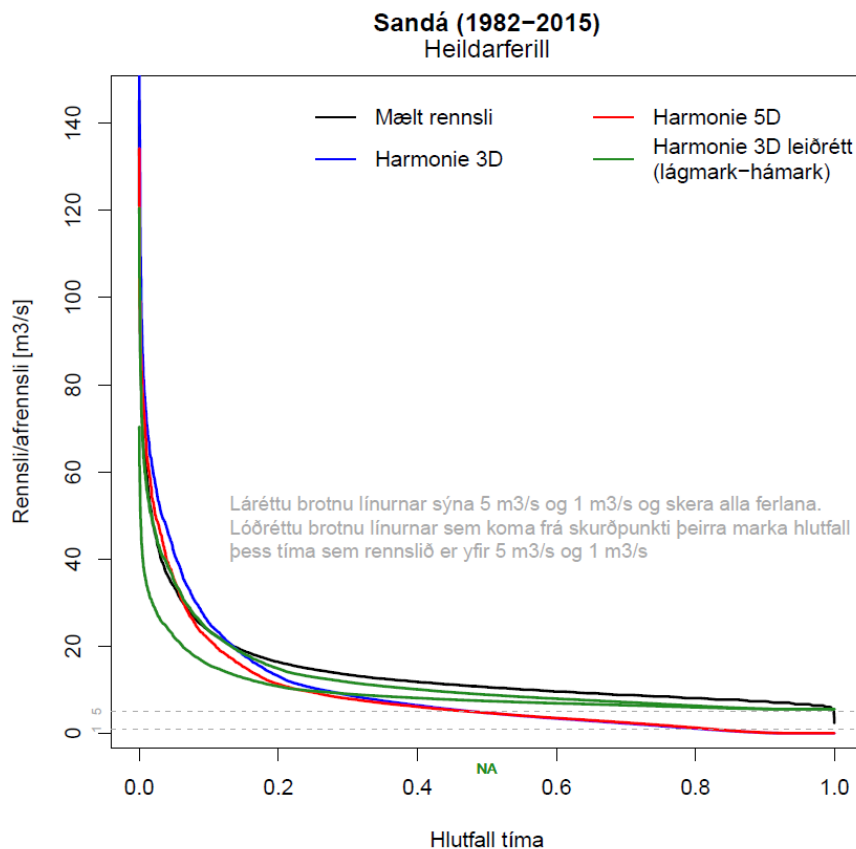
⁸ Veðurstofa Íslands 2017. Rennsliskýrsla vamsárið 2015/2016, V48, Selá, Hróaldsstaðir.



Mynd 12 Langæislinur fyrir árabilið 2004 - 2015 í Selá. Myndin sýnir feril fyrir mælt rennsli, ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttá hámarks og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

Vatnshæðarmælir 26 er á vinstri bakka Sandár í Pistilfirði, skammt neðan brúar á Þjóðvegi við Flögu, staðarnúmer mælis er V316. Síritun hófst í brunni 9. nóvember 1965 með pappírssíríta af gerðinni A. Ott. Hinn 22. nóvember 2007 var þrýstiskynjari lagður úti ána. Meðalrennsli 41 fullþekkttra vatnsára á tímabilinu er 13,79 m³/s.⁹ Á Mynd V 15 má sjá daglegt afrennsli úr Harmonie gögnunum (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi (rauðlitað). Mynd 13 hér að neðan sýnir langæisferil Sandár þar sem bornir eru saman ferlar sem eru byggðir á mældu rennsli, ferlar unnir úr Harmonie gögnum með 3 og 5 daga miðgildi og leiðréttir hámarksferlar sem byggja á 3 daga miðgildi. Hinir leiðréttu ferlar liggja mun nær ferlinum sem byggir á rennslismælingum en þeir sem teknir eru beint úr Harmonie. Í tilfalli Sandár er afrennsli úr Harmoniegögnunum óbreyttum mjög langt frá mældu rennsli sem má útskýra vegna grunnvatnspáttar innan vatnasviðsins. Leiðréttu gögnin ná mun betur að líkja eftir mældu rennsli en vanmeta þó aðeins lágrennslið.

⁹ Veðurstofa Íslands 2017. Rennsliskýrsla vamsárið 2015/2016, V316, Sandá, Flögubru II.



Mynd 13 Langæislínur fyrir árabilið 2004 - 2015 í Sandá. Myndin sýnir feril fyrir mælt rennsli, ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðrétta hámarks og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

Daglegt afrennsli fyrir vatnasviðin 8 sem eru til skoðunar má sjá á Mynd V 16 - 23. Líkt og gera má ráð fyrir er metið afrennsli mun minna af þessum smærri vatnasviðum. Myndir V 24 - 31 sýna langæislínur sömu vatnasviða, það er langæislínur Bakkaár, Djúpalæks, Fossár, Garðár, Hölknár, Laxár, Rauðár og Vesturár.

Niðurstöður

1. Myndaðir voru langæisferlar fyrir vatnsföll á Norðurlandi og byggja þeir á afrennslisreikningum í veðurfarslíkaninu Harmonie.
2. Ljóst var að þessir ferlar sýndu of lítið lágrennsli og því voru gerðar leiðréttingar á eftirfarandi hátt.
 - a. Hinir fræðilegu langæisferlar fengnir úr Harmonie voru bornir saman við langæisferla sem byggðu á mældu rennsli og leitað eftir línulegu sambandi.
 - b. Fylgni milli þessara ferla var afar góð og fylgnistuðullinn R^2 um eða yfir 0,95. Besta sambandið var þegar Harmonieferlarnir byggðu á miðgildi þriggja daga.
 - c. Lítið er svo á að a-stuðullinn eða skurðpunktur ferlanna endurspegli uppsöfnun eða miðlun innan vatnasviðsins auk grunnvatnsþáttar sem gæti að hluta til verið kominn lengra frá.
 - d. Mjög sterkt samband var milli a- stuðuls eða skurðpunktar ferlanna og lengstu rennslisleiðar innan hvers vatnasviðs, og það samband varð enn sterkara þegar miðað var eingöngu við þau vatnsföll af Norðurlandi sem mælingar náðu til. Ákveðið var að nýta það samband til að líkja betur eftir mældu ferlunum.
 - e. Spönnin í hallatölu ferlanna náði milli 0,4 og 0,7 og voru þær upplýsingar notaðar til að gefa líklegt óvissubíl.
3. Við fyrstu sýn virðast hinir leiðréttu ferlar gefa þokkalega mynd af afrennslinu en að sjálfsgöðdu á eftir að láta á það reyna. Það verður að áréttu að um er ræða fræðilega ferla sem unnt er að nota til að kanna hvað er áhugavert. Hins vegar verður að ganga úr skugga um áreiðanleika þeirra með beinum mælingum áður en ákvarðanir eru teknar. Einkanlega er mikilvægt að mæla rennsli snemma vors til að ganga úr skugga um að mat á grunnrennsli sé í samræmi við mælingar.
4. Tafla 4 gefur stutt yfirlit yfir hlutfall gilda fyrir $1 \text{ m}^3/\text{s}$ og $5 \text{ m}^3/\text{s}$ afrennsli og viðauki C sýnir neðri hluta langæislínanna til að gefa hugmynd um samræmi mismunandi aðferða.

Tafla 4: Samantekt af niðurstöðum frá langæislinum yfir tímabil 1982-2015 og 2004-2015. Hlutfall ársins sem dagsrennsli er yfir 1 m³/s og 5 m³/s miðað við 3 daga miðgildi.

1982-2015

	Nafn	1 m ³ /s		5 m ³ /s	
		lágmark	hámark	lágmark	hámark
<i>NA-land</i>	Bakká	100%	100%	8%	16%
	Djúpilækur	11%	22%	0%	0%
	Fossá	9%	17%	0%	0%
	Garðá	6%	14%	0%	0%
	Hölná	78%	83%	9%	19%
	Laxá	32%	46%	0%	1%
	Rauðá	26%	39%	0%	4%
	Vesturá	100%	100%	35%	53%
	Sandá	100%	100%	100%	100%
	Selá	100%	100%	100%	100%
<i>Norðurland</i>	Árbugsá	93%	94%	14%	25%
	Gljúfurá	46%	61%	1%	4%
	Seljadalsá	53%	68%	3%	10%
	Fnjóská	100%	100%	100%	100%
<i>NV-land</i>	Ormsá	24%	39%	1%	3%
	Stóra Giljá	100%	100%	3%	10%
	Vatnsdalsá	100%	100%	77%	81%
	Víðidalsá	100%	100%	58%	67%
	Norðurá	100%	100%	76%	81%
<i>Auka vatnasvið</i>	Fossá	100%	100%	20%	31%
	Hólmsá	100%	100%	33%	44%
	Kelduá	100%	100%	21%	31%
	Stóra Laxá	100%	100%	100%	100%
	Geirlandsá	100%	100%	26%	36%
	Korpa	32%	41%	0%	1%

Næstu skref:

Það væri áhugavert að kanna hvort og hve mikið notkun af vatnfræðilegu líkani eins og WaSiM eða mögulega Surfex myndi bæta við gögnin. Auk þess er eindregið lagt til að farið verði í viðkomandi vatnsföll þegar sem minnst er í þeim til að ganga úr skugga um hve mikið lágrennslið er.

Viðaukar

Viðauki V Afrennsli og langæislínur vatnsfalla.

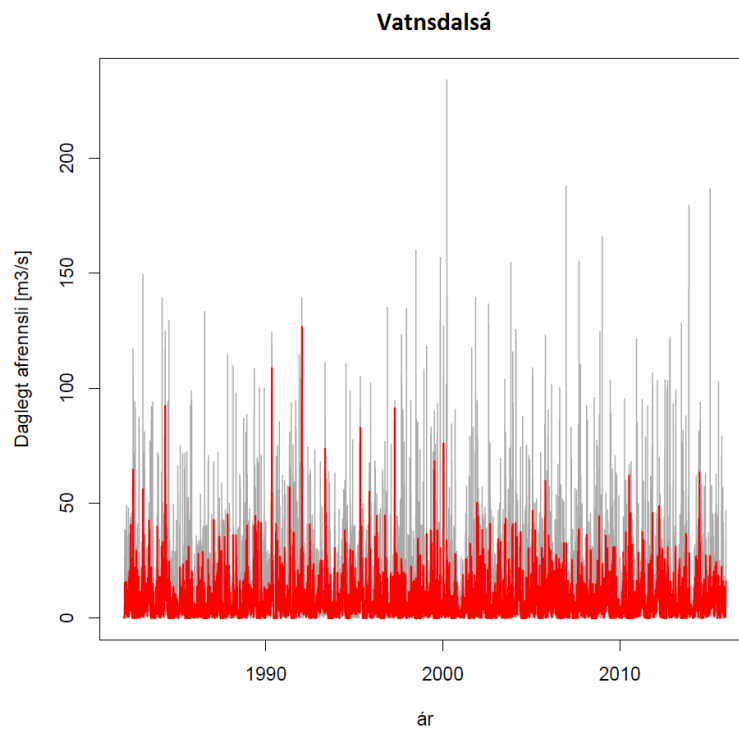
Viðauki A Tengsl langæislína úr Harmoniegögnum annars vegar og úr mældu rennsli hins vegar.

Viðauki B Samanburður á langæislínum fengnum úr Harmonie og mældu rennsli í Stóru Laxá, Norðurá, Geirlandsá, Hólmsá, Fossá og Korpu.

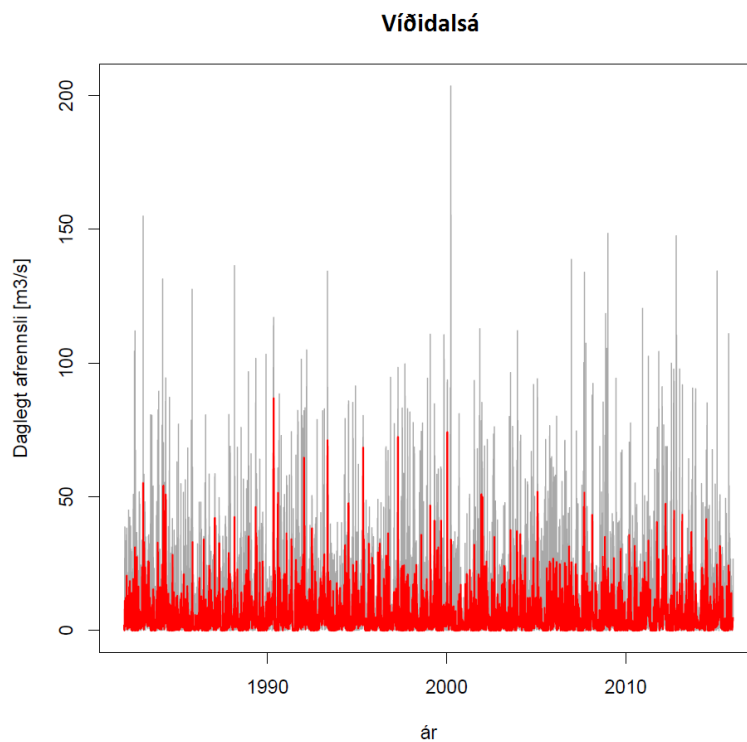
Viðauki C Neðri hluti langæislína – samanburður á línum fengnum úr Harmonie og mældu rennsli.

Viðauki V

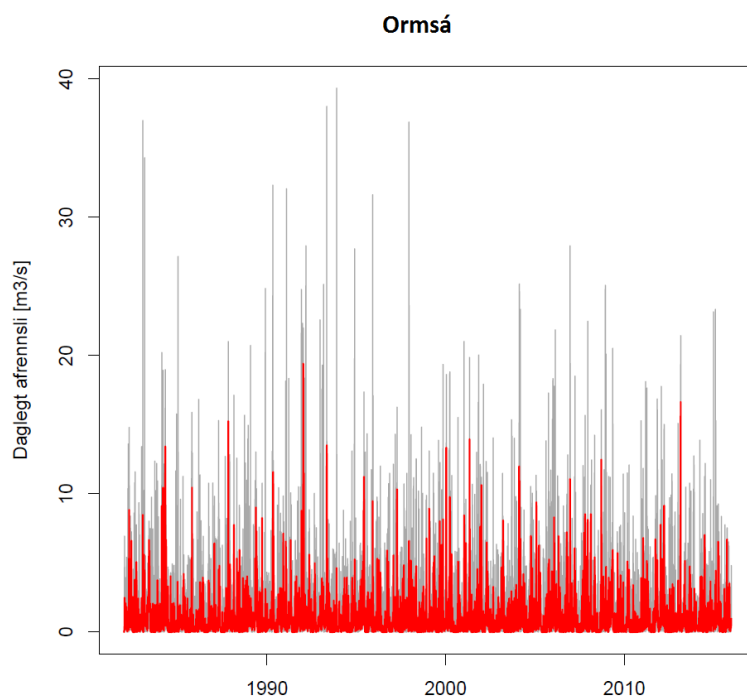
Norðvesturland



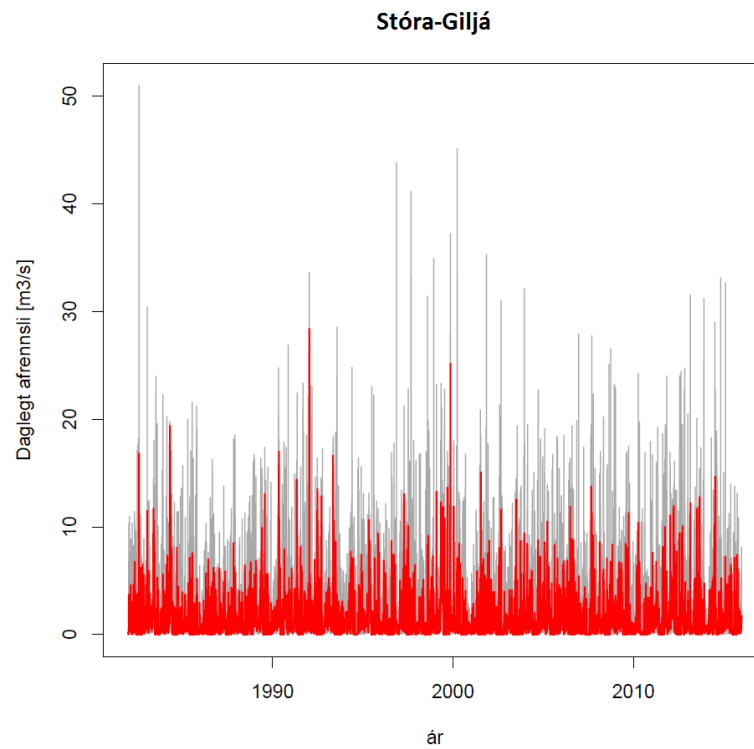
Mynd V 1 Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Vatnsdalsá. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



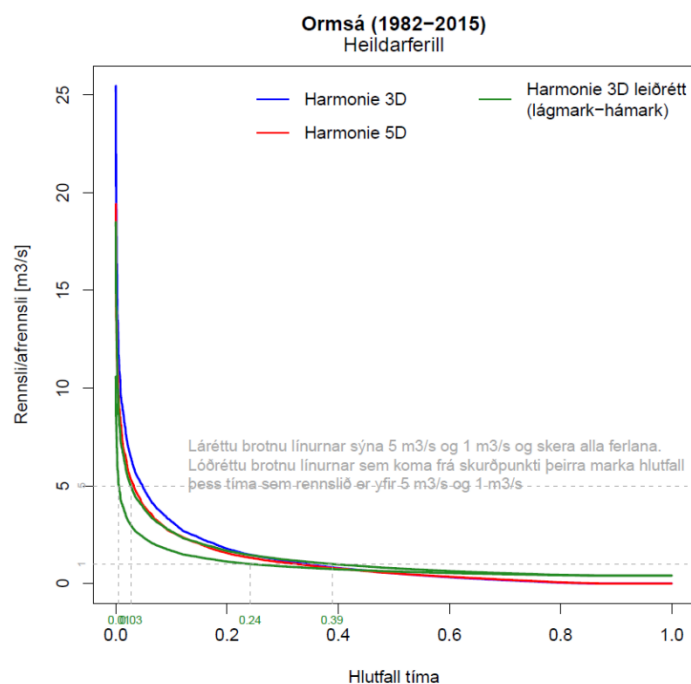
Mynd V 2: Afrennislöggn úr Harmonie líkaninu fyrir Víðidalsá. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



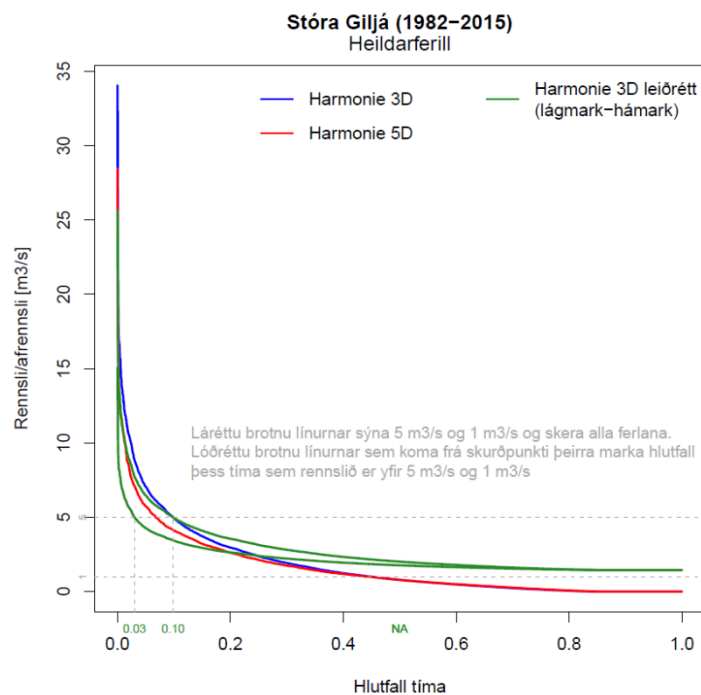
Mynd V 3: Afrennislöggn úr Harmonie líkaninu fyrir Ormsá. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



Mynd V 4: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Stóru-Giljá. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).

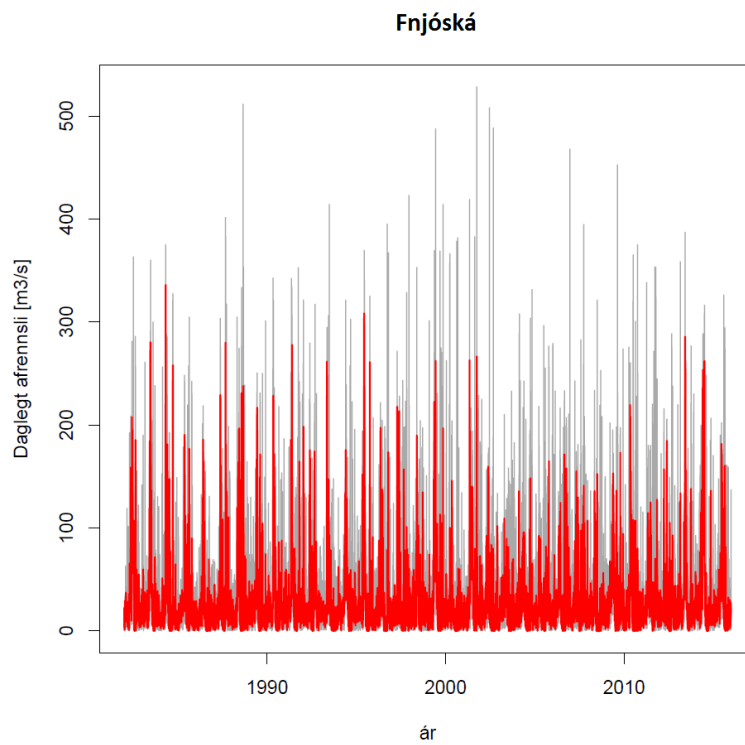


Mynd V 5: Langæislínur fyrir árabilið 2004 - 2015 í Ormsá. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttá hámarks og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

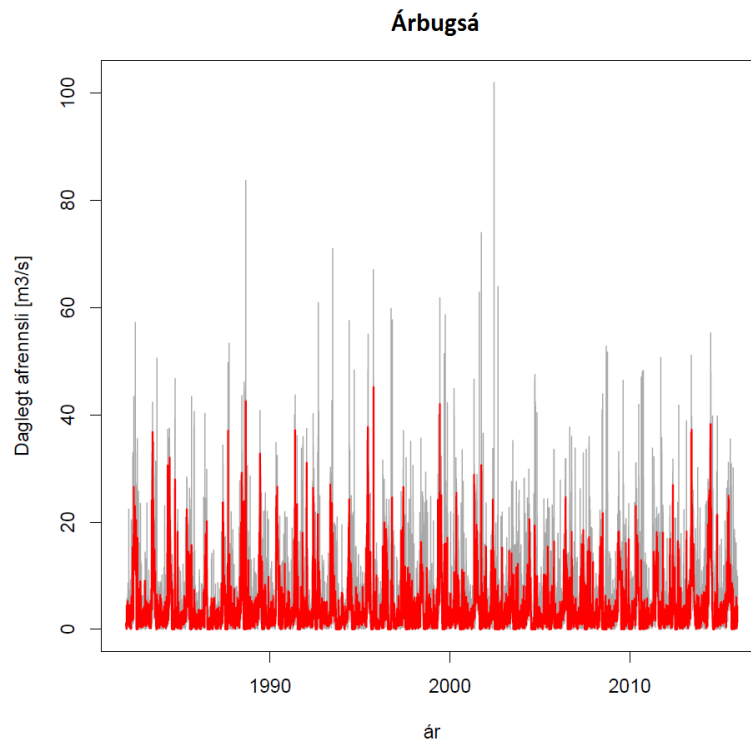


Mynd V 6: Langæislínur fyrir árabilið 2004-2015 í Stóru-Giljá. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttá hámarks og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

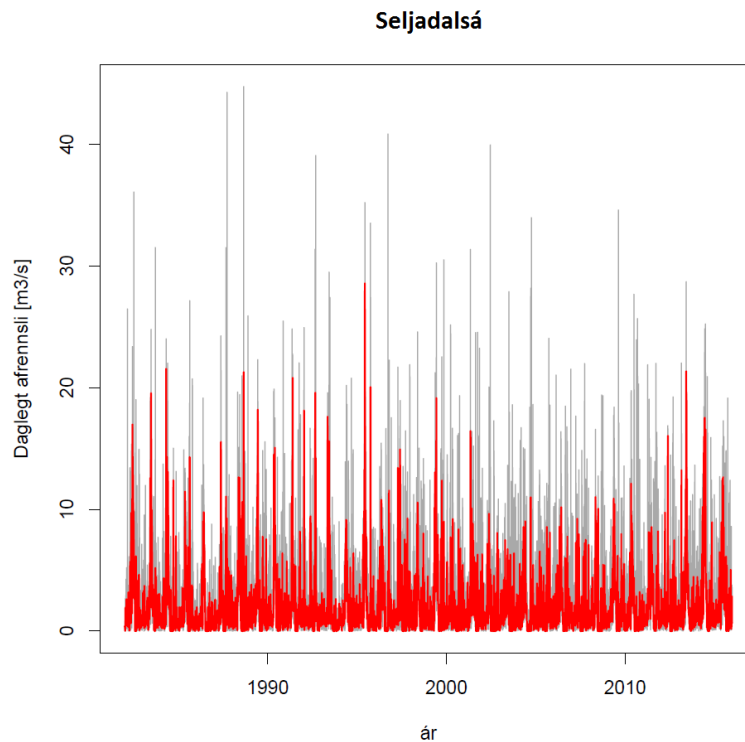
Norðurland



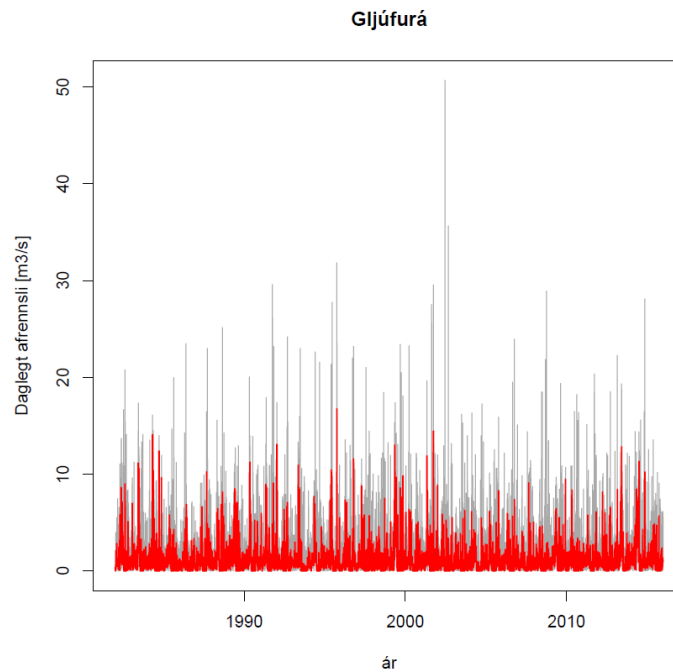
Mynd V 7: Afrennislöggn úr Harmonie líkaninu fyrir Fnjóská (vhm200). Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



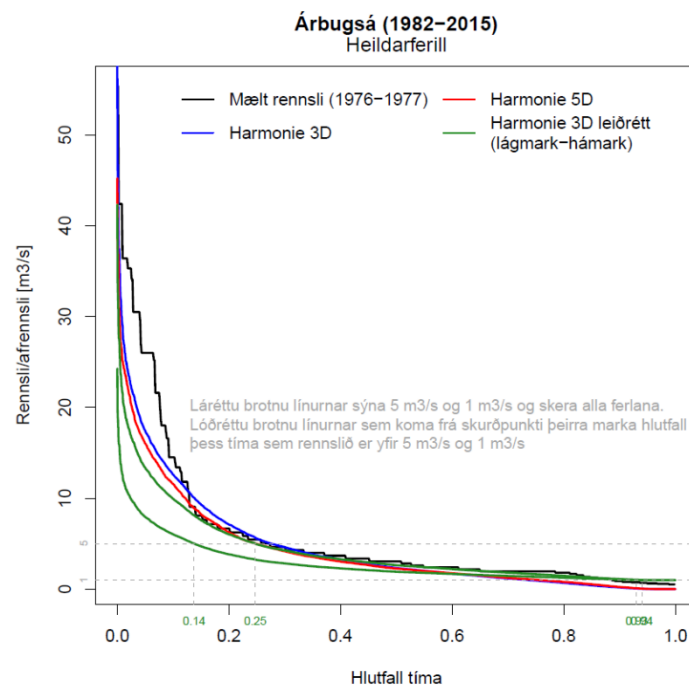
Mynd V 8: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Árbugsa. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



Mynd V 9: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Seljadalsá. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).

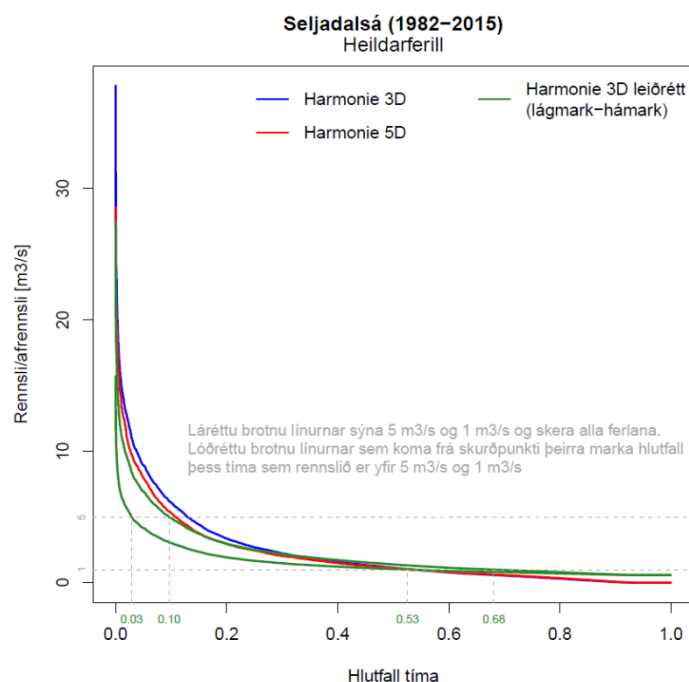


Mynd V 10: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Gljúfurá. Daglegt afrennsli (grálitáð) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitáð).

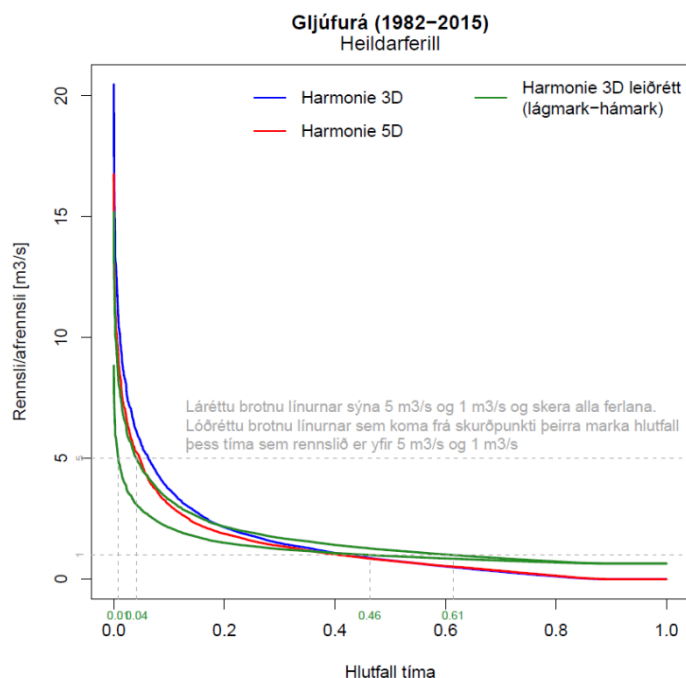


Mynd V 11: Langæislinur fyrir árabilið 1982-2015 í Árbugsa. Myndin sýnir gamlan mæliferil með rennsli, ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttá hámarks- og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

Minnisblað

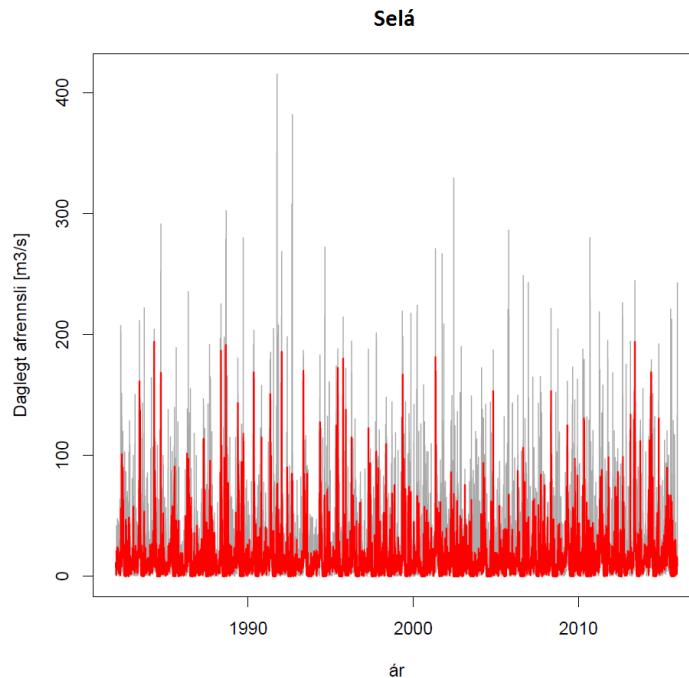


Mynd V 12: Langæislinur fyrir árabilið 1982-2015 í Seljadalsá. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðrétta hámarks- og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

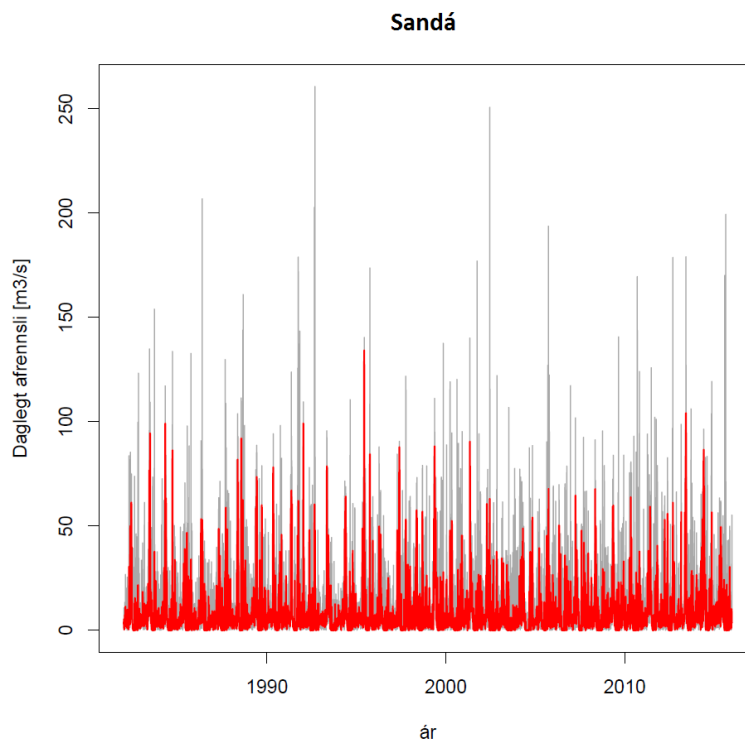


Mynd V 13: Langæislinur fyrir árabilið 1982-2015 í Gljúfurá. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðrétta hámarks- og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

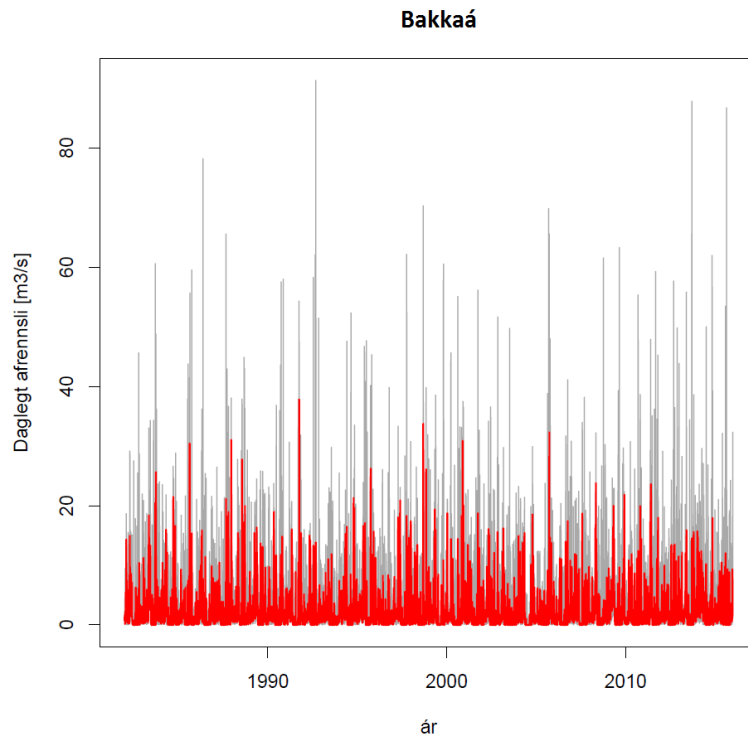
Norðausturland



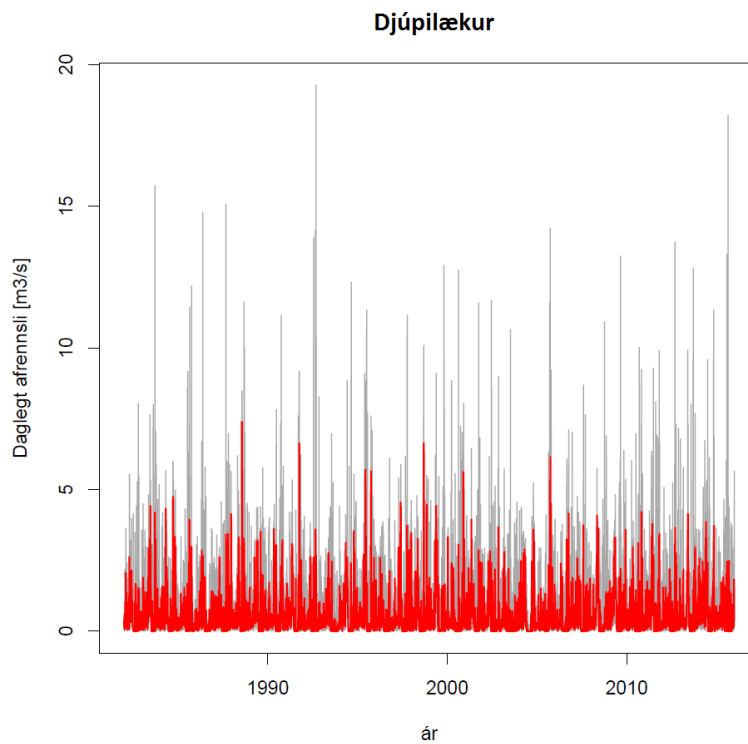
Mynd V 14: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Selá (vhm48). Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



