

FISKAR OCH FLEXIBILITET VATTENKRAFTENS UTMANINGAR

Chef Business Control and
Asset Management
Vattenfall Vattenkraft

Ordf Stiftelsen Porjus
Vattenkraftcentrum

Fredrik Engström

Adjungerad professor i
Strömningslära
Luleå tekniska universitet

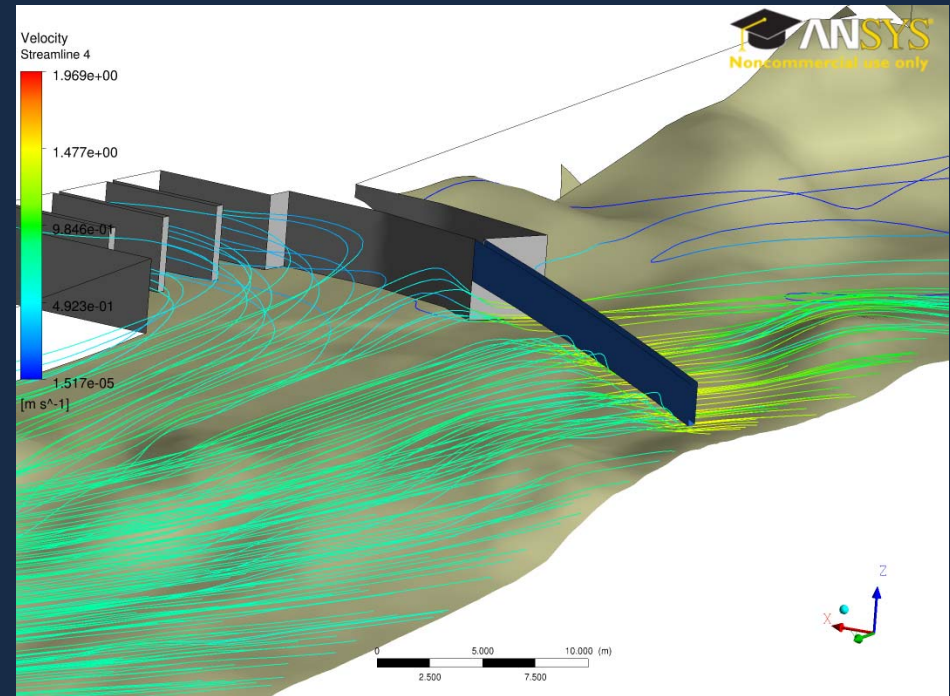


Inledning

- Fiskar
 - Water Framework Directive
 - Balans mellan miljönytta och produktionsnytta
 - Stort mot smått
 - Fondfinansiering, energiöverenskommelsen
- Flexibilitet
 - Nyttan med vattenkraft
 - Hur mycket kostar det?
 - Ny teknik som hjälper



Fiskvandring – inte bara uppströms!



Älvkarleby

Tub som ansluter till flyktöppning i dammlinjen och som fästs i berget med för fisken lämplig lutning (~1:10).

Placeringen blir ovan högsta spillvattenyta med ett litet "utkast" i nedre änden i en kort utsprängd bergkanal för anslutning till vattenvägen nedströms Mellanfallet.

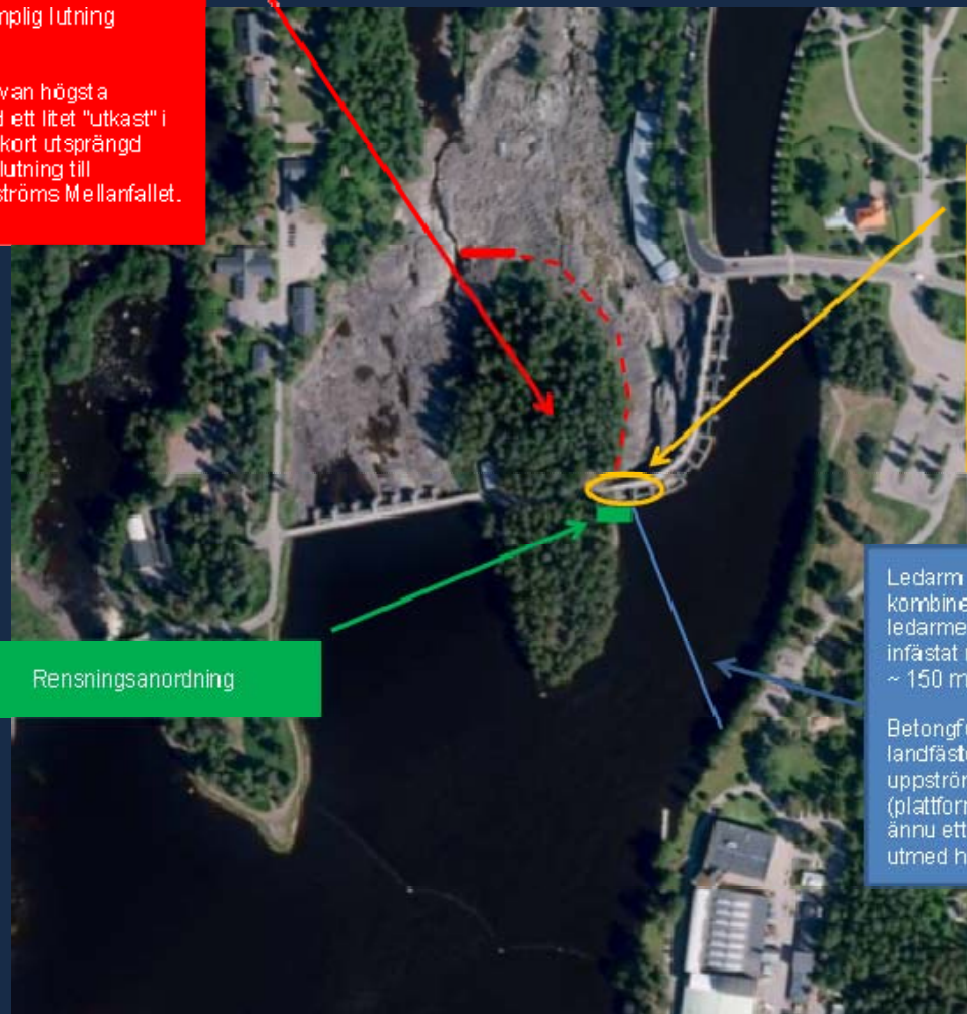
Flyktöppning till tub skapas i befintligt överfallsutskov (skibord).

