

## Evrópskar samanburðarrannsóknir á frostþoli steinefna

Pétur Pétursson, Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins.

E-mail: petur.p@rabygg.is

### Inngangur

Í upphafi ársins 2003 hófst vinna við tveggja ára rannsóknaverkefni sem felst í samanburði á frostþolsprófum fyrir steinefni í mannvirkjagerð. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins hefur á undanförunum árum stuðlað að því að nothæft frostþolspróf á lausum steinefnum í saltvatni verði tekið upp í Evrópustaðlana og hefur Vegagerðin veitt verkefnum sem tengjast þessari viðleitni umtalsverðan styrk. Í því sambandi má nefna að Rannsóknasjóður Vegagerðarinnar hefur veitt styrk tvö ár í röð til vinnu við stöðlun á nýrri tillögu að frostþolsprófi innan tækninefndar CEN/TC 154/TG 12 “Aggregates, chemical, thermal and weathering properties of aggregates”.

Rannsóknaverkefnið sem hófst í byrjun ársins 2003 var skilgreint sem hefðbundið Nordtest verkefni með þátttöku allra Norðurlandanna, undir forystu Rb. Nordtest veitti 50 % styrk til norrænu þátttakendanna, en auk þess höfðu nokkrir evrópskir aðilar lýst áhuga á þátttöku í verkefninu. Verkefnishugmyndin fékk jákvæða umsögn þegar hún var kynnt fyrir tækninefnd TG 12 innan CEN/TC 154, en það varð til þess að umfangið jókst verulega frá því sem ætlað var í upphafi. Þegar hafist var handa höfðu 15 rannsóknastofur í 10 Evrópulöndum ákveðið að taka þátt í verkefninu, en þær 10 rannsóknastofur sem eru utan Norðurlandanna fá ekki greitt sérstaklega fyrir sitt framlag. Auk rannsóknastofa á Norðurlöndunum taka þátt rannsóknastofur í Þýskalandi, Frakklandi, Bretlandi, Belgíu og Hollandi. Rannsóknasjóður Vegagerðarinnar veitti styrk til íslenska hluta verkefnisins sem svarar til ríflega helmings þess kostnaðar sem fellur á Ísland á þessu ári.

### Verkefnið

Verkefnið, sem gengur undir vinnuheitinu **FRAS**, felst í því að gera samanburðarrannsóknir á frostþolsprófum á lausum steinefnum, annars vegar samkvæmt núgildandi Evrópustaðli (EN 1367-1) þar sem frost/þíðu-sveiflurnar fara fram í ferskvatni og hins vegar samkvæmt Nordtest staðli (NT BUILD 485) þar sem prófað er í saltlausn. Valin voru tvenns konar steinefni frá hverju þátttökulandi. Þó fékkst einungis eitt efni frá Bretlandi og eitt frá Svíþjóð, þannig að alls urðu efnin 18 að tölu. Haft var í huga við val á efnum að reynsla væri af notkun þeirra og jafnframt að annað efnið hefði reynst vel en hitt síður. Auk þess voru efnin valin með það í huga að þau sýndu þverskurð af þeim bergtegundum sem notaðar eru til mannvirkjagerðar í norðanverðri Evrópu. Sem dæmi um bergtegundir sem prófaðar voru má nefna basalt, granít, gneiss, kalkstein og sandstein (greywacke).

Til þess að auðvelda tölfræðilegan samanburð á niðurstöðum voru þrjú sýni valin sem viðmiðunarsýni til prófana á sem flestum af þeim rannsóknastofnunum sem tóku þátt í verkefninu. Flestar rannsóknastofnurnar prófuðu öll þrjú viðmiðunarsýnin, en nokkrar einungis eitt viðmiðunarsýni. Þrjár af rannsóknastofnunum sem taka þátt fengu það hlutverk að vera lykilrannsóknastofur (auk Rb eru það SP í Svíþjóð og RWTH í Þýskalandi), en hlutverk þeirra var að prófa öll efnin sem eiga í hlut með báðum frostþolsaðferðunum.

