

**uni  
per**

**Portryck under lamelldammar, en studie från Storfinnforsen och Ramsele**

Carl-Oscar Nilsson, Fredrik Johansson, Diego Alcalá Perales

# Storfinnforsen och Ramsele dammar

Belägna i Västernorrland

Lamell dammar

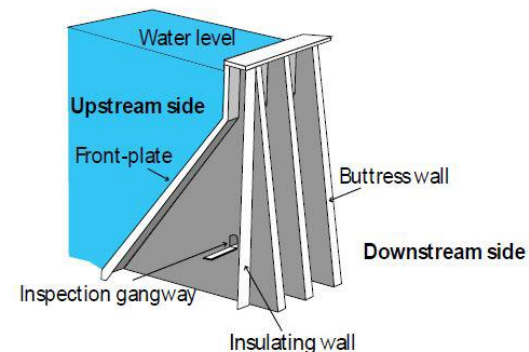
Storfinnforsen:

- 81 monoliter
- Högsta höjd: 40 m
- Längd: 900 m (1200 inkl. fyllningsdamm)



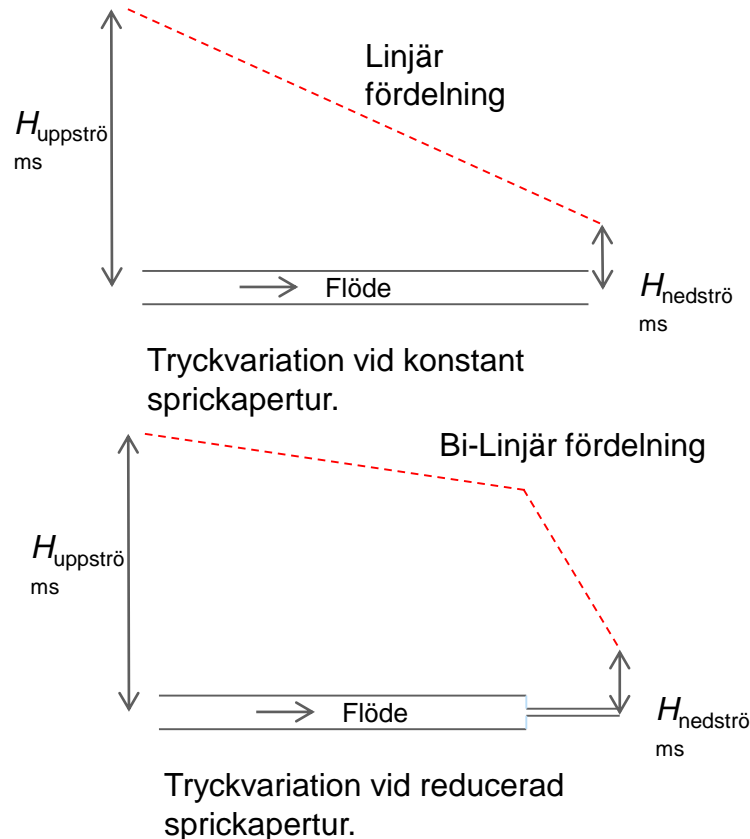
Ramsele:

- 45 monoliter
- Högsta höjd: 35 m
- Längd: 400 m





# Upstryck i berggrunden under dammen



- Antagandet om linjär fördelning av upstrycket bygger på antagandet att berggrunden kan betraktas som ett kontinuum.
- Normalt är bergmassan av mer diskret karaktär, där enskilda sprickplan med större apertur (och spricklängd) dominerar flödet i berget.
- Farligaste fallet är ett enskilt ytligt flackt sprickplan med stor apertur som är genomgående under dammen som överlagras av mindre sprickor.
- Spänningsbilden i berget under dammen gör också att ett större sprickplan kan tryckas ihop på nedströmssidan.

# Riktlinjer

- RIDAS

Endast upptryck mellan betong och berg hanteras, inget specifikt om horisontella sprickplan under lamelldammar nämns.