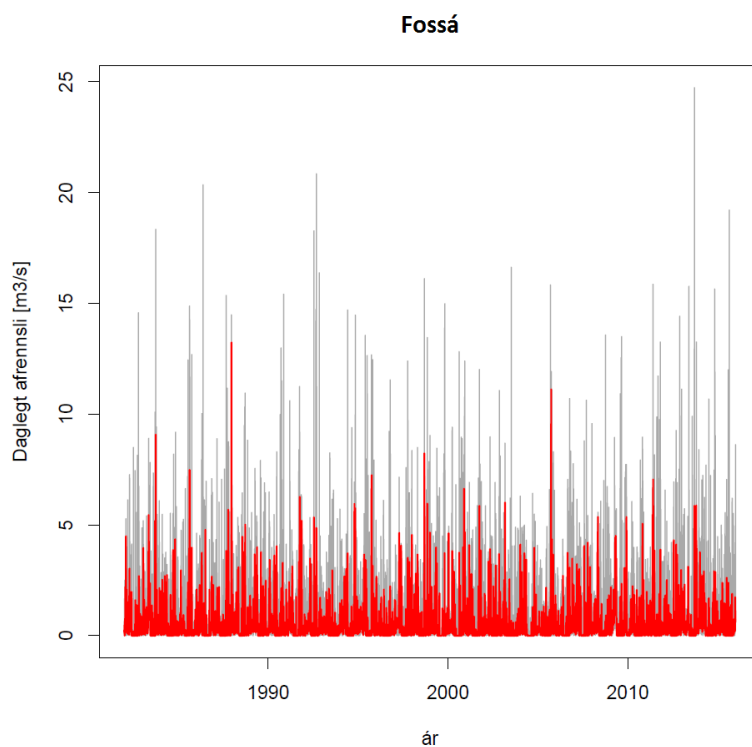
Mynd V 15: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Sandá (vhm26). Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



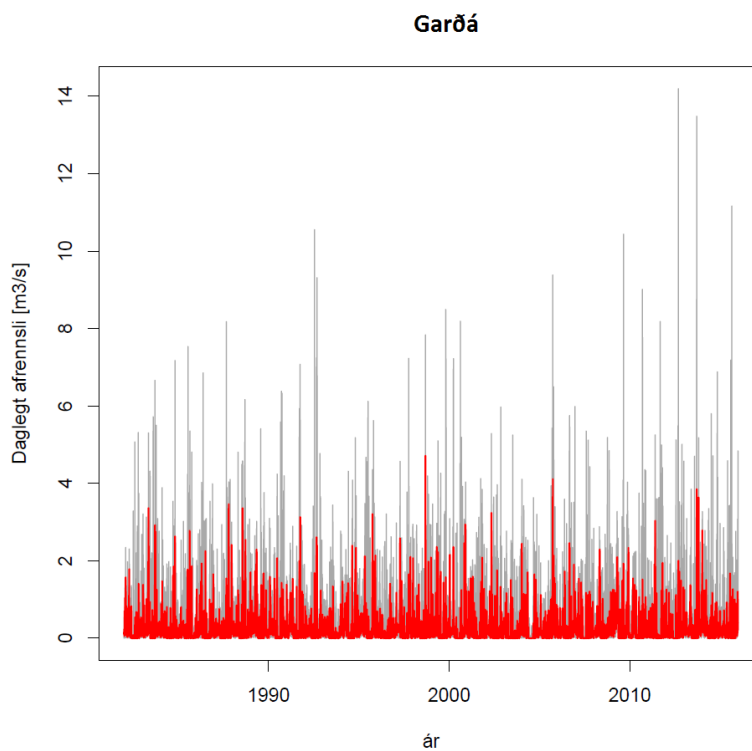
Mynd V 16: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Bakkaá. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



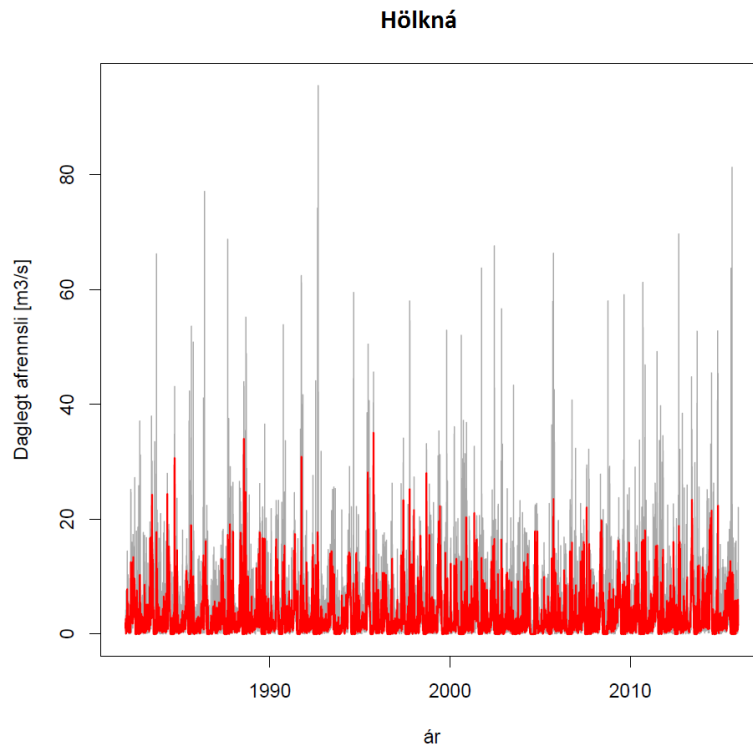
Mynd V 17: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Djúpalæk. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



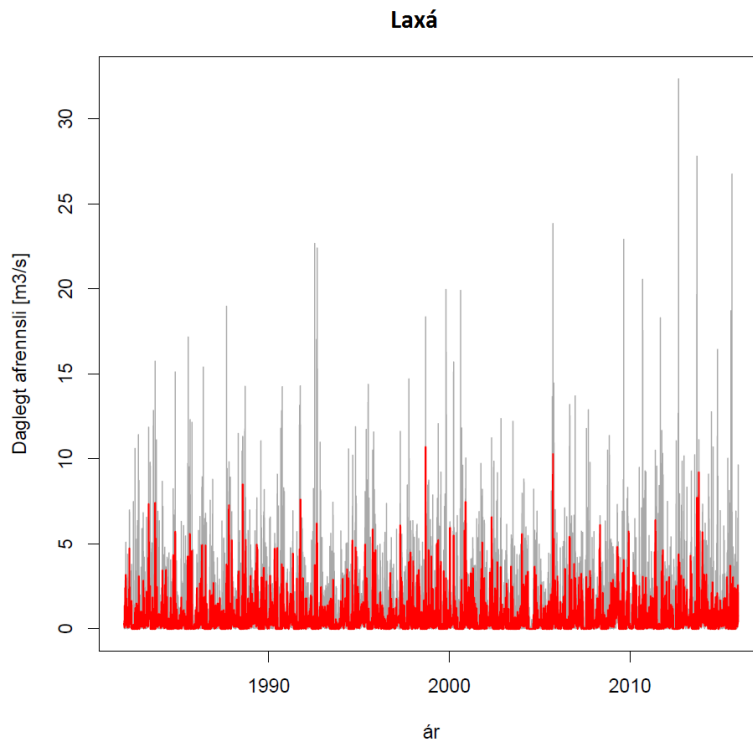
Mynd V 18: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Fossá. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



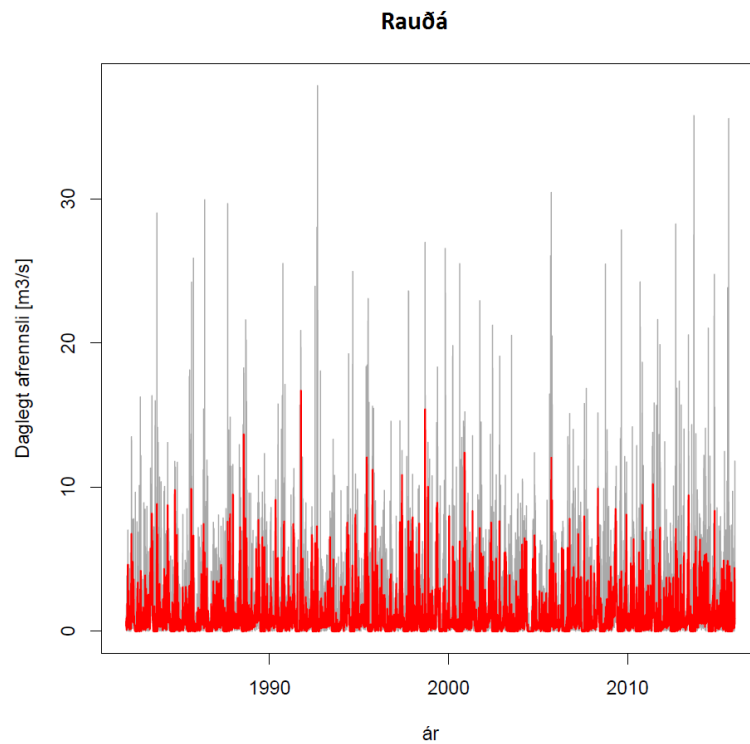
Mynd V 19: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Garðá. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



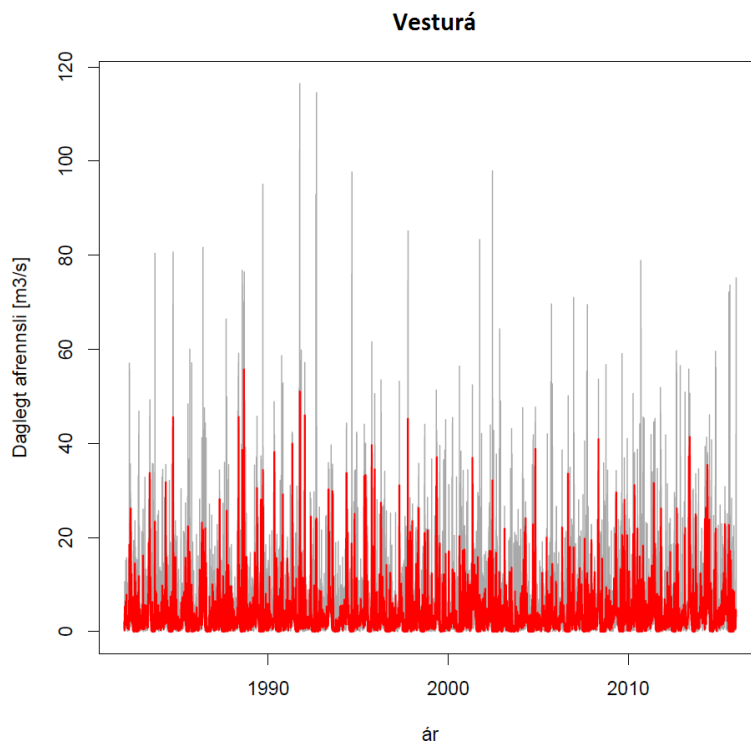
Mynd V 20: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Hölkna. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).



Mynd V 21: Afrennslisgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Laxá. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).

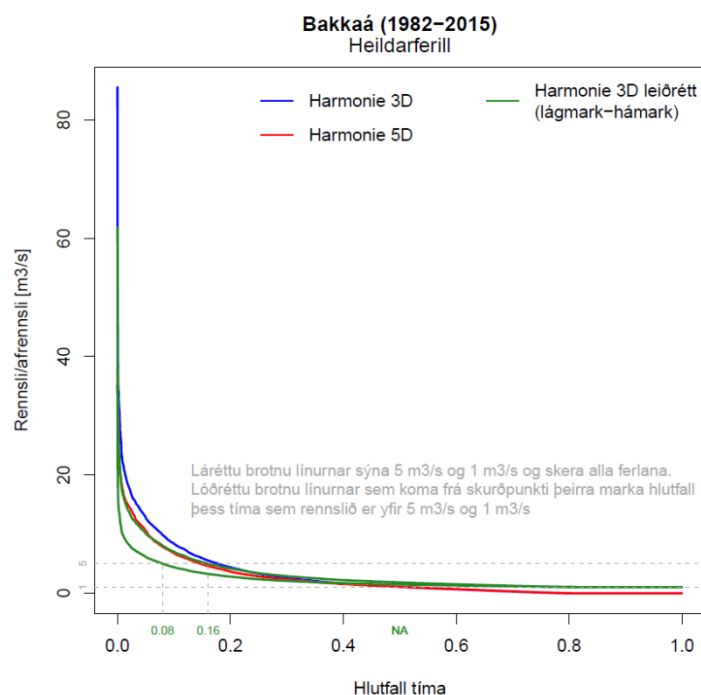


Mynd V 22: Afrennislsgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Rauðá. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).

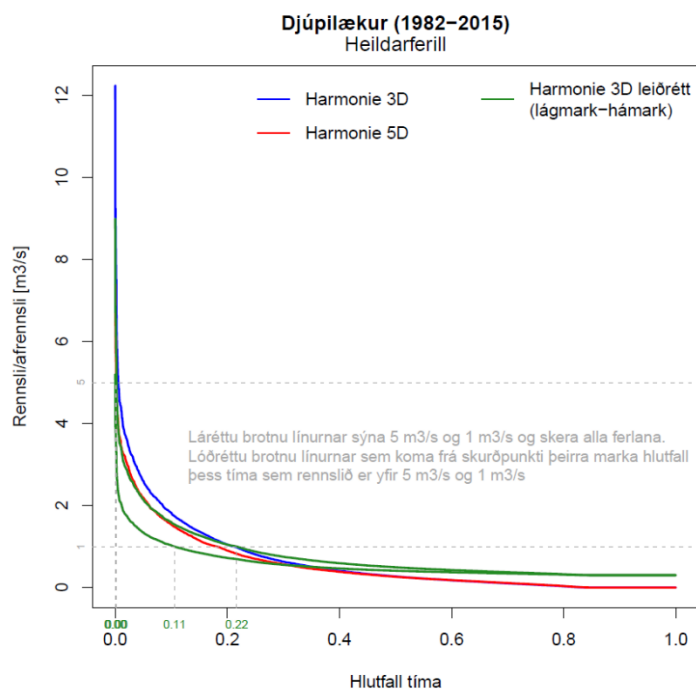


Mynd V 23: Afrennislsgögn úr Harmonie líkaninu fyrir Vesturá. Daglegt afrennsli (grálitað) og 5 daga hlaupandi miðgildi daglega afrennslisins (rauðlitað).

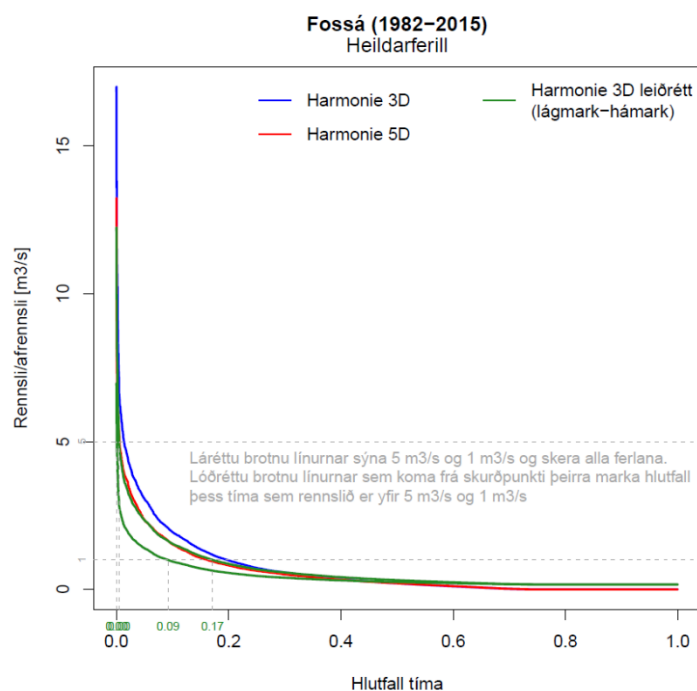
Minnisblað



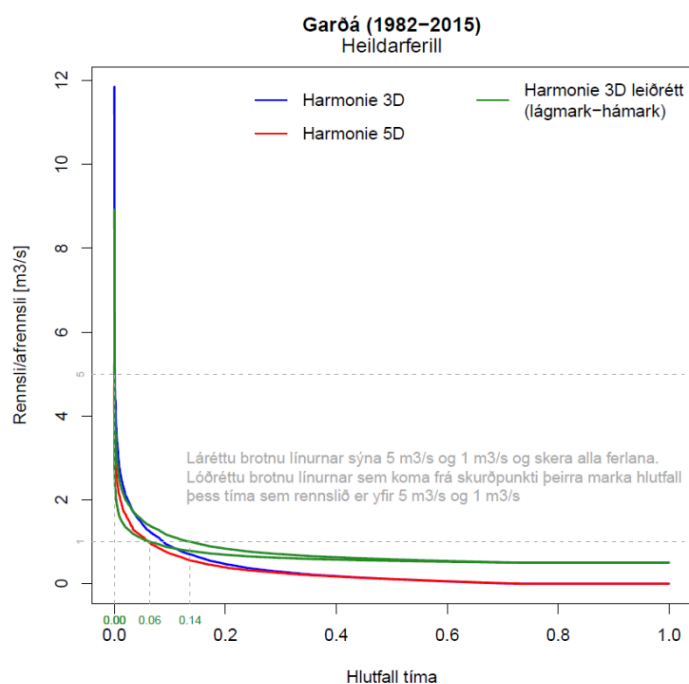
Mynd V 24: Langæislinur fyrir árabilið 1982-2015 í Bakkaá. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttu hámarks- og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.



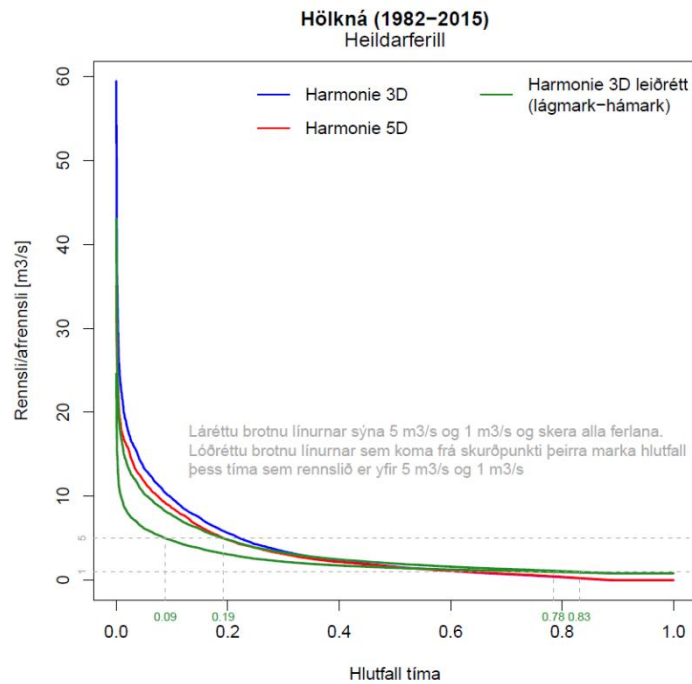
Mynd V 25: Langæislinur fyrir árabilið 1982-2015 í Djúpalæk. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttu hámarks- og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.



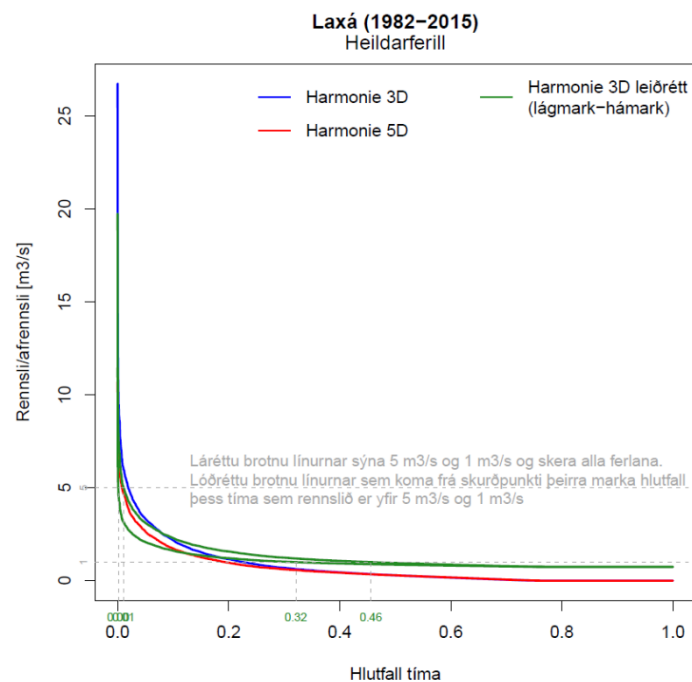
Mynd V 26: Langæislinur fyrir árabilið 1982-2015 í Fossá. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttu hámarks- og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.



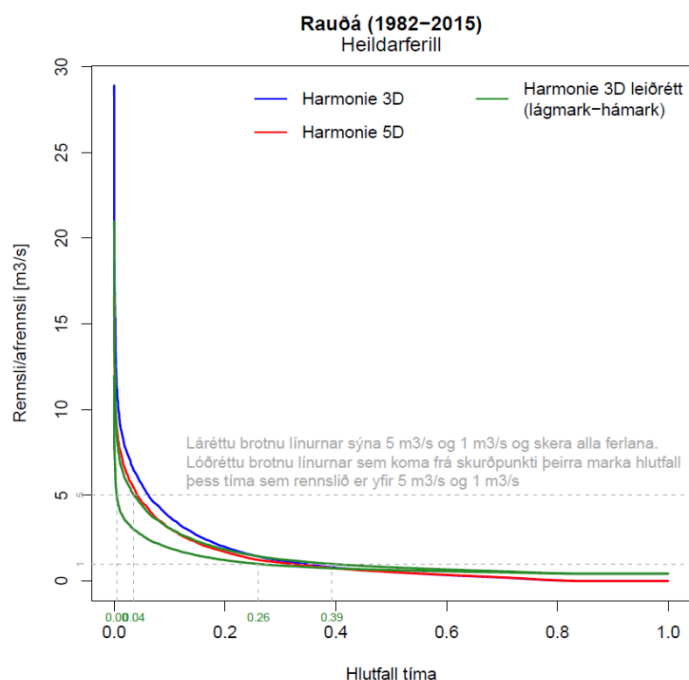
Mynd V 27: Langæislinur fyrir árabilið 1982-2015 í Garðá. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttu hámarks- og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.



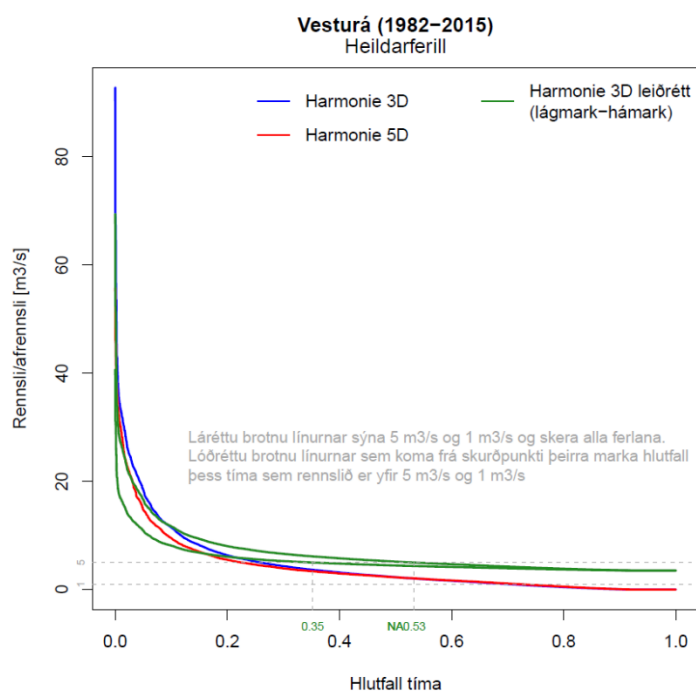
Mynd V 28: Langæislínur fyrir árabilið 1982-2015 í Hölná. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttu hámarks- og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.



Mynd V 29: Langæislínur fyrir árabilið 1982-2015 í Laxá. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttu hámarks- og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

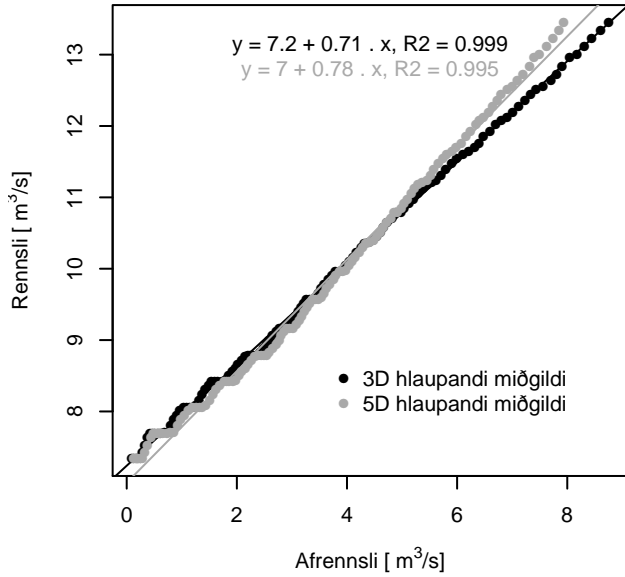


Mynd V 30: Langæislinur fyrir árabilið 1982-2015 í Rauðá. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttu hámarks- og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

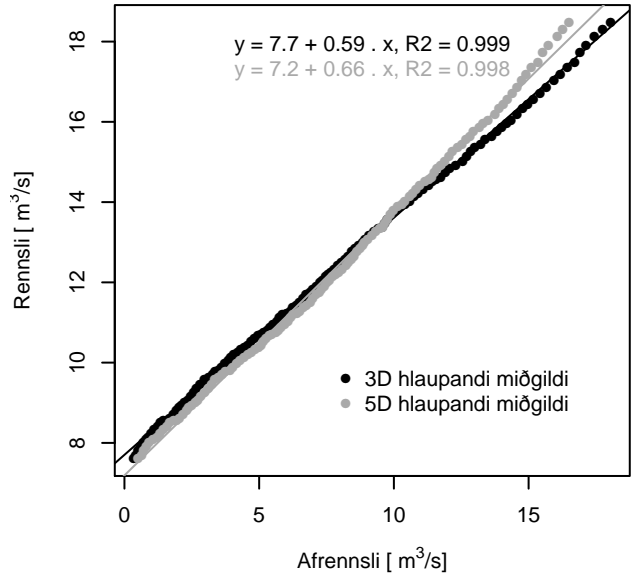


Mynd V 31: Langæislinur fyrir árabilið 1982-2015 í Vesturá. Myndin sýnir ferla unna úr Harmonie gögnunum með 3 og 5 daga hlaupandi miðgildi og leiðréttu hámarks- og lágmarksferla sem byggja á 3 daga miðgildi.

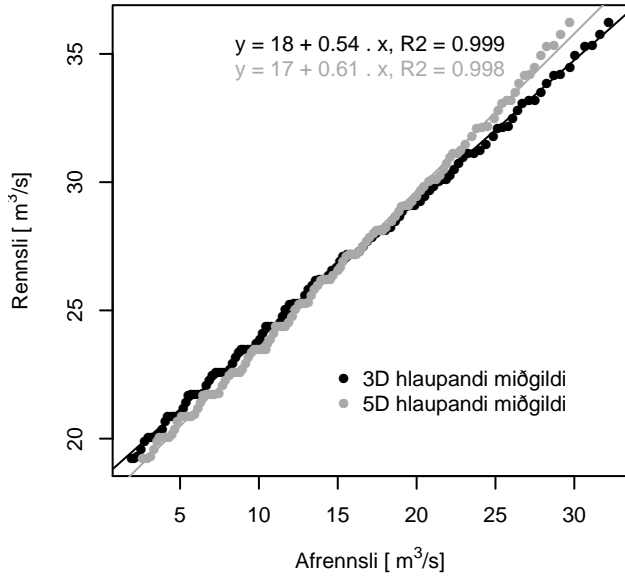
Sandá – 1982–2015
(Mælingar yfir tímabil 1982 – 2015)



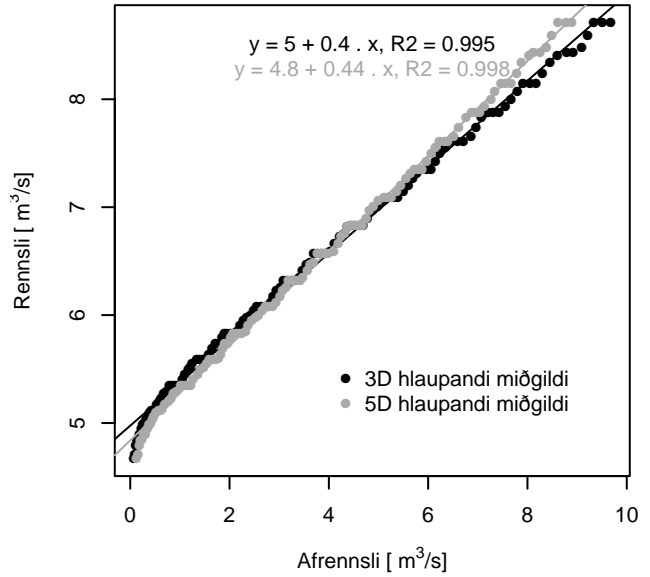
Selá – 1982–2015
(Mælingar yfir tímabil 1982 – 2015)



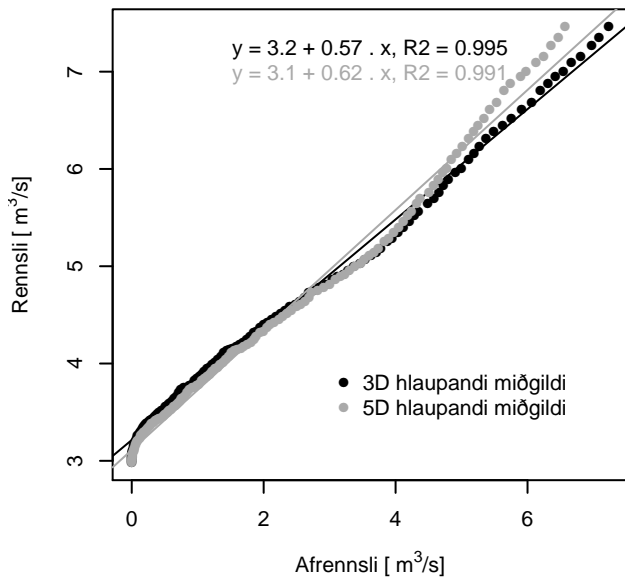
Fnjóská – 1982–2015
(Mælingar yfir tímabil 1982 – 2015)



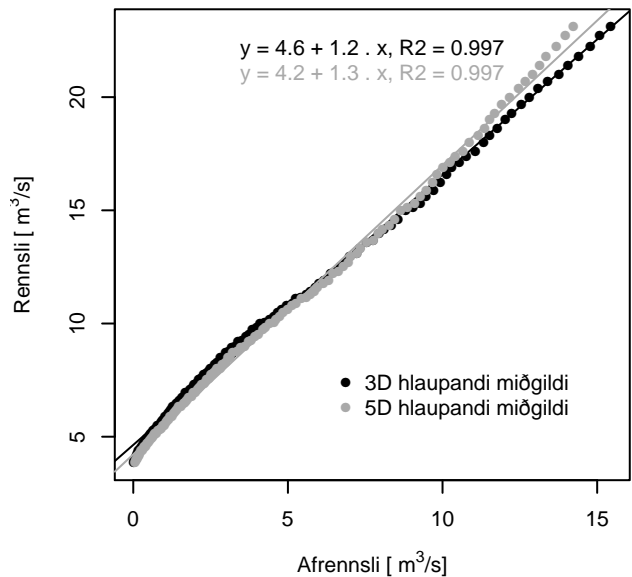
Vatnsdalsá – 1982–2015
(Mælingar yfir tímabil 1982 – 2015)



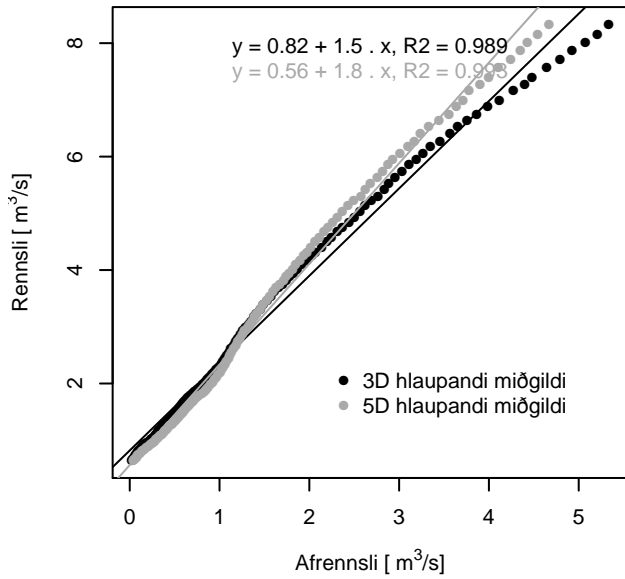
Víðidalsá – 1982–2015
(Mælingar yfir tímabil 2003 – 2015)



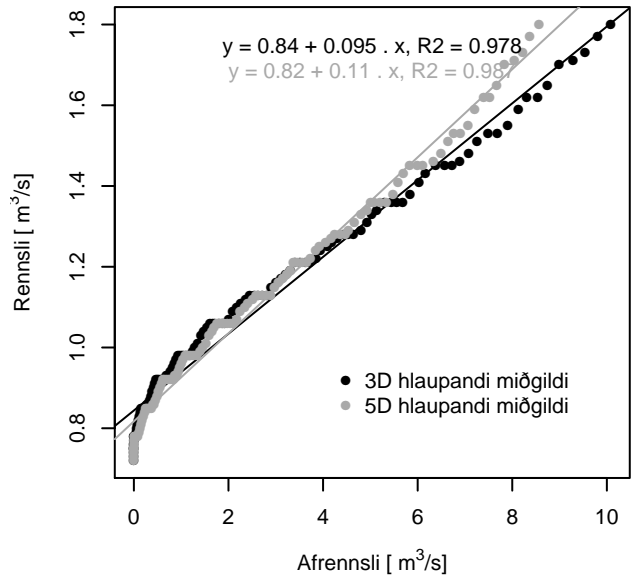
Norðurá – 1982–2015
(Mælingar yfir tímabil 1982 – 2015)



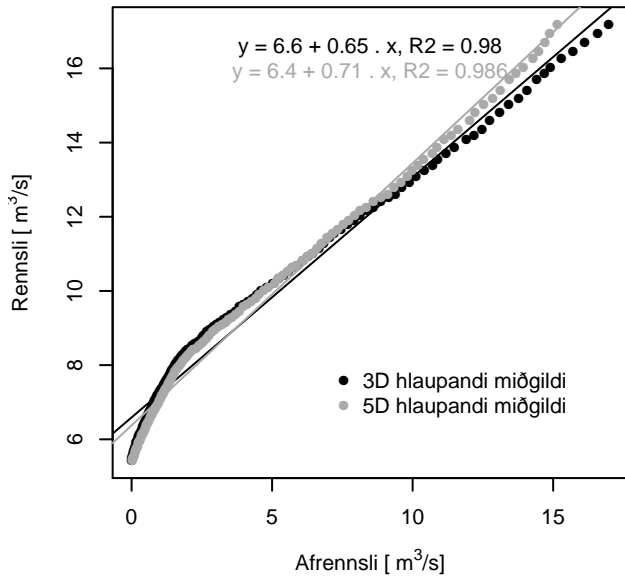
Fossá í Berufirði – 1982–2015
(Mælingar yfir tímabil NA – 2015)



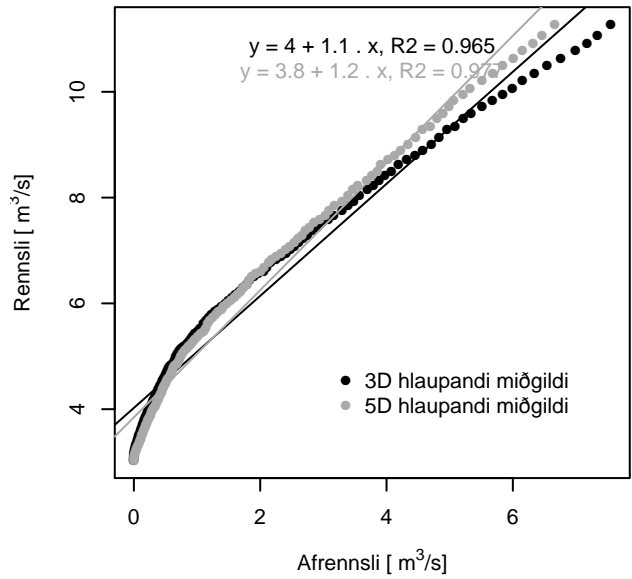
Hólmsá – 1982–2015
(Mælingar yfir tímabil 1982 – 2014)