Befintligt intilliggande luckförsatt utskov minimitappar under perioden för att skapa ytterligare drag till flyktöppningen.

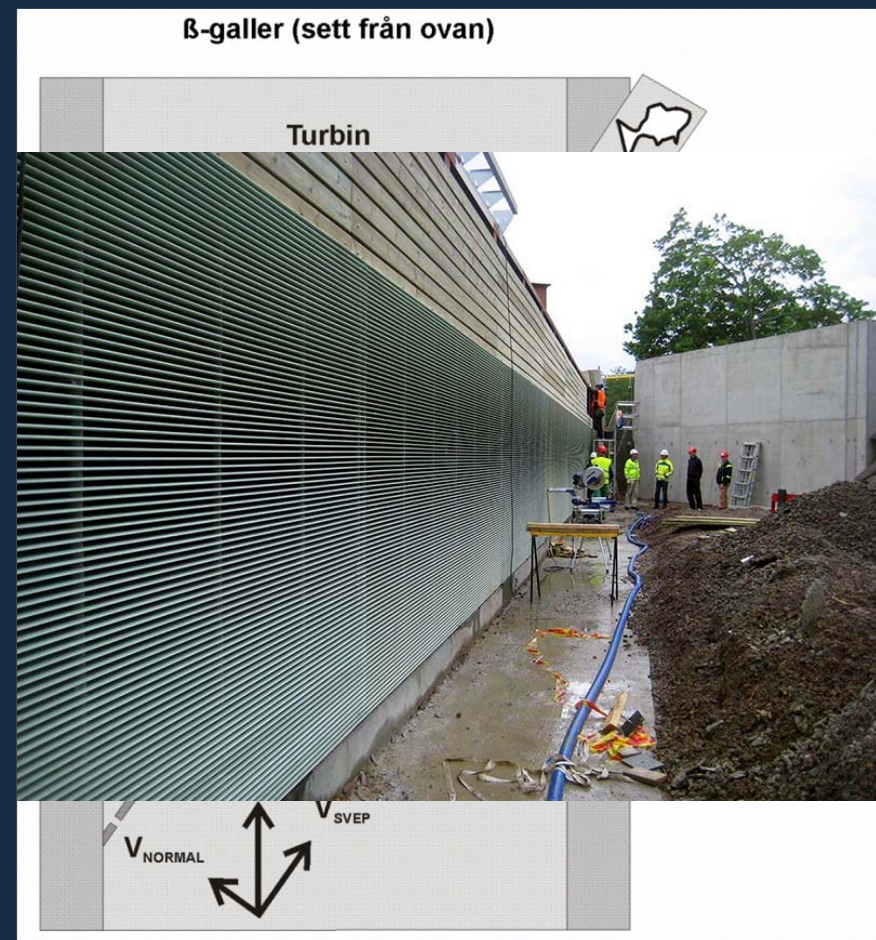
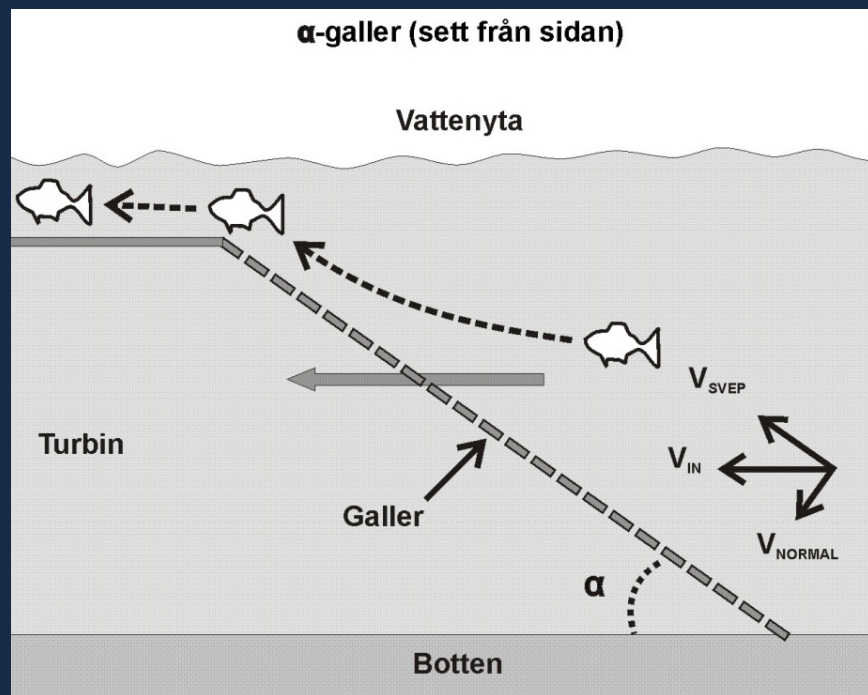
Ledarm à la Stornorrfors kombinerad med ett i underkant av ledarmen och ned till älvbotten infäst nät av HDPE-plast. Längd ~ 150 m.

Betongfundament i höger landfäste, mitt i älvfåran samt uppströms om rensningsanordning (plattform). För vinterförvaring ännu ett par mindre landfästen utmed höger strand.

Rensningsanordning



Storskaliga stationer – storskaliga lösningar



Söderfors

Turbin: Rörkaplan, 2 st.