- NS Power\*, NVE\*, USBR\*

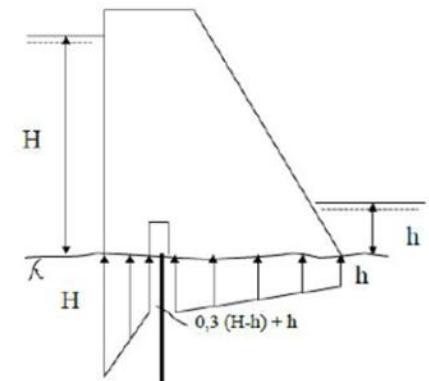
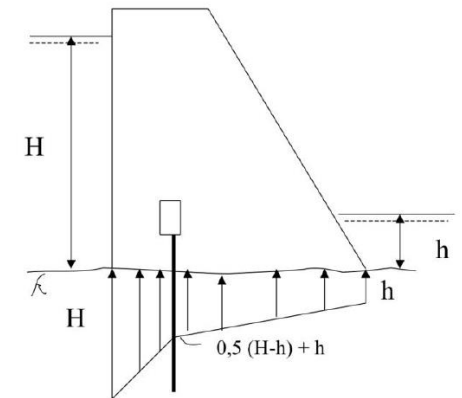
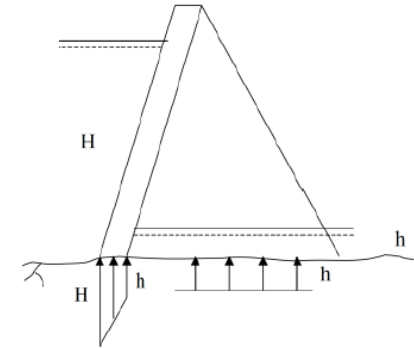
Lika RIDAS

- FERC\*

Om horisontella slag identifierats under lamelldamm hanteras portycket som vid en massivdamm

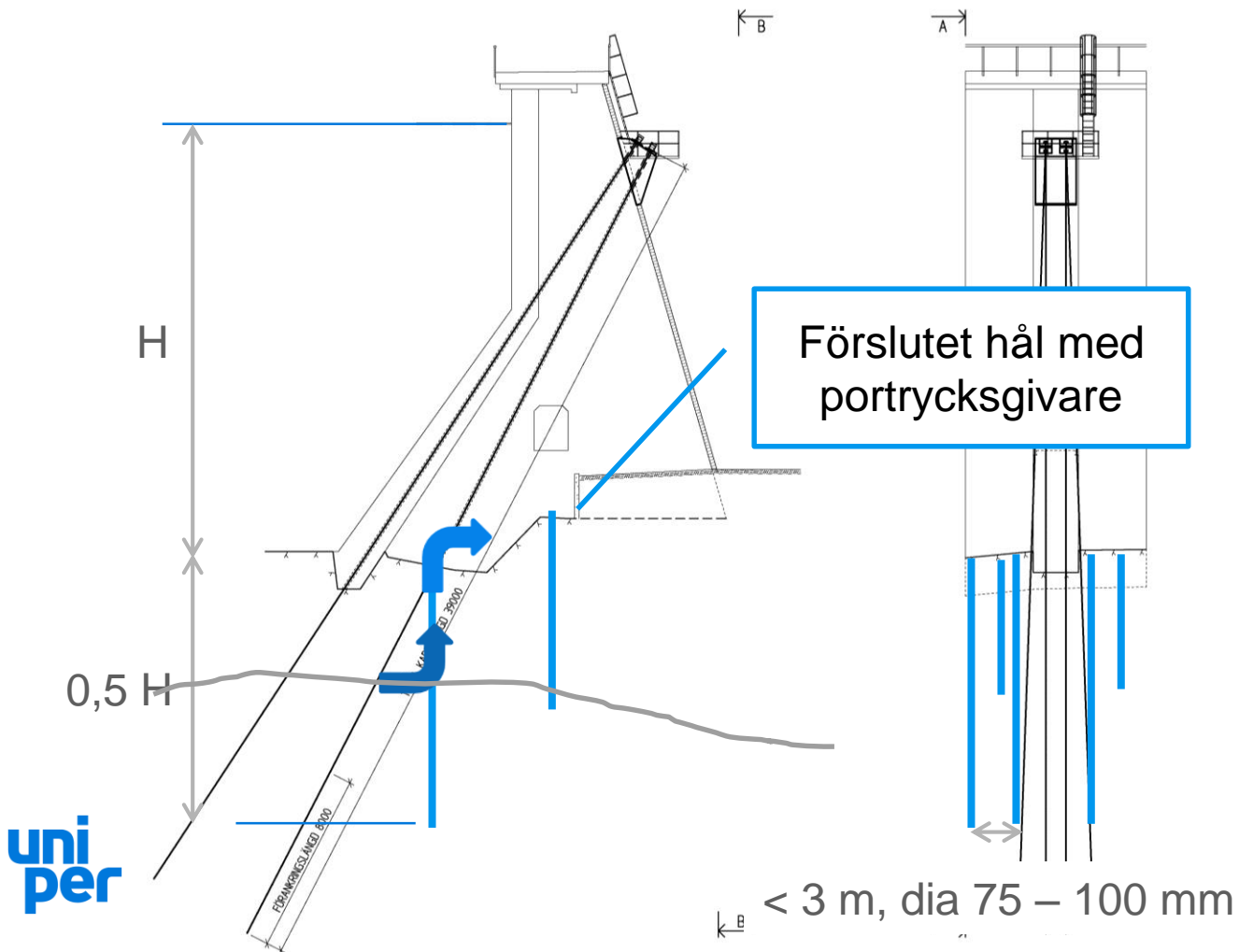
\*Från sammanställning i x-jobb av Simon Lingell 2013