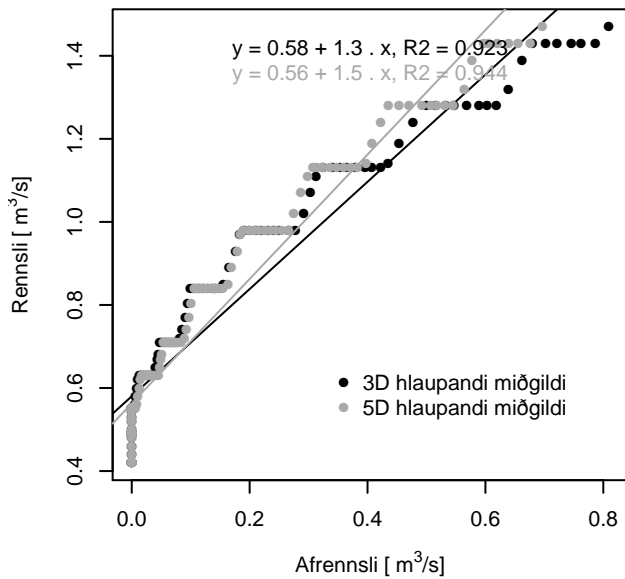
Stóra Laxá – 1982–2015
(Mælingar yfir tímabil 2000 – 2015)



Geirlandsá – 1982–2015
(Mælingar yfir tímabil 2002 – 2015)

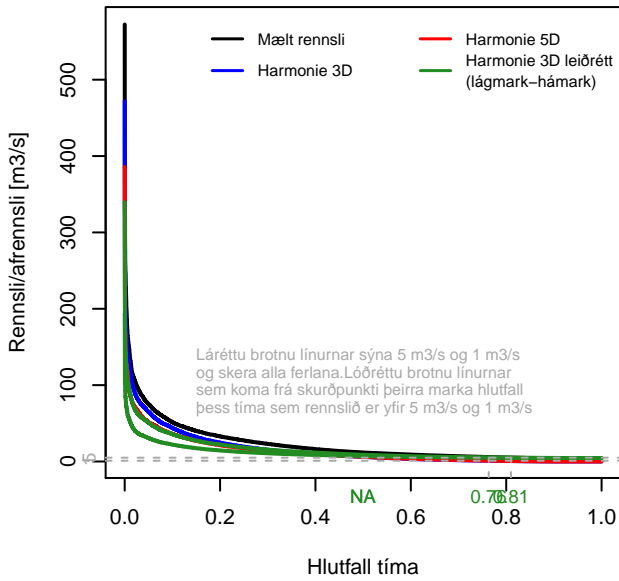


Korpa – 1982–2015
(Mælingar yfir tímabil 1982 – 2015)

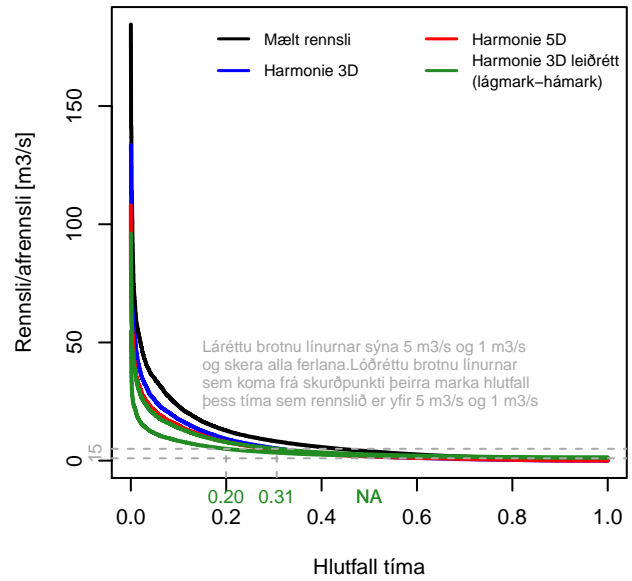


Langæislínur – Heildarferill

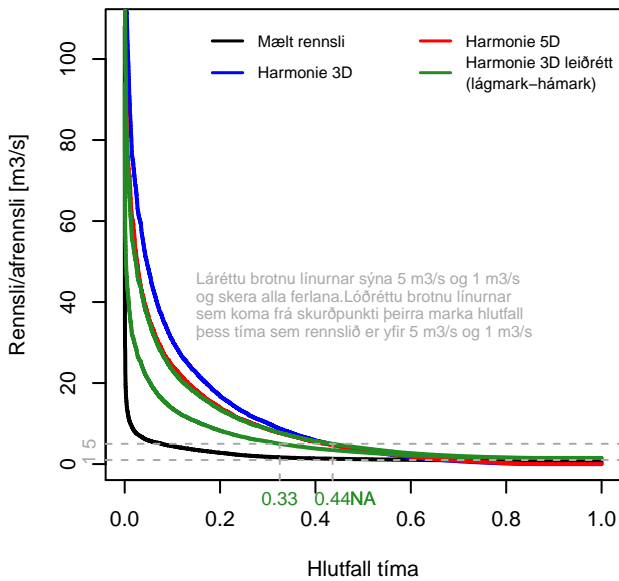
Norðurá (1982–2015)



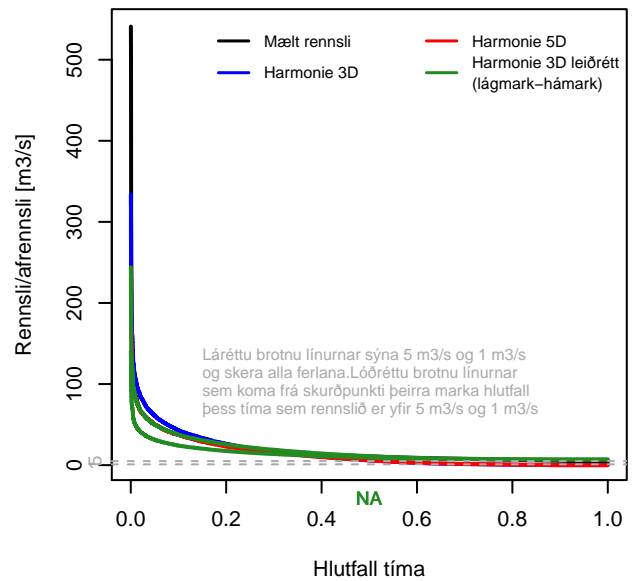
Fossá í Berufirði (1982–2015)



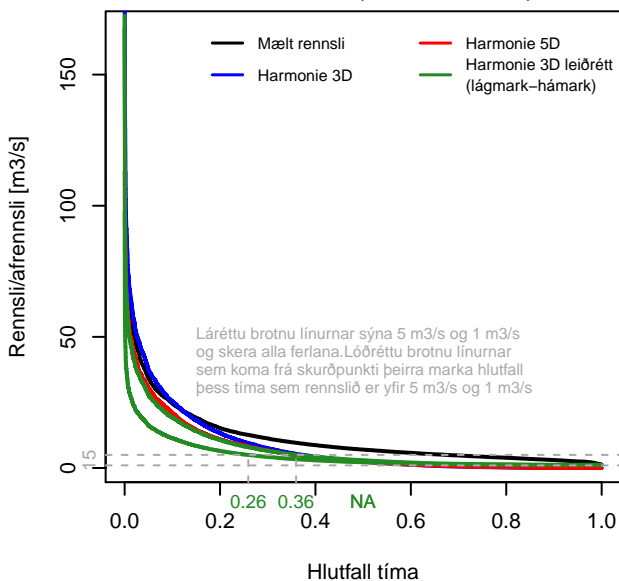
Hólmsá (1982–2015)



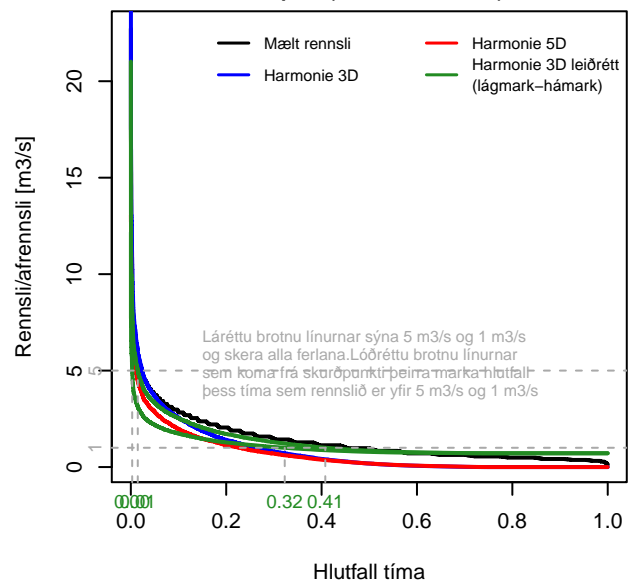
Stóra Laxá (1982–2015)



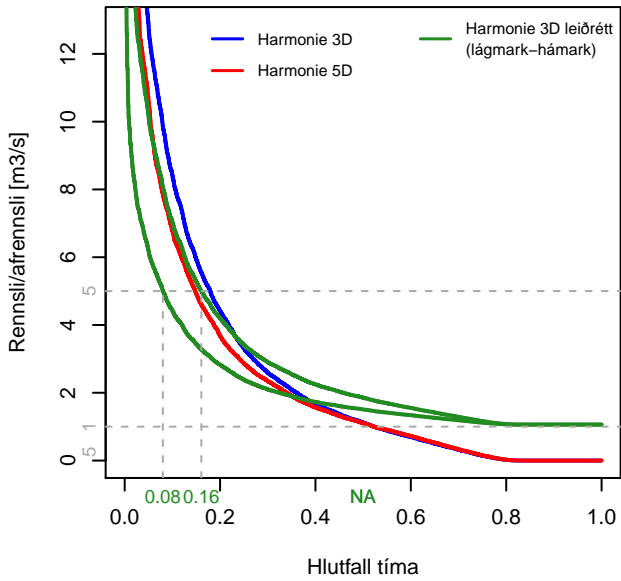
Geirlandsá (1982–2015)



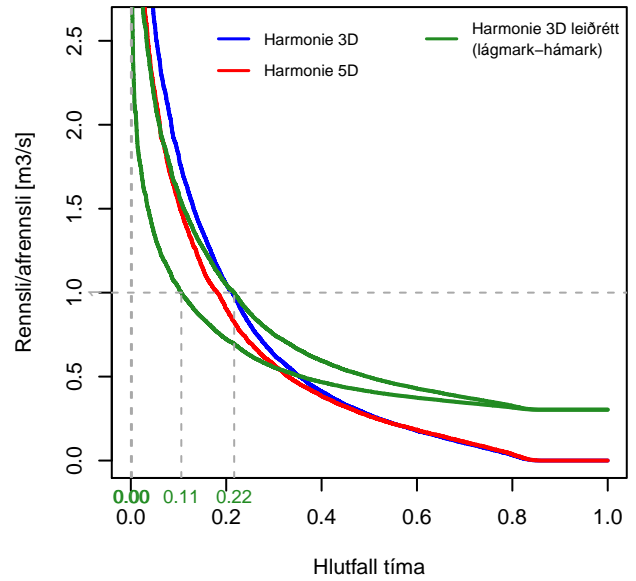
Korpa (1982–2015)



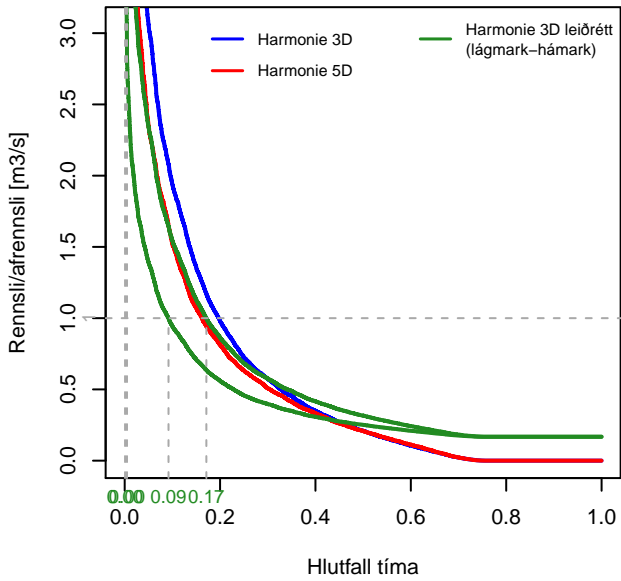
Bakkaá (1982–2015)



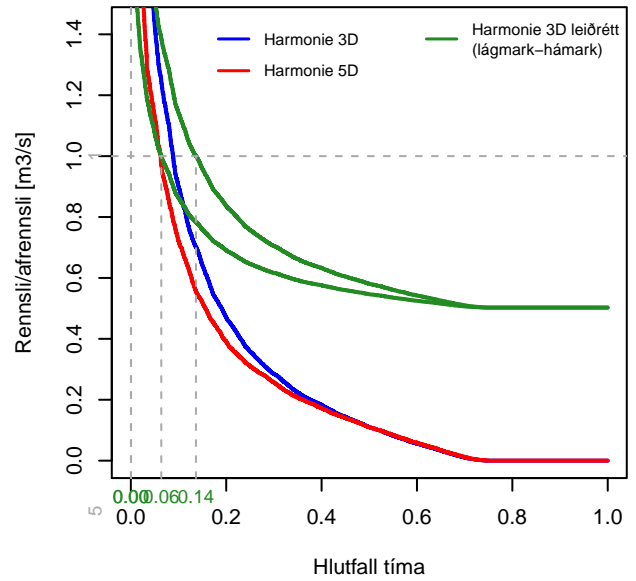
Djúpilækur (1982–2015)



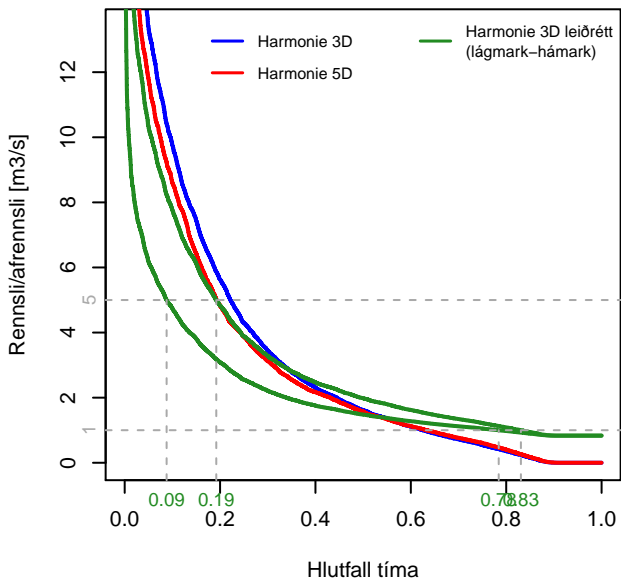
Fossá (1982–2015)



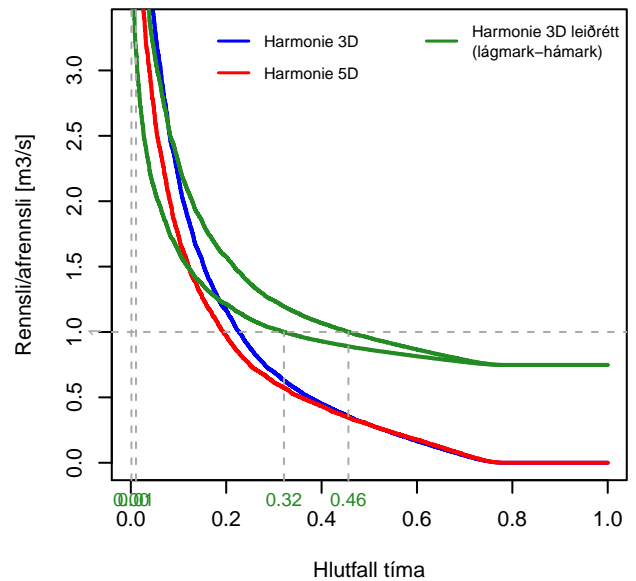
Garðá (1982–2015)



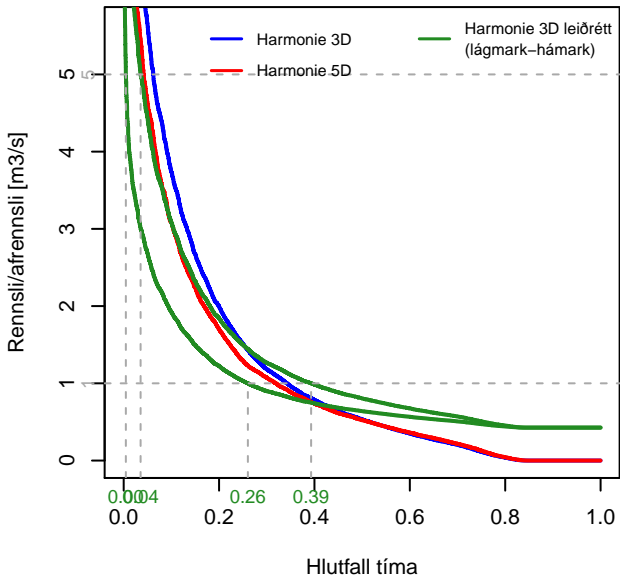
Hölná (1982–2015)



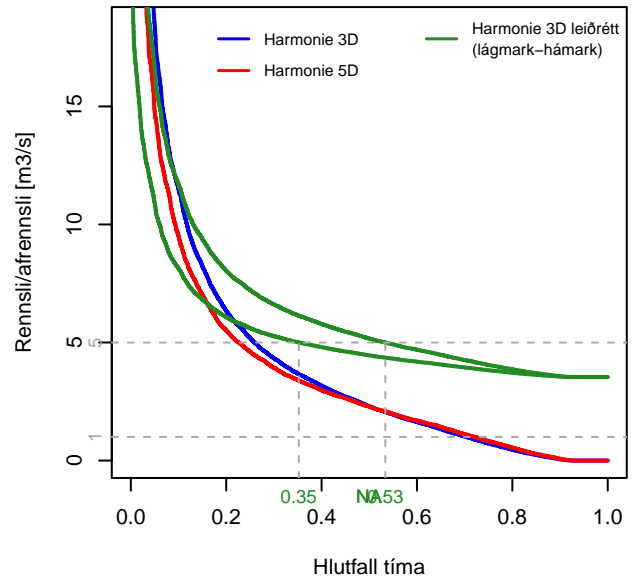
Laxá (1982–2015)



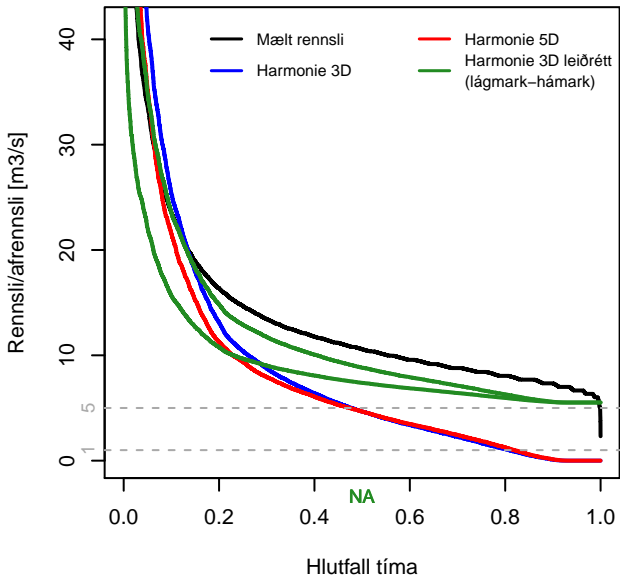
Rauða (1982–2015)



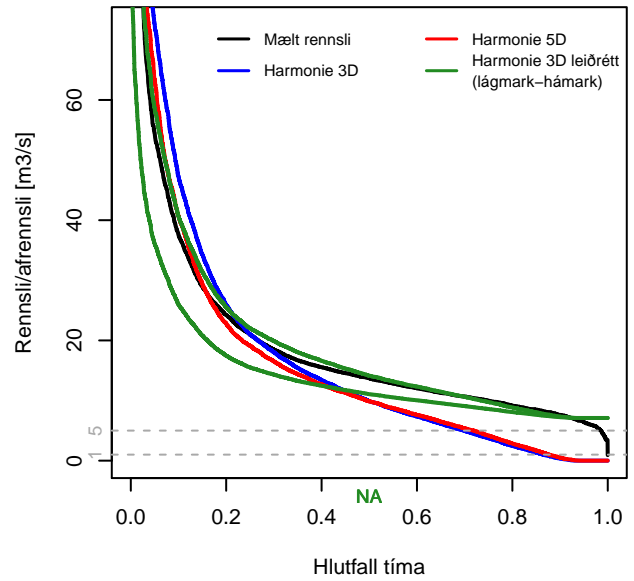
Vesturá (1982–2015)



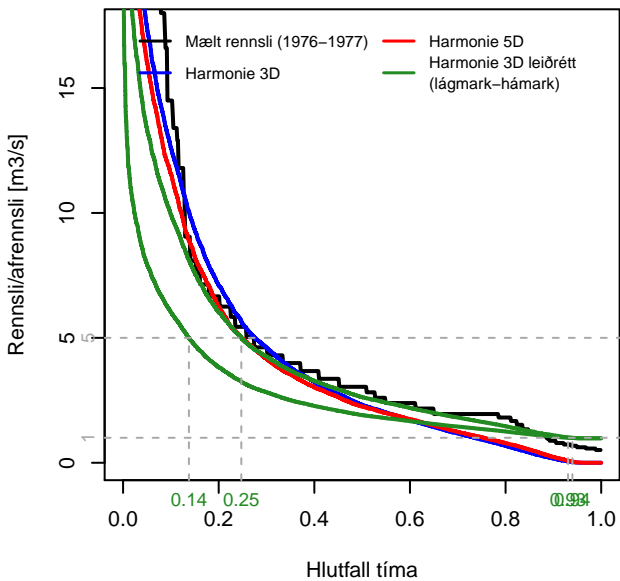
Sandá (1982–2015)



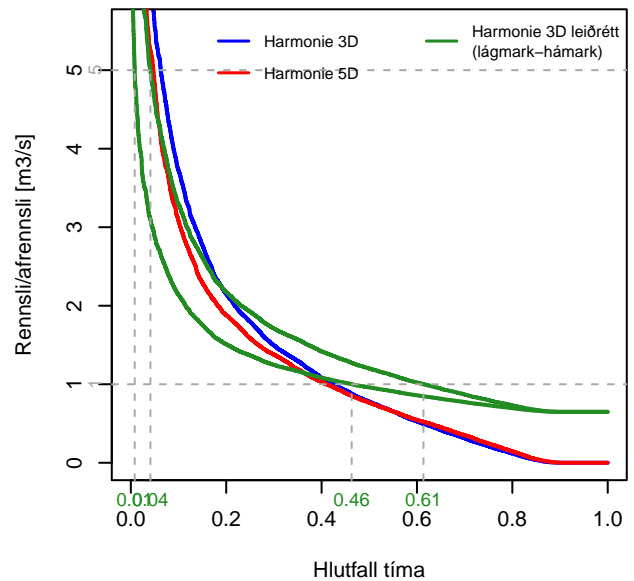
Selá (1982–2015)



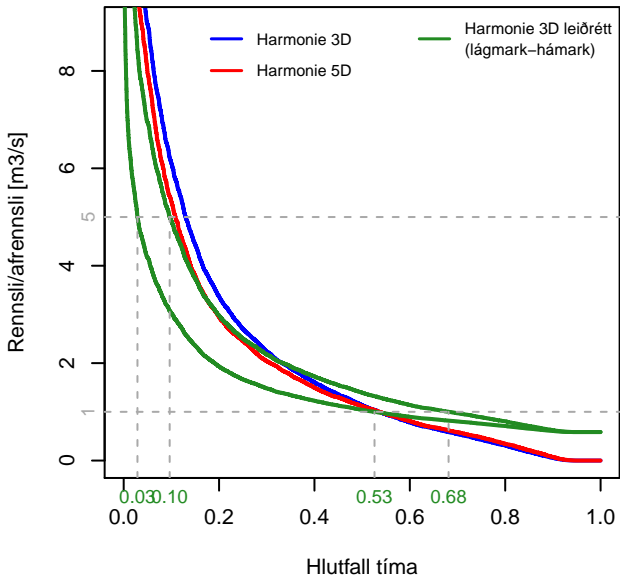
Árbugsá (1982–2015)



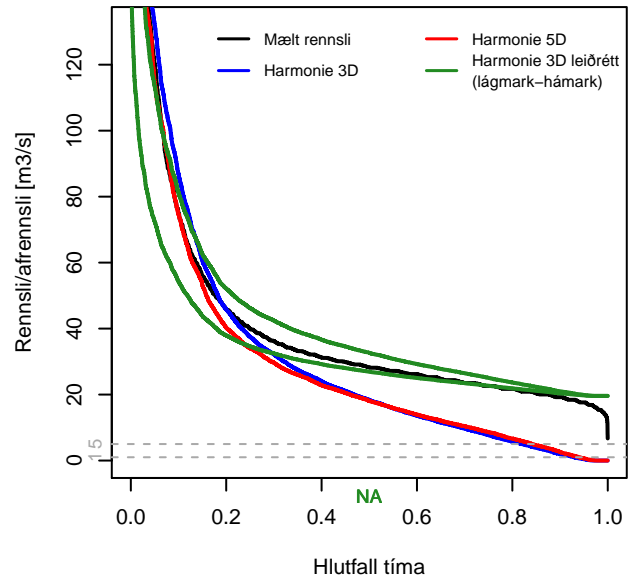
Gljúfurá (1982–2015)



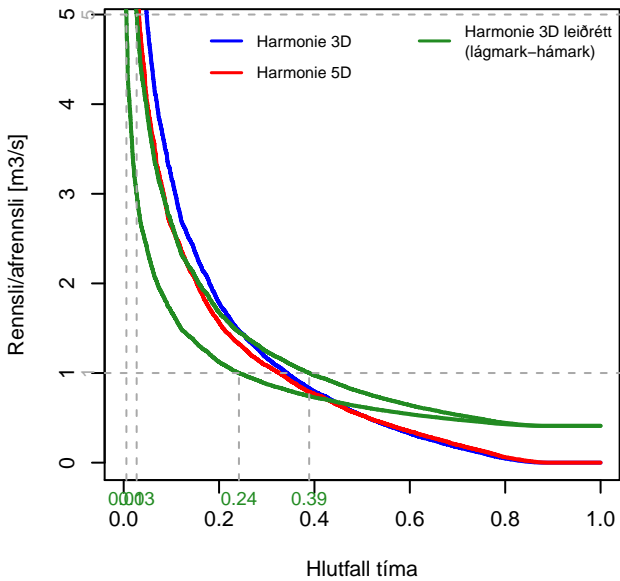
Seljadalsá (1982–2015)



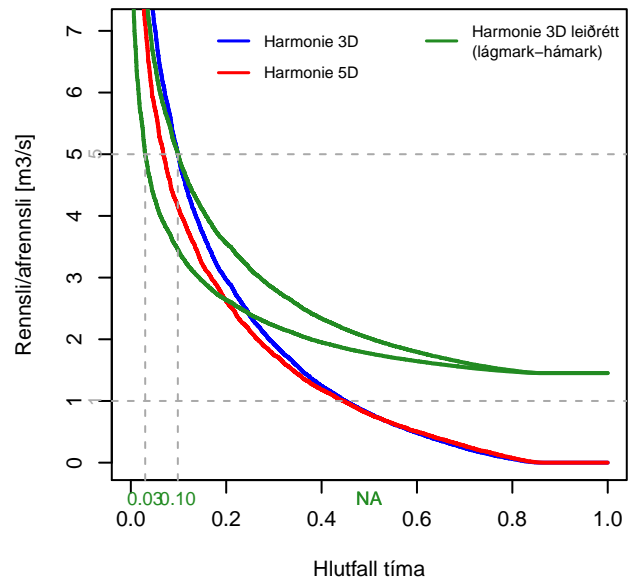
Fnjóská (1982–2015)



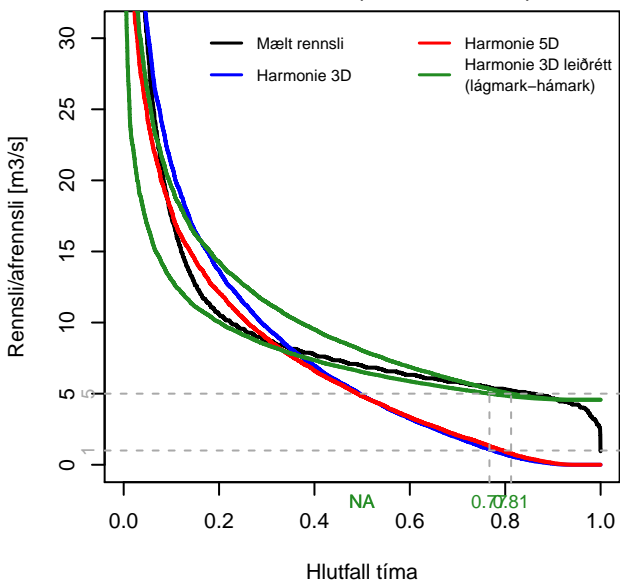
Ormsá (1982–2015)



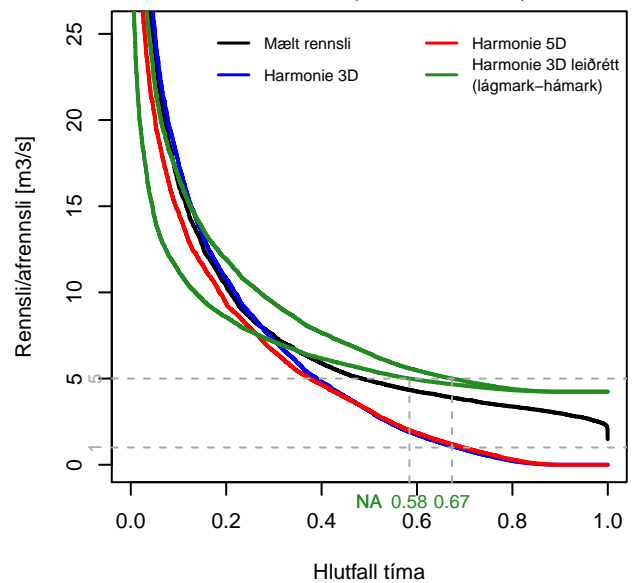
Stóra Giljá (1982–2015)



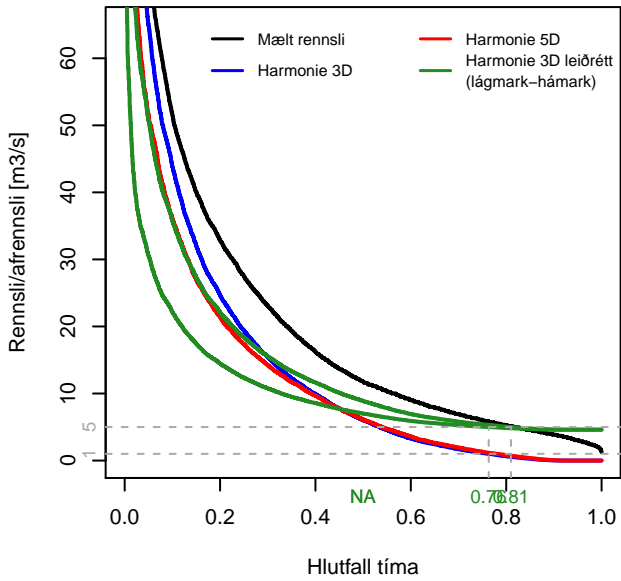
Vatnsdalsá (1982–2015)



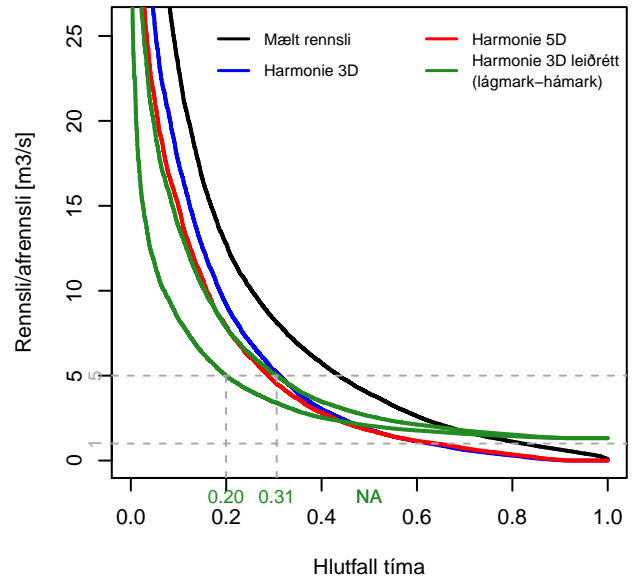
Víðidalssá (1982–2015)



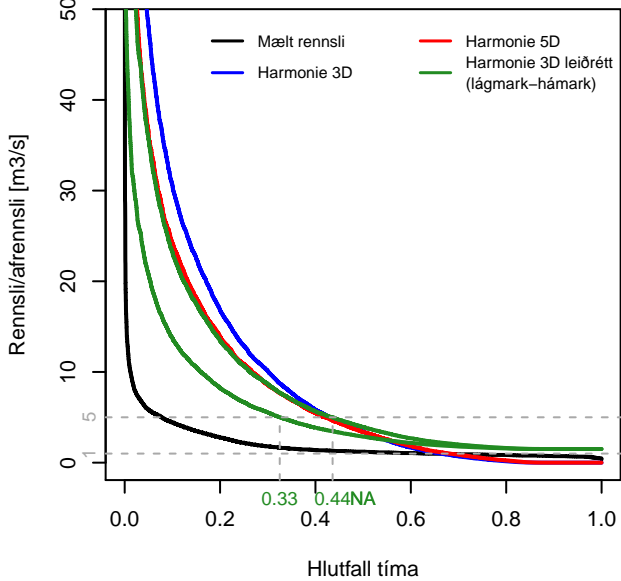
Norðurá (1982–2015)



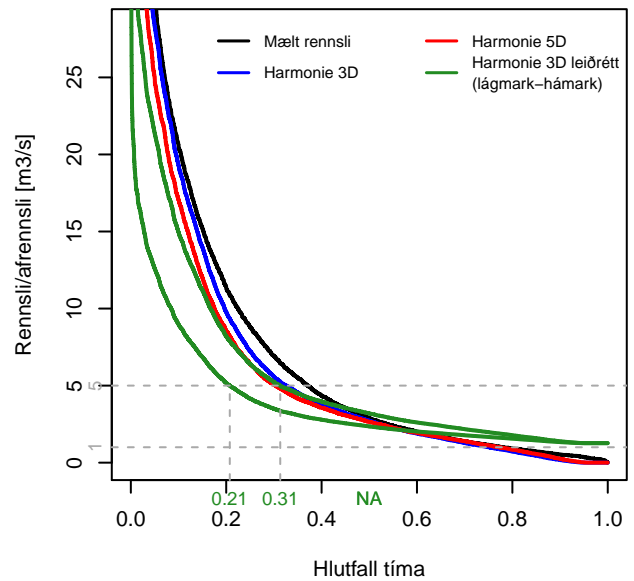
Fossá í Berufirði (1982–2015)



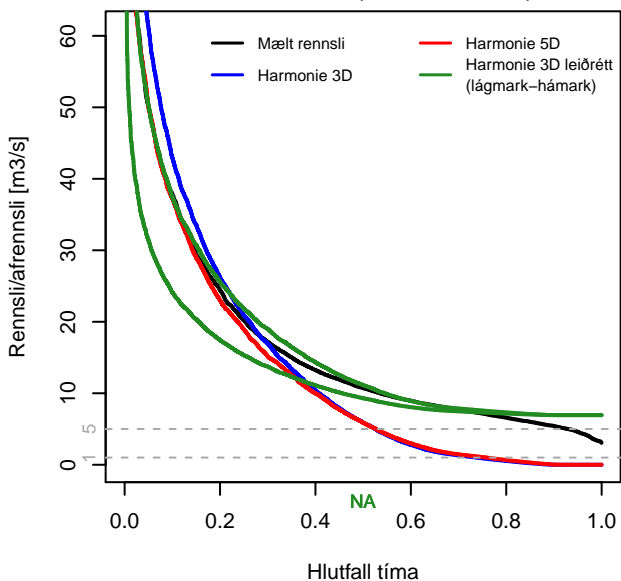
Hólmsá (1982–2015)



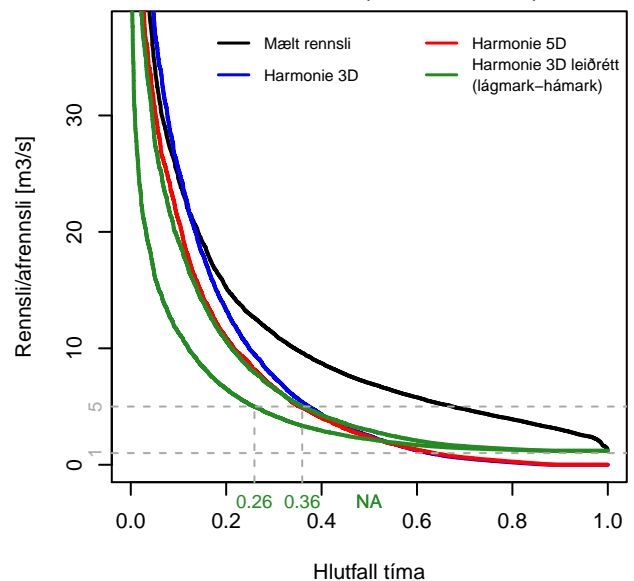
Kelduá (1982–2015)