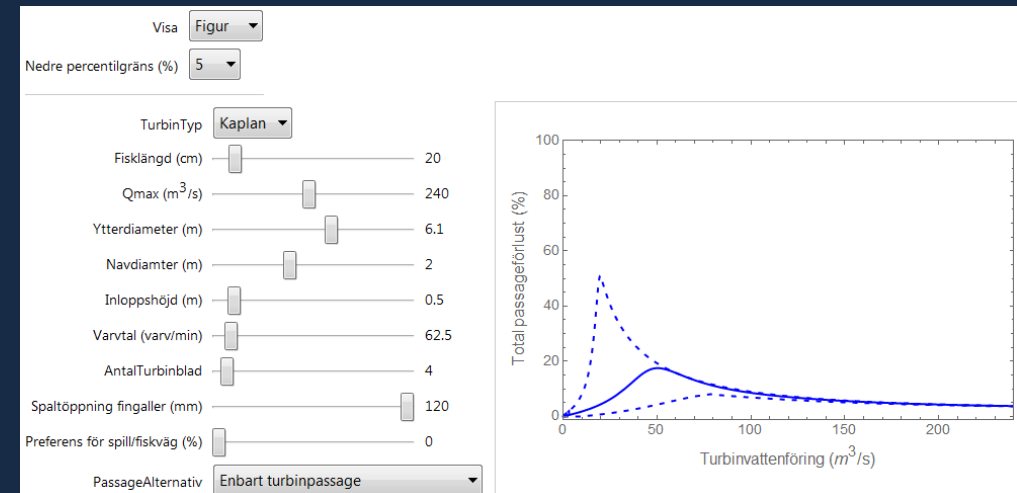
Medelflöde: Medelflödet under 2015 och 2016 var omkring 180-200 m³/s under veckorna 17 till 19 när den mesta av smolten troligen vandrar. Fiskarnas fördelning antas följa flödets procentuella fördelning över turbinerna.

Smolt 20 cm

Resultat: Passageförlusterna vid vandring beräknas vara runt **5 %** för hela Söderfors kraftverk, baserat på medelflödet för 2016. Ungefärligt konfidensintervall **3-10 %**.

Kommentarer: De låga siffrorna beror troligen främst på att varvtalen är låga (62,5 varv/min).

Söderfors		Smolt 20 cm		
m ³ /s	Modellversion	5e	Passageförlust [%]	95e
240	Max ant. indata	4	4	4
	Få indata	2	4	8
180	Max ant. indata	4	5	5
	Få indata	3	6	10
120	Max ant. indata	6	7	7
	Få indata	4	7	14



Söderfors

Turbin: Rörs Kaplan, 2 st.

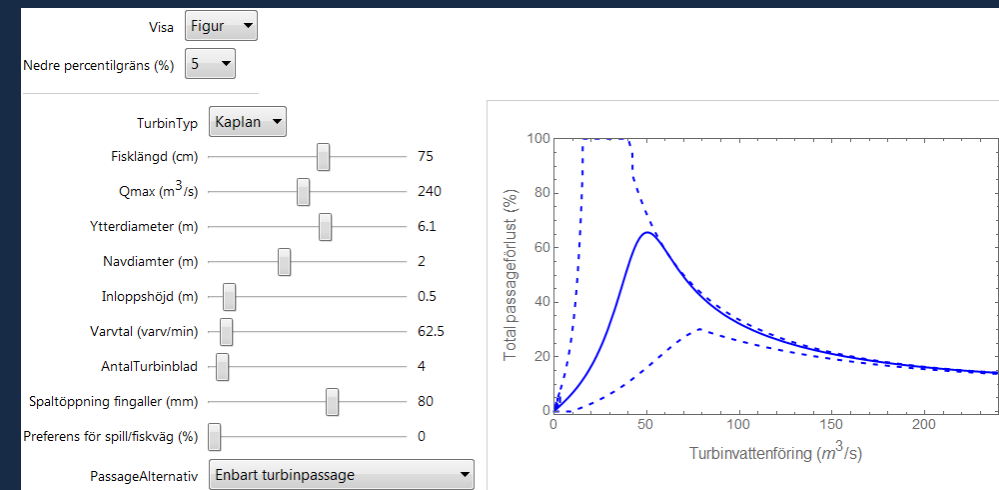
Medelflöde: Medelflödet under 2015 och 2016 var omkring 180-200 m³/s under veckorna 19 till 21 när den mesta av kelten troligen vandrar. Fiskarnas fördelning antas följa flödets procentuella fördelning över turbinerna.

Kelt 75 cm

Resultat: Passageförlusterna vid vandring beräknas vara runt **18 %** för hela Söderfors kraftverk, baserat på medelflödet för 2016. Ungefärligt konfidensintervall **11-36 %**.