- Lite om ens någon information finns om upptryckens variation i såväl tid som rum. Detsamma gäller dränagens funktion som också varierar. Detta bör dock beaktas vid övervakning och säkerhetsutvärdering



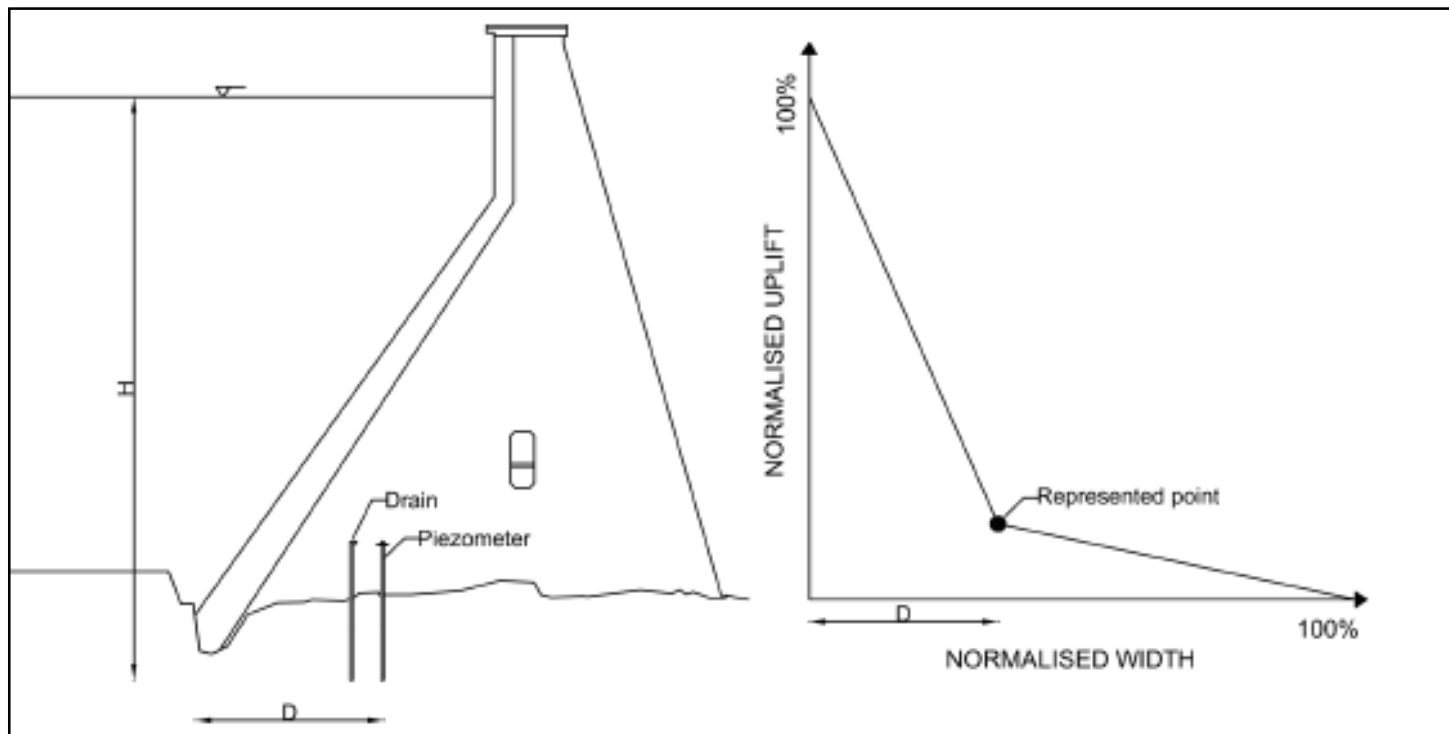
# Upstryck kan minskas med dränagehål

- Beräkningar på olika portrycksfördelningar ledde till borrning av dränagehål och installation av portrycksmätare

