

Lillflyforsen – Sveriges första Piano Key Weir?



Lars Johnsson
Sydkraft/Uniper



AFRY

Anders Frisk - AFRY
Ingenjörbyrå Anders Frisk AB

VATTENFALL



James Yang
Vattenfall R&D

Översikt

Fjällsjöälven, ett biflöde till Ångermanälven

32 000 km² catchment area

500 m³/s average water flow

12 TWh annually

Approx 17% of total hydro production in Sweden



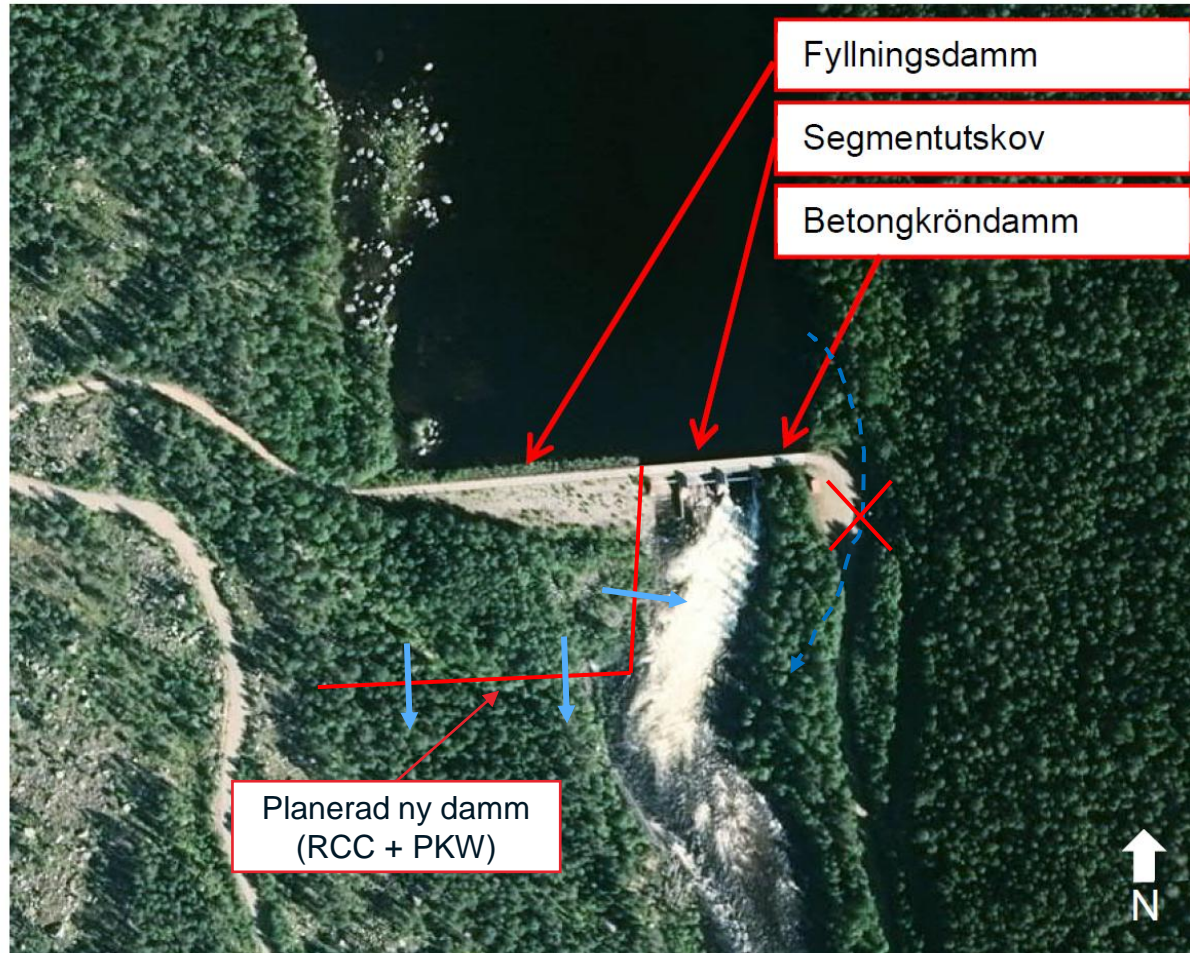


Översikt Borgforsens kraftverk



- FDU 2008-2009
- Otillräcklig avbördningskapacitet för systemet
- Projekt pågår vid Borgforsens kraftverk (2023-2025)
 - Ombyggnation av flottningsutskov till segmentlucka
 - Fyllningsdamm
 - Höjning av tätkärna med plastspont
 - Stabilitetshöjande åtgärder
 - Damminstrumentering
 - “Förlängning” av fyllningsdammarna