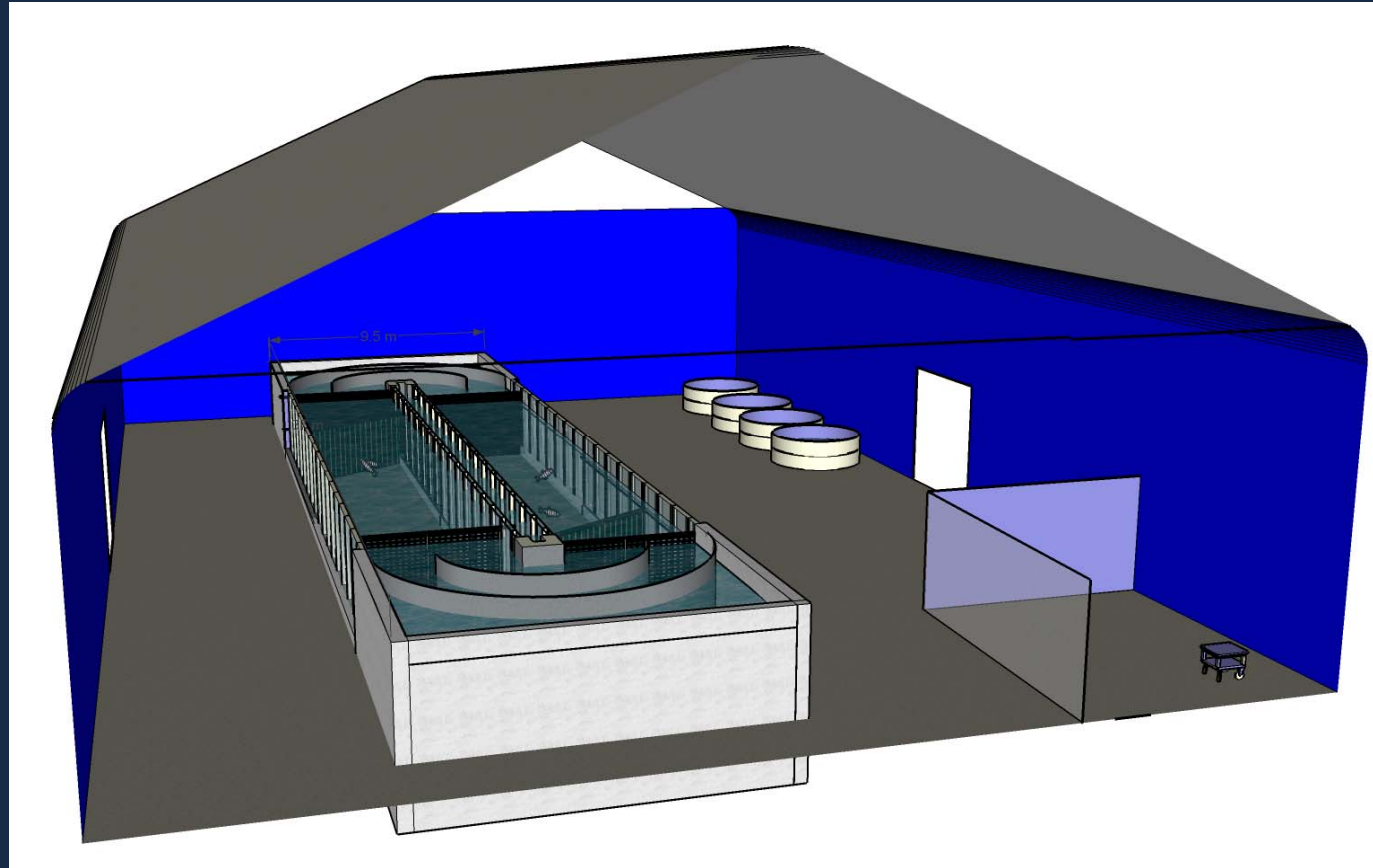
Kommentarer: De låga siffrorna beror troligen främst på att varvtalen är låga (62,5 varv/min).

Söderfors			Kelt 75 cm	
m ³ /s	Modellversion	5e	Passageförlust [%]	95e
240	Max ant. indata	14	14	14
	Få indata	8	16	29
180	Max ant. indata	17	18	18
	Få indata	11	21	36
120	Max ant. indata	23	26	27
	Få indata	14	27	50

