

Småskalig vattenkraft



Christer Nilsson, LBT, SLU, Alnarp

2011-04-06

Vad menar man med "Småskalig vattenkraft"?

Olika definitioner:

Sverige:	< 1,5 MW
Tyskland:	< 5 MW
Frankrike:	< 10 MW
EU:	< 10 MW

Definitioner i Norge:

< 100 kW	Mikrokraftverk
100 kW – 1 MW	Minikraftverk
1 MW – 10 MW	Litet kraftverk

SVENSK VATTENKRAFT

ÅR 2010

Totalt installerad kapacitet i vattenkraft: 16 200 MW (70 TWh/år)
(jfr.: kärnkraft ca. 50 TWh/år)

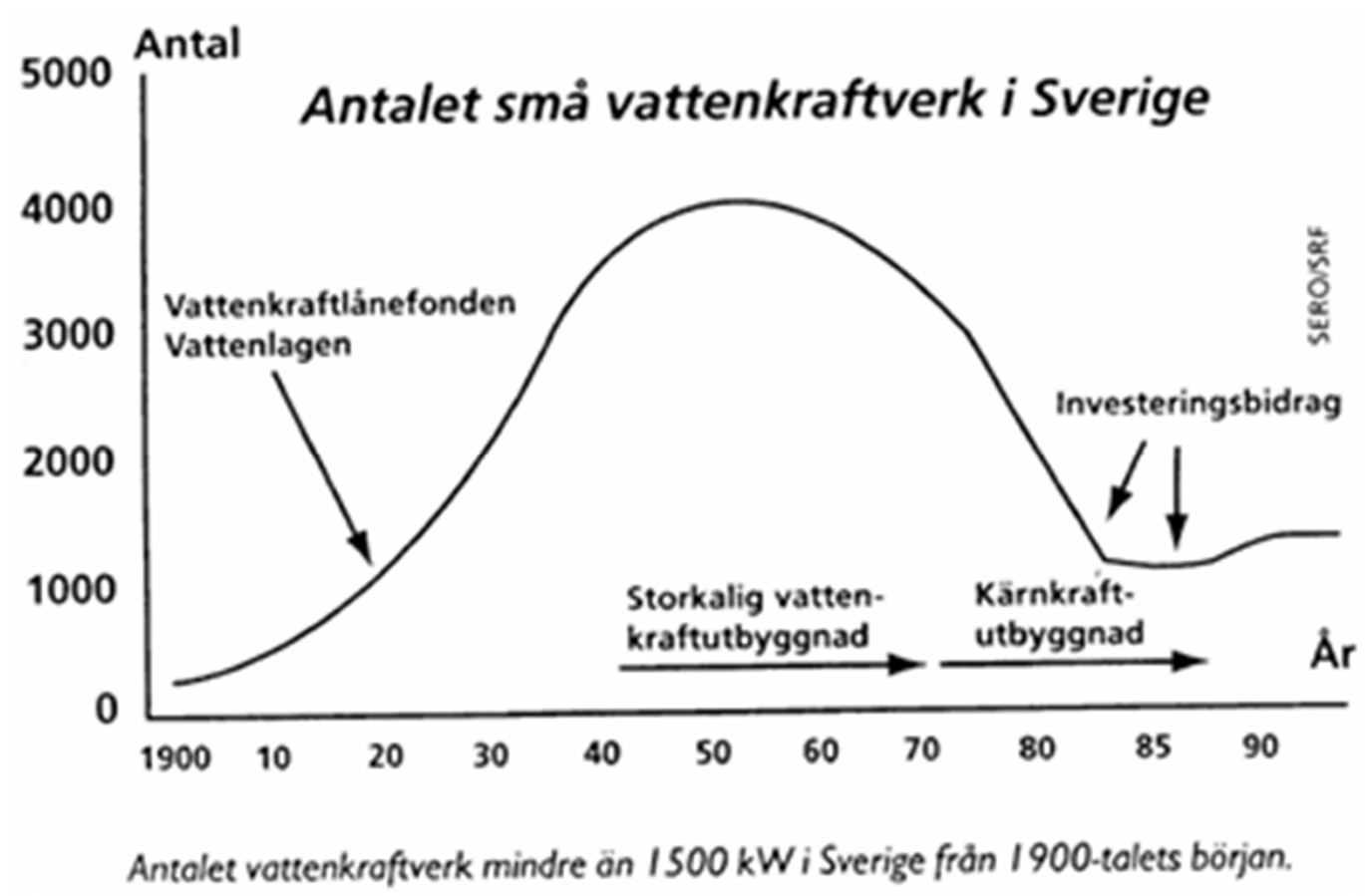
Stora vattenkraftverk (> 1,5 MW)

- Antal ca 511 st (Energim.: ca 700 st)
- Total årsproduktion ca 63 TWh
- Årsproduktion/verk ca 123 GWh

Små vattenkraftverk (max eleffekt 1,5 MW_e ; övriga EU: 10 MW)

- Antal ca 1570 st (Energim.: ca 1200 st)
- Total årsproduktion ca 1,7 TWh (1,2 % av elprod.)
- Årsproduktion/verk ca 1,08 GWh

Utbyggnadspotential (ekonomisk): 27 TWh/år (varav 7 TWh från småskalig vattenkraft)
(Torne älv, Kalix älv, Pite älv och Vindelälven undantagna från utbyggnad)



Ur diagrammet kan man utläsa att det borde finnas drygt 2000 outnyttjade/övergivna dammar i Sverige

Varför småskalig vattenkraft?