Lillflyforsens regleringsdamm



- Nuvarande fyllningsdamm har brister
- Ny damm planeras nedströms
 - Piano Key Weir (PKW)
 - Fundamentet - Roller Compacted Concrete (RCC)

PKW @ Lillflyforsen

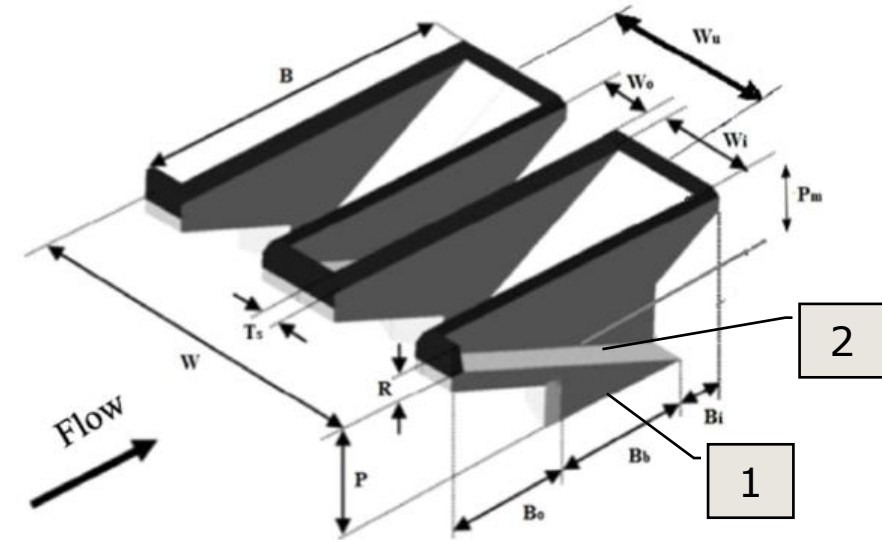
Problemställning

- Brist på avbördningskapacitet
- Felmoder i fyllningsdammen
- Svårt att anlägga traditionellt flodutskov på höger strand
- Åtgärder krävdes på utskov C

PKW-Lösning

- Tillförlitlig avbördningsfunktion som kompletterar befintliga utskov
- Framtidssäkrad avbördningskapacitet
- Mindre/andra genomföranderisker
- Minskat underhåll
- Mål att avbörda dimQ vid DG +0,75 m

PKW @ Lillflyforsen



Bakgrund

- Utveckling av labyrintutskov
 - Utmärkande skillnader:
 - 1. Mindre basyta
 - 2. Sluttande inlopps- och utlopps-tangenter
- 30-tal byggda
- EDF varit drivande i utvecklingen
- Tröskellängd ~ 5 ggr bredden