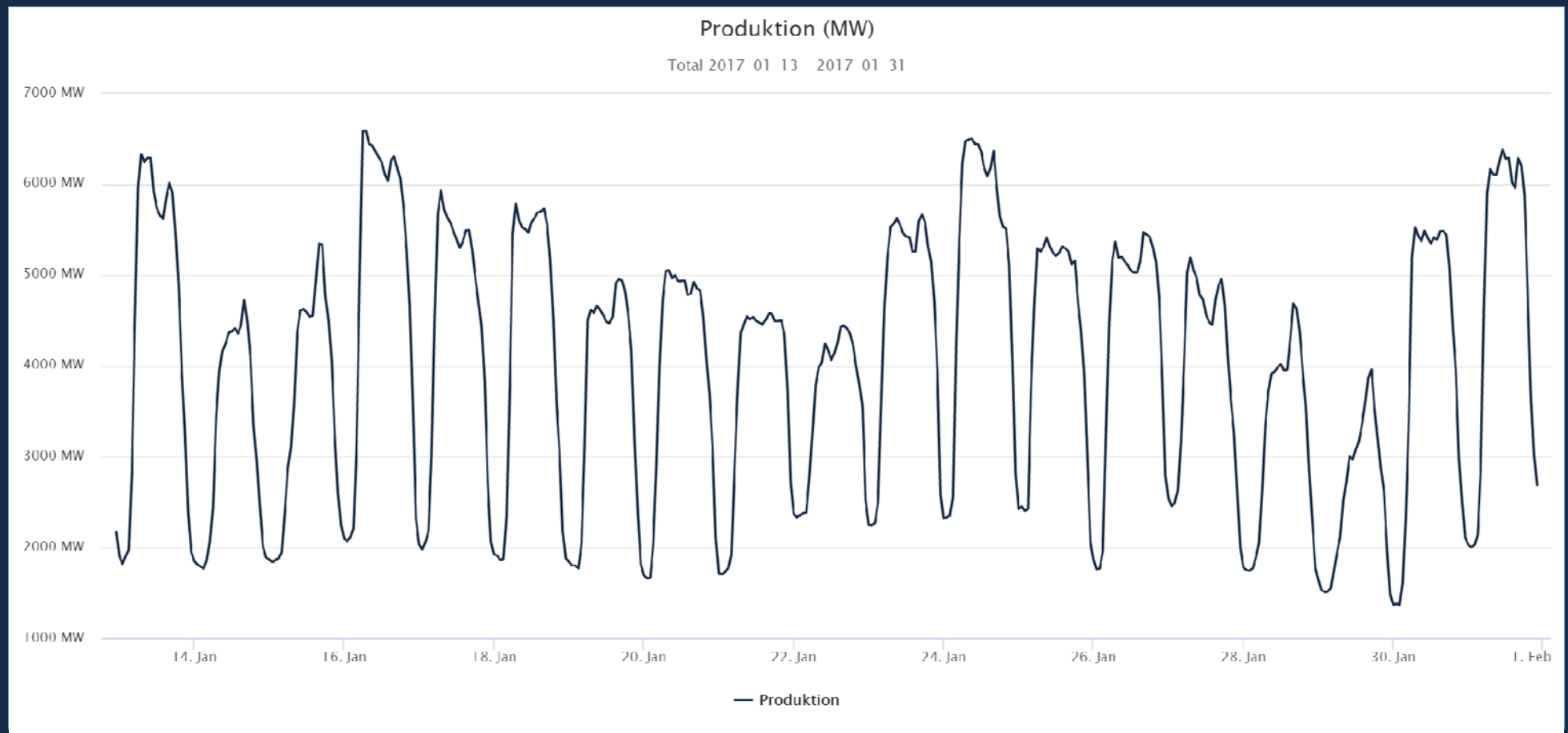


Kungsrännan

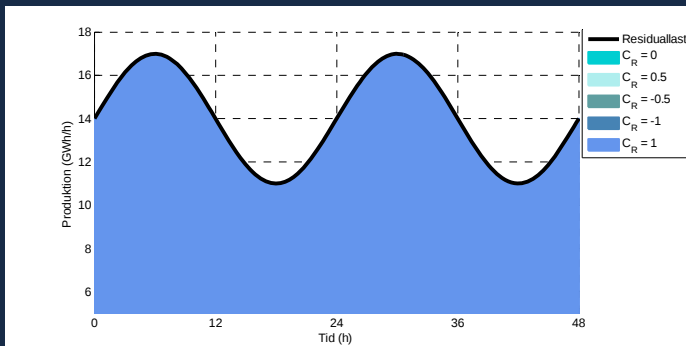
- 2 testsektioner
- 24 m längd
- 4 m bredd
- 2 m vattendjup
- Flöde upp till 2 m/s eller 16 m³/s



Flexibilitet – vad är det?

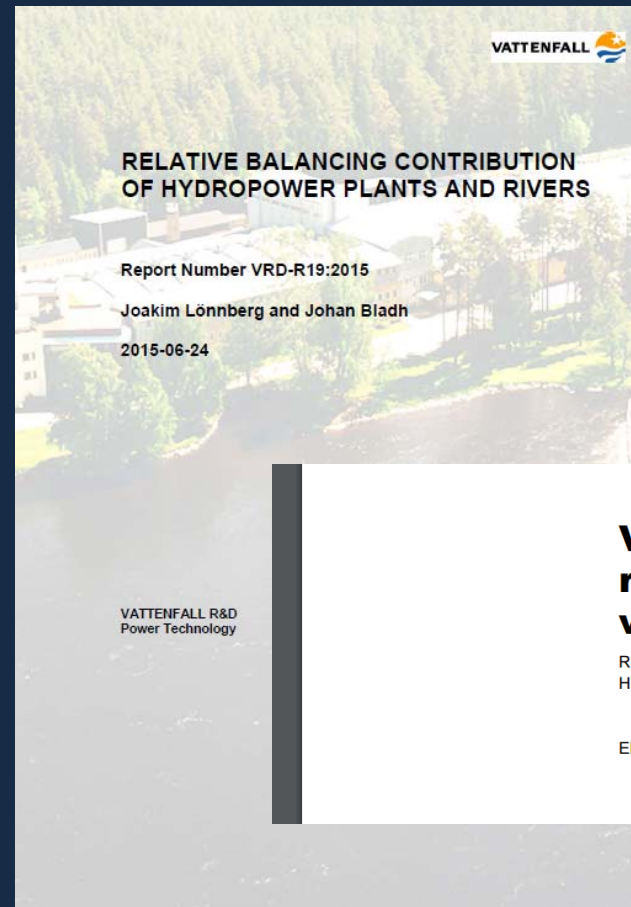


Reglerbidrag – nyckeltalet som fick tyngd



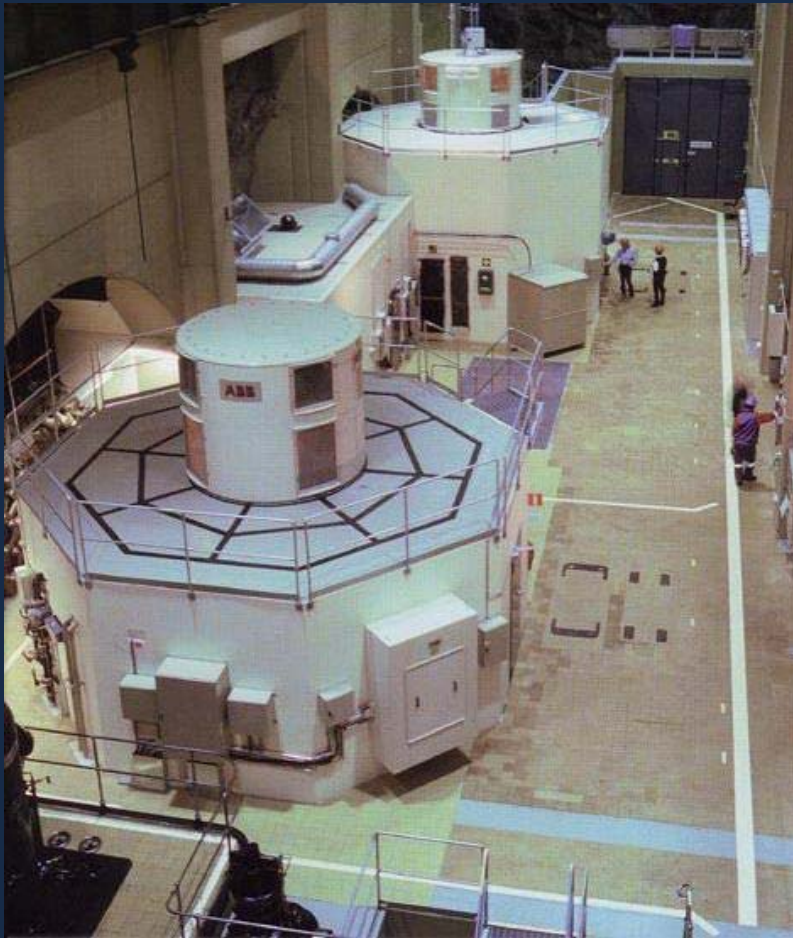
1. Constant production
2. Regulates half the demand
3. Counteracts half the demand
4. Counteracts the total demand
5. Regulates the total demand

$$C_{R,k} = \frac{\text{cov}(P_{\text{Res}}, P_k)}{\text{var}(P_{\text{Res}})}$$



FLEXIBLA KRAFTKÄLLOR	Kapacitet	Svängmassa	Frekvens- reglering	Dygns- reglering	Flerdygns- reglering	Säsongs- reglering
 Suorvamagasin + Lule älv	6 400 GWh 4 200 MW	✓	✓	✓	✓	✓
 Uppsala kraftvärmeverk	2 GWh 120 MWe/245 MWth	✓	✓	✓	✓	✓
 Goldisthal pump- kraftverk	8.5 GWh 1 053 MW	✓	✓	✓	✗	✗
 Uppsala värmeverk + kylackumulator	2 GWh 600 MWth	✗	✓	✓	✓	✗
 Juktan pumpkraftverk	25 GWh 300 MW	✓	✓	✓	✓	✗
 Pen y Cymoedd batterilager	0.015 GWh 22 MW	✓	✓	✓	✗	✗