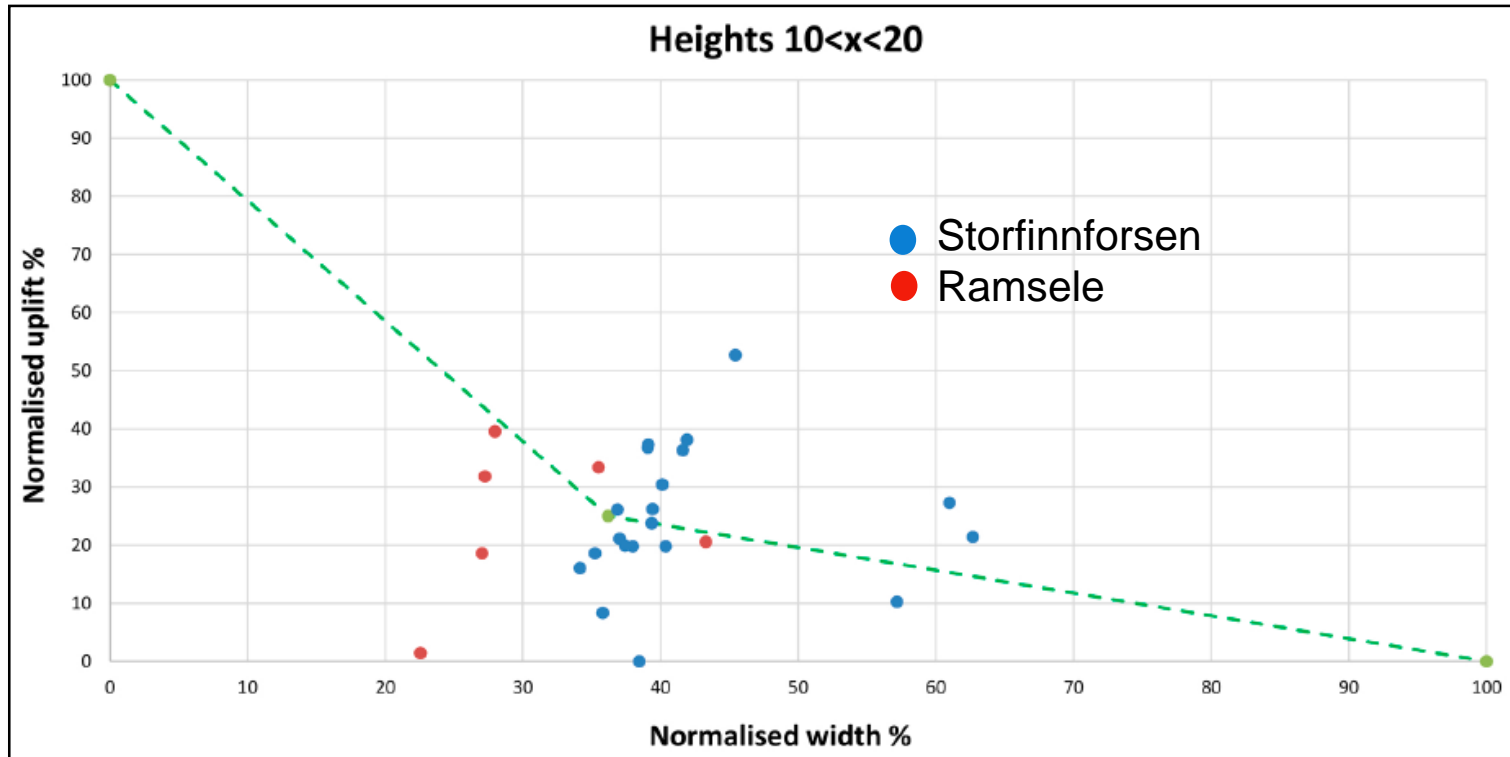


# Analys av portryckmätningar och dess variation

- En studie genomfördes av Perales (2016) med syfte att studera den **naturliga variationen** i upptryck i berggrunden under Storfinnforsen och Ramsele.
- De ca **270 portrycksmätarna**, utgör en unik möjlighet att studera portrycket och dess variation i berggrunden.