PKW @ Lillflyforsen

Möjliggöranden

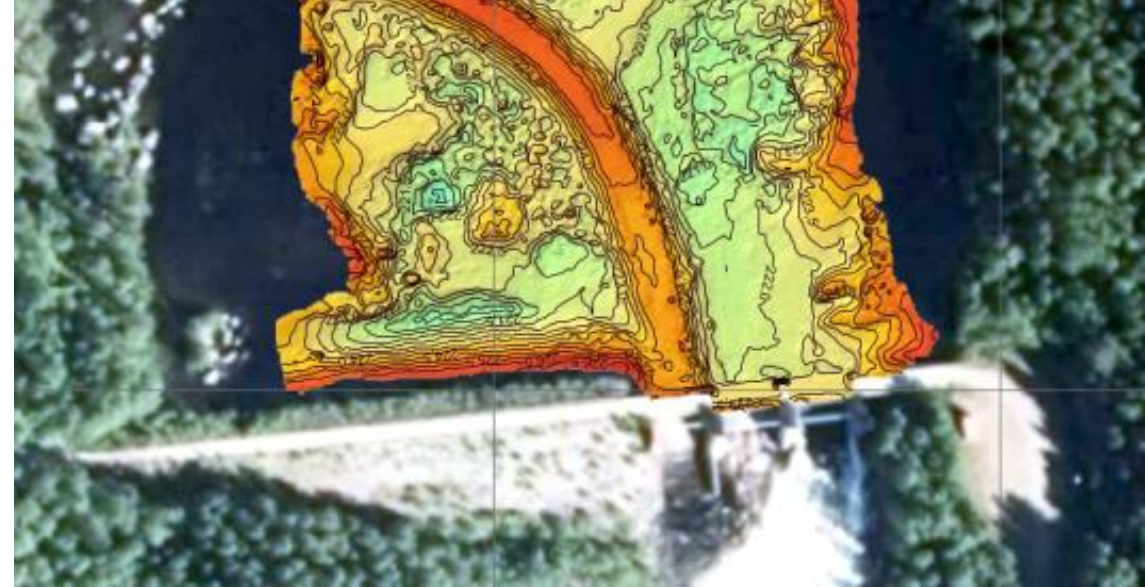
- "Lagom" hög och lång fyllningsdamm
- Begränsat med skadeobjekt runt magasinet
- Skick och kapacitet på utskov C
- Saknad kapacitet i förhållande till rimlig överdämning
- Annan DG i Borgforsen än Lillflyforsen



PKW @ Lillflyforsen

Utredningar

- Övriga alternativ i second opinion utredning
 - Överfall vänster strand
 - Säkra fyllningsdamm för överströmning
 - **PKW höger strand**
- Erfarenhetsworkshop
- Kunskapsinhämtning från EDF
- Bergundersökning



- Hydrauliska analyser
 - Hydrauliska beräkningar, PKW och inströmning
 - Schaktbehov av fång- och fyllningsdamm
 - Inverkan på skadeobjekt vid magasinet
- Överfallsutskov ur ett nordiskt perspektiv
 - Is och drivgods
 - Högflödesanalys