Stiftelsen Porjus Vattenkraftcentrum

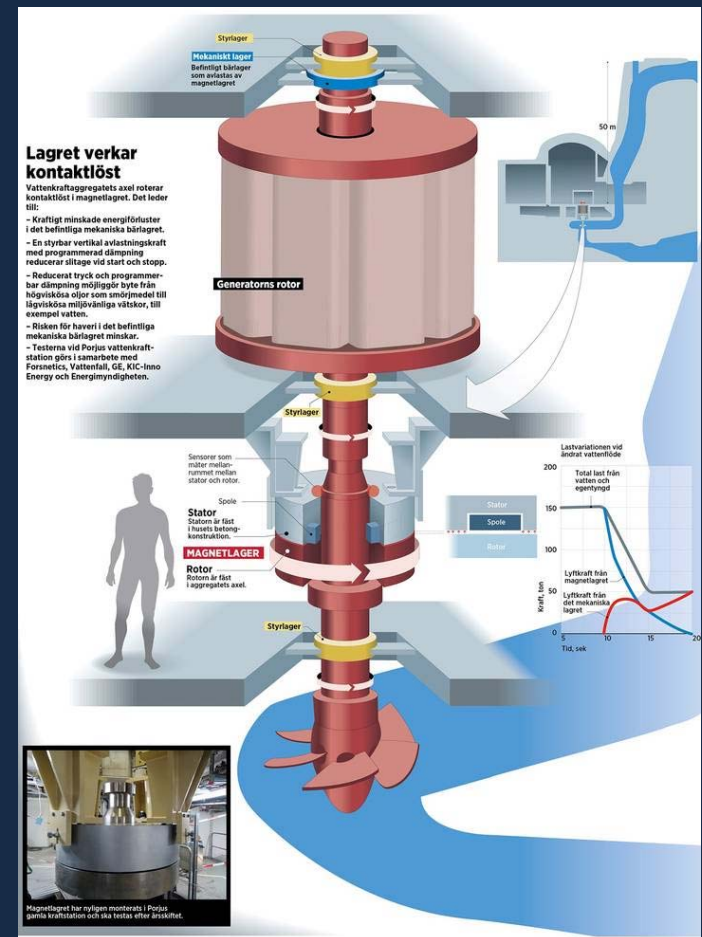


VATTENFALL 

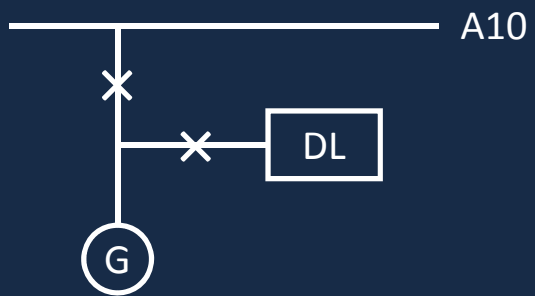
ANDRITZ
Hydro

 GE Renewable Energy

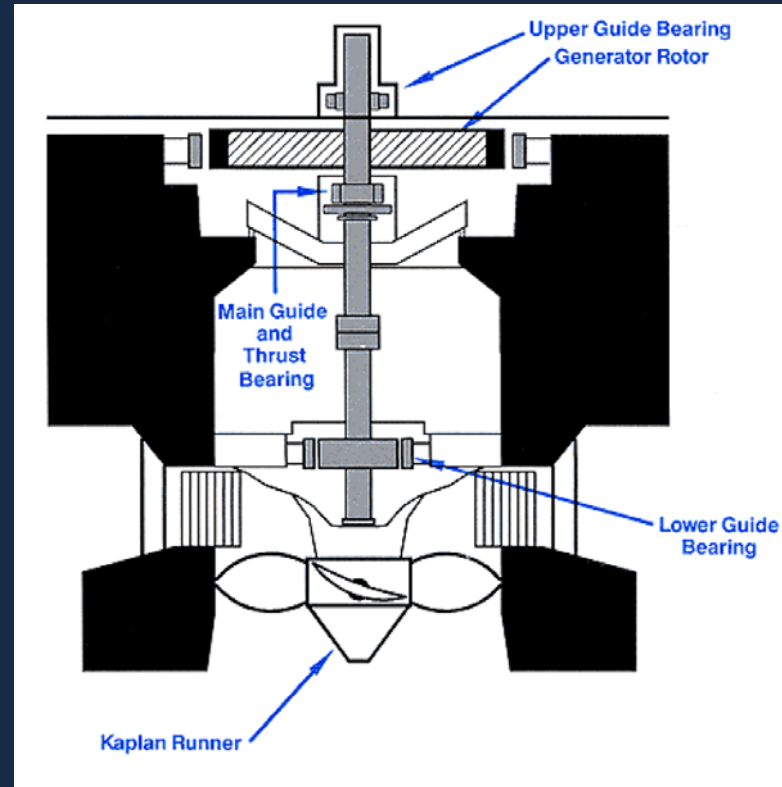
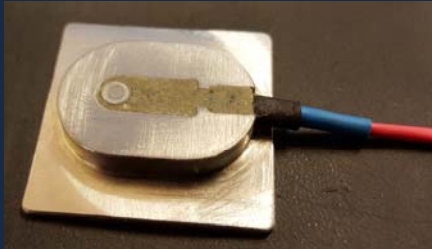
Magnetiskt bärlager