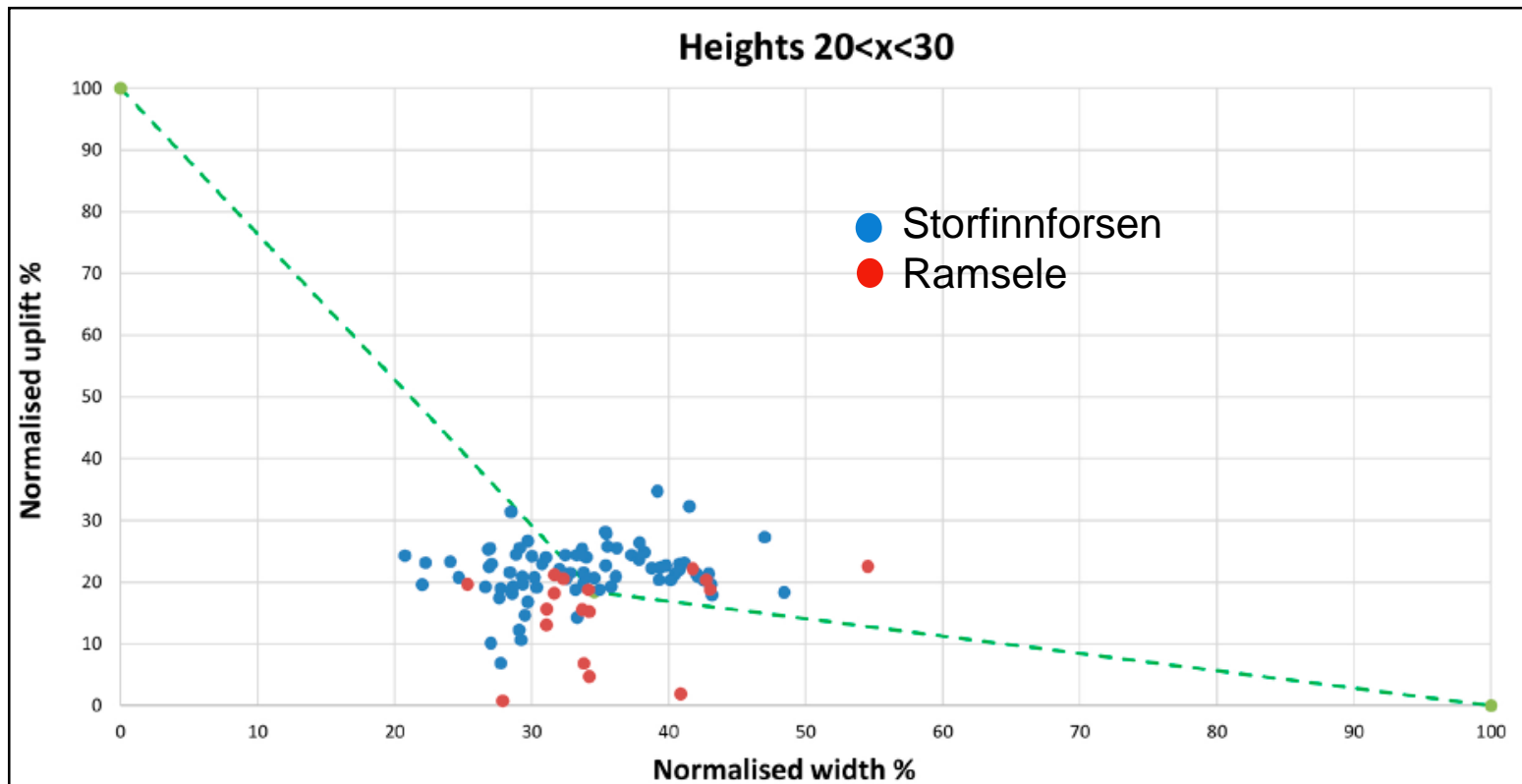
# Resultat från portryckmätningar- höjd 10-20 m



- Resultaten visade att monoliterna med **höjden 10-20 m** hade ett normaliserat upptryck med ett medelvärde på **25,7%** med **COV=0,45** (COV definierad som standardavvikelse genom medelvärde).