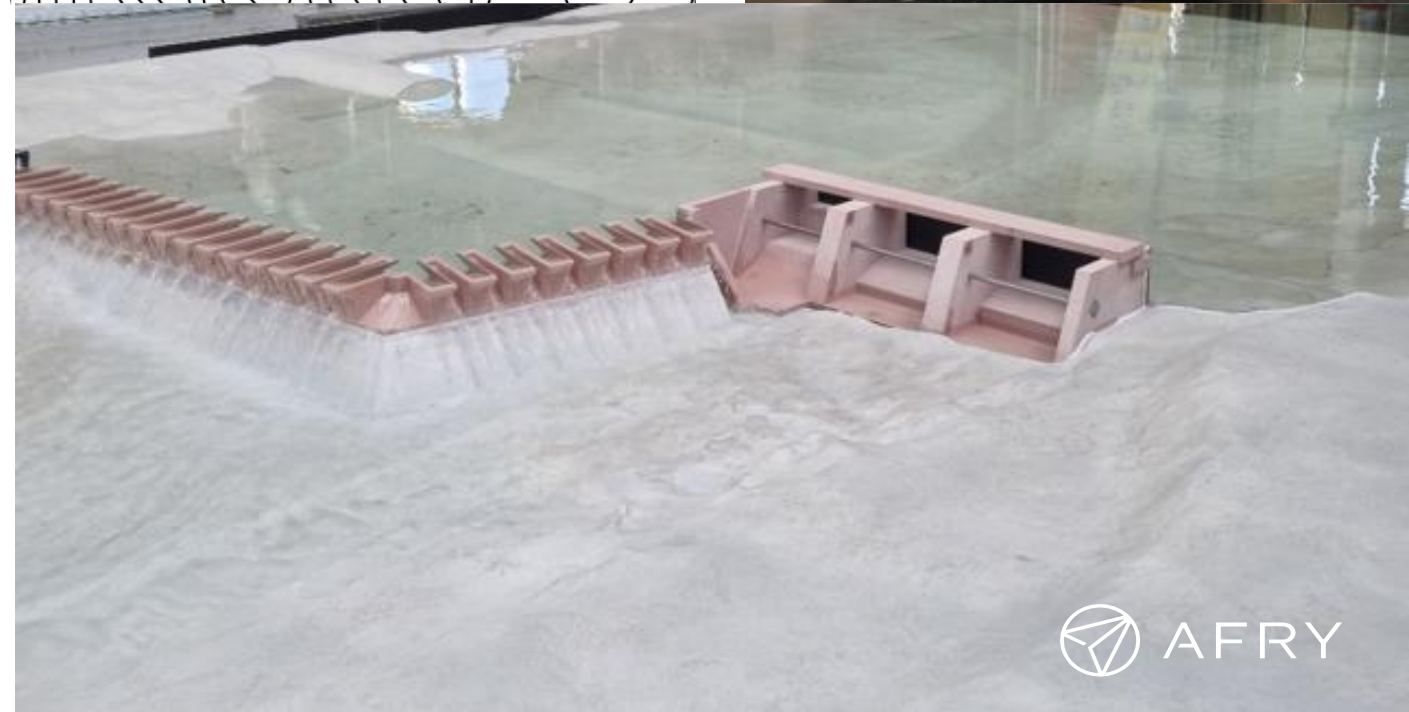
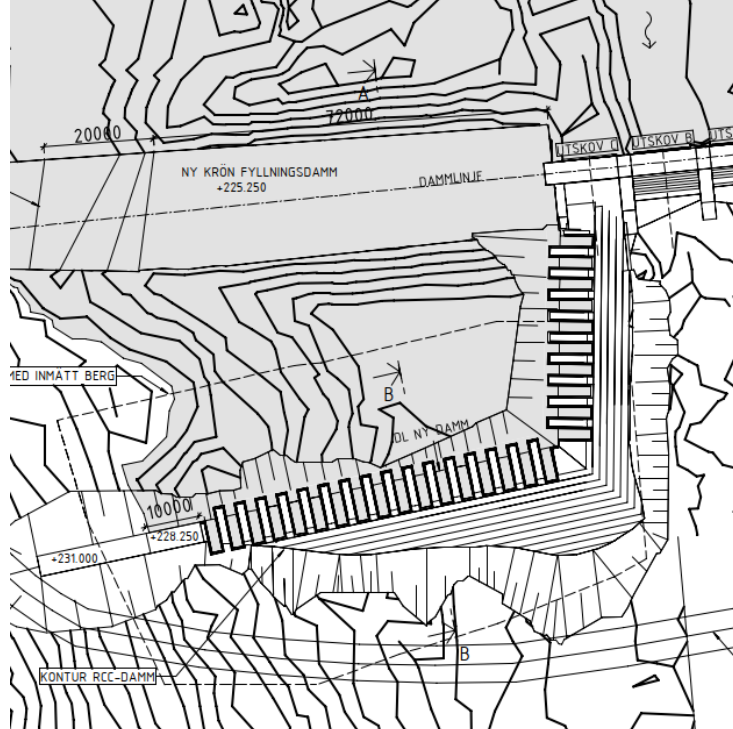
PKW @ Lillflyforsen

Utformning

- Ca 90m långt PKW, ca 450 m tröskellängd
- Ca 25 fack
- Enbart PKW avbördar ca:
 - 400 m³/s vid DG + 0,66 m
 - 600 m³/s vid DG + 0,93 m
 - 700 m³/s vid DG + 1,07 m

Globala modellen avbördar ca:

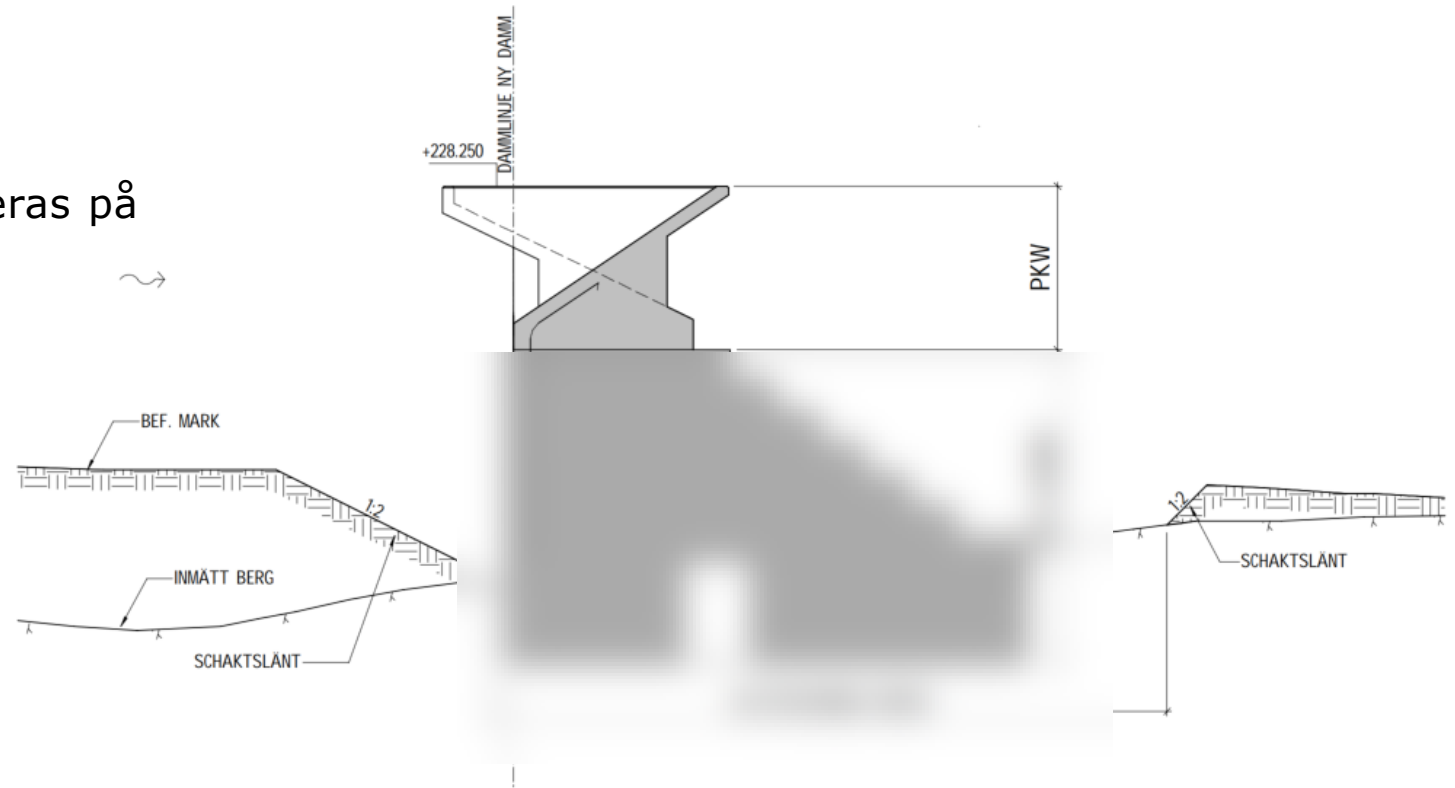
- 1 025 m³/s vid DG + 0,66 m
- 1 245 m³/s vid DG + 0,93 m
- 1 355 m³/s vid DG + 1,07 m