Stóra Laxá (1982–2015)

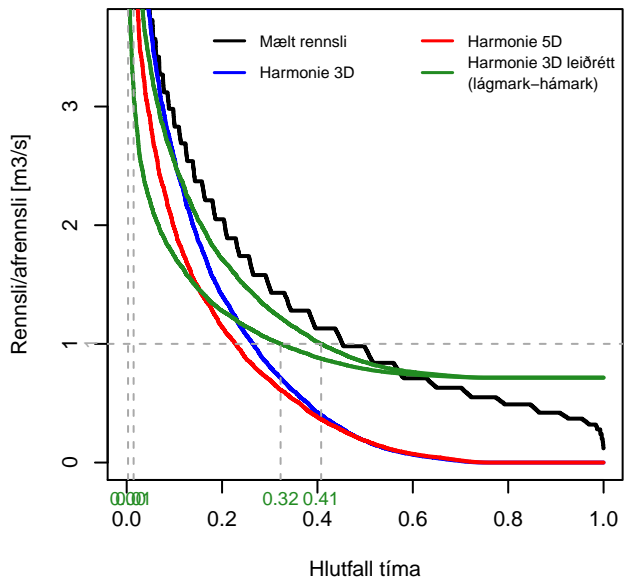


Geirlandsá (1982–2015)

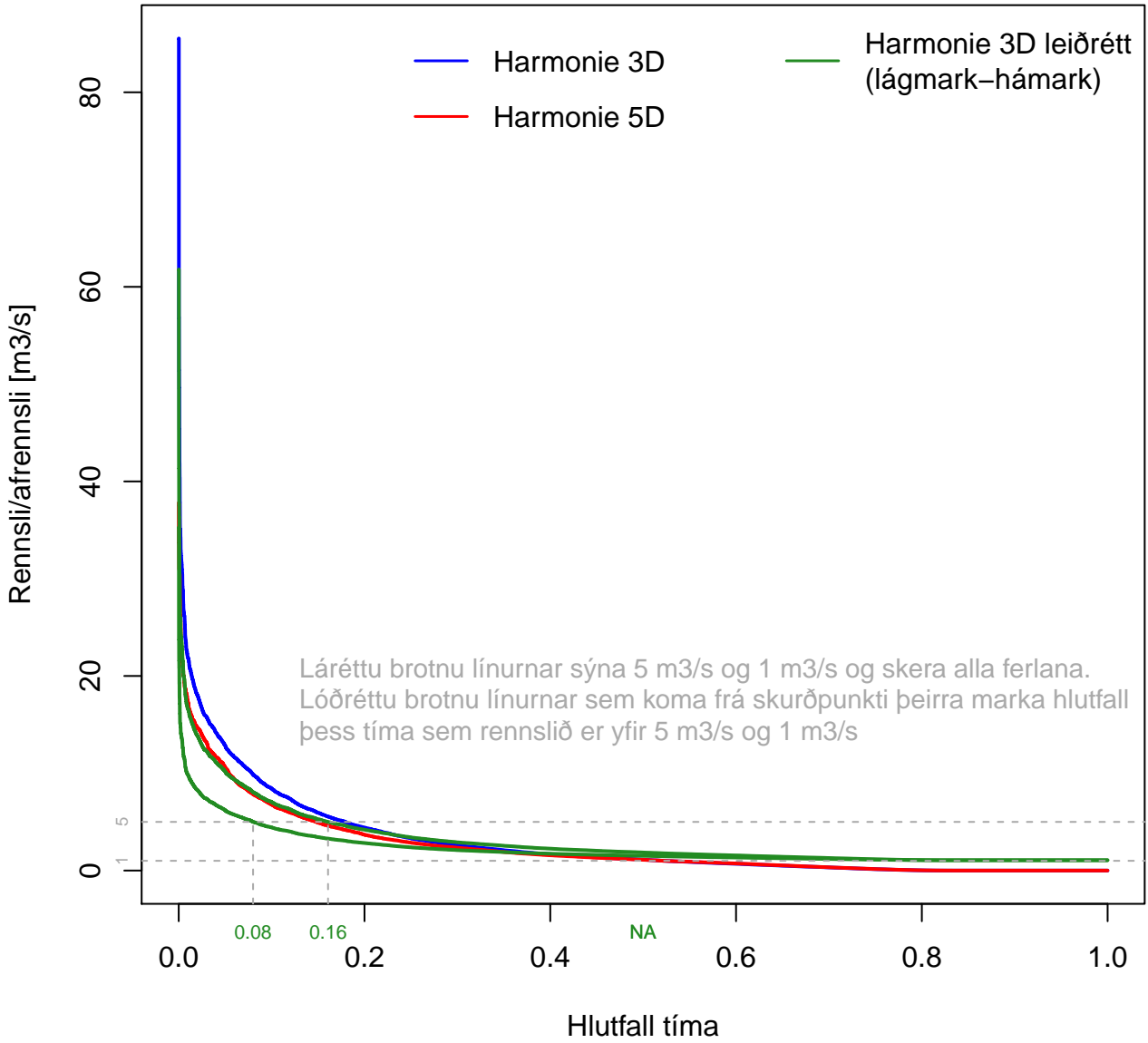


Langæislínur – Lægri hluti rennsliferils

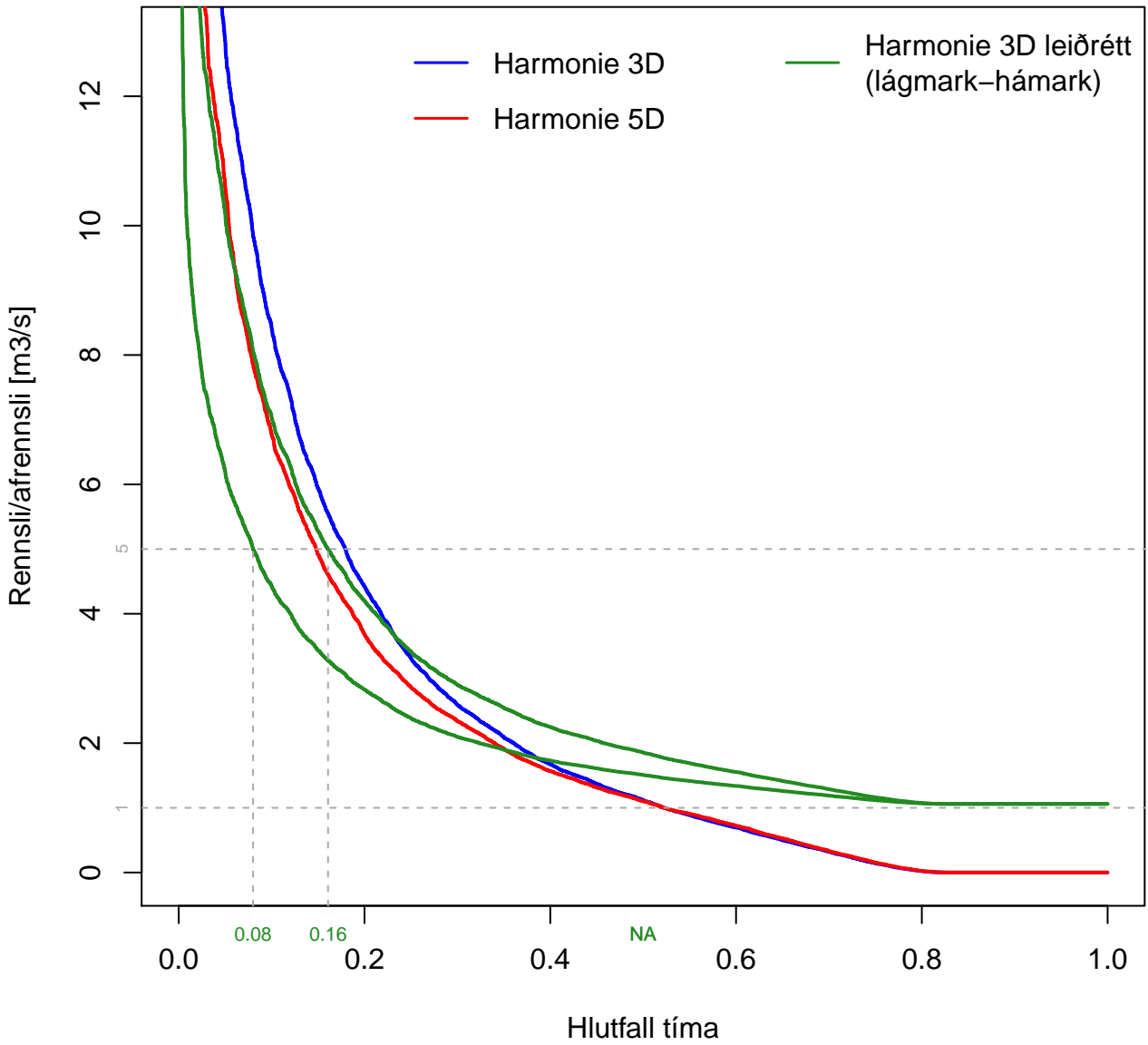
Korpa (1982–2015)



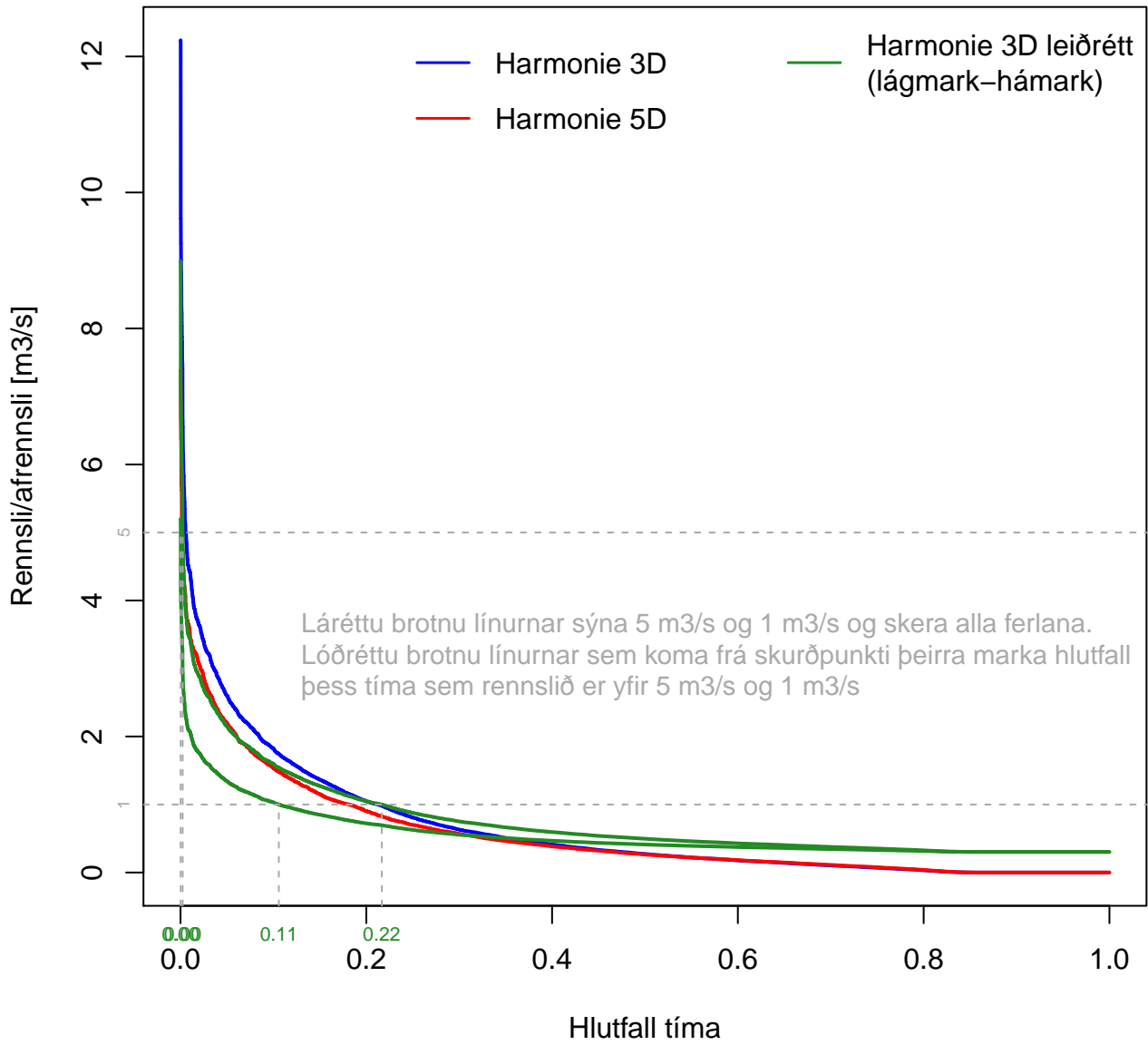
Bakkaá (1982–2015) Heildarferill



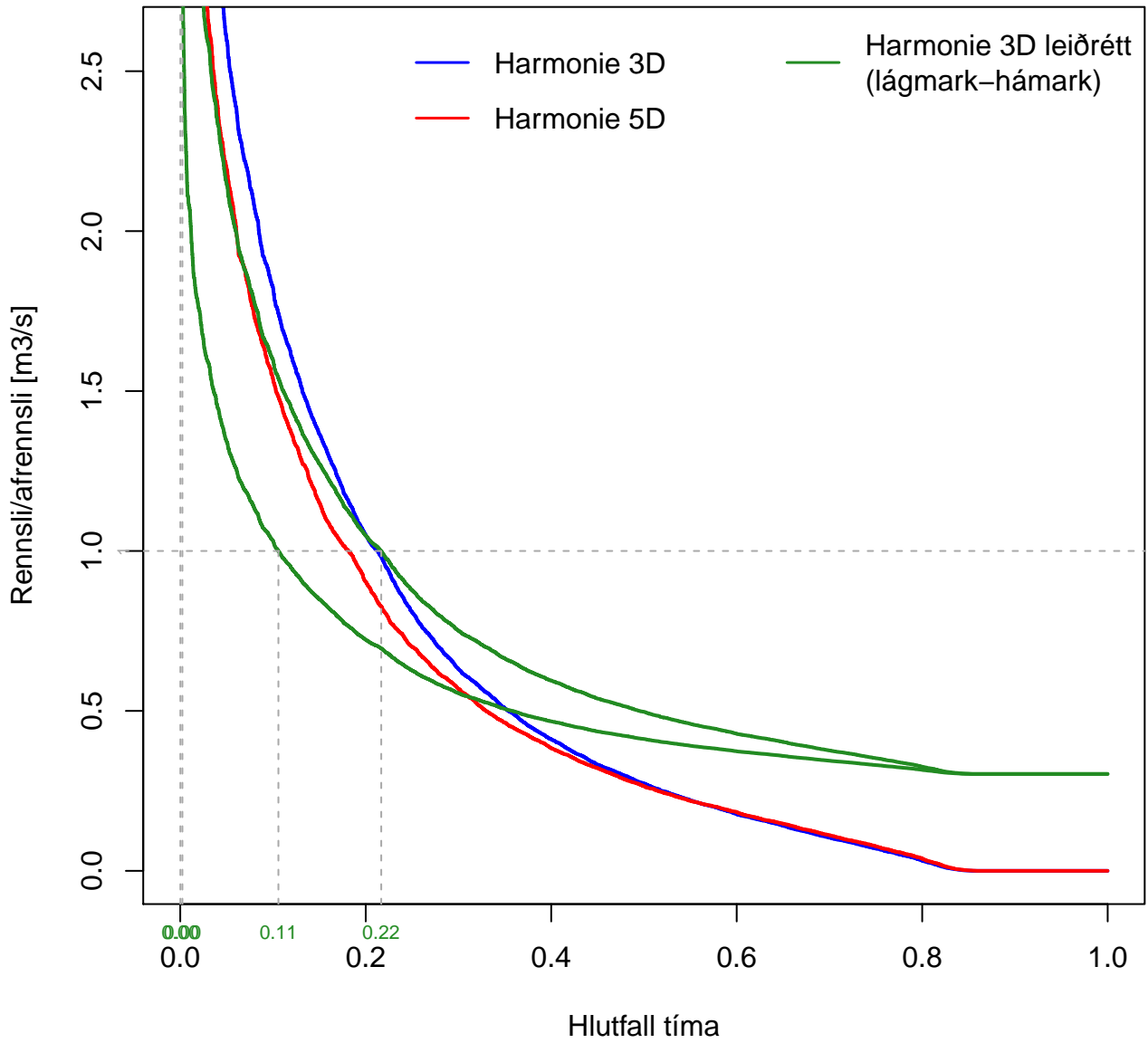
Bakkaá (1982–2015)
Lægri hluti rennslisferils



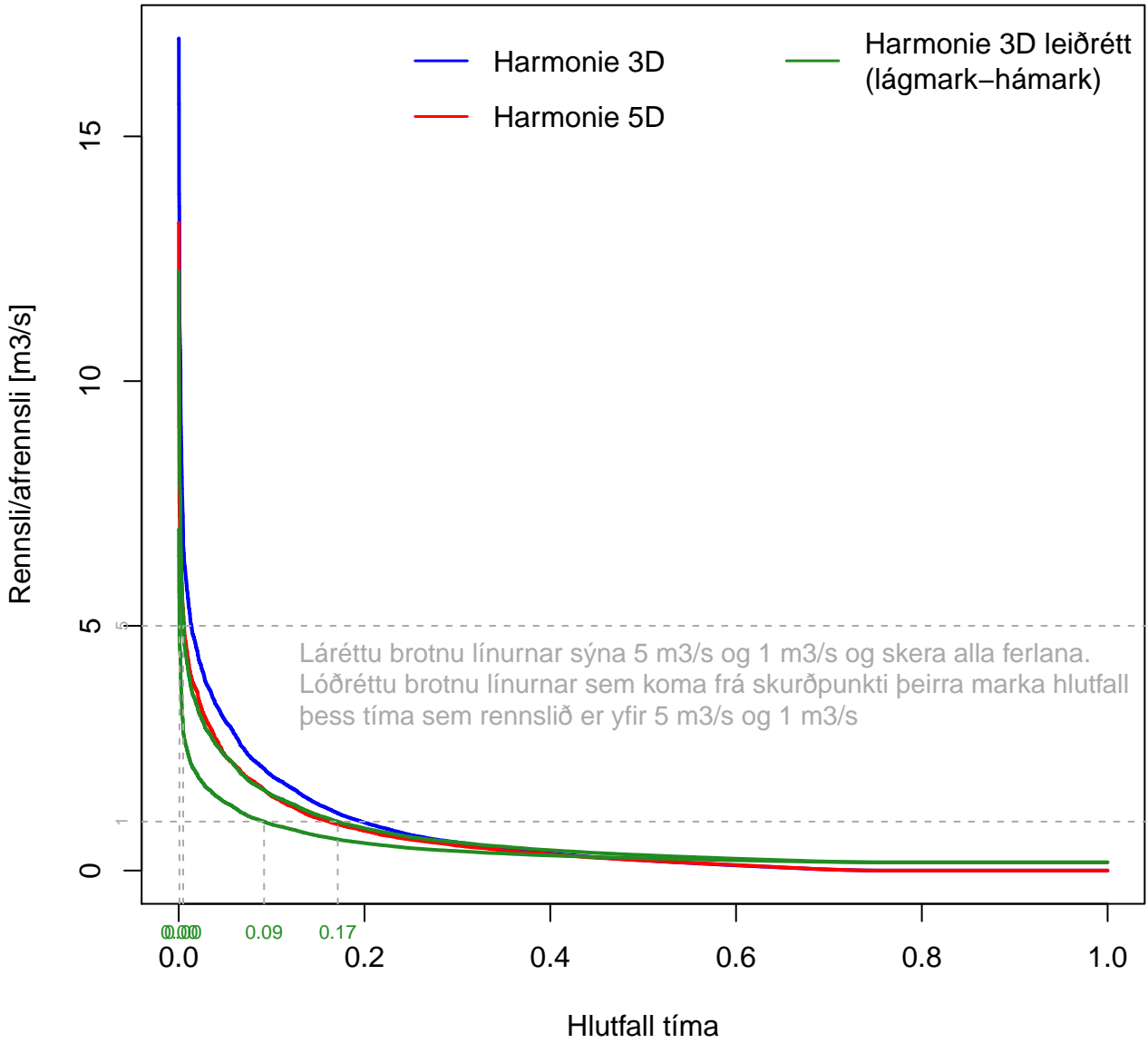
Djúpilækur (1982–2015) Heildarferill



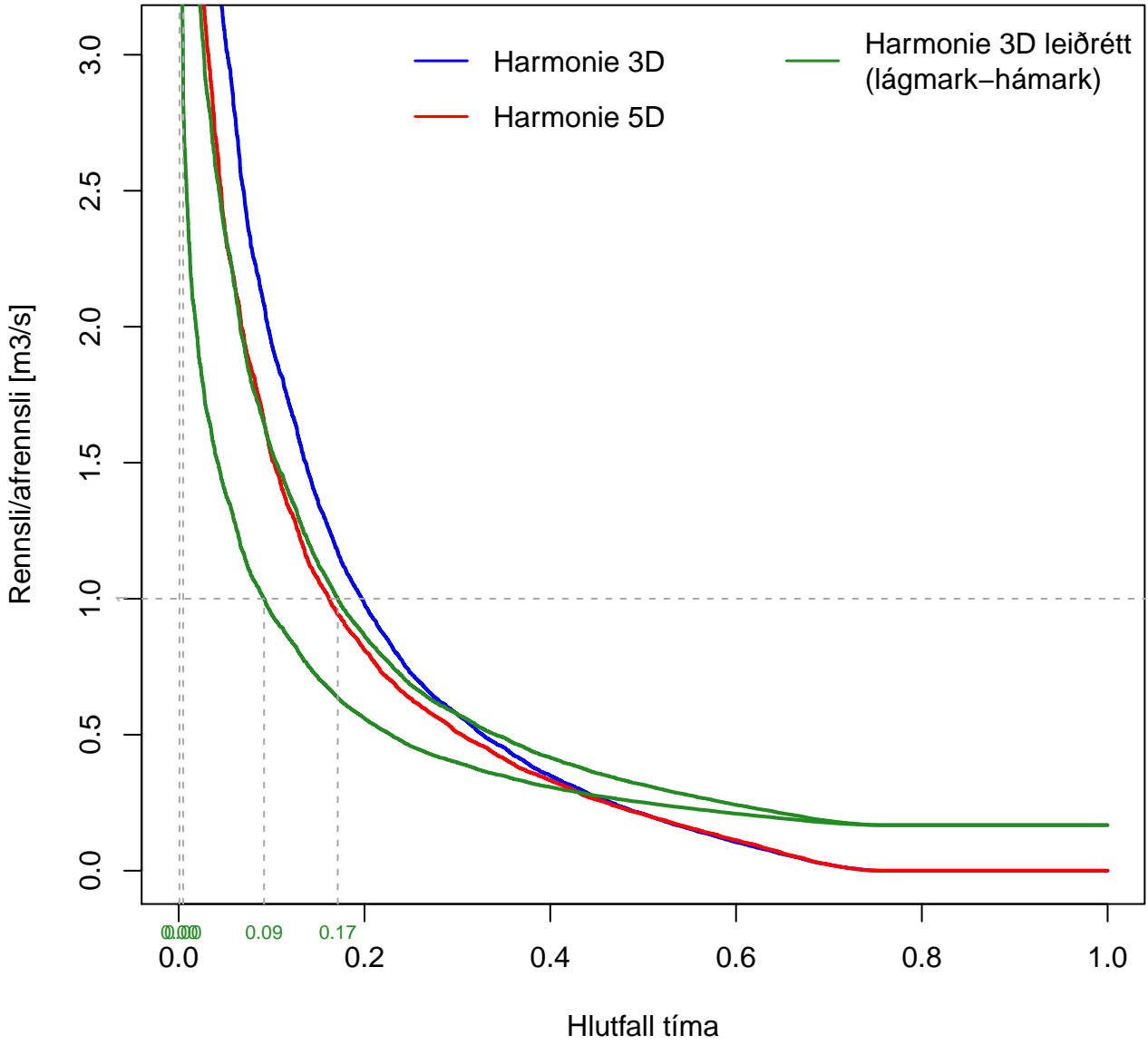
Djúpilækur (1982–2015) Lægri hluti rennslisferils



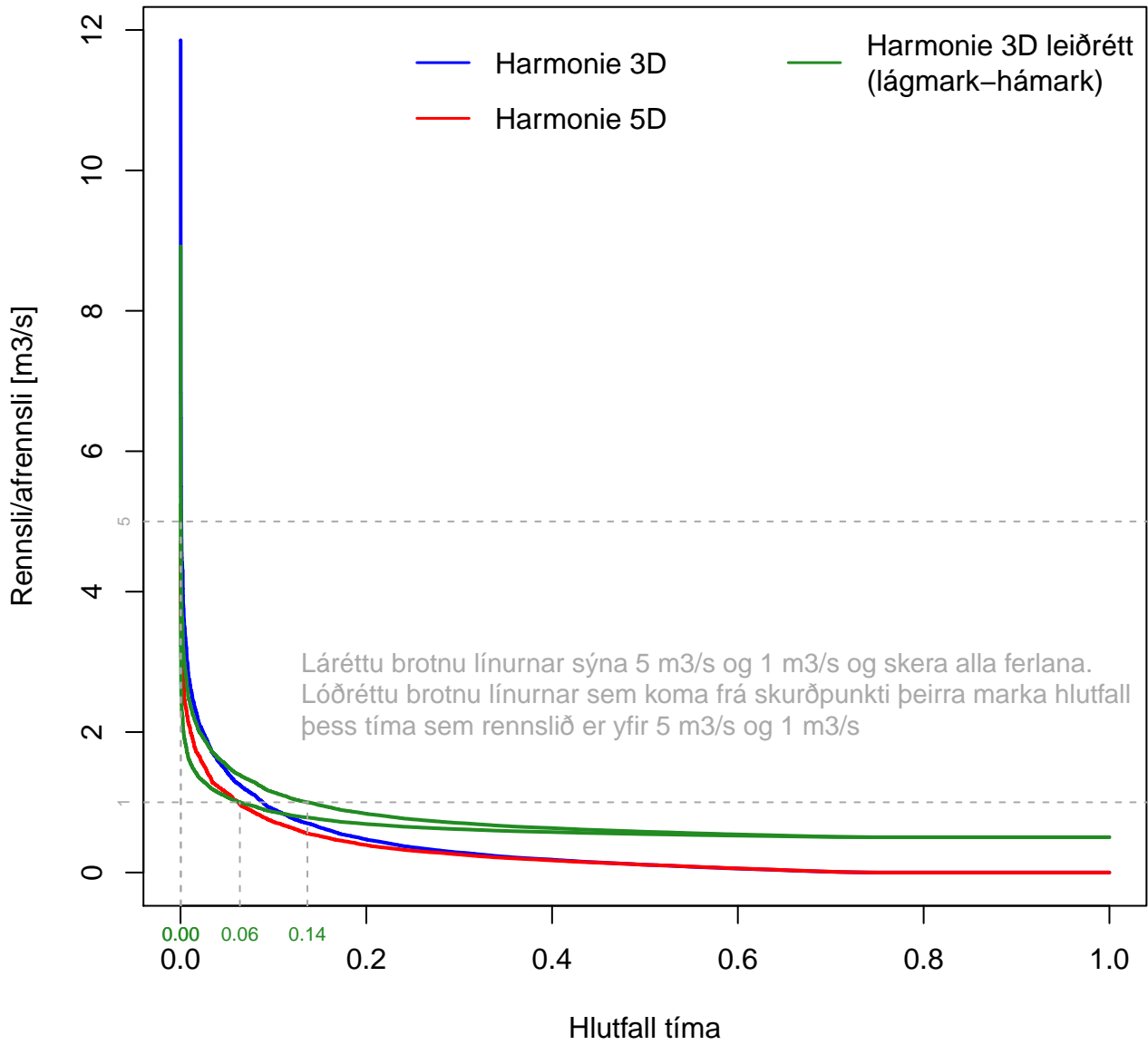
Fossá (1982–2015) Heildarferill



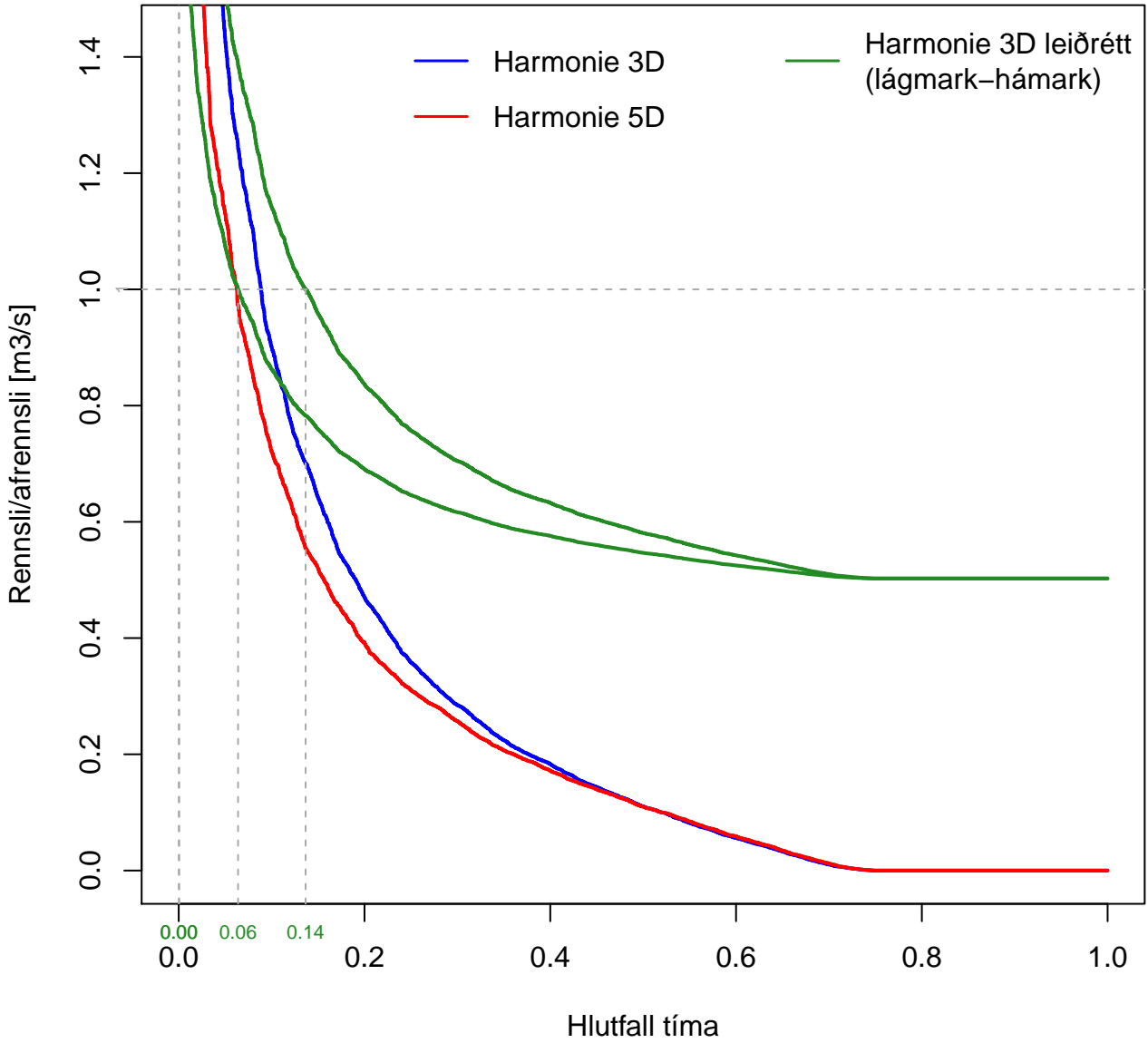
Fossá (1982–2015)
Lægri hluti rennslisferils



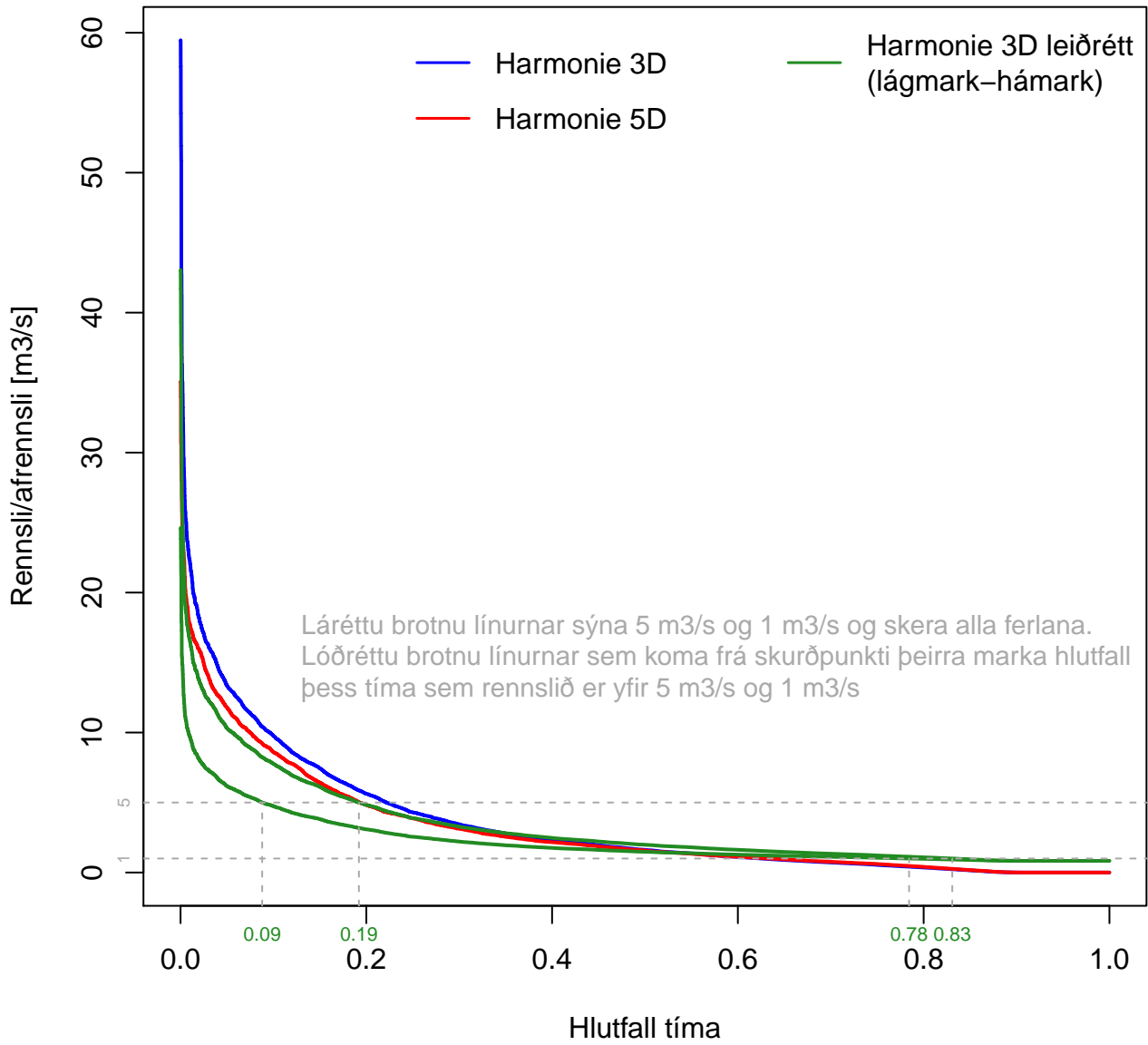
Garðá (1982–2015) Heildarferill



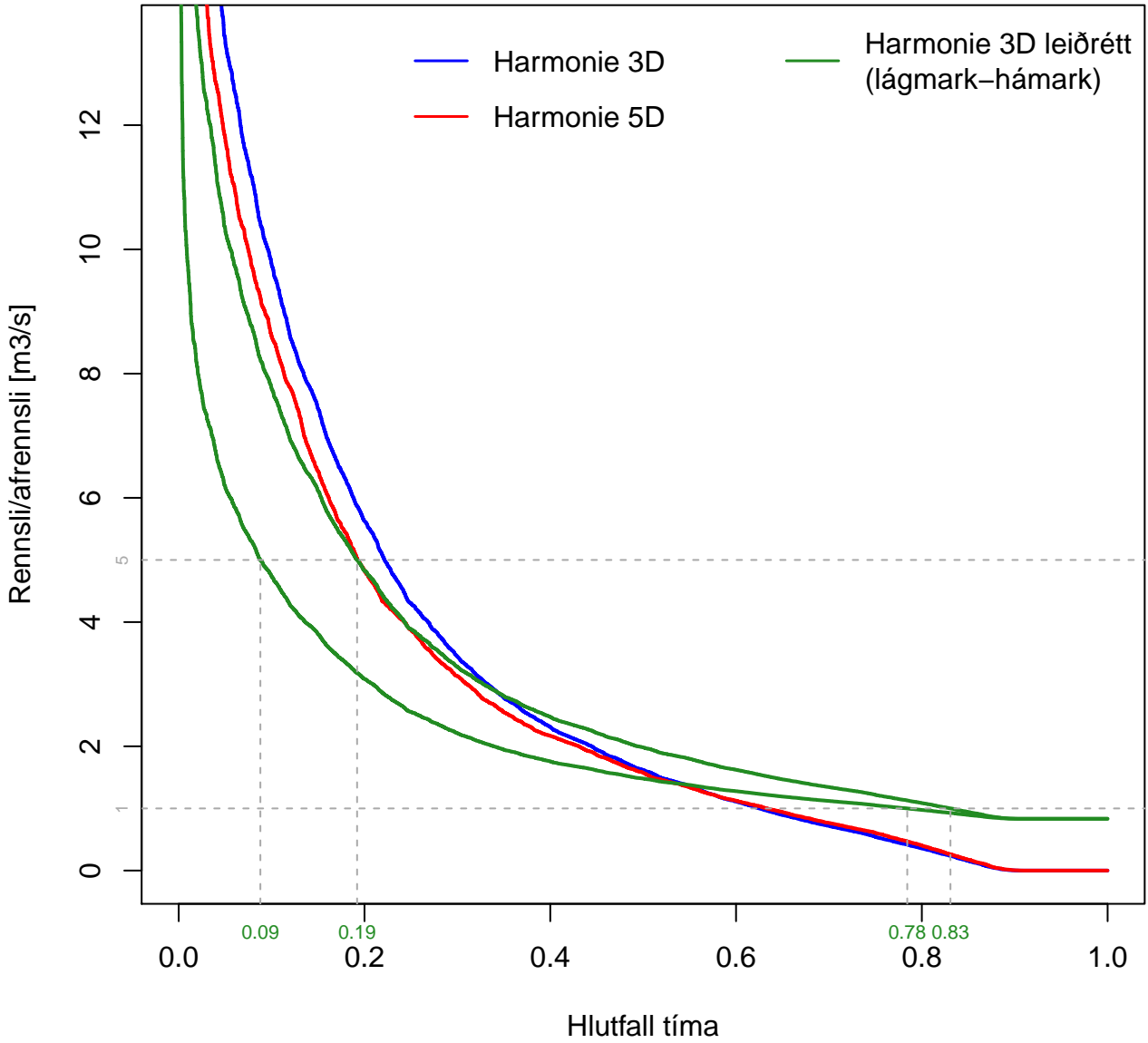
Garðá (1982–2015)
Lægri hluti rennslisferils