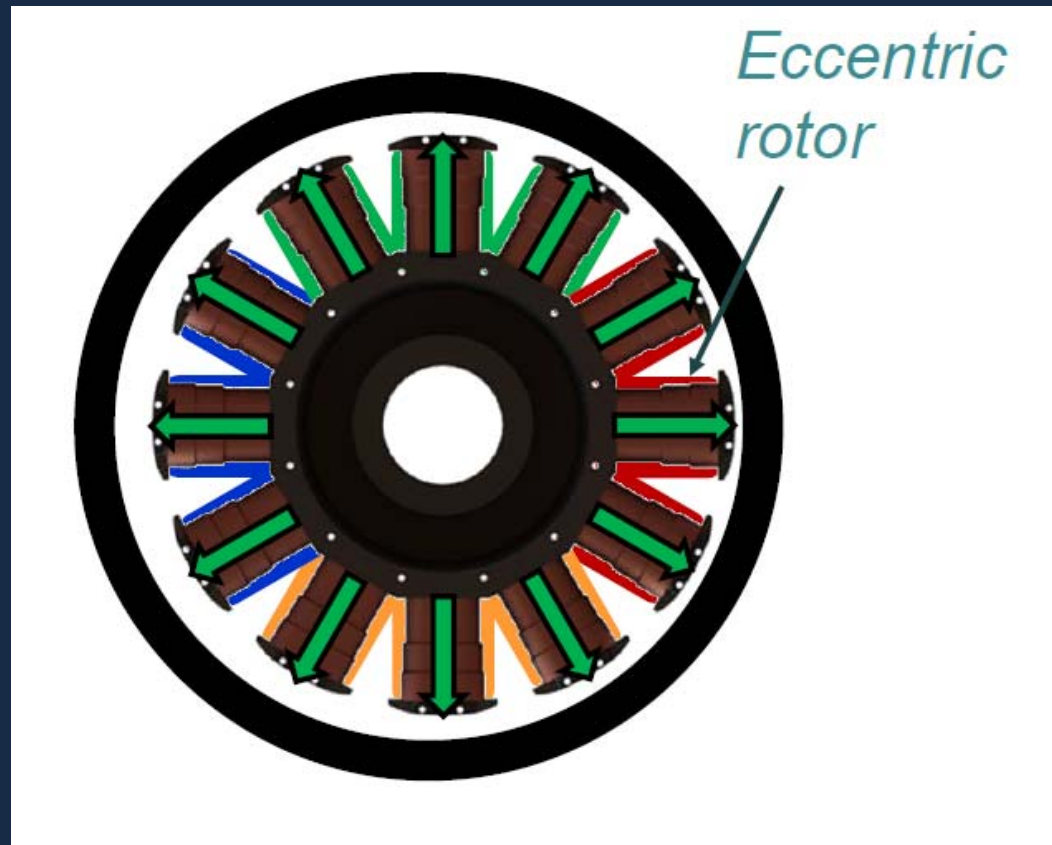
Dumplast



Transienta laster på löphjulet



Segmented rotor



Fiskar och flexibilitet – vattenkraftens utmaningar





Tack! Frågor?

fredrik.1.engstrom@ltu.se

fredrik.engstrom@vattenfall.com



Älvkarleby

Turbin: 1 Kaplan, 5 Francis

Medelflöde: Medelflödet under vandringsveckorna 17-19 har historiskt (1993-2015) varierat mellan omkring 180-800 m³. Pga variationerna har beräkningarna baserats på tre scenarier; 200, 400 och 700 m³.

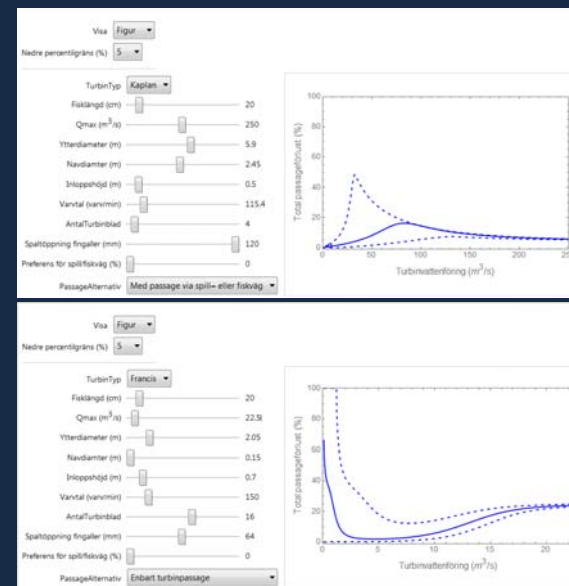
Smolt 20 cm

Resultat: Passageförlusterna vid vandring beräknas ligga runt **7, 12 och 18 %** för hela Älvkarleby kraftverk vid de tre respektive flödena. För ett mer realistiskt konfidsensintervall bör värdena från modellversionen med få indata väljas.

Kommentarer: Resultatet inkluderar alla 6 turbiners kombinerade passageförluster.

Hydro/Fluid Mechanics | Karolina Carlström | 2017-05-02

Älvkarleby		Smolt 20 cm		
m ³ /s	Modellversion	5e	Passageförlust [%]	95e
200	Max ant. indata	5	7	9
	Få indata	3	5	12
400	Max ant. indata	11	12	13
	Få indata	7	11	18
700	Max ant. indata	17	18	18
	Få indata	12	17	25



Confidentiality - Medium (C2)

Älvkarleby

Turbin: 1 Kaplan, 5 Francis

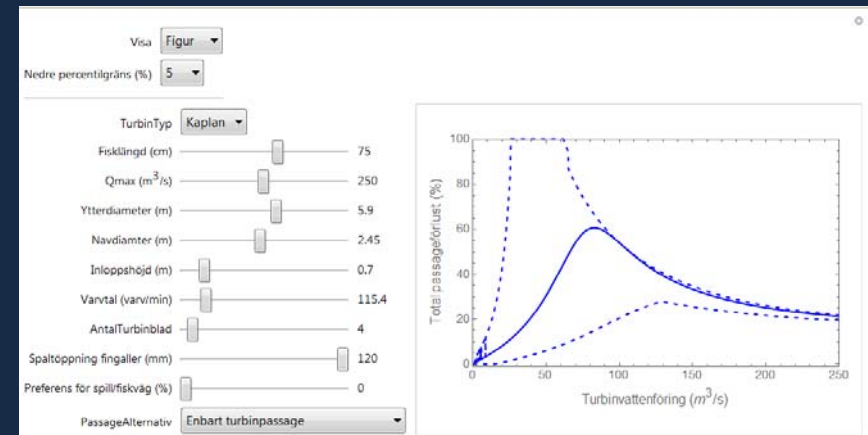
Medelflöde: Medelflödet under vandringsveckorna 19-21 har historiskt (1993-2015) varierat mellan omkring 180-800 m³. Pga variationerna har beräkningarna baserats på tre scenarier; 200, 400 och 700 m³.