PKW @ Lillflyforsen

Olika alternativ för vad PKW ska placeras på

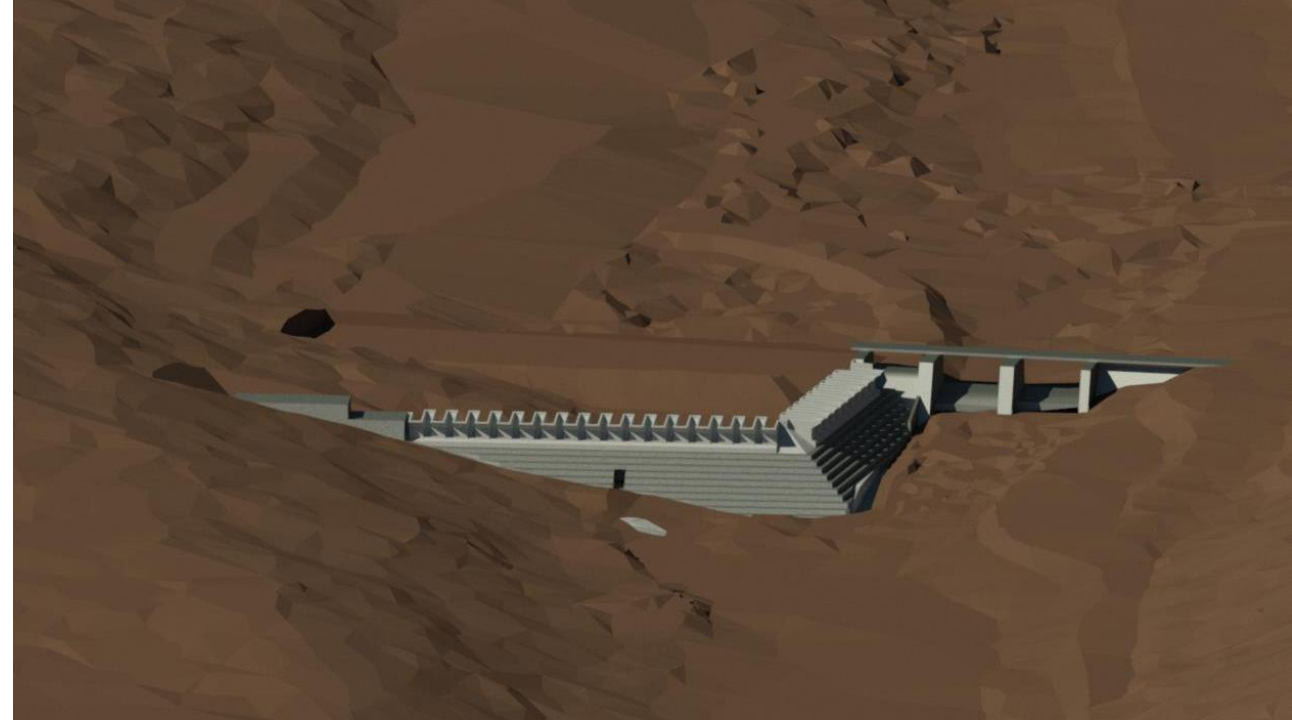
- Gravitationsdamm
- Lamelldamm