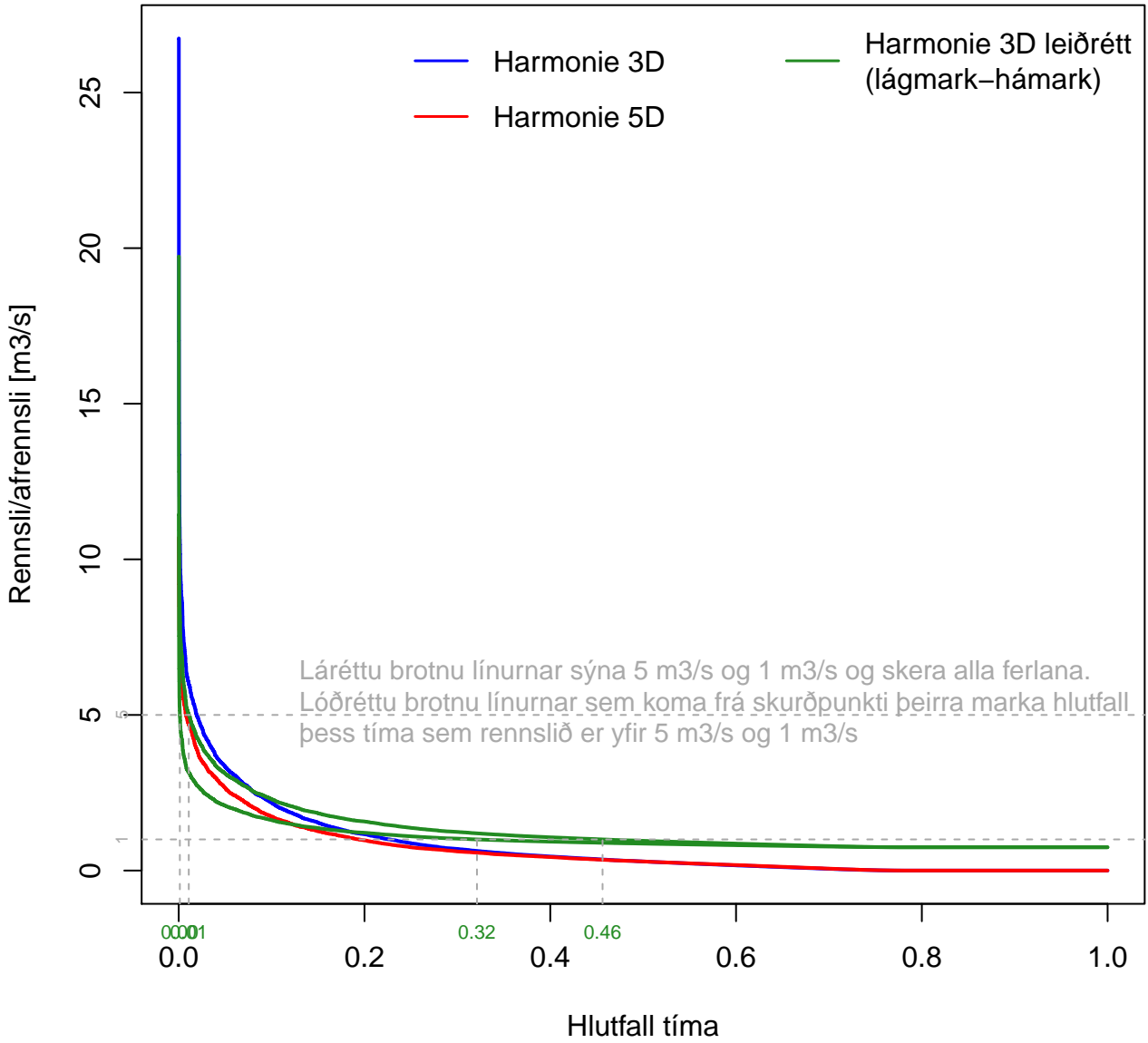
Hölkna (1982–2015) Heildarferill



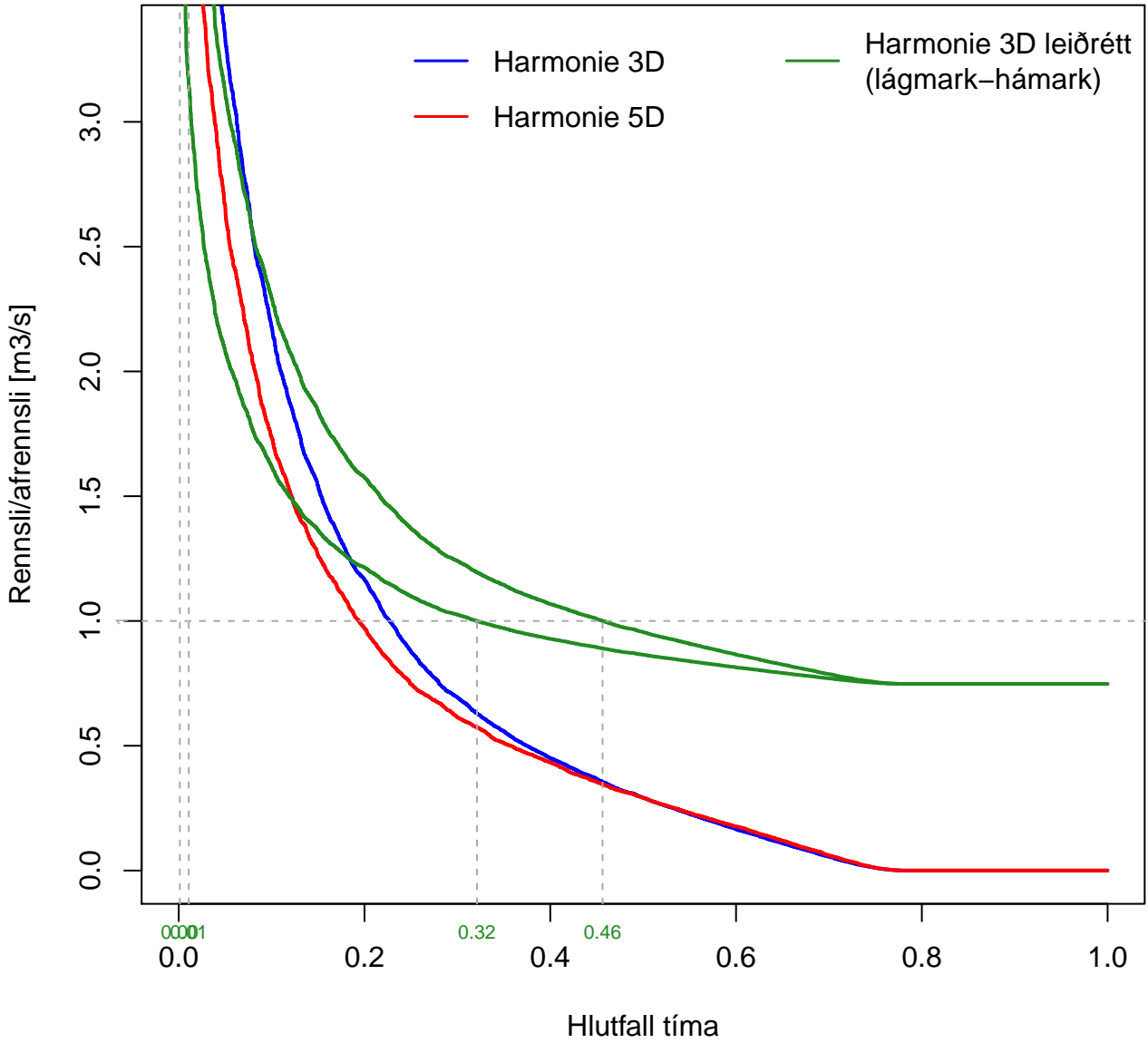
Hölkna (1982–2015) Lægri hluti rennsliferils



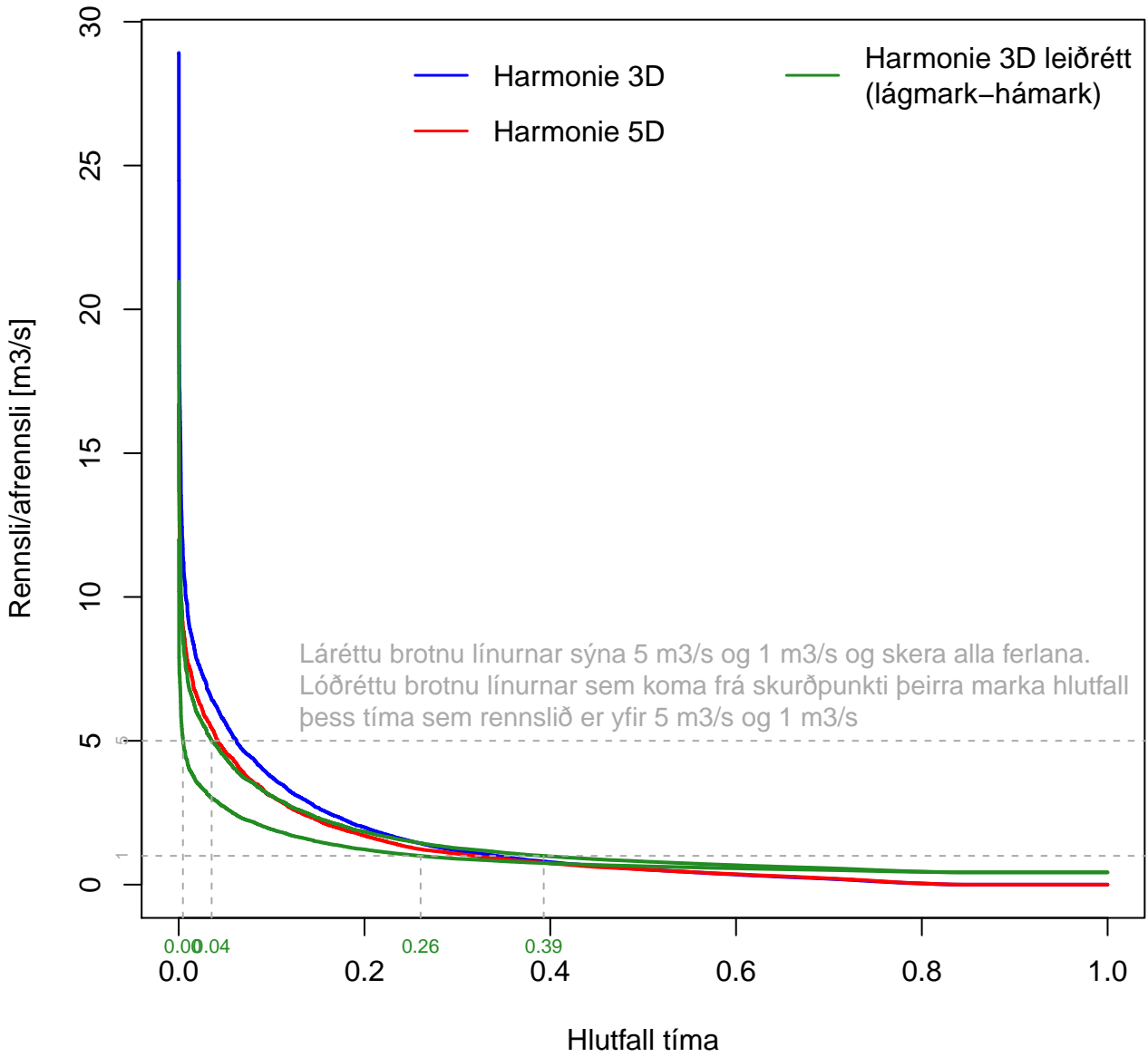
Laxá (1982–2015) Heildarferill



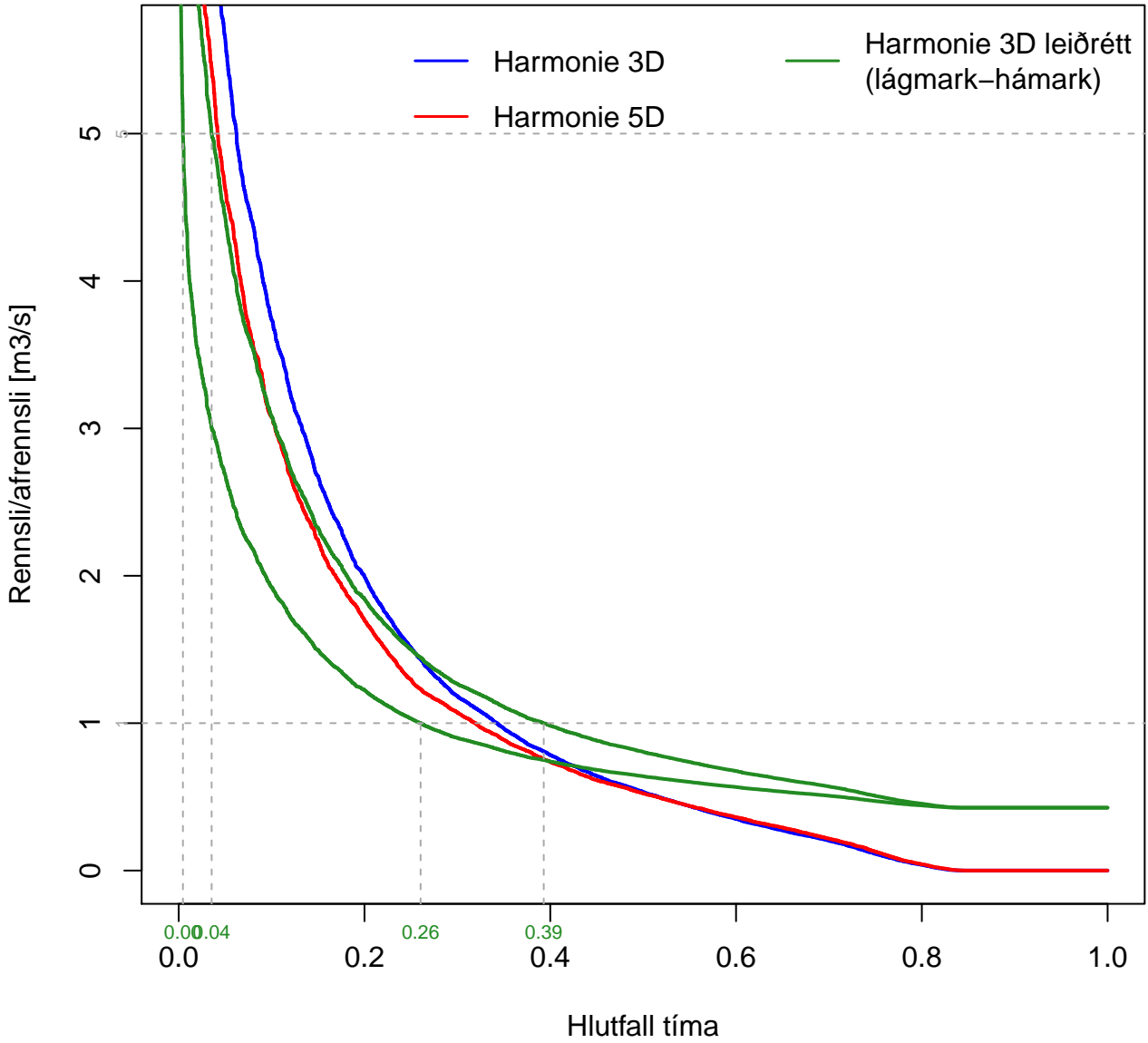
Laxá (1982–2015)
Lægri hluti rennslisferils



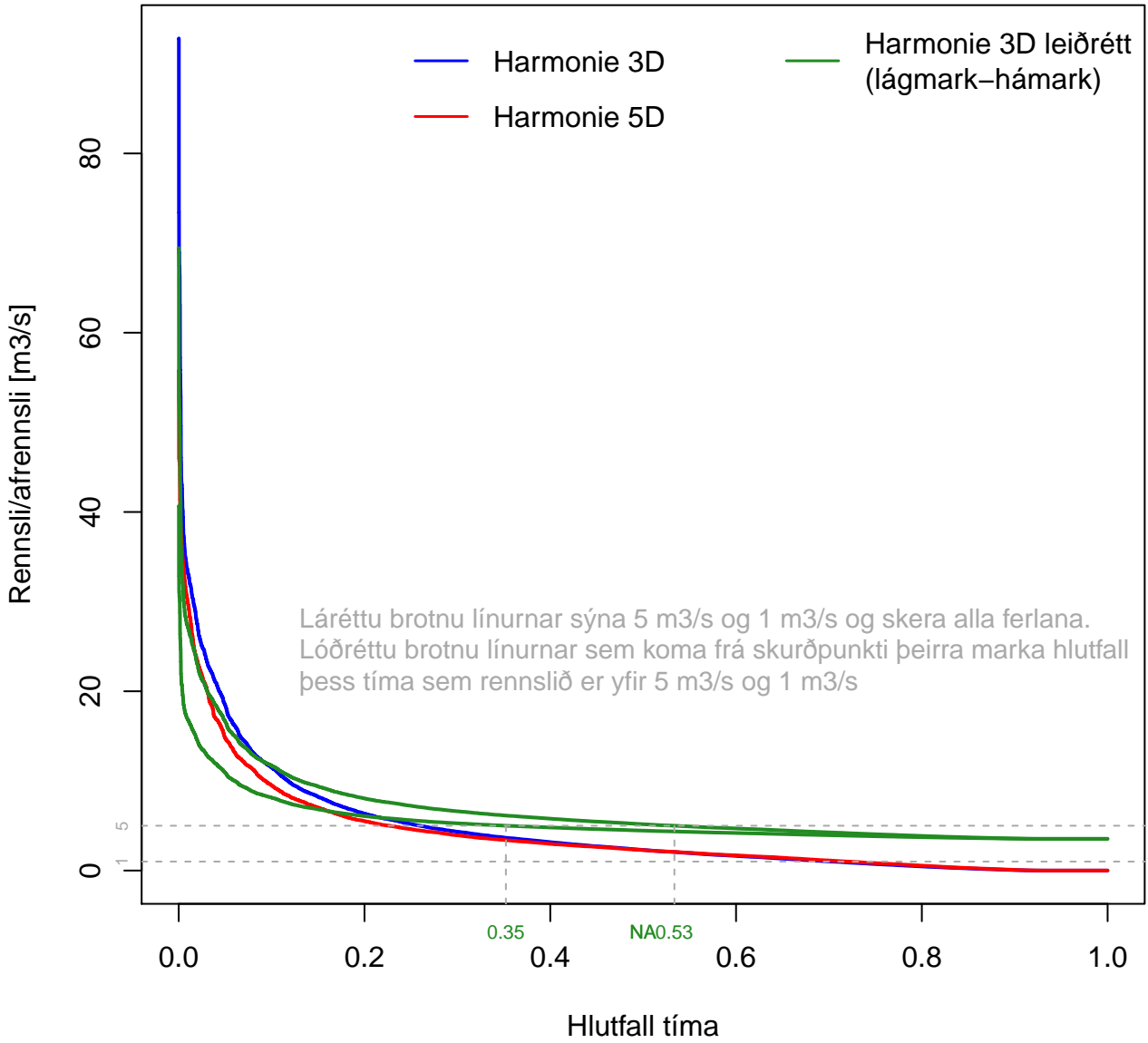
Rauða (1982–2015) Heildarferill



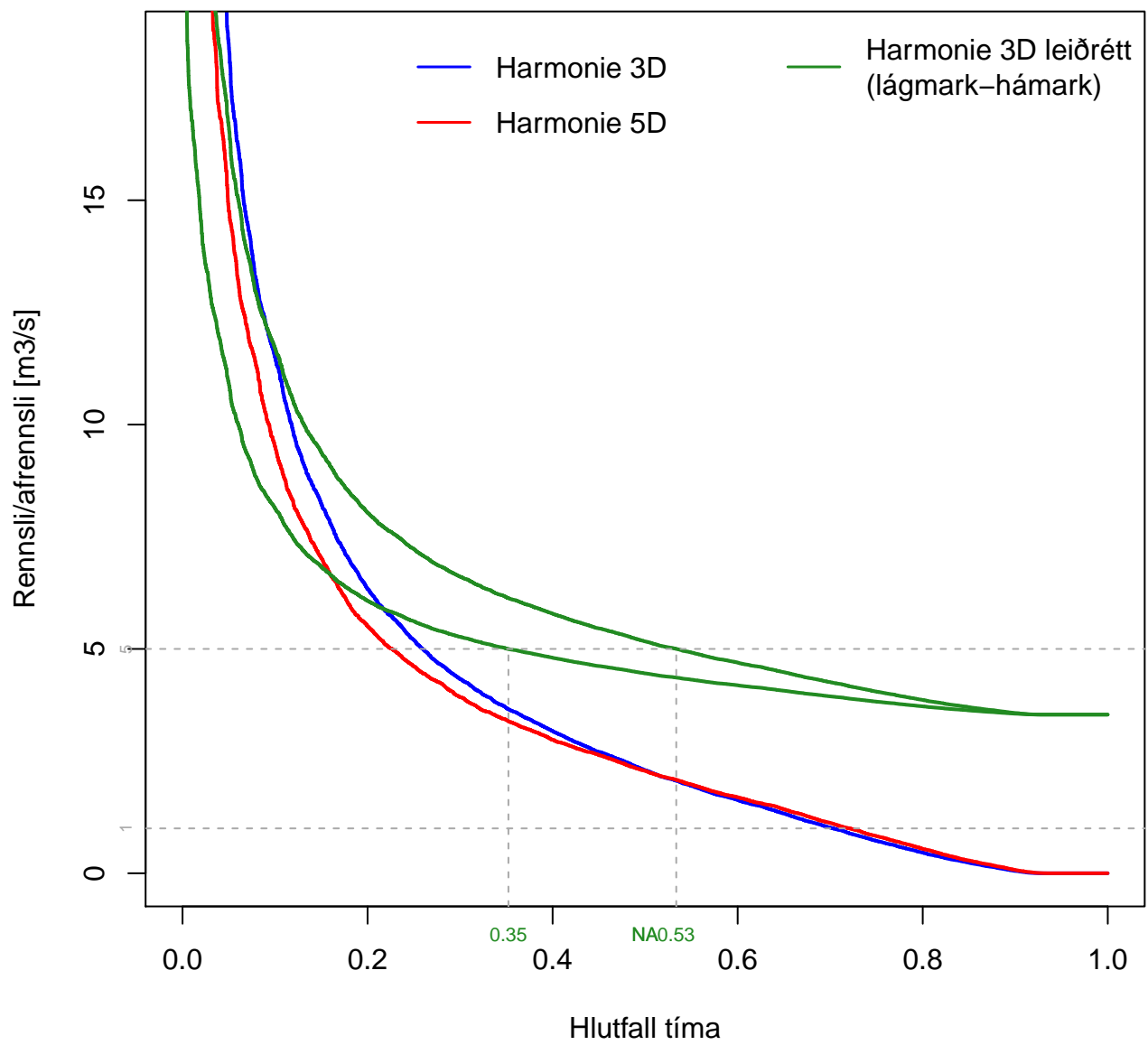
Rauða (1982–2015)
Lægri hluti rennsliferils



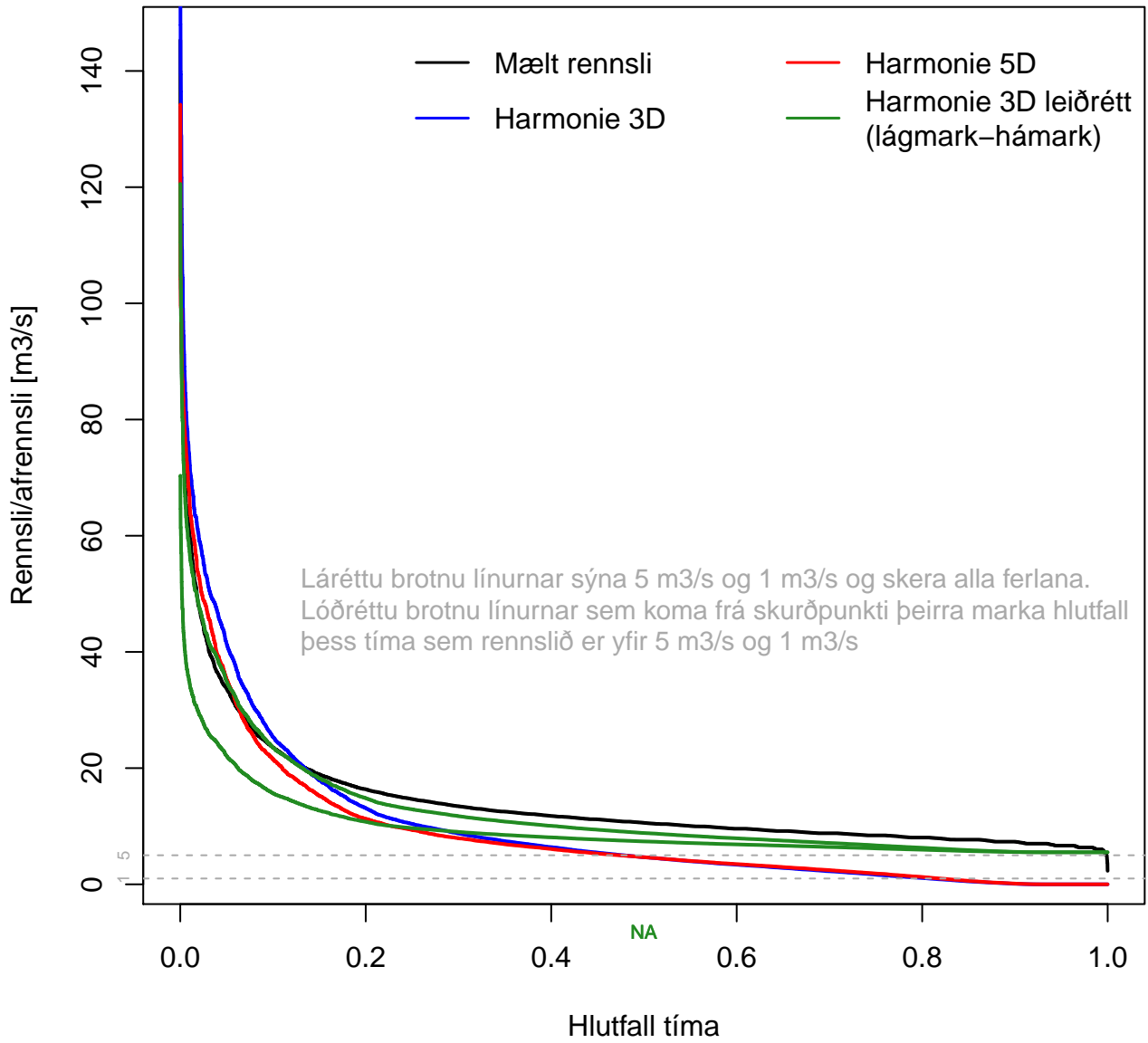
Vesturá (1982–2015) Heildarferill



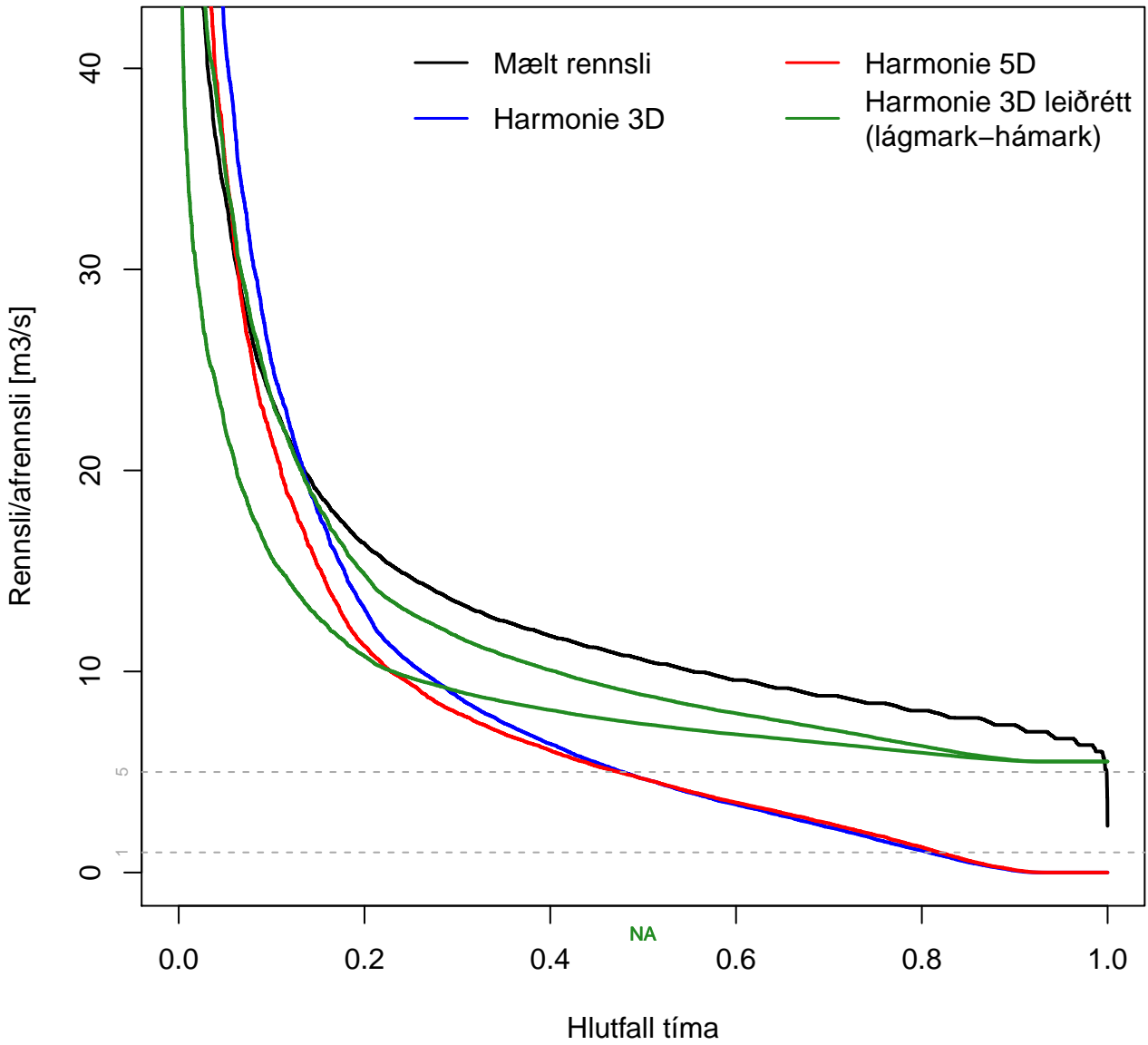
Vesturá (1982–2015)
Lægri hluti rennslisferils



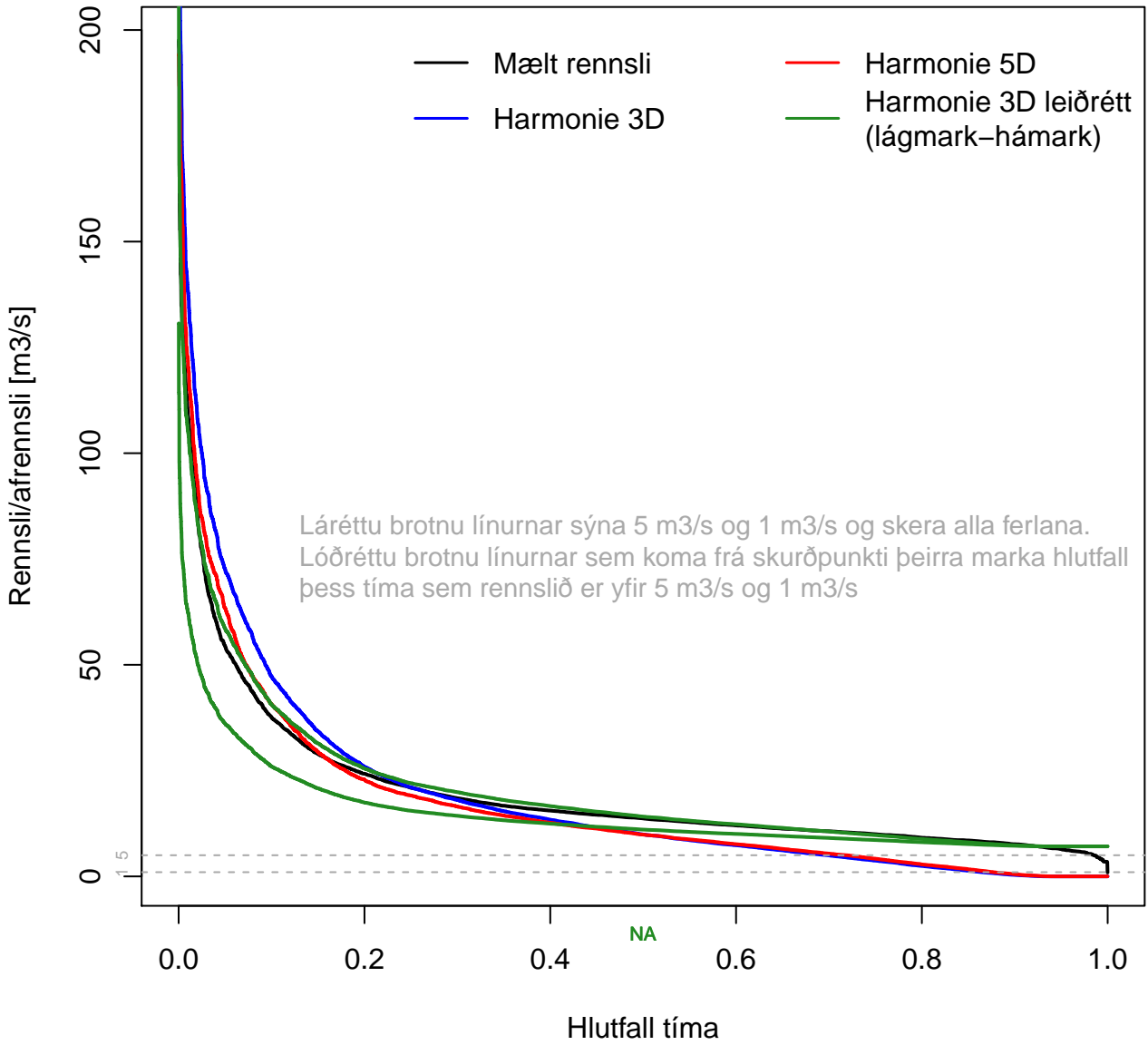
Sandá (1982–2015) Heildarferill



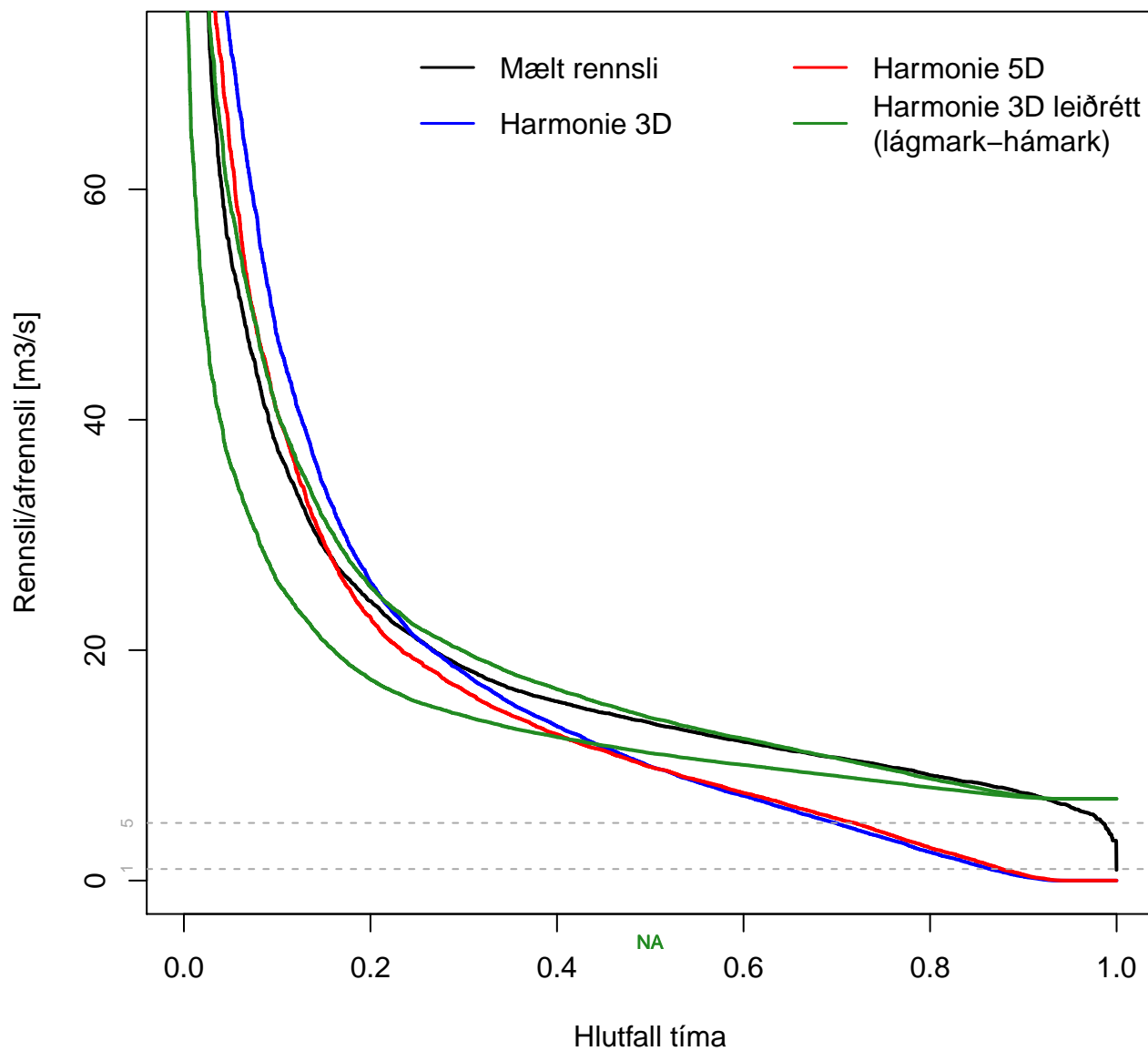
Sandá (1982–2015)
Lægri hluti rennslisferils