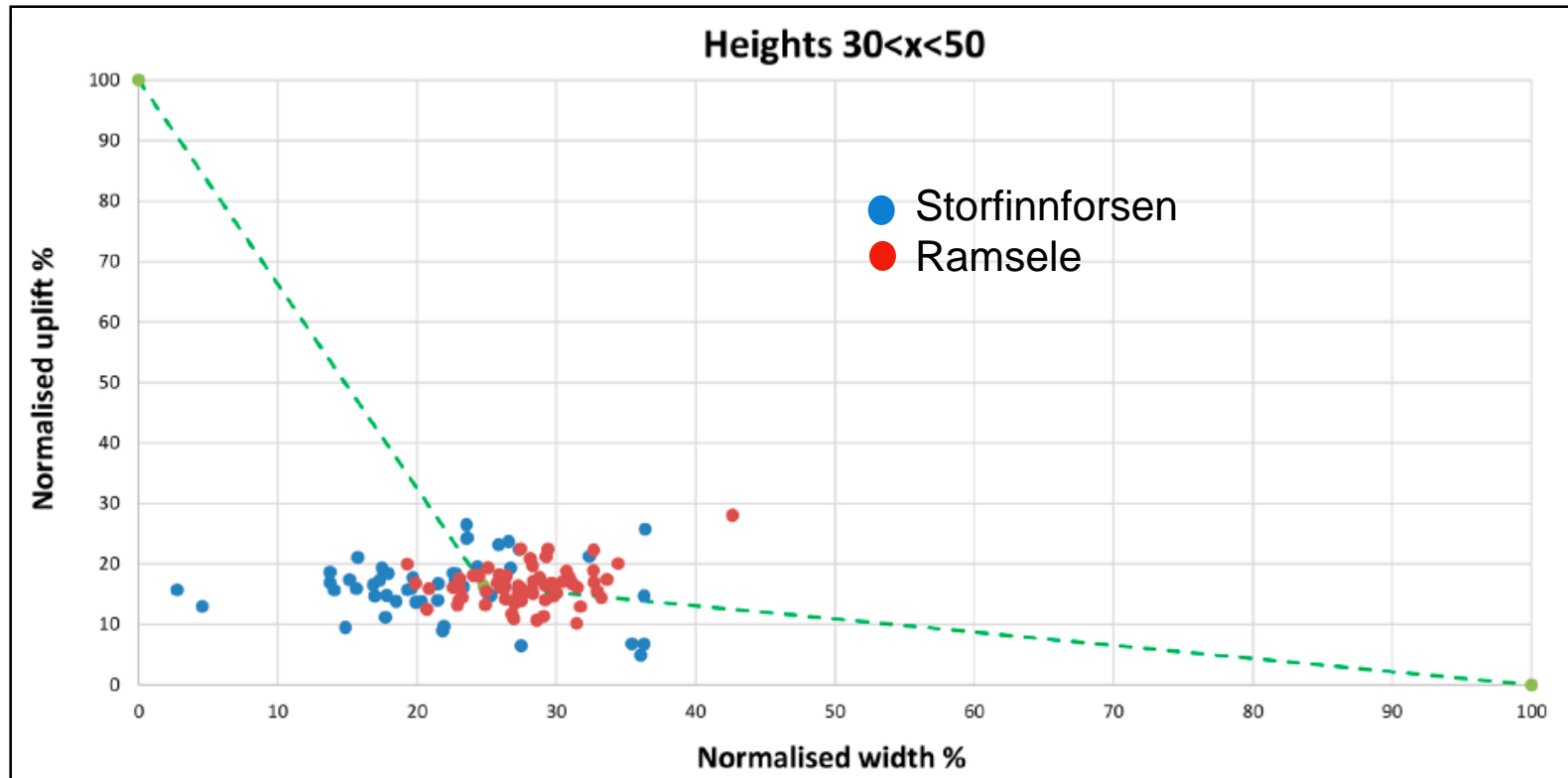


# Resultat från portryckmätningar- höjd 20-30 m



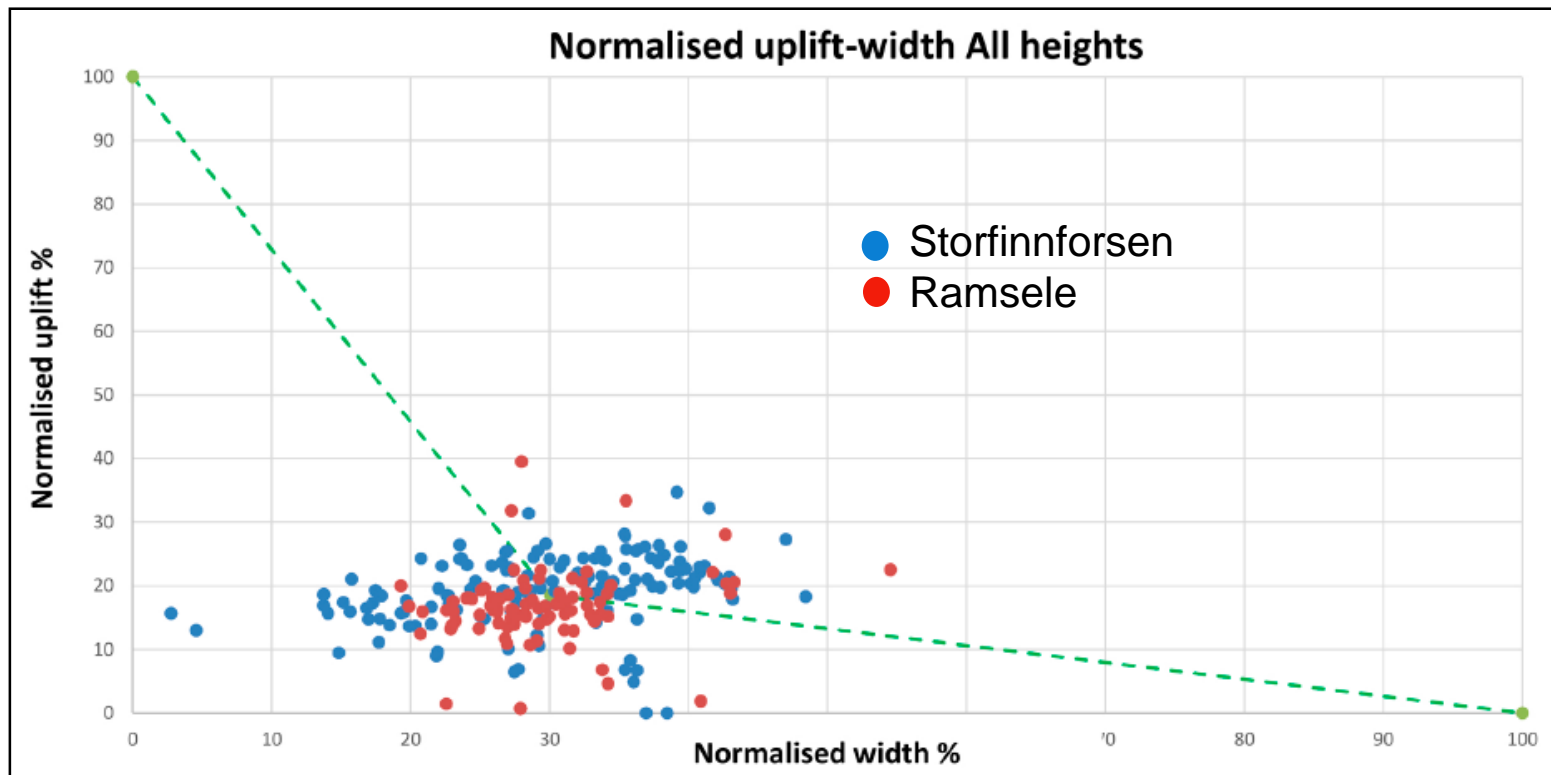
- Monoliterna med **höjden 20-30 m** hade ett normaliserat upptryck med ett medelvärde på **20,6%** med **COV=0,27** (COV definierad som standardavvikelse genom medelvärde).