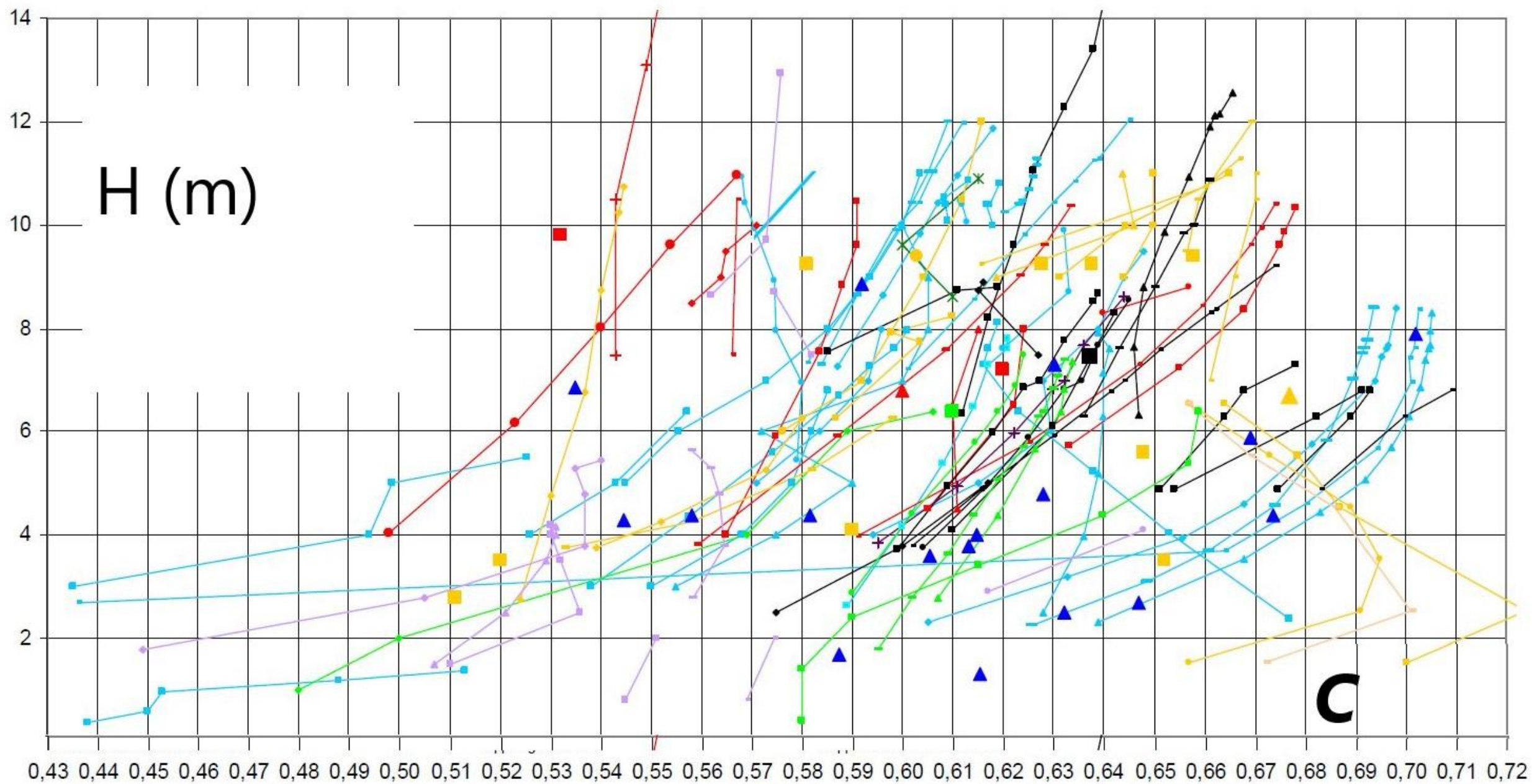


RCC @ Lillflyforsen ?

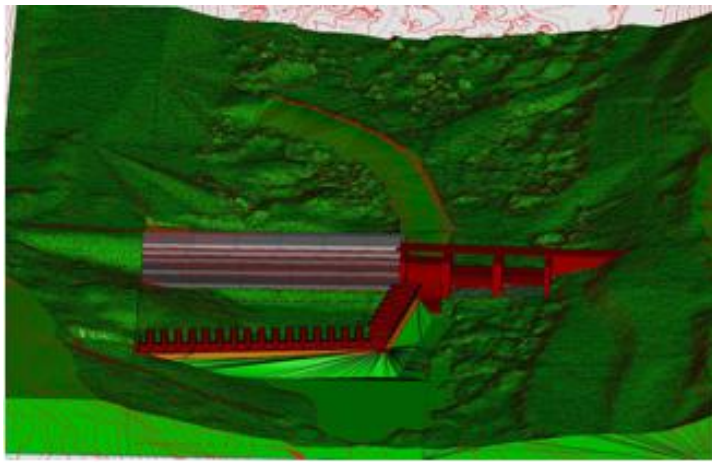
Olika alternativ för vad PKW ska placeras på