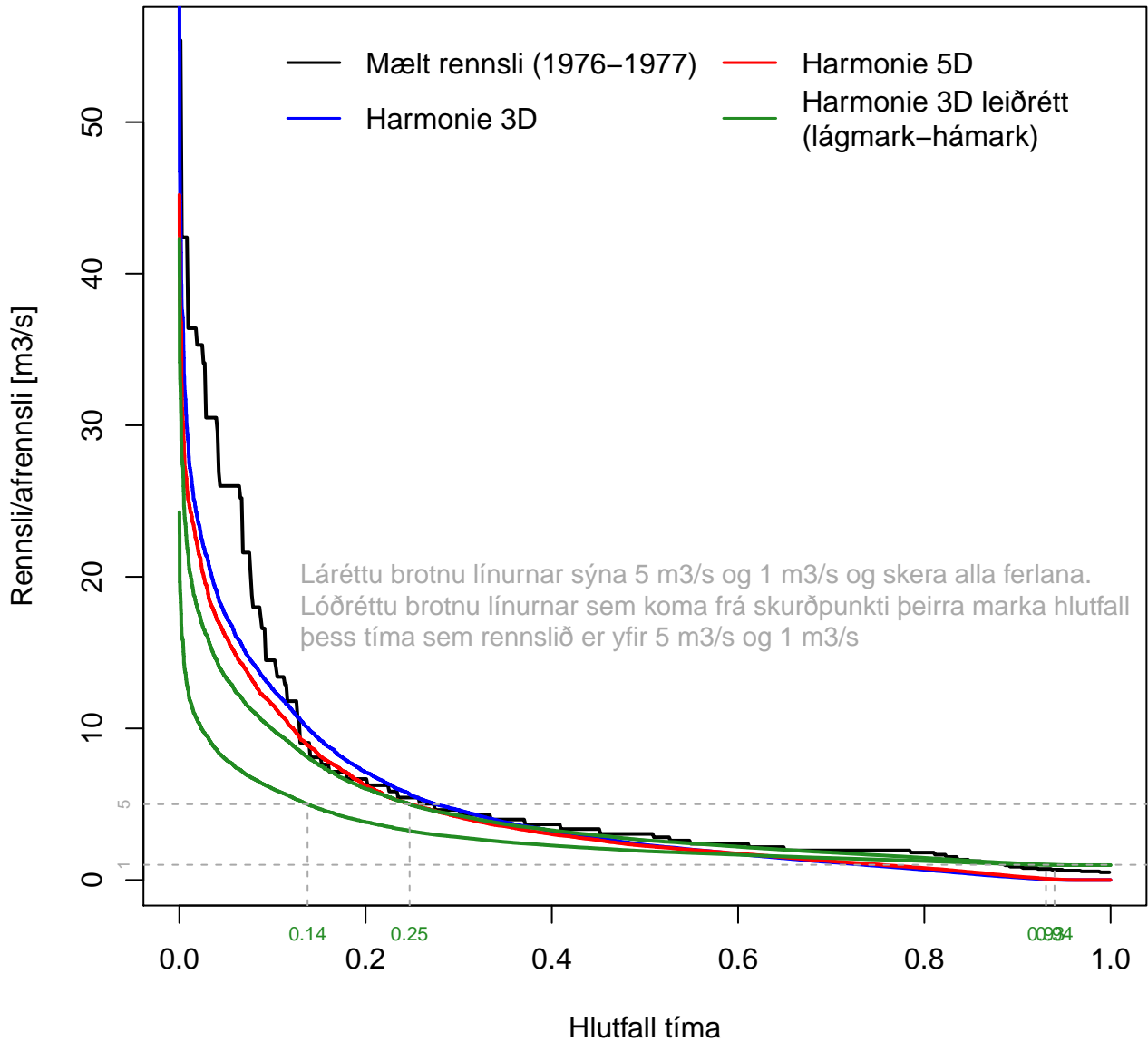
Selá (1982–2015) Heildarferill



Selá (1982–2015)
Lægri hluti rennslisferils

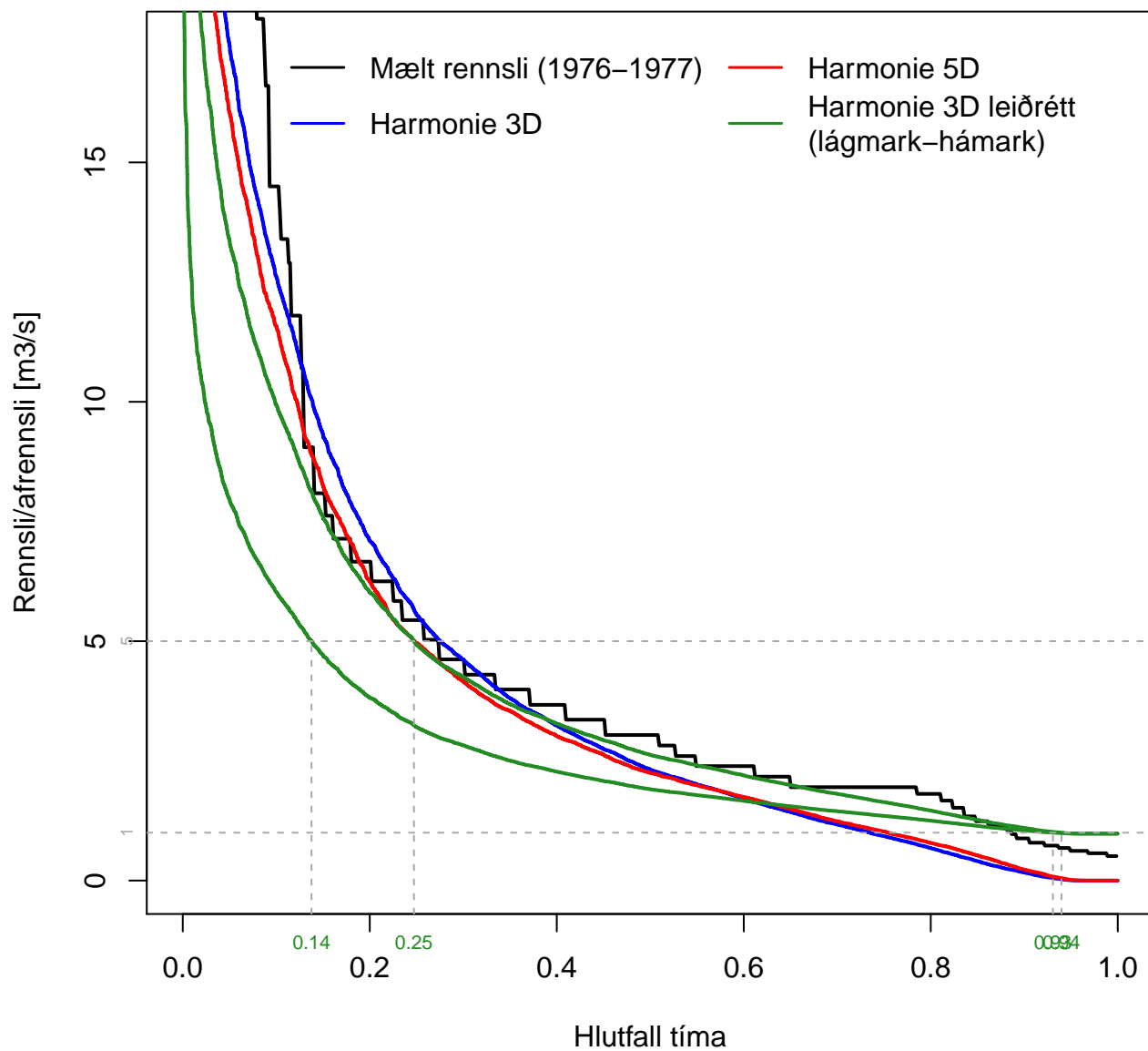


Árbugsa (1982–2015) Heildarferill

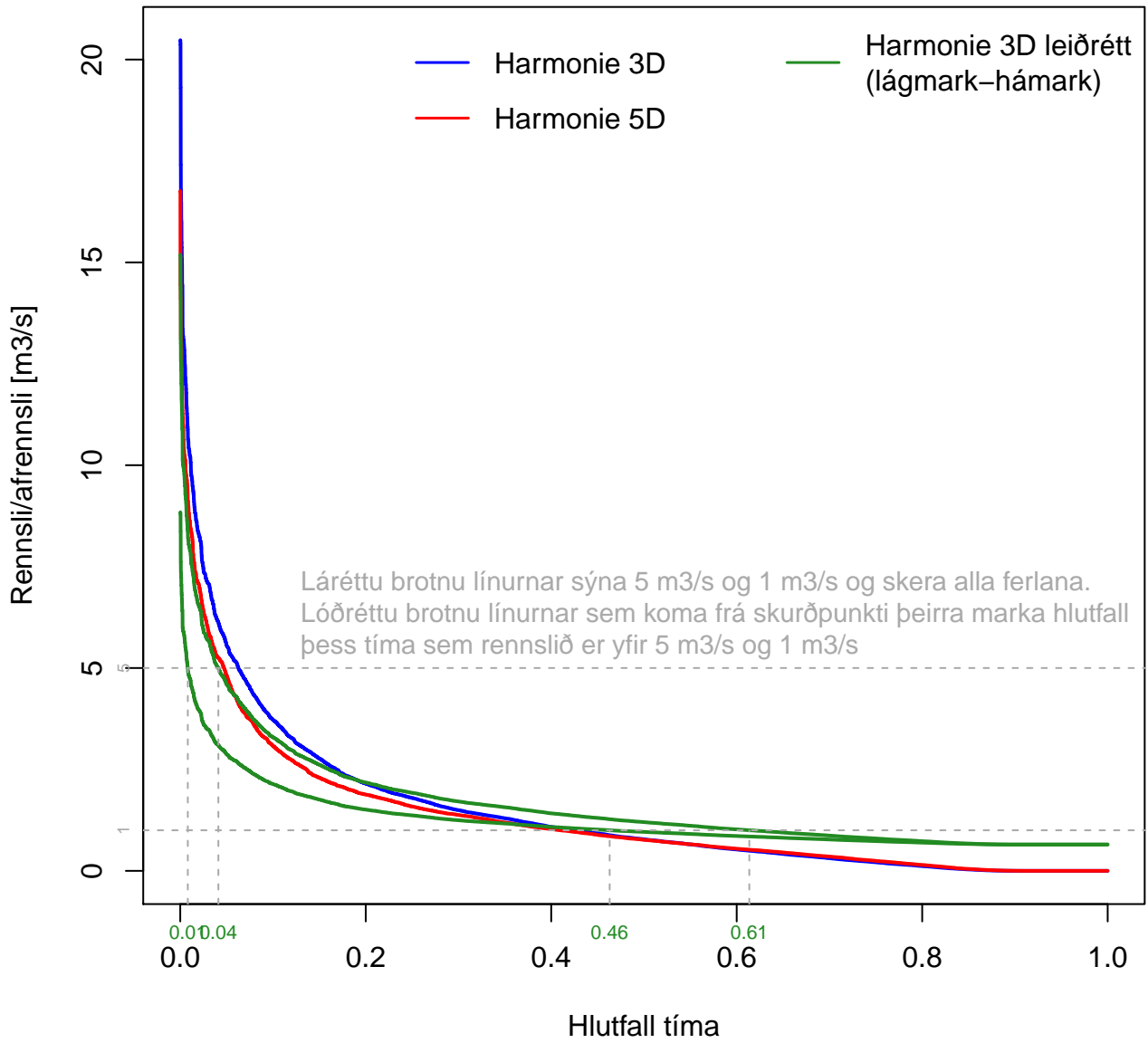


Árbugsa (1982–2015)

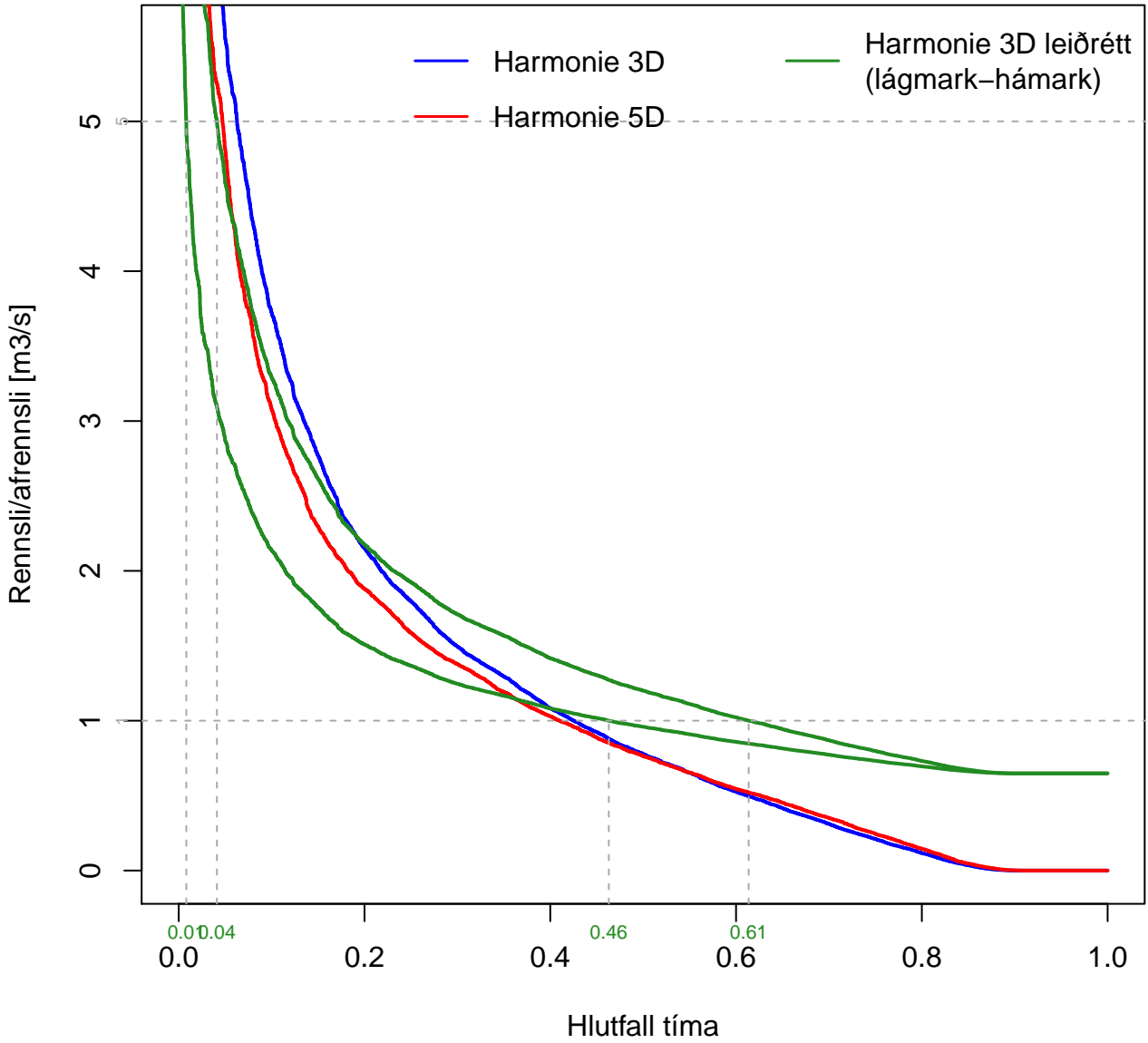
Lægri hluti rennsliferils



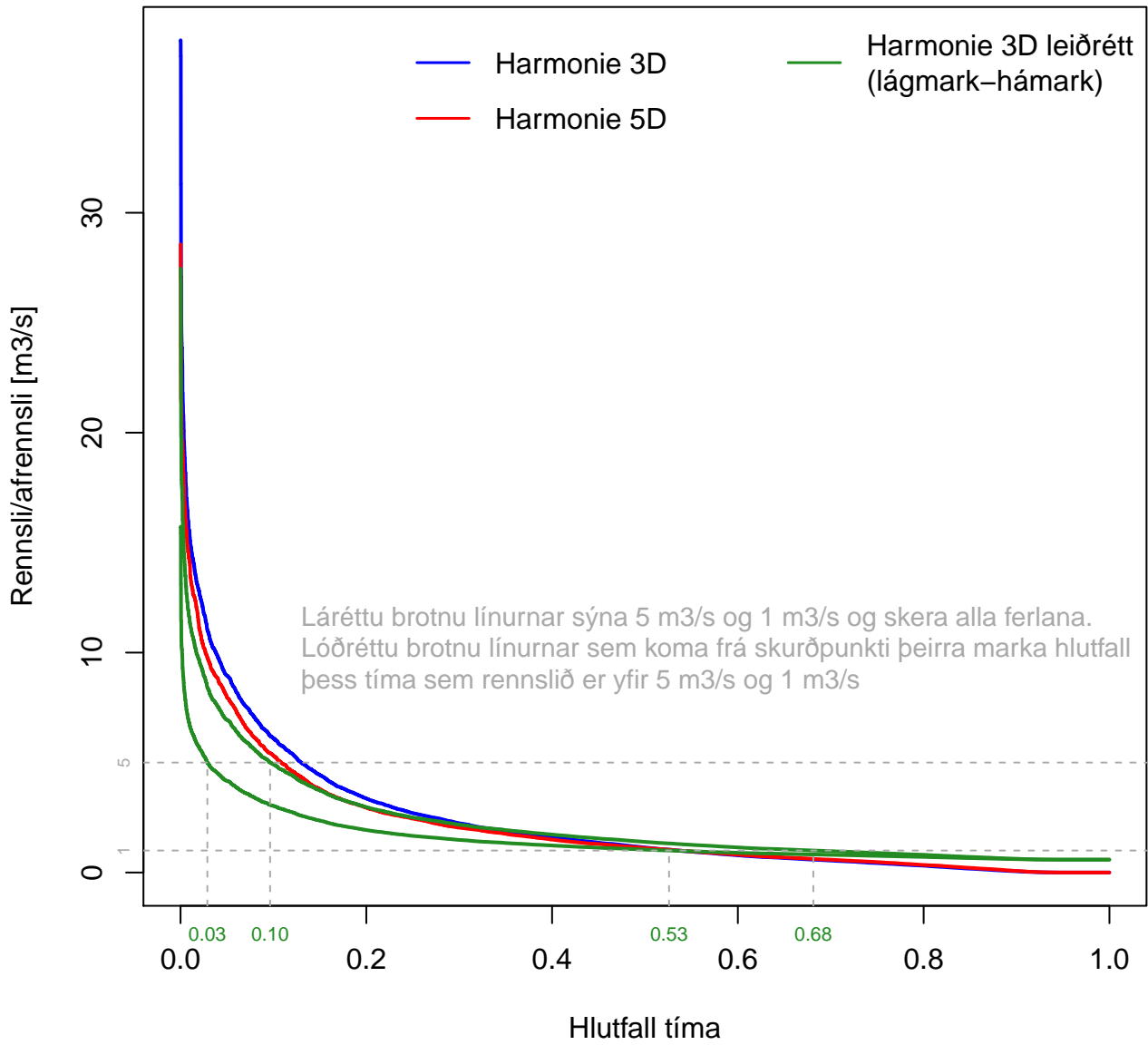
Gljúfurá (1982–2015) Heildarferill



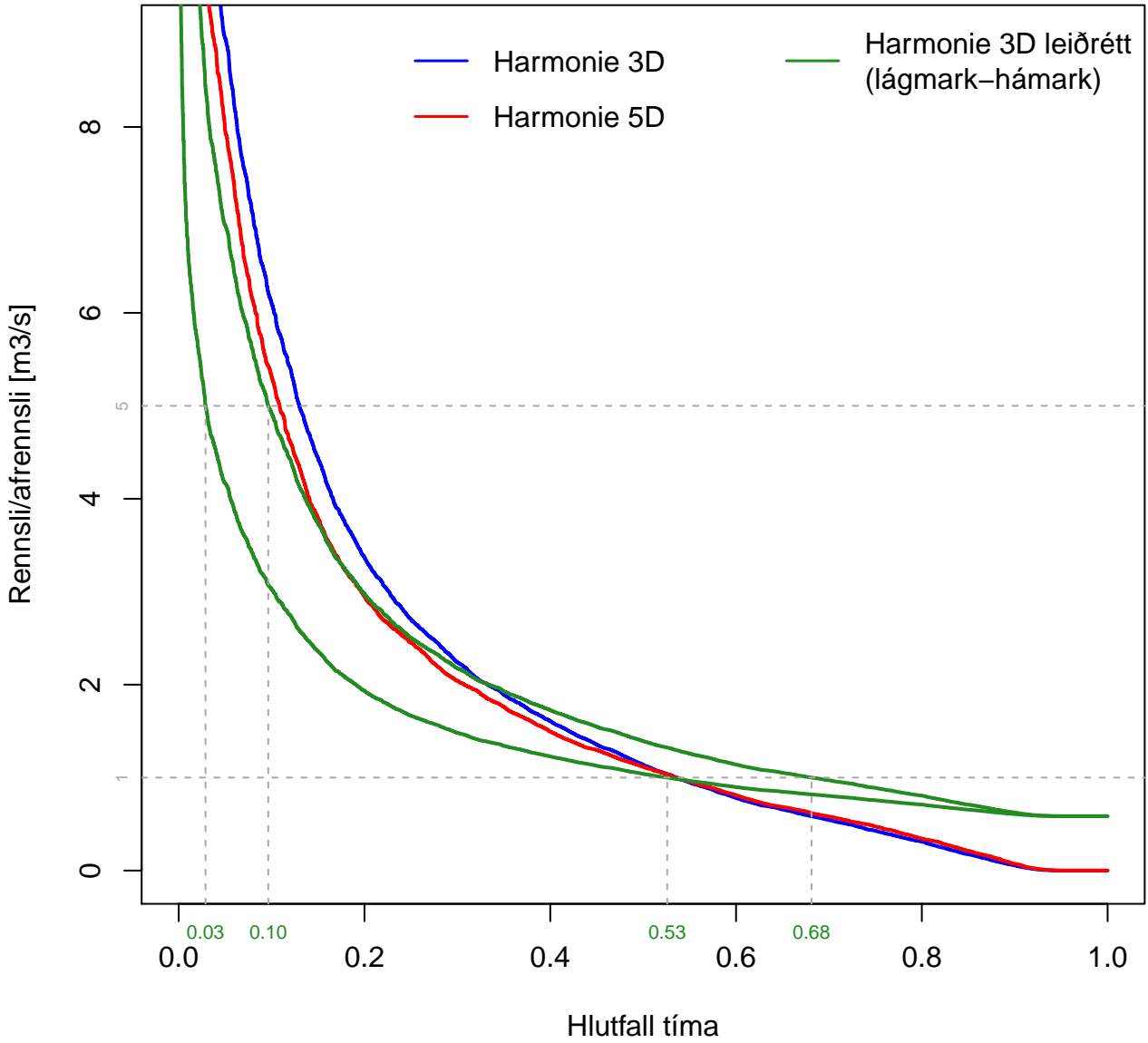
Gljúfurá (1982–2015) Lægri hluti rennisliferils



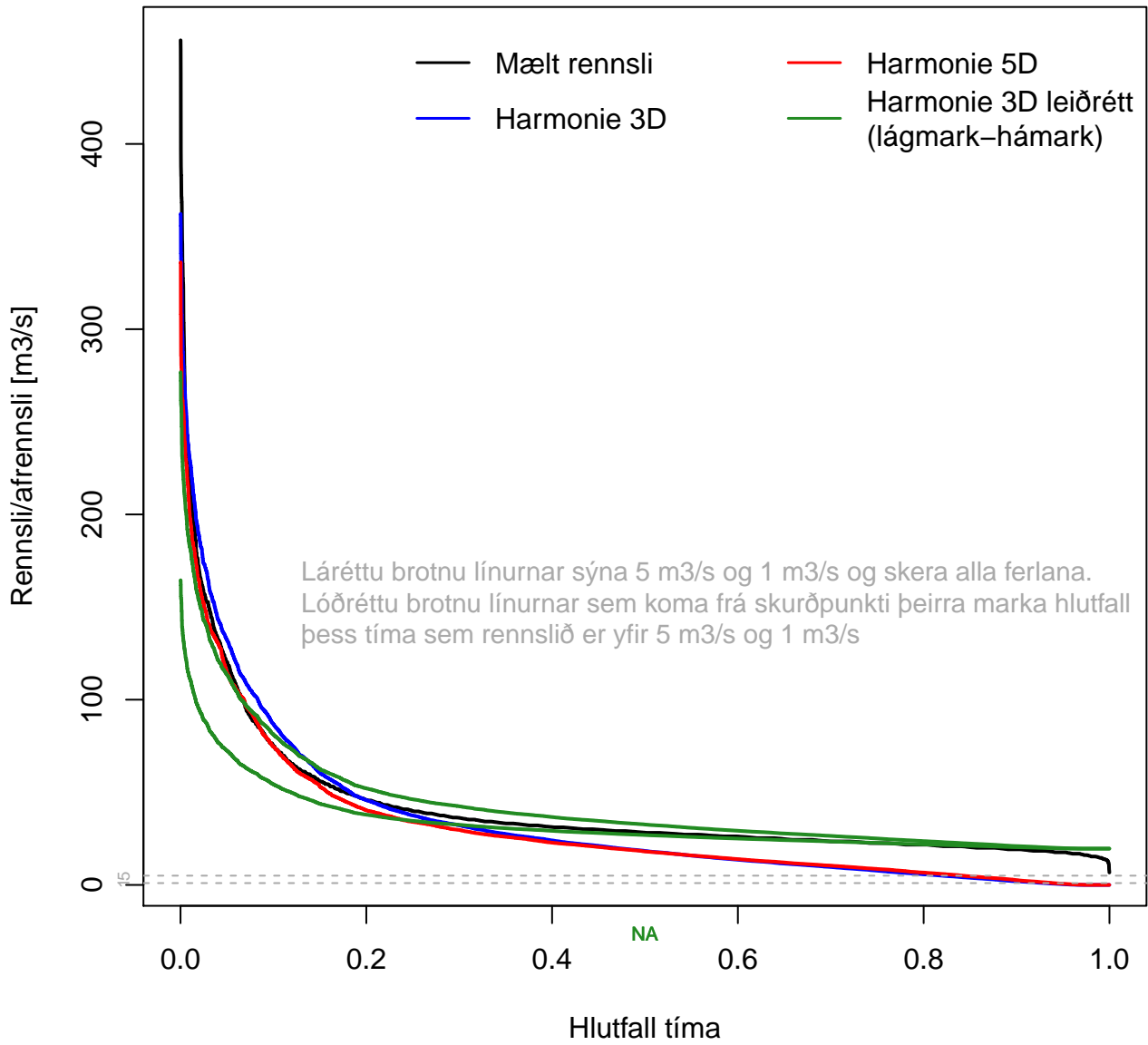
Seljadalsá (1982–2015) Heildarferill



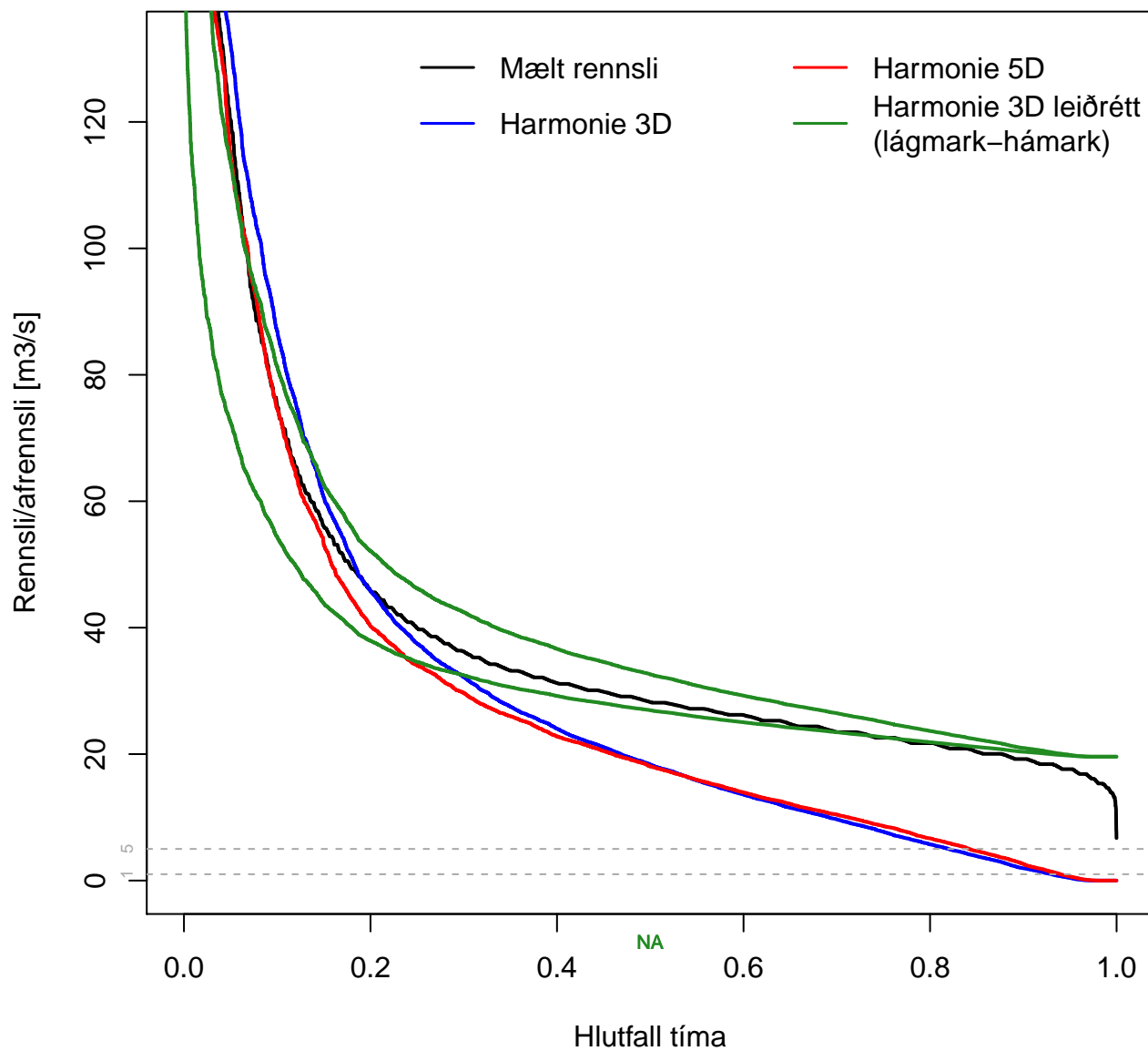
Seljadalsá (1982–2015) Lægri hluti rennisliferils



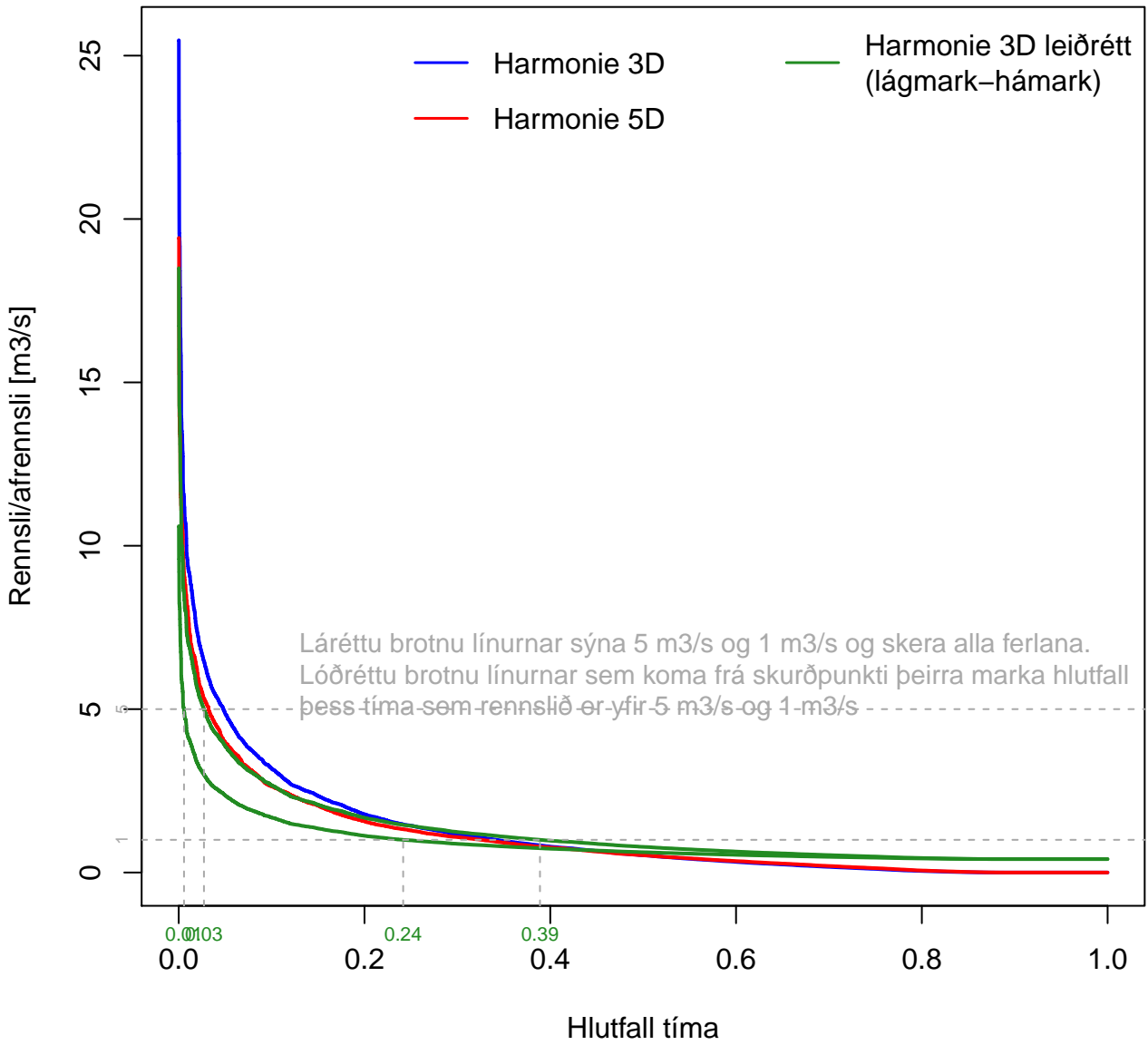
Fnjóská (1982–2015) Heildarferill



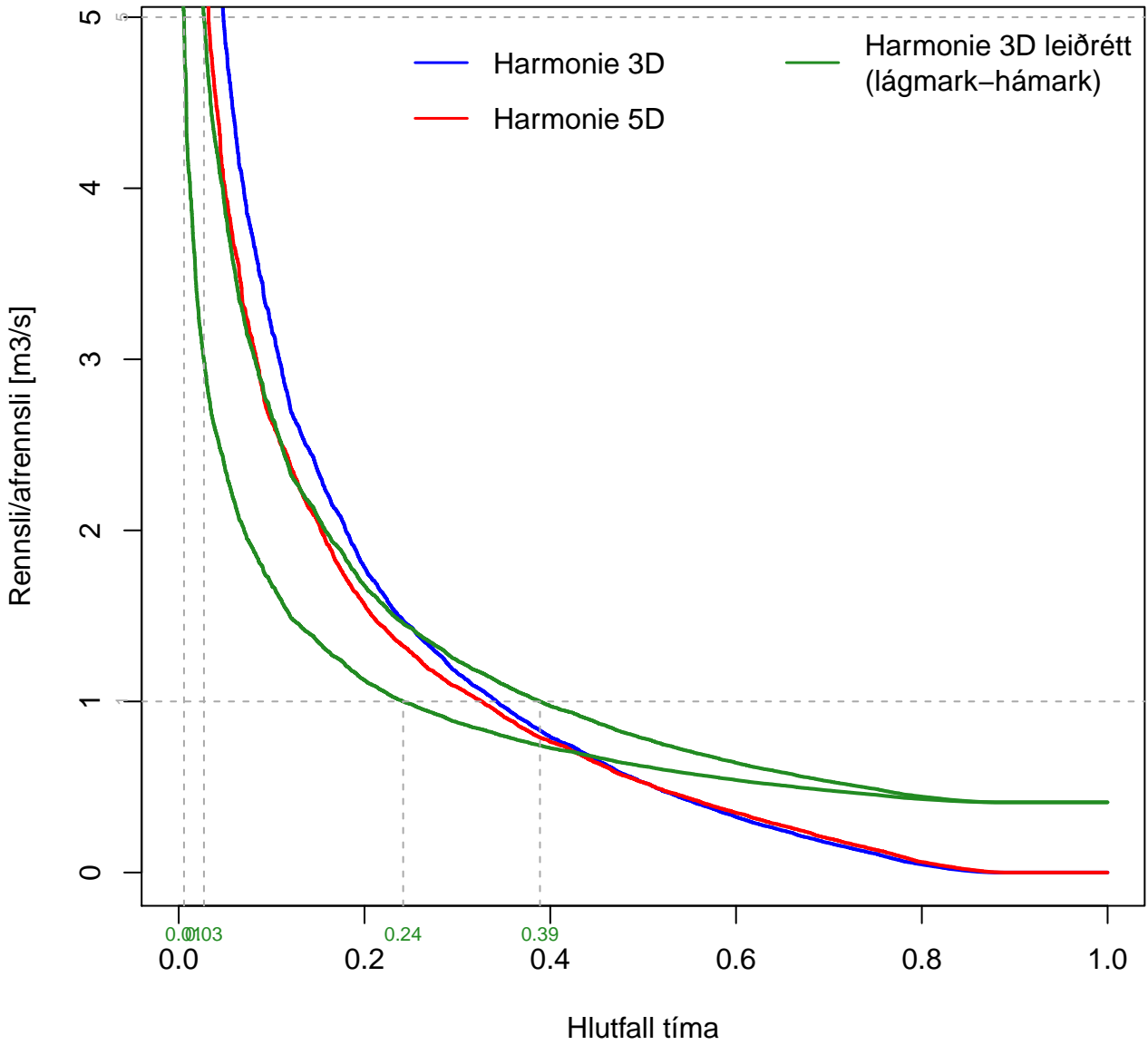
Fnjóská (1982–2015) Lægri hluti rennisliferils