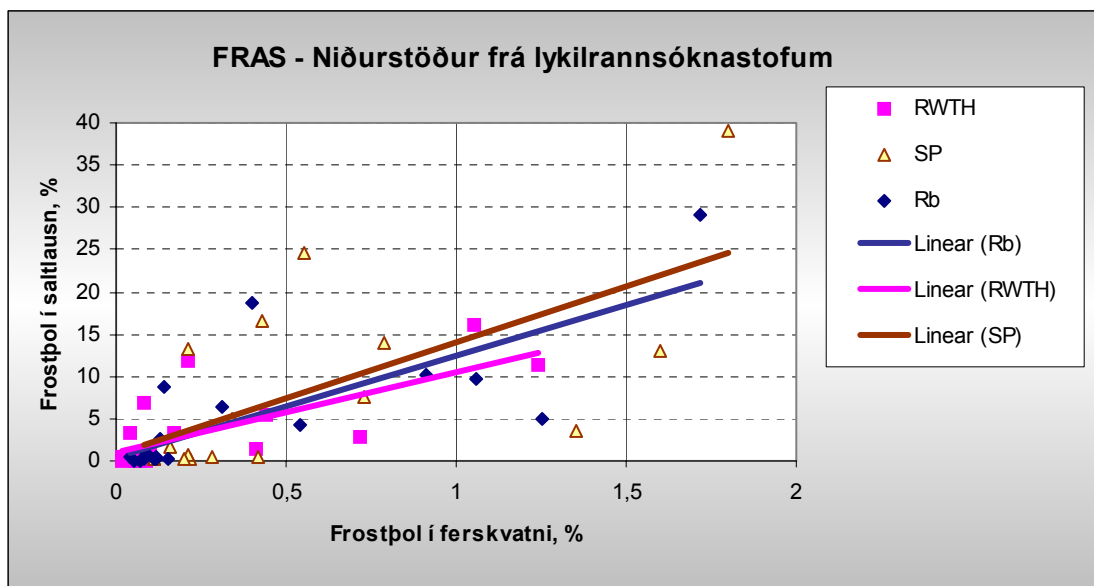
## Markmið

Í hnotskurn er markmið verkefnis aðallega tvíþætt. Í fyrsta lagi fást upplýsingar um nothæfi aðferðanna tveggja, en það verður metið með tilliti til útkomu steinefnanna, bæði í ferskvatns- og saltvatnsprófinu, enda voru þau valin með tilliti til reynslu af notkun þeirra. Í öðru lagi mun það gefa áreiðanlegar niðurstöður um nákvæmni aðferðanna tveggja, bæði hvað varðar samkvæmni (reproducibility) og tvímælingagildi (repeatability), en mikið hefur skort á að upplýsingar liggi fyrir um nákvæmni prófunaraðferða fyrir laus steinefni innan CEN/TC 154. Markmiðið er að samanlagt gefi niðurstöður verkefnisins nægilega áreiðanleg gögn til að unnt verði að meta hæfi þessarra tveggja prófunaraðferða til að meta frostþol steinefna að teknu tilliti til reynslu af notkun þeirra.

## Prófanir

Prófunum er nú að mestu lokið. Einungis einn samstarfsaðili á eftir að skila niðurstöðum (LRPC Lyon í Frakklandi), en þegar þær hafa borist verður hafist handa við tölfræðilega úrvinnslu. Myndir 1 og 2 hér að neðan sýna dæmi um niðurstöður sem fengist hafa til þessa.

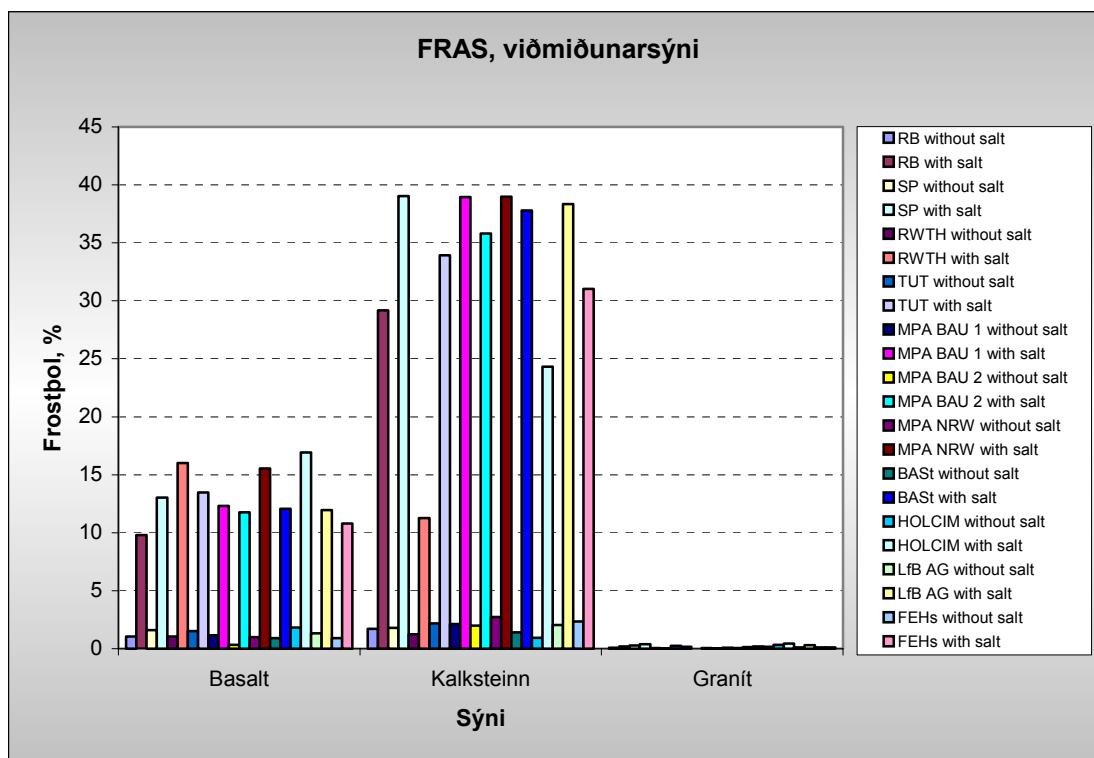
Mynd 1 sýnir mælt niðurbrot allra efnanna 18 hjá lykilrannsóknastofunum þremur, þar sem niðurstöður saltvatnsprófs eru bornar saman við niðurstöður ferskvatnsprófs. Hér er um að ræða meðaltalsgildi fyrir hvert efni, en að baki því liggja tvö til þrjú hlutasýni. Ekki verður farið nánar út í mun á hlutasýnum hér, en á heildina litið er hann yfirleitt lítill miðað við mun milli rannsóknastofa.