- Gravitationsdamm
- Lamelldamm
- RCC-damm





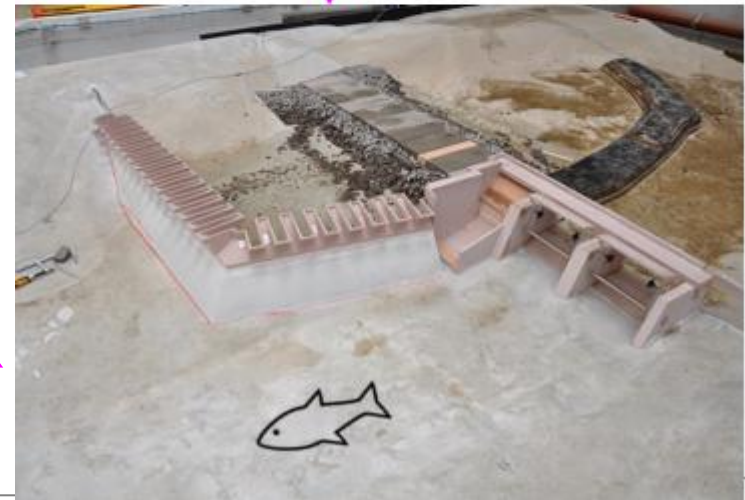
Lillflyforsen – PKW första i Norden



1:35

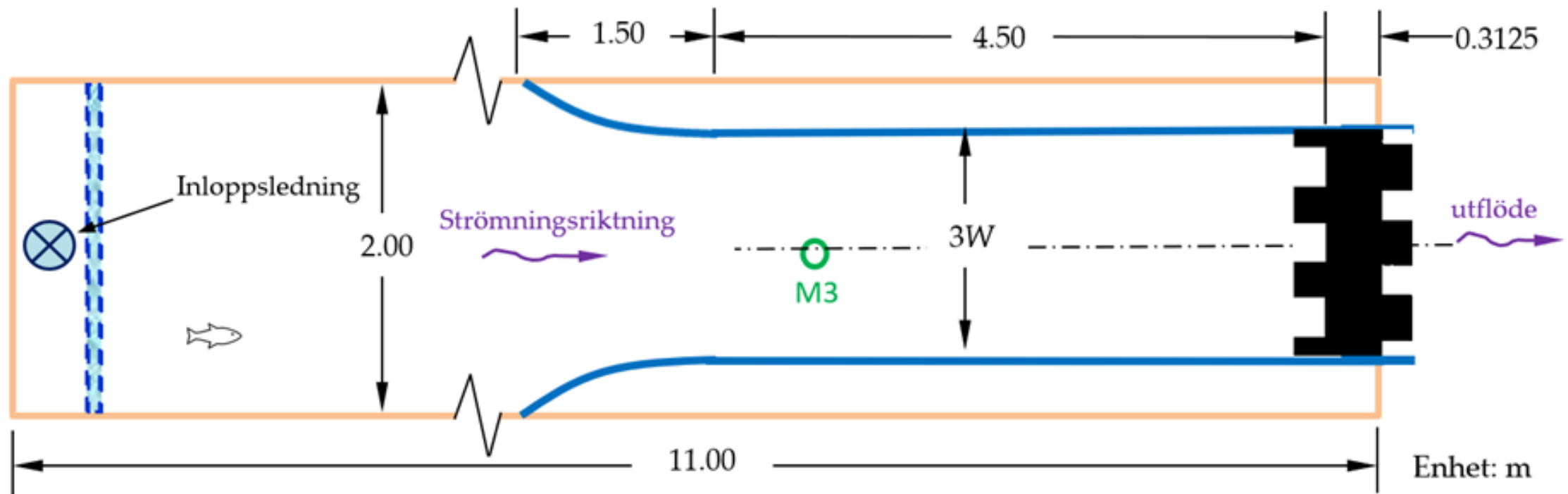


1:35



1:12

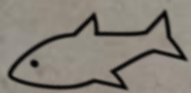


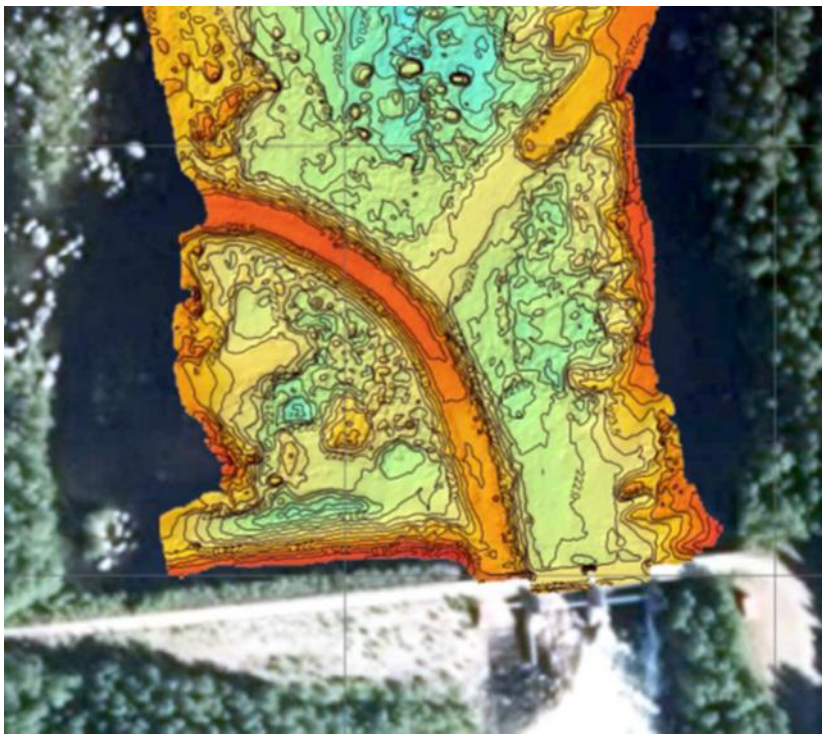












- # PKW design
- # Upscaling & scale effects
- # Cofferdam ?
- # excavation of embankment dam

Drivgoods

5 – 30 m

20% med grenar

50% med rotsystem