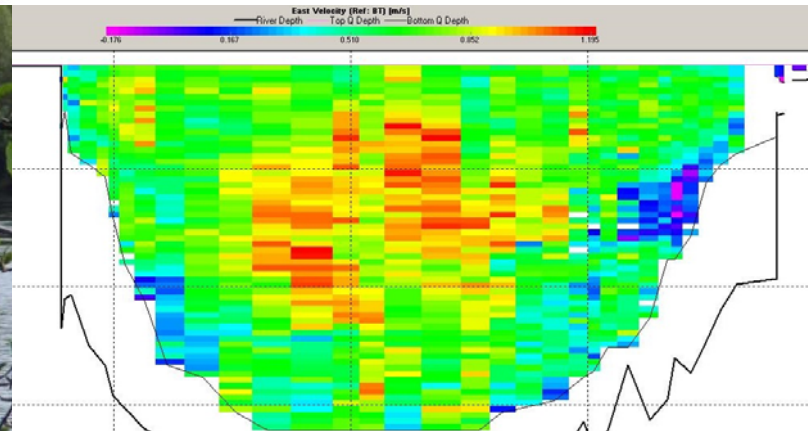
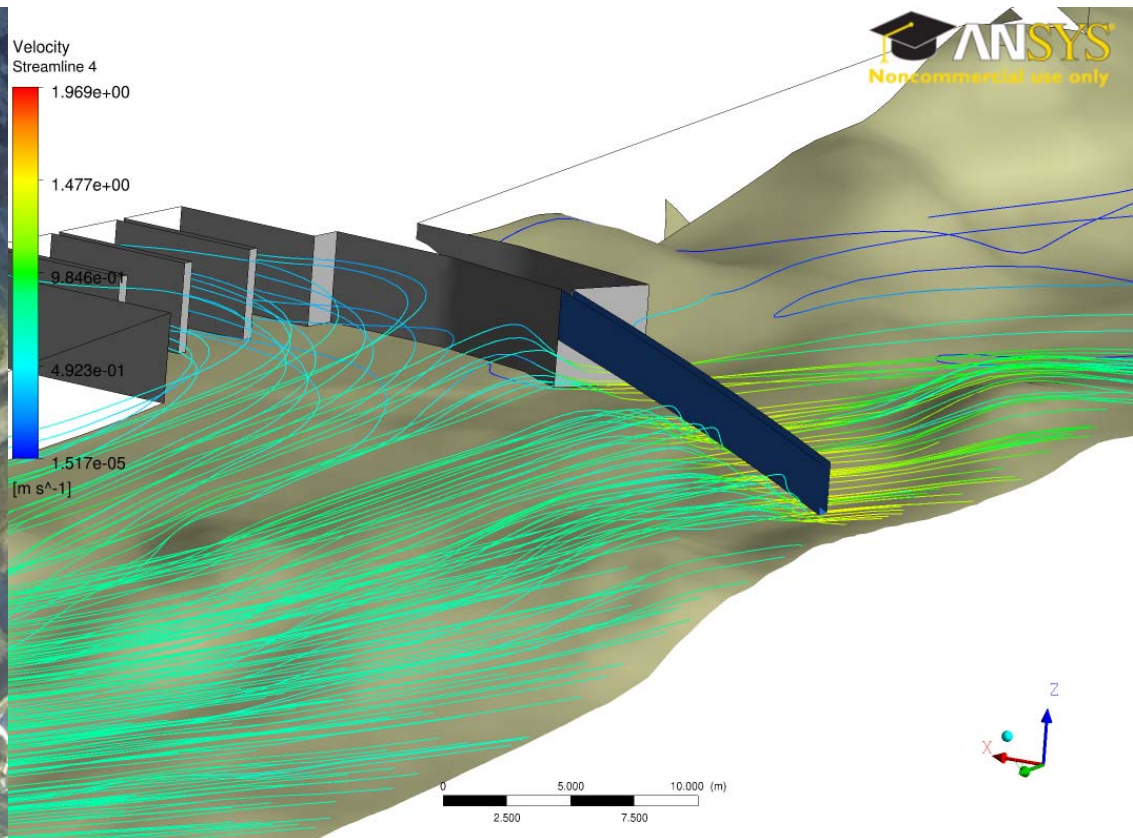
Kelt 75 cm

Resultat: Passageförlusterna vid vandring beräknas vara runt **21 och 28 %** för hela Älvkarleby kraftverk för de olika flödena. För mer realistiskt konfidensintervall bör värdena från modellversionen med få indata användas.

Kommentarer: Resultatet inkluderar endast Kaplanturbinen pga Francisturbinernas intagsgaller som har en spaltvidd på 64 mm.

Älvkarleby		Kelt 75 cm		
m ³ /s	Modellversion	5e	Passageförlust [%]	95e
200	Max ant. indata	26	28	30
	Få indata	10	19	35
400	Max ant. indata	21	21	22
	Få indata	8	15	31
700	Max ant. indata	21	21	22
	Få indata	8	15	31







- Porjusstiftelsen

- Stiftelsen
- Dumplast - avbördning mm
- Magnetlager - minska olja och förluster. Aktiva komponenter
- Splitrotor - balansera, korrigera. Aktiva komponenter
- LTU, Arash - transienter, belastning på löphjul