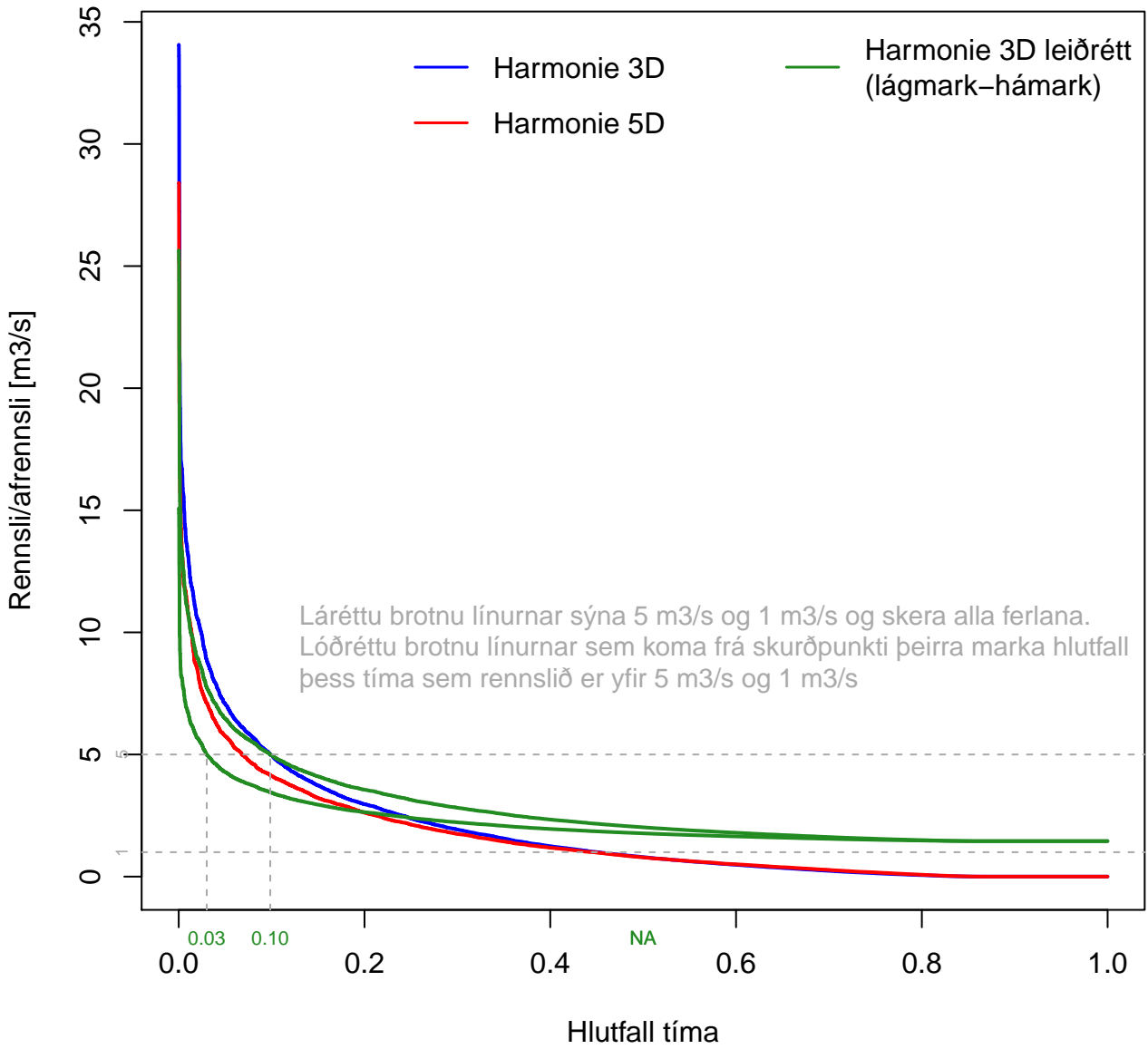
Ormsá (1982–2015) Heildarferill



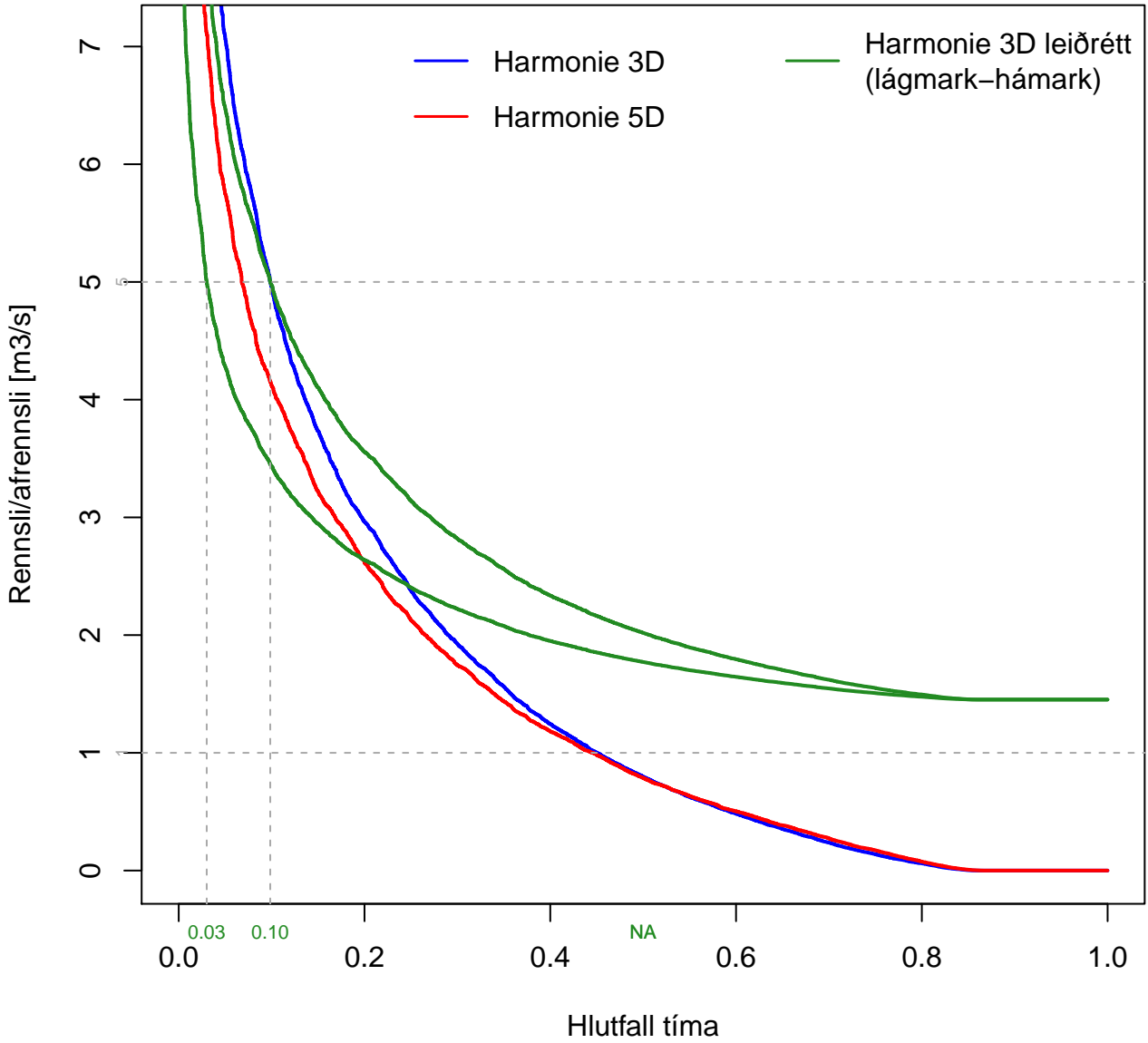
Ormsá (1982–2015)
Lægri hluti rennsliferils



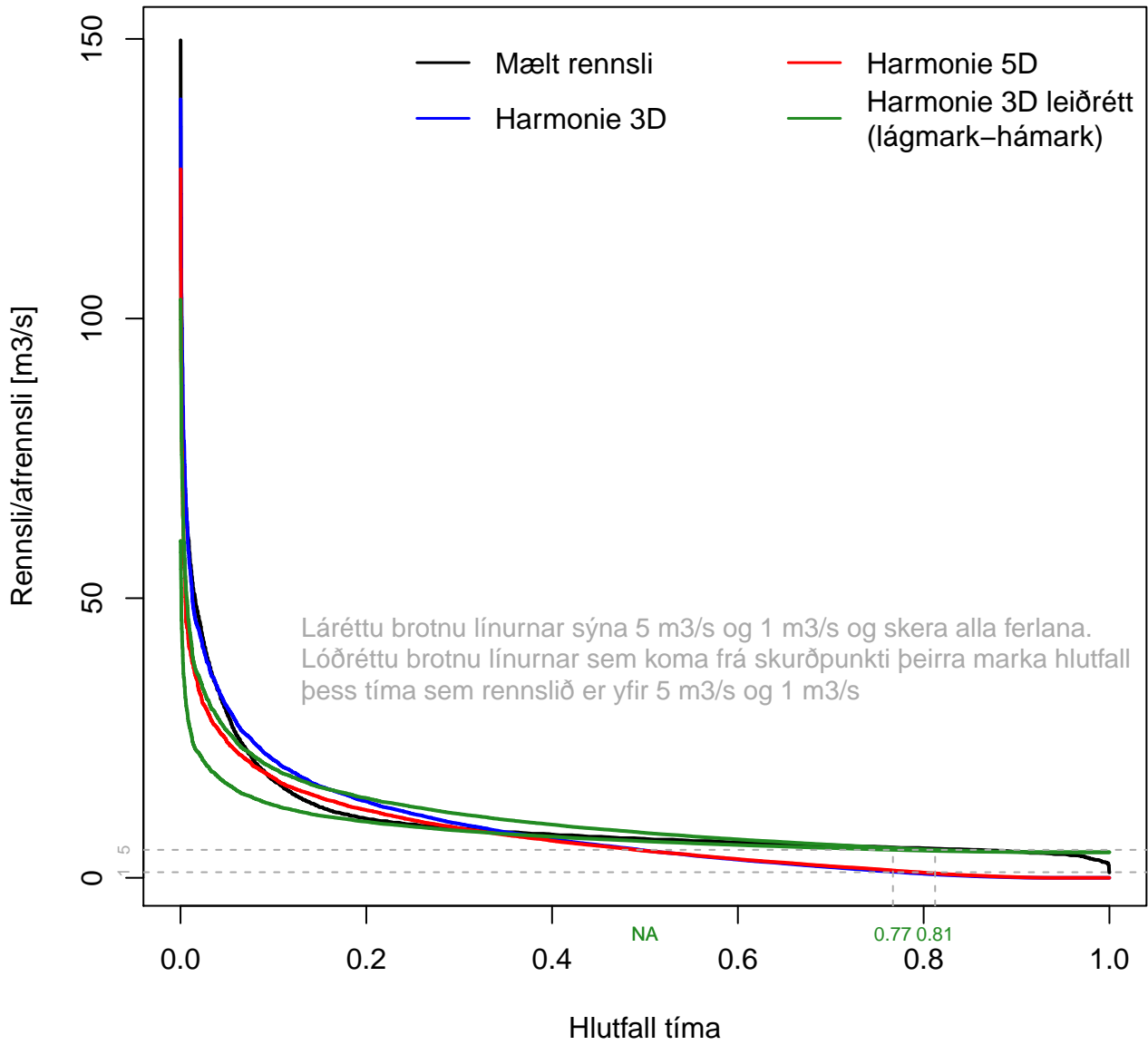
Stóra Giljá (1982–2015) Heildarferill



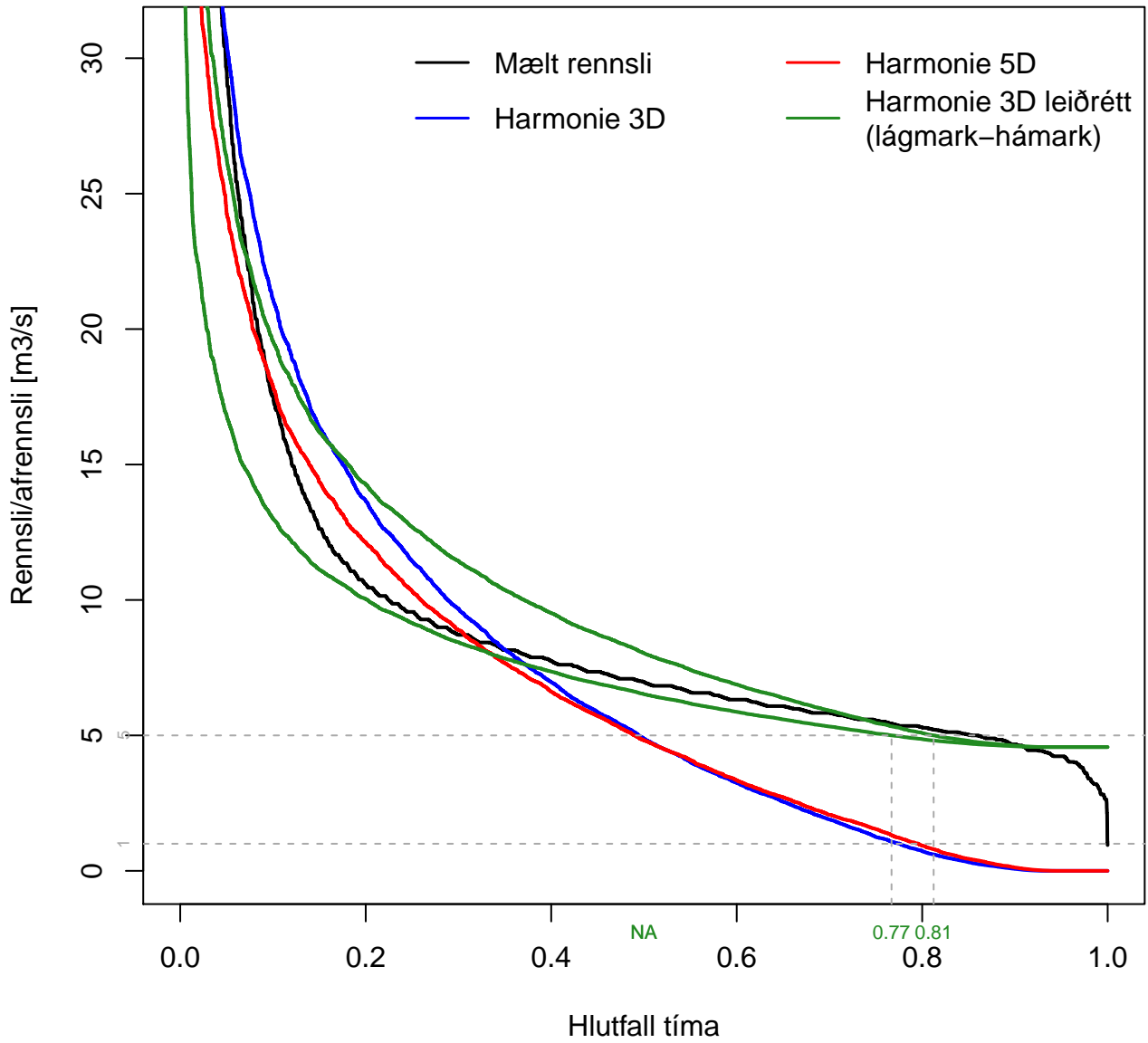
Stóra Giljá (1982–2015) Lægri hluti rennslisferils



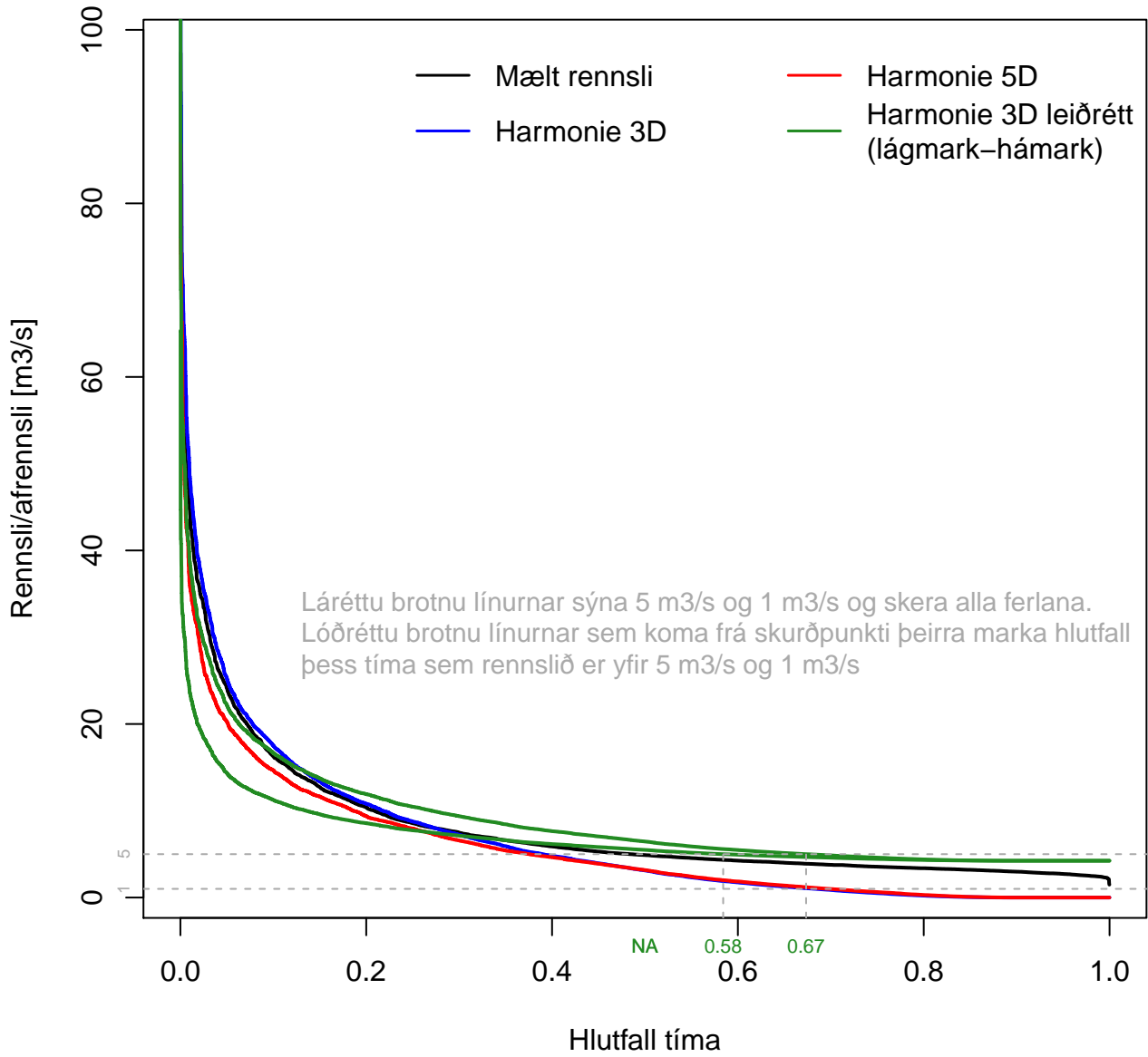
Vatnsdalsá (1982–2015) Heildarferill



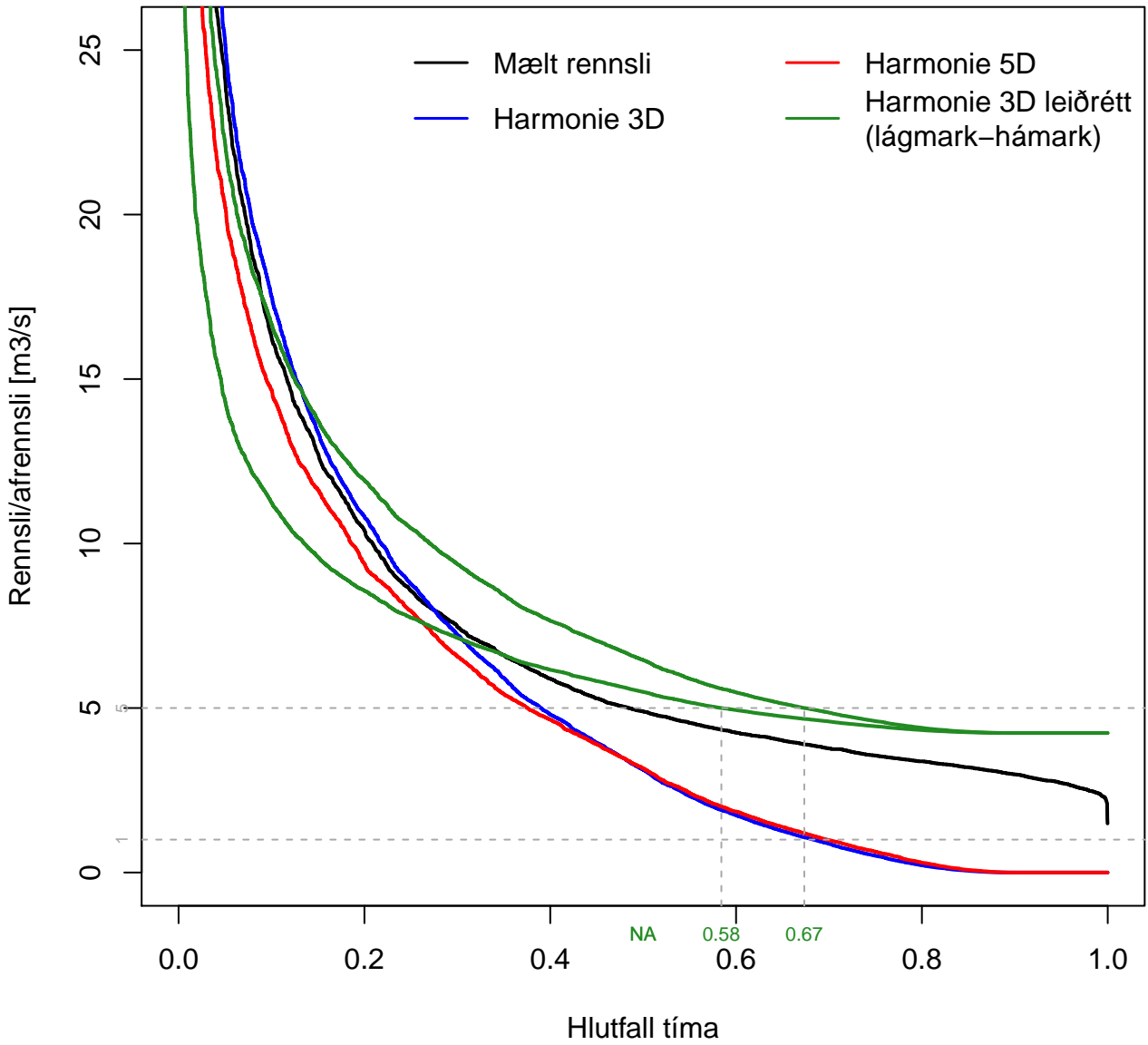
Vatnsdalsá (1982–2015) Lægri hluti rennsliferils



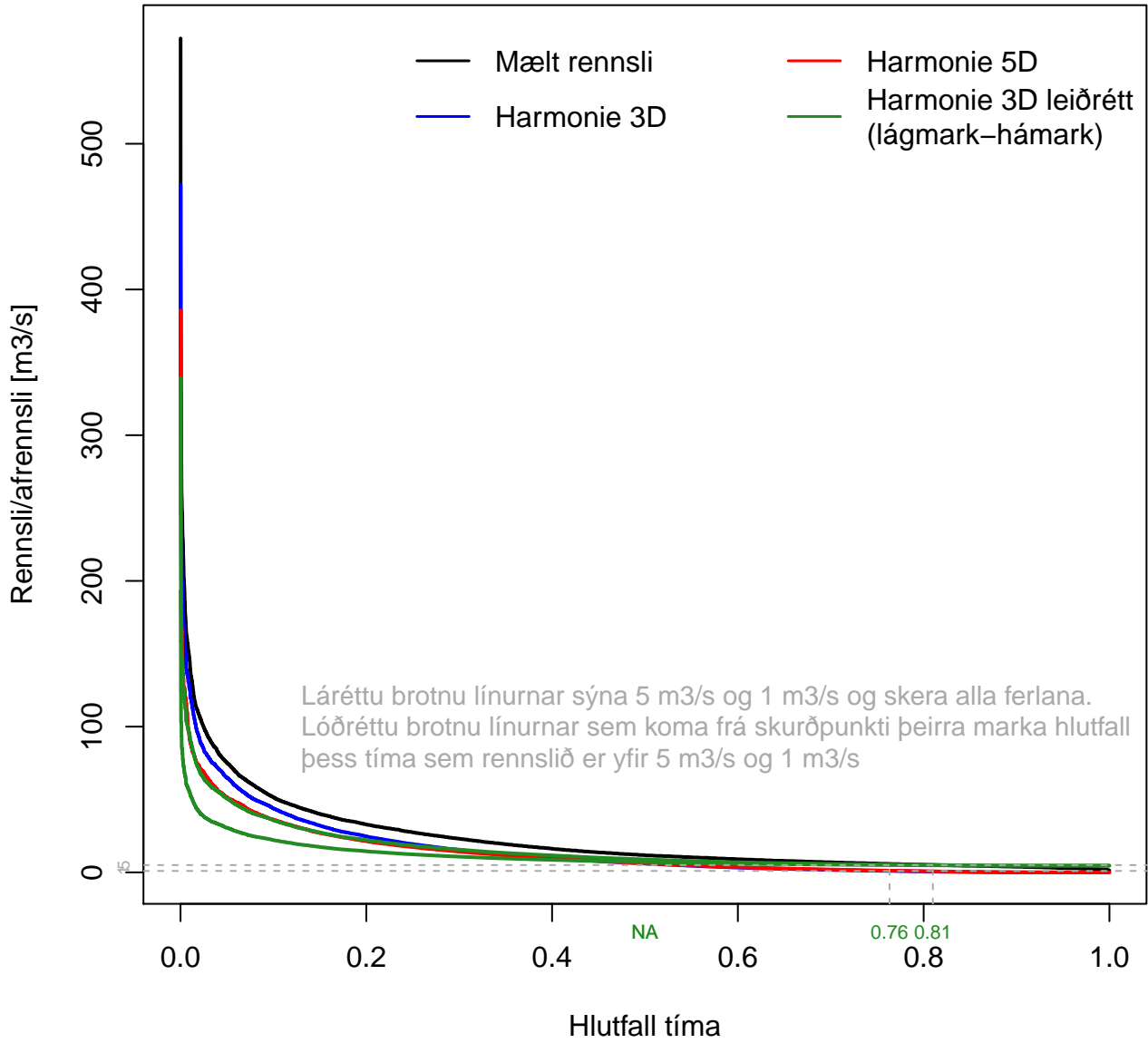
Víðidalsá (1982–2015) Heildarferill



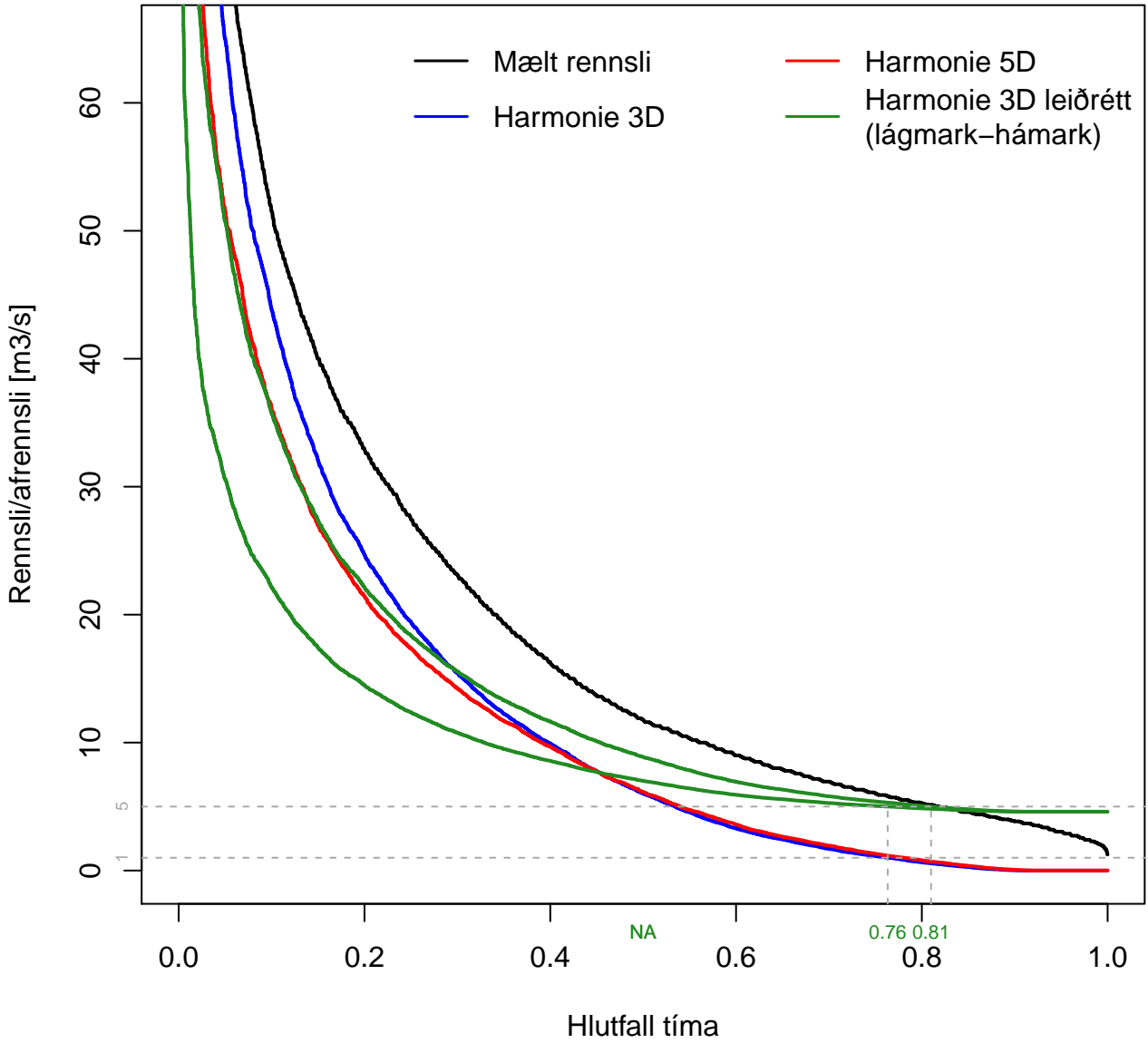
Víðidalsá (1982–2015) Lægri hluti rennslisferils



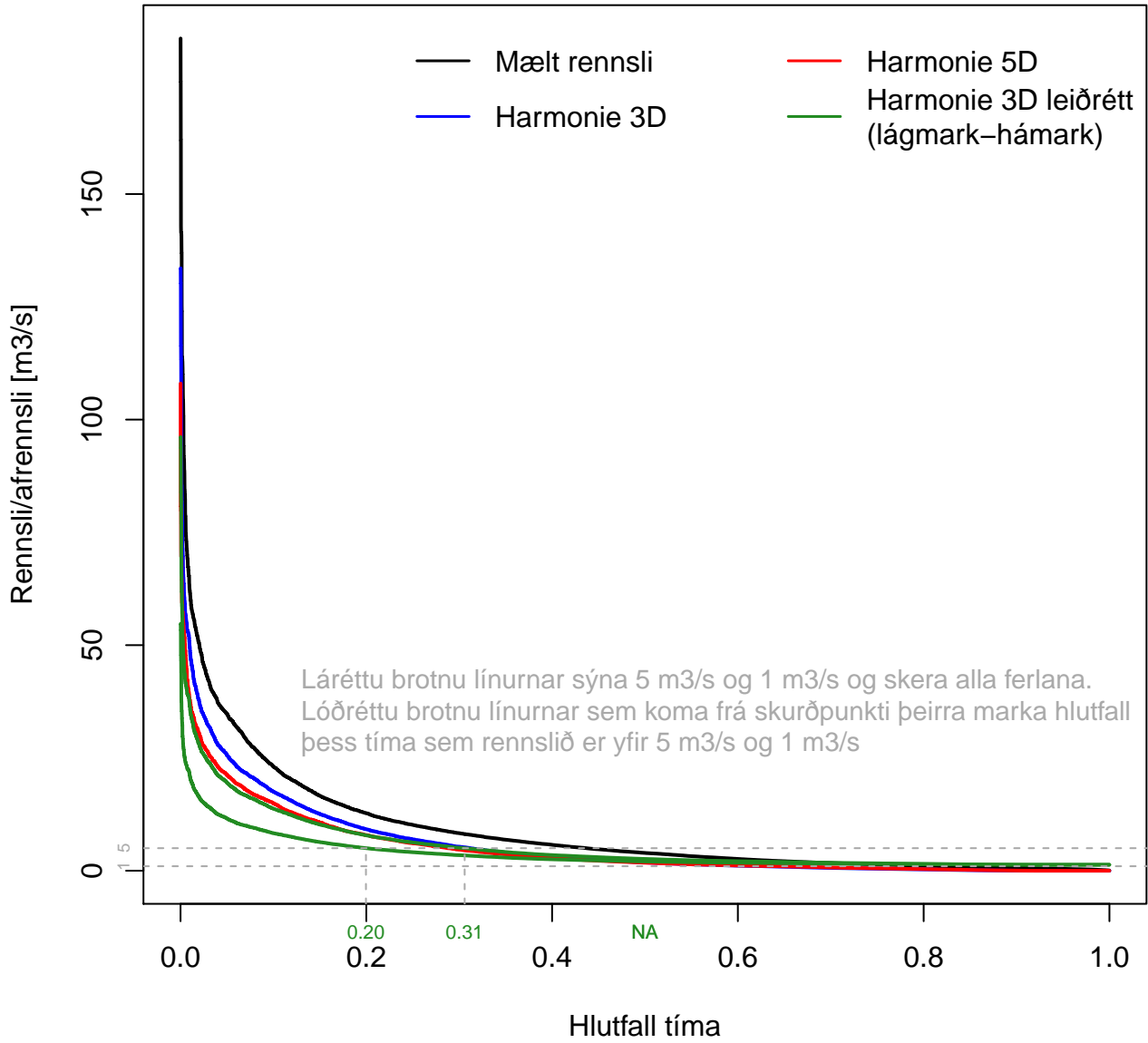
Norðurá (1982–2015) Heildarferill



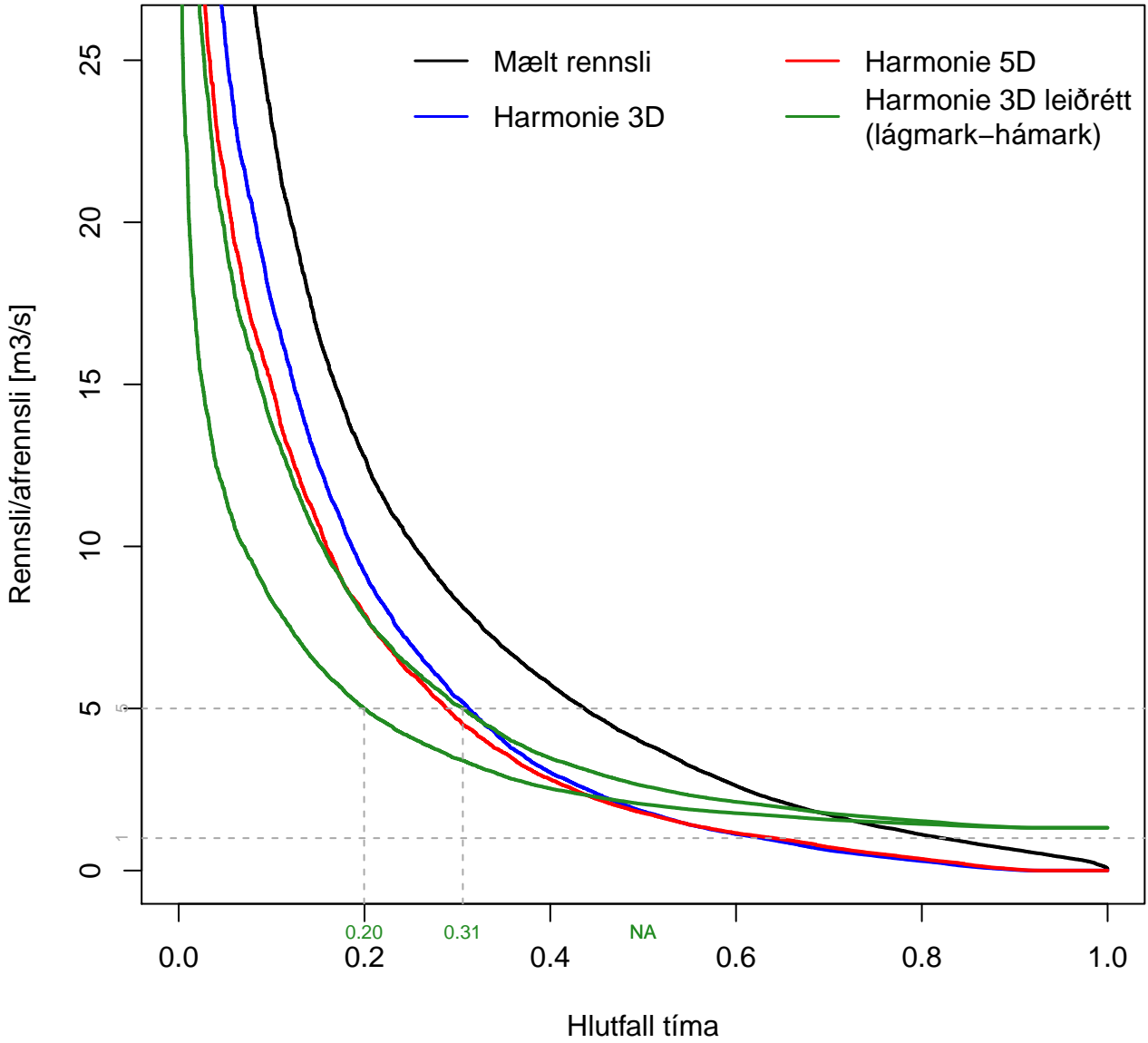
Norðurá (1982–2015) Lægri hluti rennisliferils