### Mynd 1 Meðalniðurbrot allra prófana hjá lykilrannsóknastofunum þremur.

Myndin sýnir að augljóslega er samband á milli niðurbrots í ferskvatni og saltvatni og aðfallslínurnar hafa allar svipaða stefnu, þótt dreifing í mæligildum milli rannsóknastofa sé þó nokkur. Bent skal á að ás saltvatnsmælinga nær upp í 40 %, en ás ferskvatnsmælinga einungis upp í 2 % og því mundi línuritið nánast alveg leggjast upp að öðrum ásnum ef þeir væru kvarðaðir eins.

Mynd 2 sýnir meðalniðurstöður sem fengust hjá öllum rannsóknastofunum sem prófuðu öll þrjú viðmiðunarsýnin. Viðmiðunarsýnin eru: íslenskt, ummyndað basalt, kalksteinn frá Þýskalandi og granít frá Finnlandi.



Mynd 2 Meðalniðurstöður þar sem öll þrjú viðmiðunarsýnin eru prófuð.

Niðurstöður prófana á íslenska basaltinu eru í samræmi við væntingar, en efnið er þekkt úr fyrri rannsóknum, m.a. úr BUSL-samstarfinu. Niðurbrot er óverulegt í ferskvatni, en í saltvatni er það í flestum tilfellum á bilinu 10-15 %. Kalksteinninn fær líklega hærra niðurstöður í saltvatni en búist var við, jafnvel þótt það fylgi sögunni að reynsla af þessu efni er frekar slæm. Í ferskvatni er niðurbrotið nálægt 2 %, en í saltvatni er það á bilinu 30-40 %, þó með undantekningum. Granítið frá Finnlandi brotnar nánast ekkert niður, sama hvort notað er ferskvatn eða saltvatn.

Myndirnar hér að ofan gefa einungis forsmekkinn að því sem gagnasöfnunin í verkefninu gefur tilefni til. Það er augljóslega nokkur munur á milli rannsóknastofa varðandi niðurstöður, en hvort samkvæmni (reproducibility) eigi eftir að vera viðunandi með ferskvatns- og saltvatnsaðferðunum skal ósagt látið á þessu stigi. Eins og fyrr sagði eru tvö til þrjú hlutasýni á bak við hverja meðaltölu, en tölfræðileg úrvinnsla þeirra mun leiða í ljós tvímælingagildi (repeatability) aðferðanna beggja.

## Niðurlag

Það ræðst af niðurstöðum verkefnisins hvaða gildi það hefur sem innlegg í staðlagerð Evrópusambandsins á þessu sviði. Ef vel tekst til, munum við hafa mikilvæg gögn í höndunum til að fara fram á að sett verði inn ákvæði með staðalgildi, þar sem kveðið er á um að frostþolspróf skuli gerð í saltlausn, að minnsta kosti þar sem veðurfarslegar og jarðfræðilegar aðstæður gefa tilefni til þess. Ísland fellur vissulega undir slíka skilgreiningu.