# Resultat från portryckmätningar- höjd 30-50 m



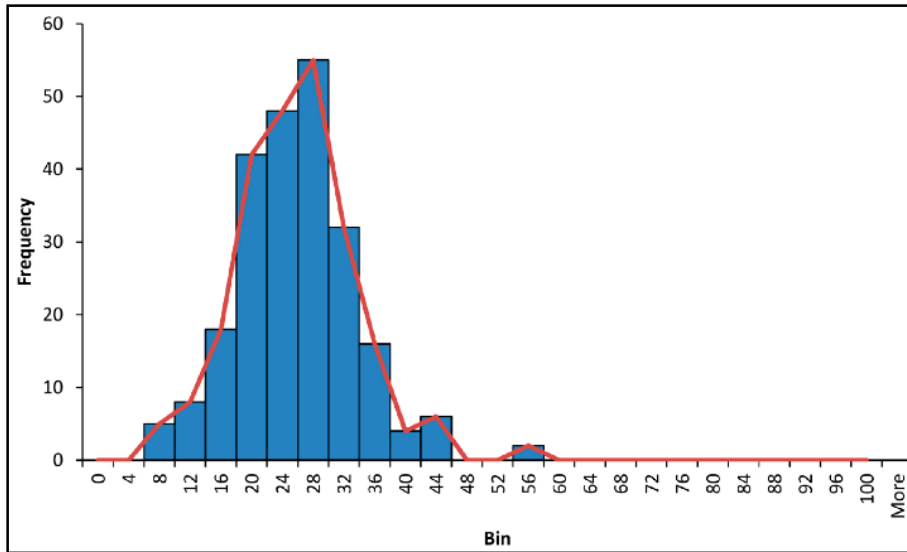
- Monoliterna med **höjden 30-50 m** hade ett normaliserat upptryck med ett medelvärde på **16,4%** med **COV=0,24** (COV definierad som standardavvikelse genom medelvärde).

# Resultat från portryckmätningar- alla höjder

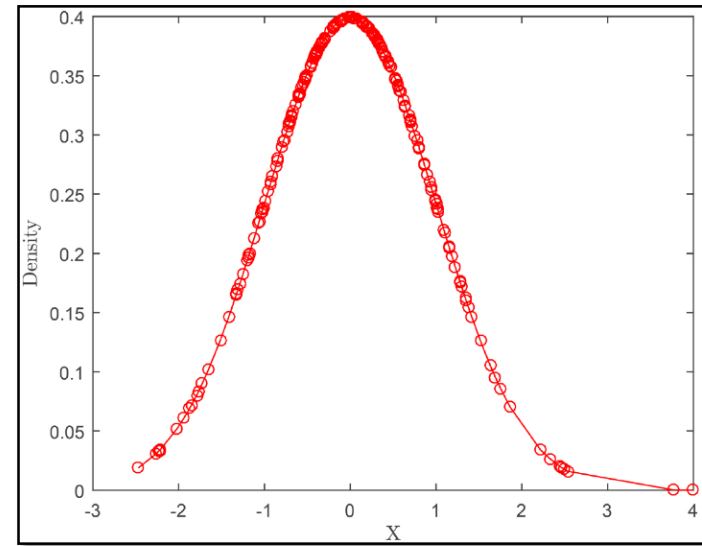


- För **alla monoliter** hade det normaliserade upptrycket ett medelvärde på **19%** med en **COV=0,34**.
- Resultaten ligger något under RIDAS antaganden om 30%.