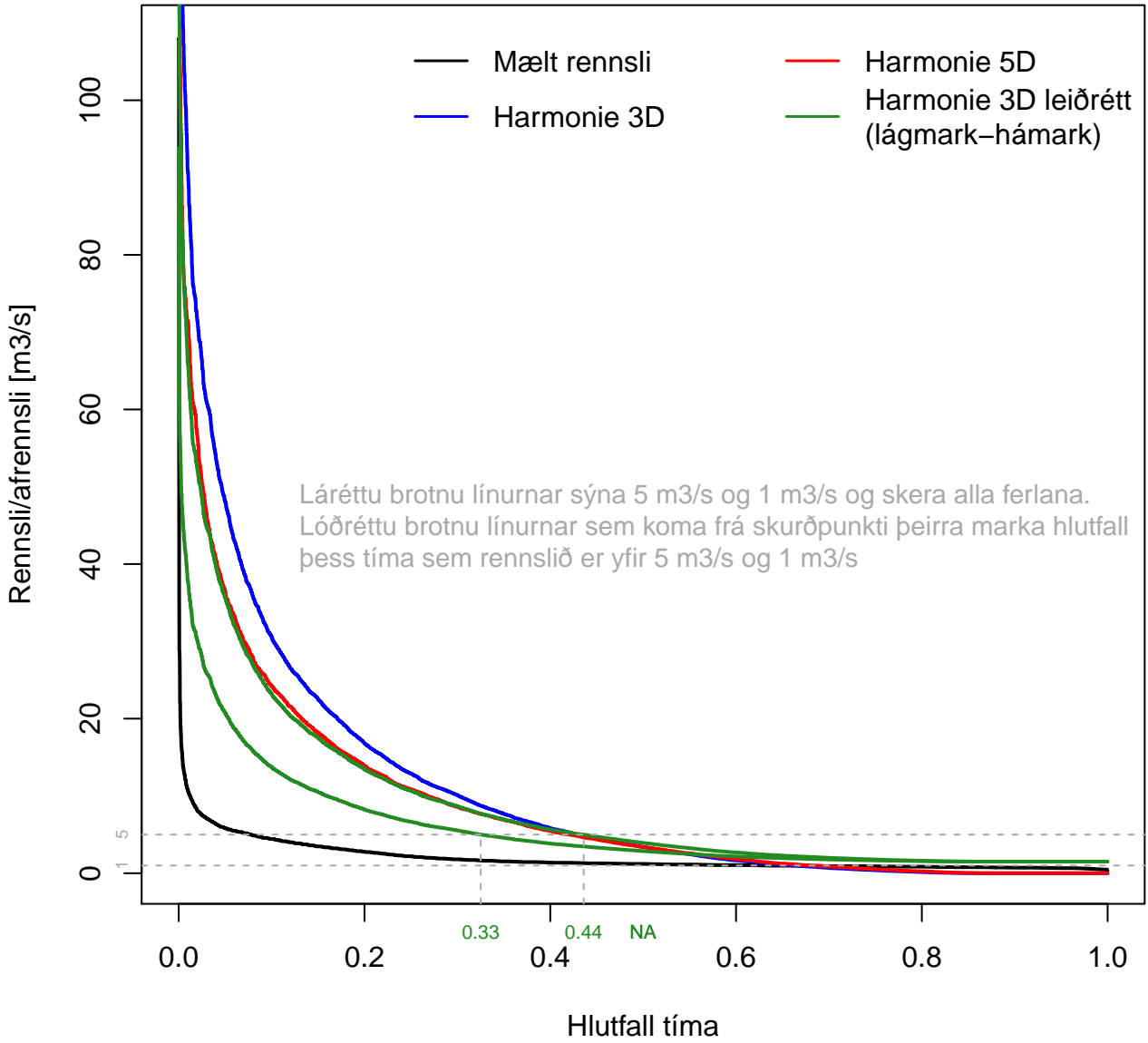
Fossá í Berufirði (1982–2015) Heildarferill



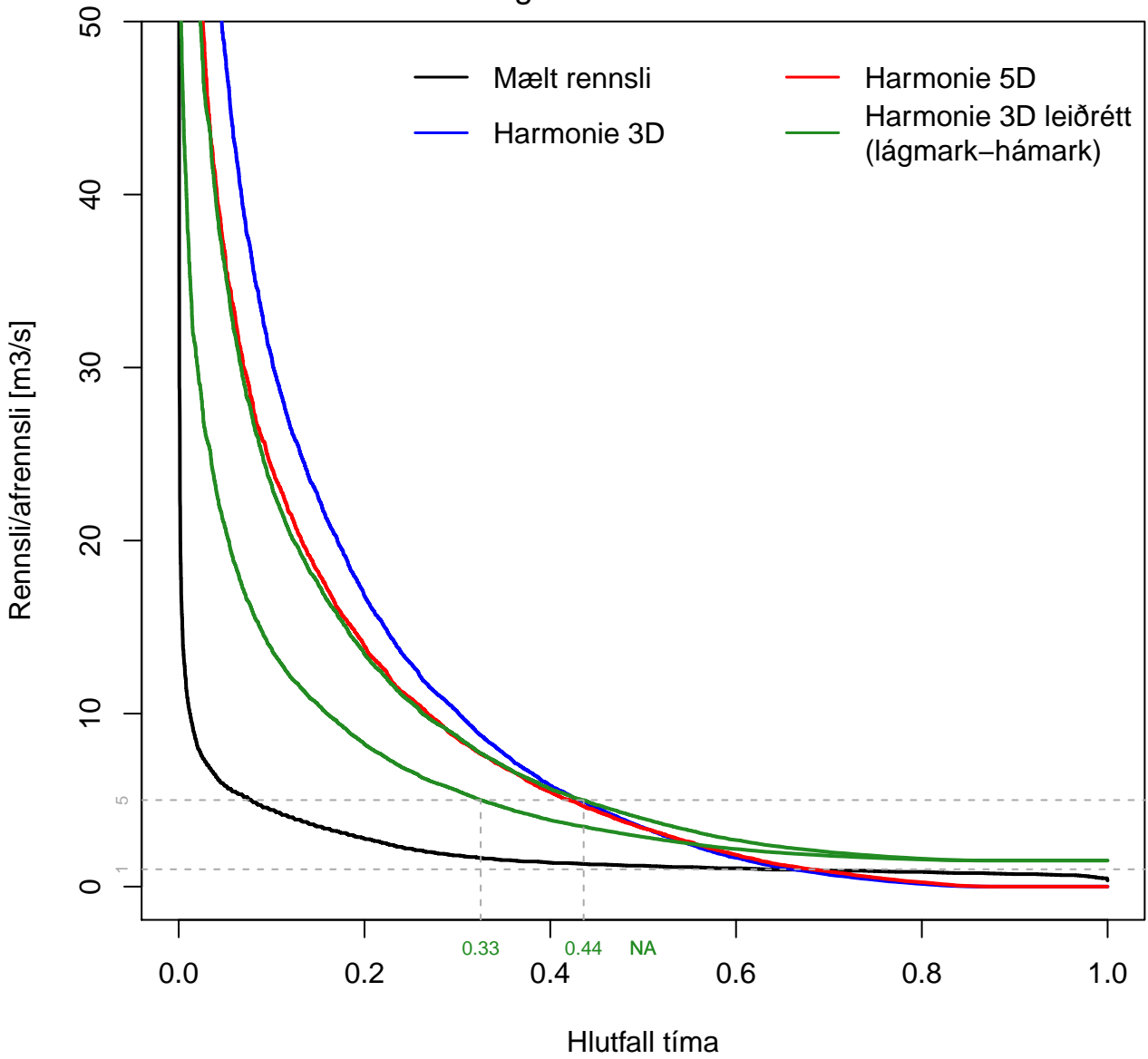
Fossá í Berufirði (1982–2015)
Lægri hluti rennsliferils



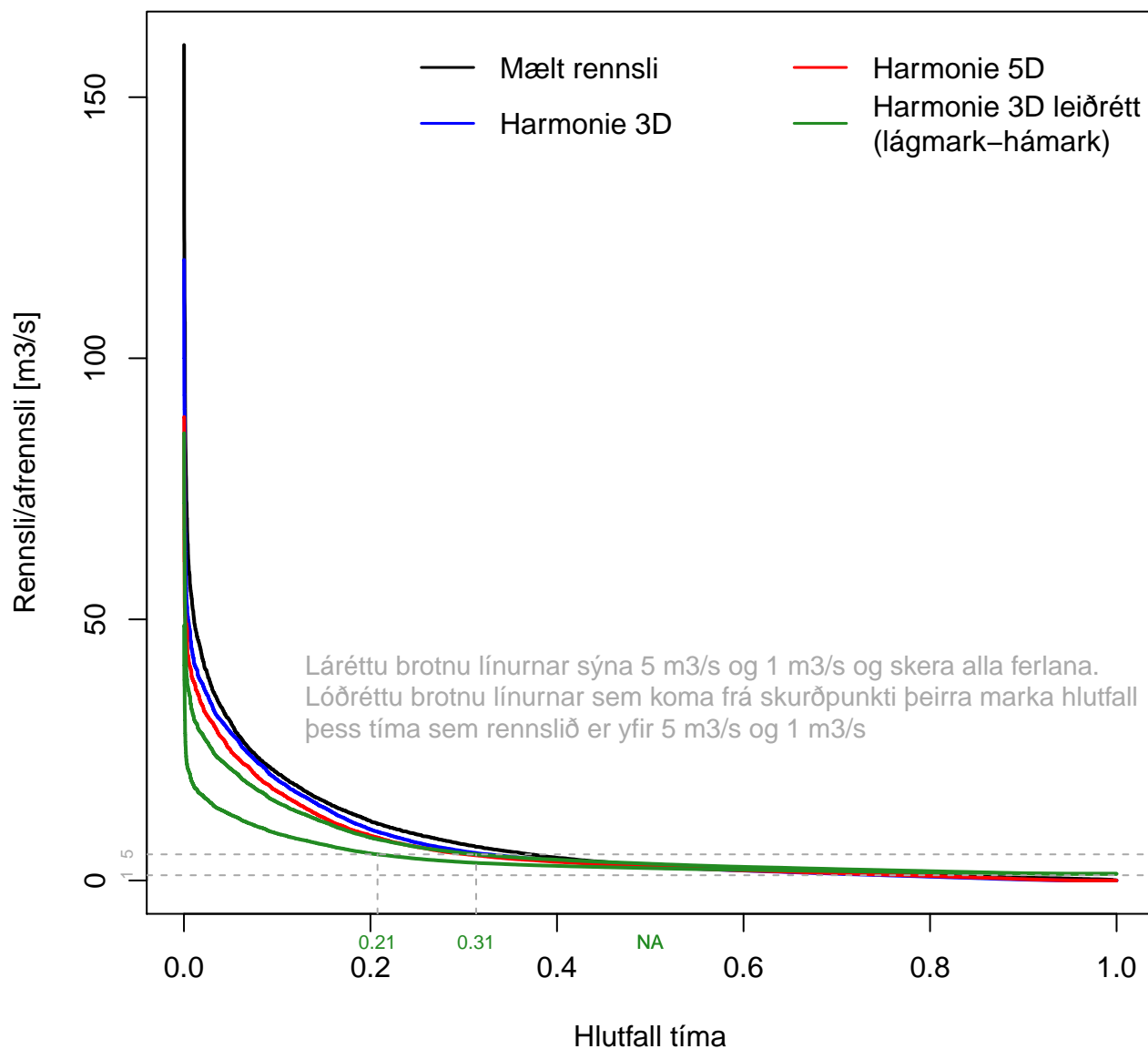
Hólmsá (1982–2015) Heildarferill



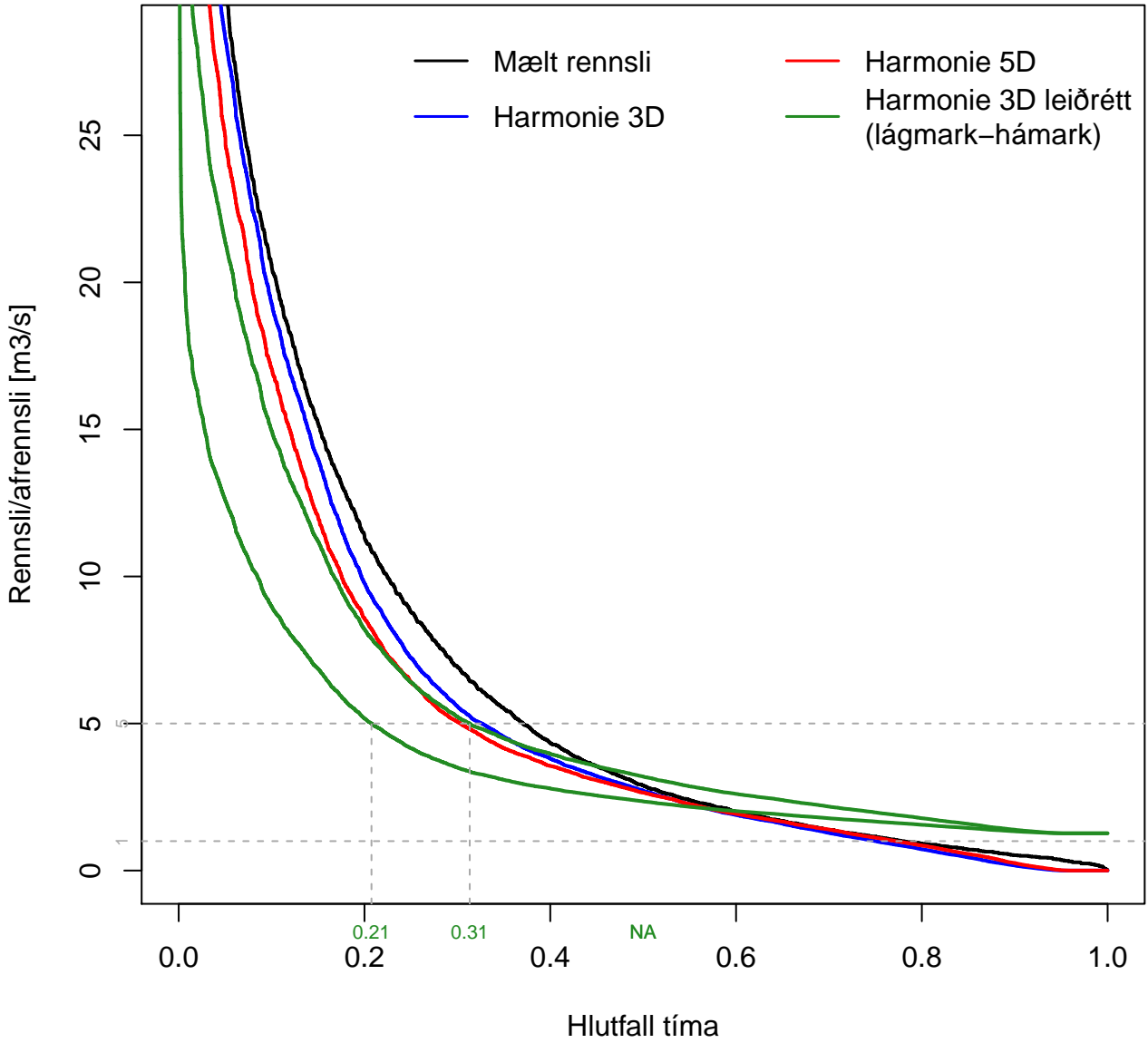
Hólmsá (1982–2015)
Lægri hluti rennslisferils



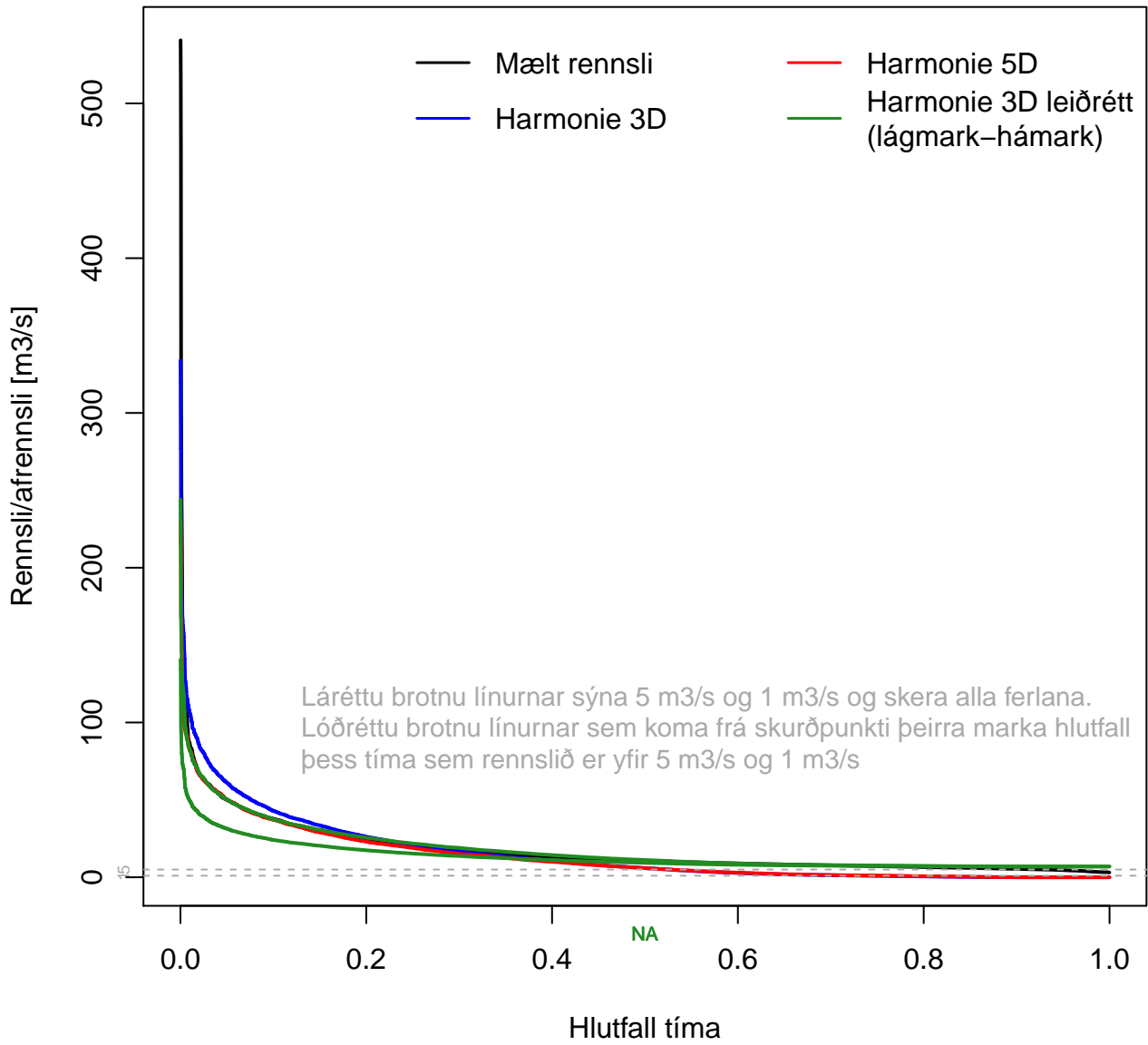
Kelduá (1982–2015) Heildarferill



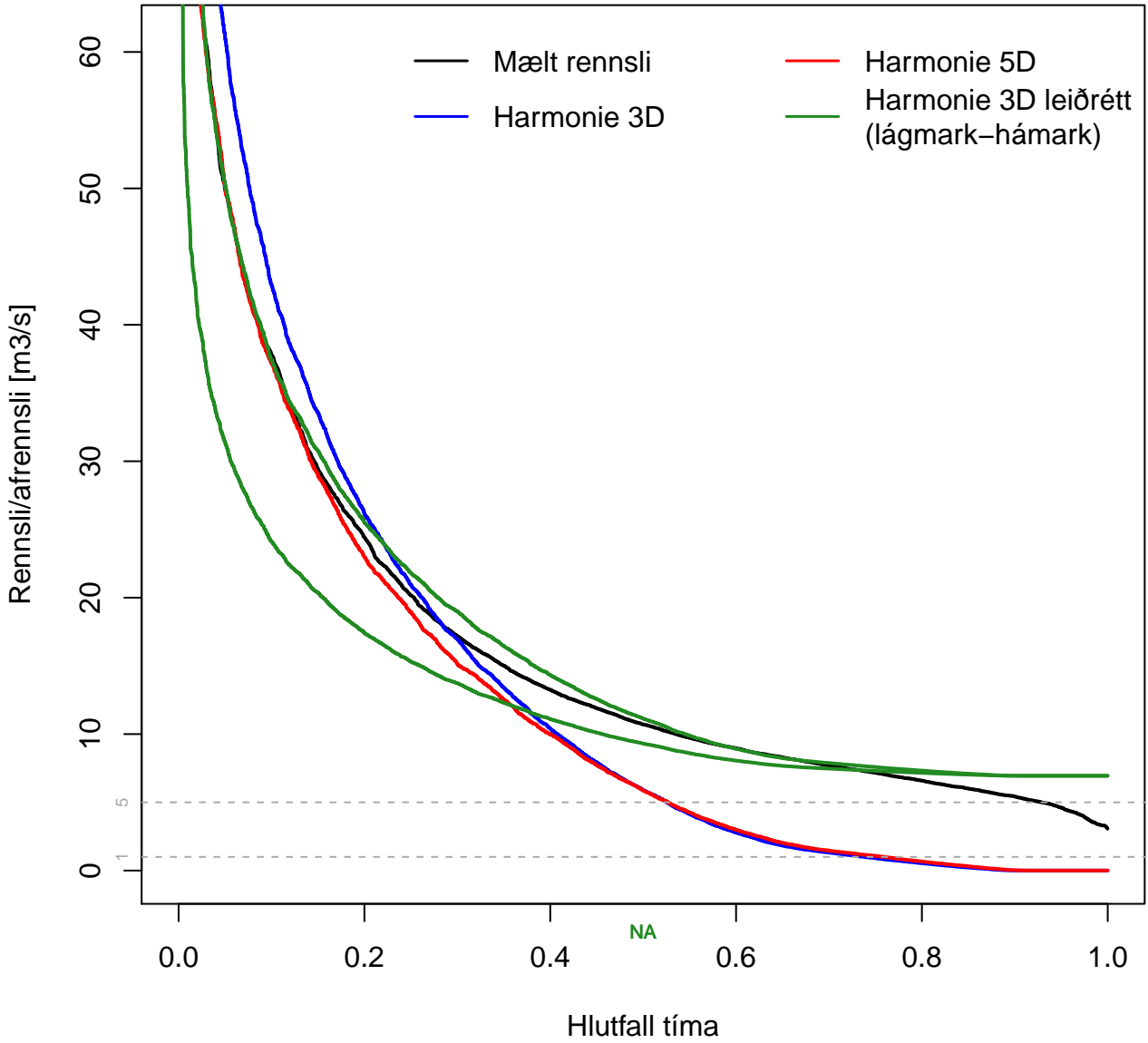
Kelduá (1982–2015)
Lægri hluti rennsliferils



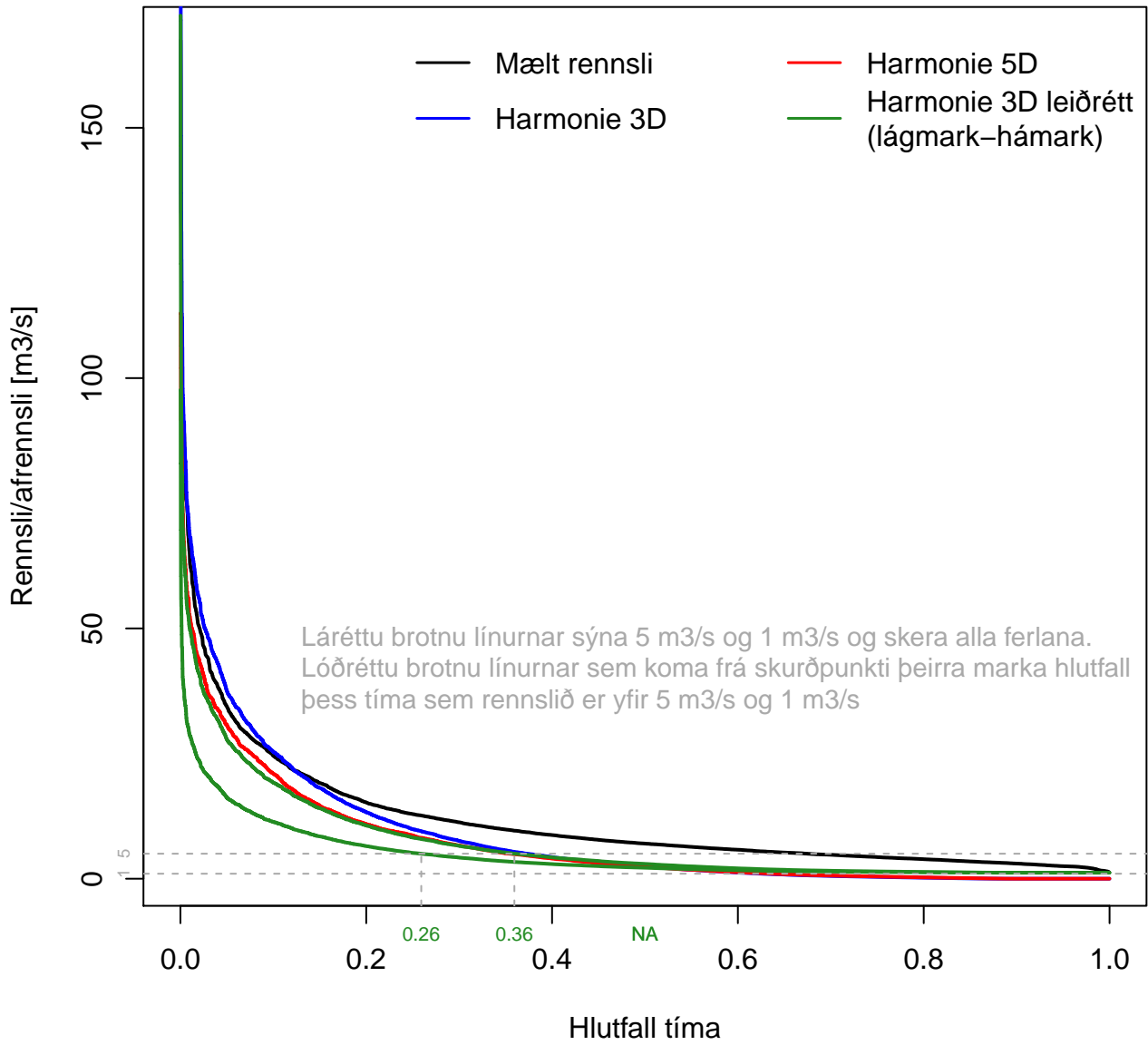
Stóra Laxá (1982–2015) Heildarferill



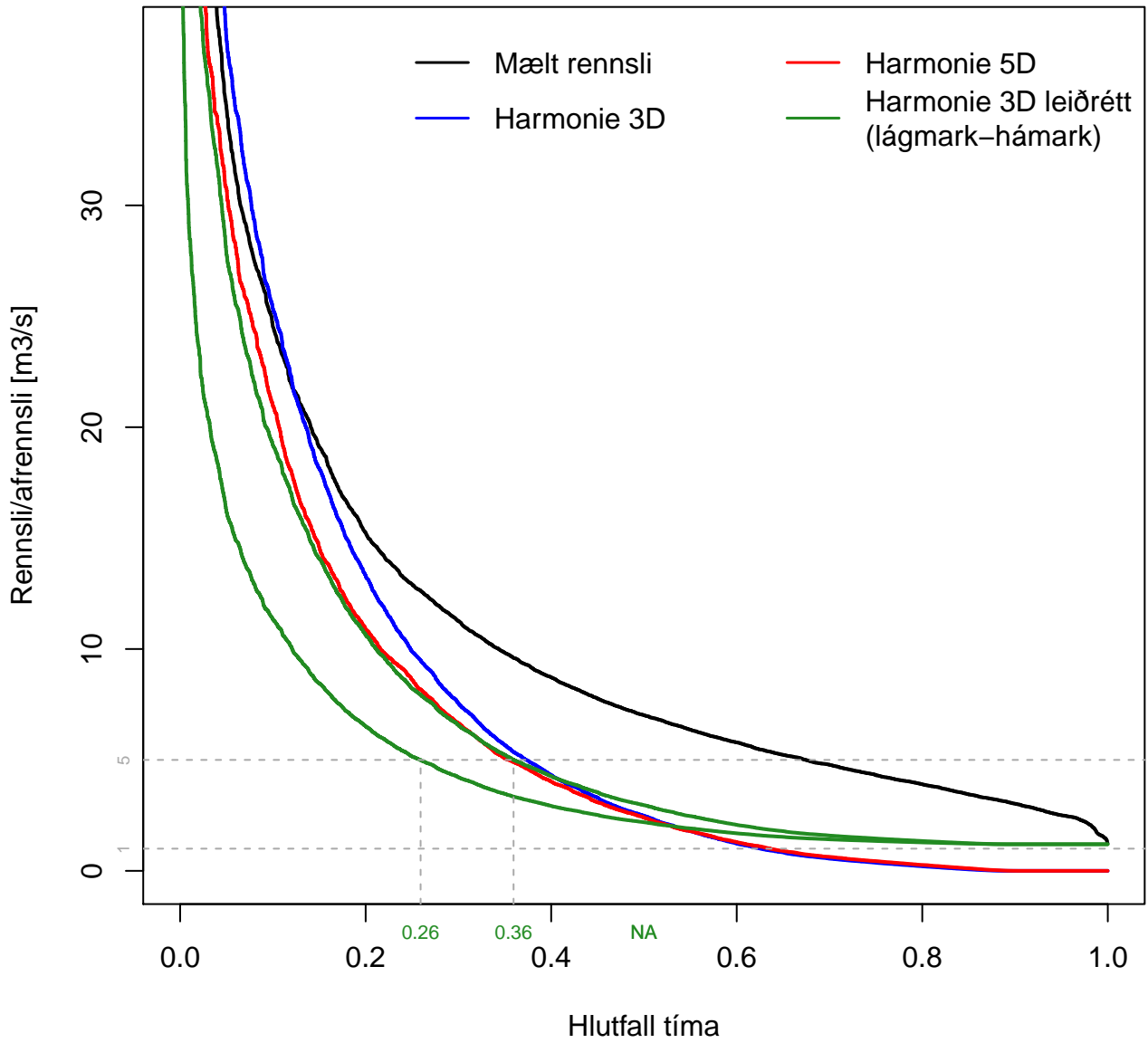
Stóra Laxá (1982–2015) Lægri hluti rennslisferils



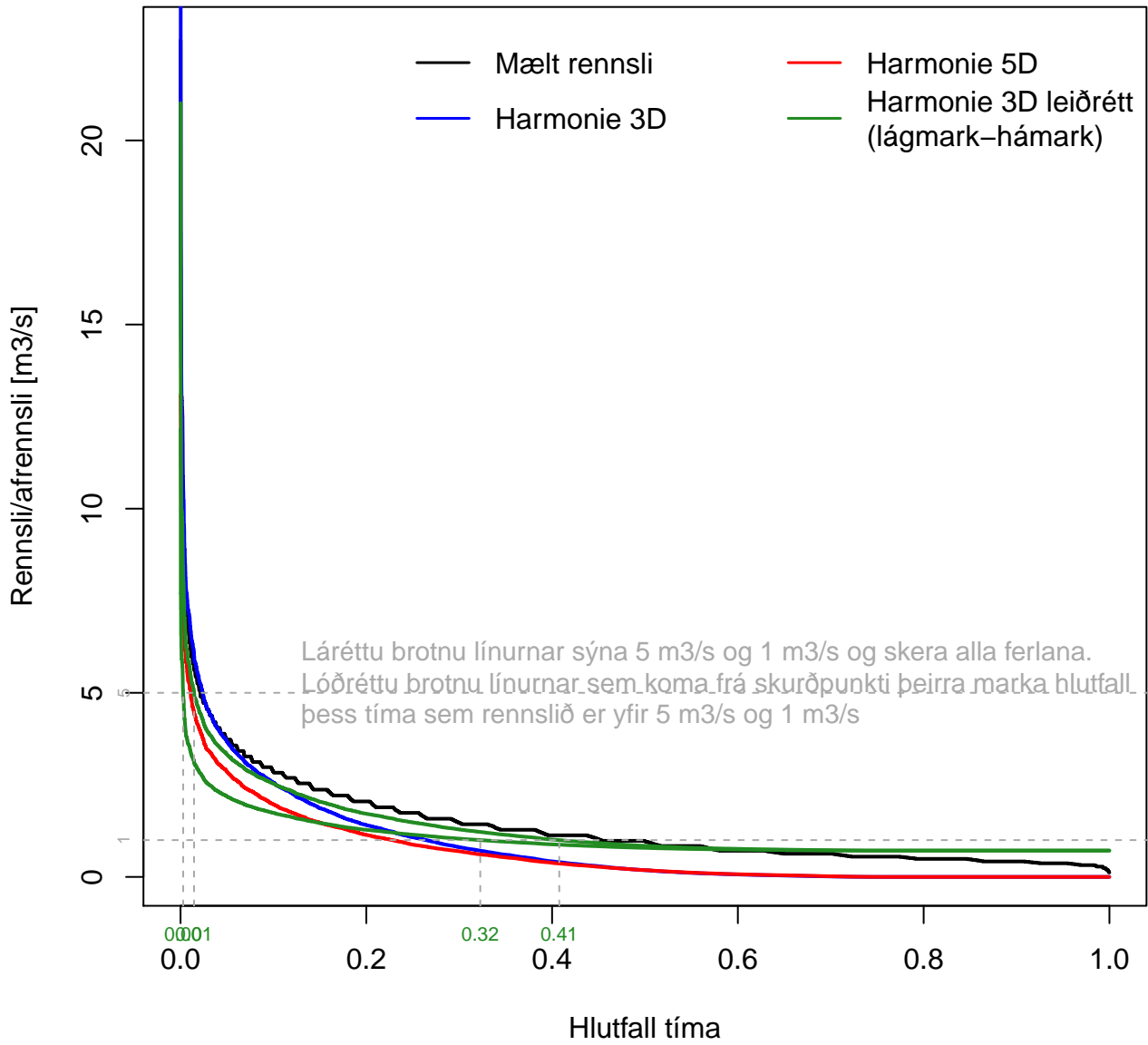
Geirlandsá (1982–2015) Heildarferill



Geirlandsá (1982–2015)
Lægri hluti rennslisferils



Korpa (1982–2015) Heildarferill



Korpa (1982–2015)
Lægri hluti rennslisferils