# Statistisk fördelning av mätresultat



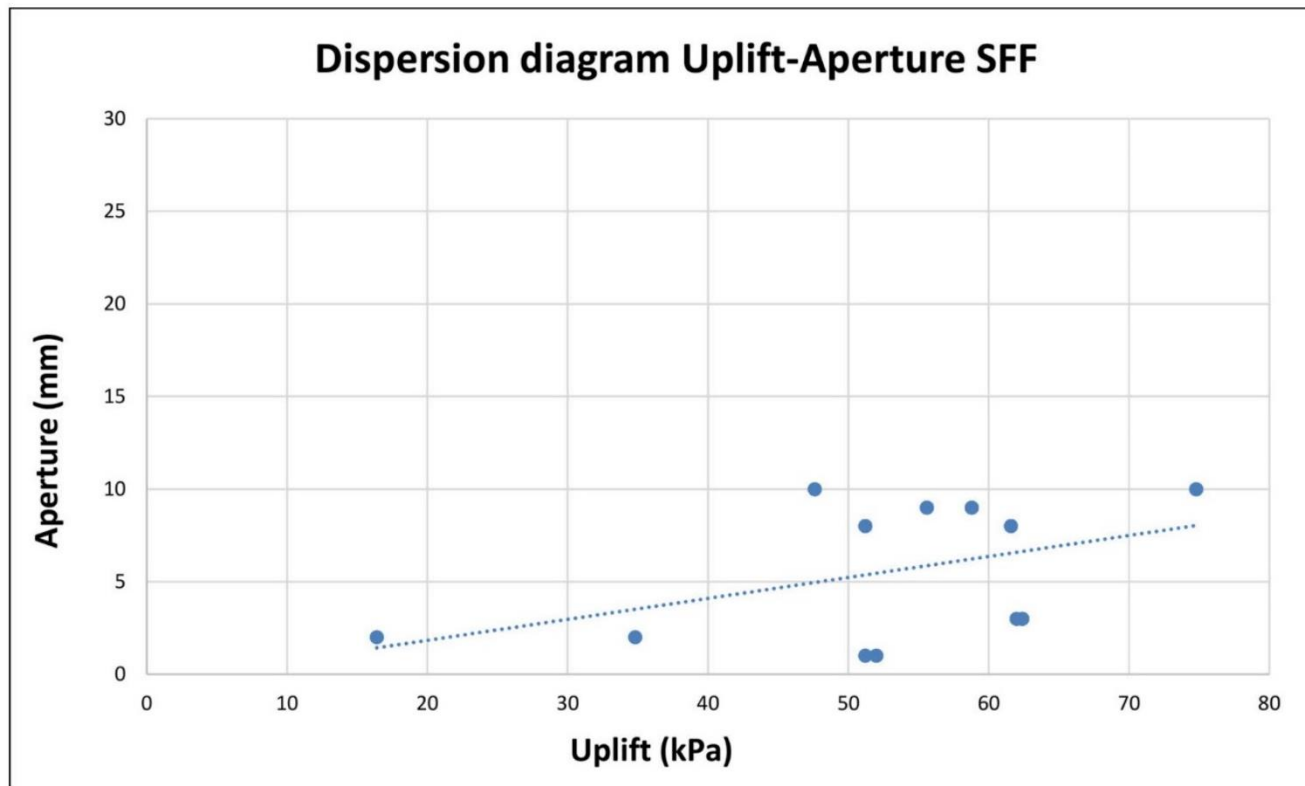
Histogram över mätresultat.



Normaliserad fördelning av mätresultat

- Utförda statistiska tester visar att uptrycket i en punkt kan beskrivas med en normalfördelning.
- Statistiska tester gjordes även för att analysera om portrycket kunde beskrivas med en log-normal fördelning. Men resultaten från dessa visade att så inte var fallet.

# Korrelation mellan sprickvidd och portryck



- Korrelation mellan upptryck och sprickapertur genomfördes för några monoliter vid Storfinnforsen där filmning av dränagehål genomförts.
- Analysen visar att  $p=0,45$ , vilket indikerar en viss korrelation. Lägre korrelation vid Ramsele. Mer data behövs emellertid.

# Slutsatser och fortsatt forskning

- Upptrycket i bergmassan under lamelldammar utgör en kritisk parameter för glidstabiliteten. Speciellt där utbredda horisontella sprickplan existerar.
- Upptrycket i en punkt i bergmassan kan beskrivas med en normalfördelning.
- Det normaliserade upptrycket strax nedströms dränaget är cirka 20% med en  $COV=0,34$ .
- För de lägre monoliterna är det normaliserade upptrycket högre och uppgår till cirka 26% med en  $COV=0,45$
- Portrycken är något lägre än de som föreslår i RIDAS där dränage existerar (30%), men den höga variationen för lägre monoliter (10-20 m) innebär att RIDAS rekommendationer överskrids för flera av de lägre monoliterna.
- Fortsatt forskning behövs för att analysera hur portrycket varierar i dammens strömriktning samt hur det påverkas av en nedbruten injekteringsridå.
- Fortsatt forskning bör även inriktas på hur larmgränser bör sättas på uppmätta portryck med hänsyn till glidstabiliteten.

**Tack för uppmärksamheten!**