Fördelar enligt branschen:

- Den är lokal, den finns nära elanvändaren
- Den utvinner förnybar energi utan utsläpp av klimatstörande avgaser eller annat långlivat avfall
- Den använder en beprövad och tillförlitlig teknik
- Den ger lokala arbetstillfällen
- Den ger el i då efterfrågan är som störst (under vintern)
- Den minskar behovet av el från fossilbränsleeldade kraftverk
- Den bevarar och levandegör värdefulla historiska kulturmiljöer
- Den motiverar och möjliggör dammsäkerheten
- Den dämpar höga vattenflöden och ger jämnare vattenföring
- Den har mycket lång livslängd och bidrar till en trygg energiförsörjning
- Den bidrar till de regionalpolitiska målen med näringsverksamhet i glesbygd
- Den sprider med sin lokala förankring kunskap om vårt energisystem
- Den bidrar till teknikutvecklingen med innovationer som vanligtvis först utprovas i mindre anläggningar
- Den utgör ett idealiskt verksamhetsområde för entreprenörer som vill medverka i den absolut nödvändiga energiomställningen

Utvinnbar effekt

För att ta reda på hur stor effekt som kan utvinnas i ett vattenkraftverk (oberoende av typ) används följande formel:

$$P = \eta \, g \, q \, h$$

P = effekt i kW

η = anläggningens totalverkningsgrad (turbin-generator-växel)

g = jordacceleration $9,82 \text{ m/s}^2$

q = vattenföring m^3/s

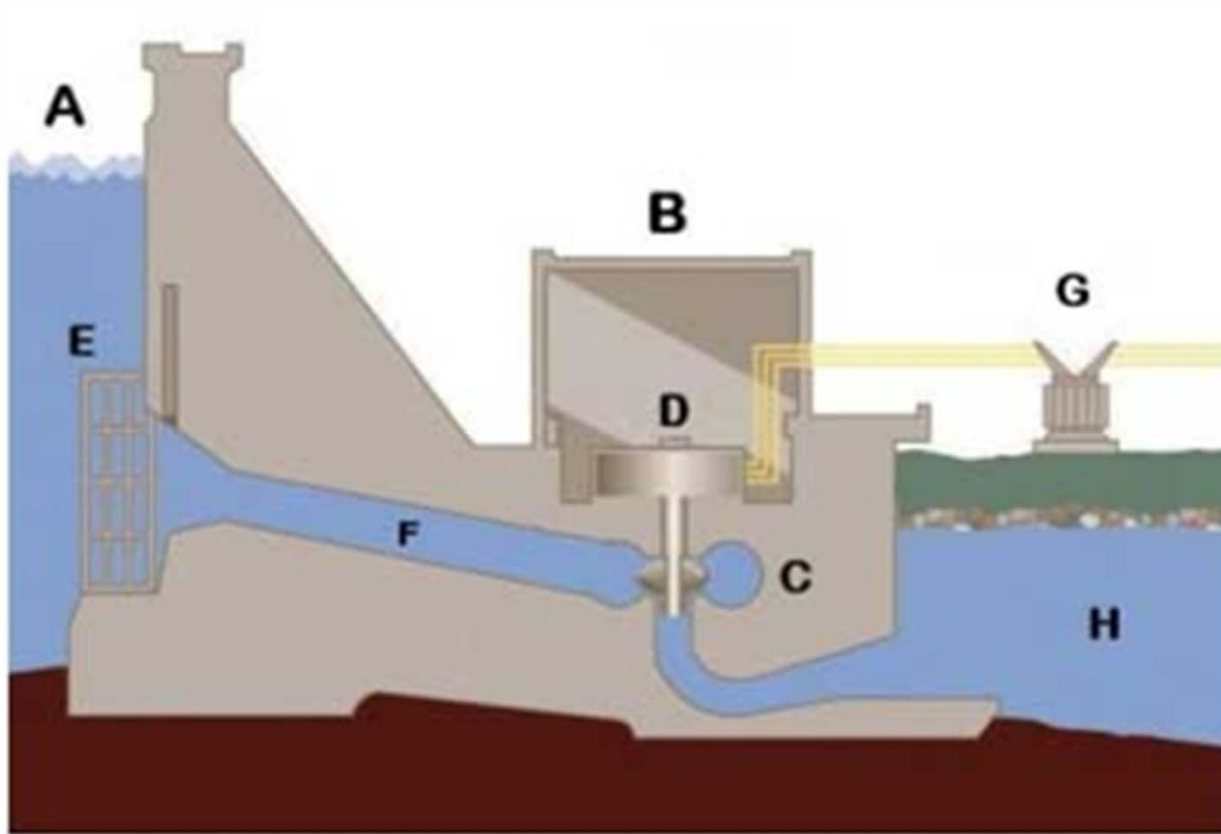
h = nettofallhöjd i m

Kommentarer:

Tumregel enligt vattenkraftsindustrin: Fallhöjd under 3 m är normalt inte lönsam att utnyttja för nybygge

Vid planering av vattenkraft måste hänsyn måste till den miljöpåverkan som kan uppstå (MKB-beskrivning skall göras)

Vattenkraftverk – generellt utseende



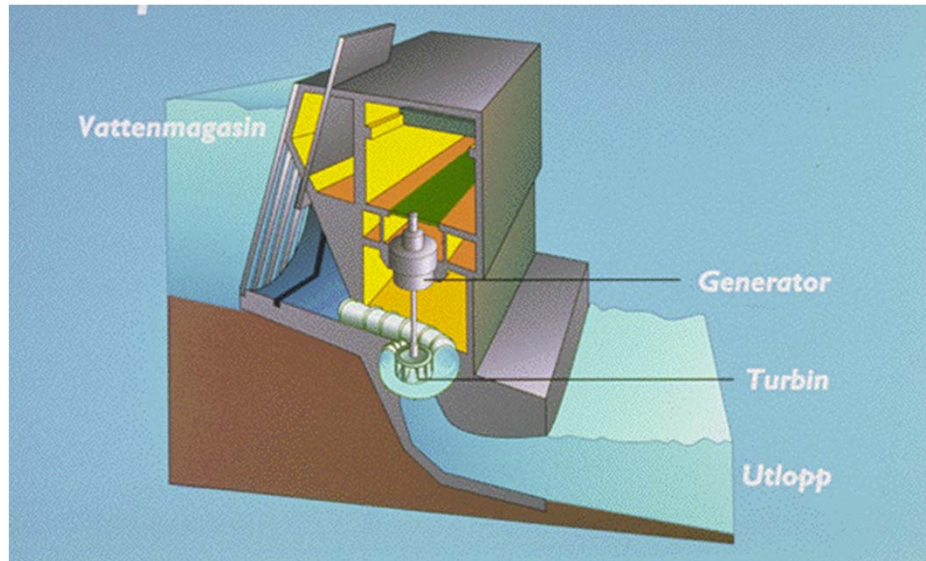
Det som vanligen avses med vattenkraftverk (B) är utvinning av den lägesenergi som vattnet har fått i sitt naturliga kretslopp genom soldriven avdunstning följt av nederbörd på högre liggande markområden. Vatten från regn eller smält snö samlas upp i bäckar, åar och sjöar som fördäms (A) och tunnlar (F) inrättas från fördämningarna till turbiner (C) på lägre nivåer. När vattnet från dammen via galler (E), som hindrar fisk och annat att passera, strömmar ner till turbinen utvinns den energi som definieras av nivåskillnaden mellan vattenytan i dammen och nivån (H) efter turbinerna. Energin omvandlas i turbinen till mekanisk energi som driver generatorer (D) som omvandlar mekanisk energi till elenergi (G).

Exempel på intagsgaller

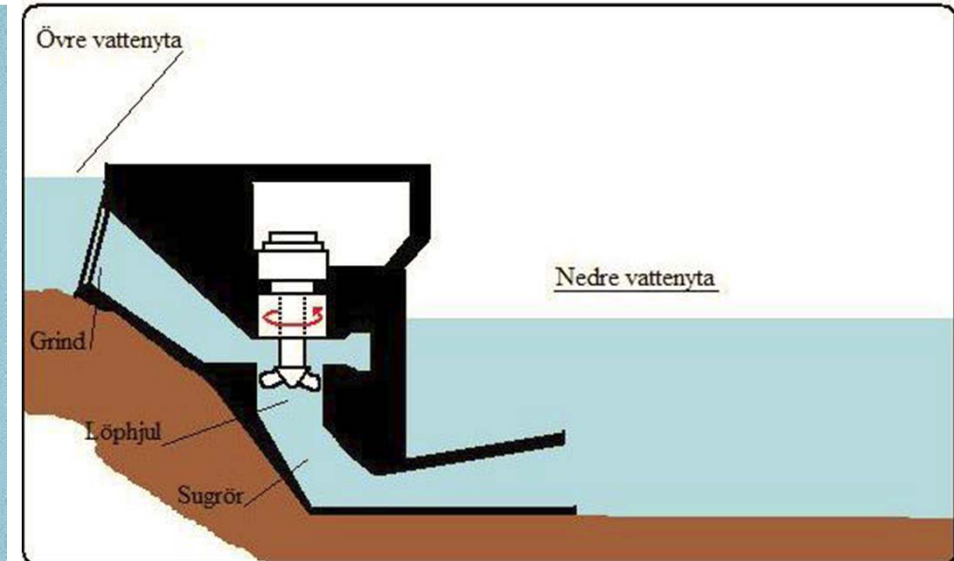


Spaltöppning: 20 – 80 mm i små kraftverk

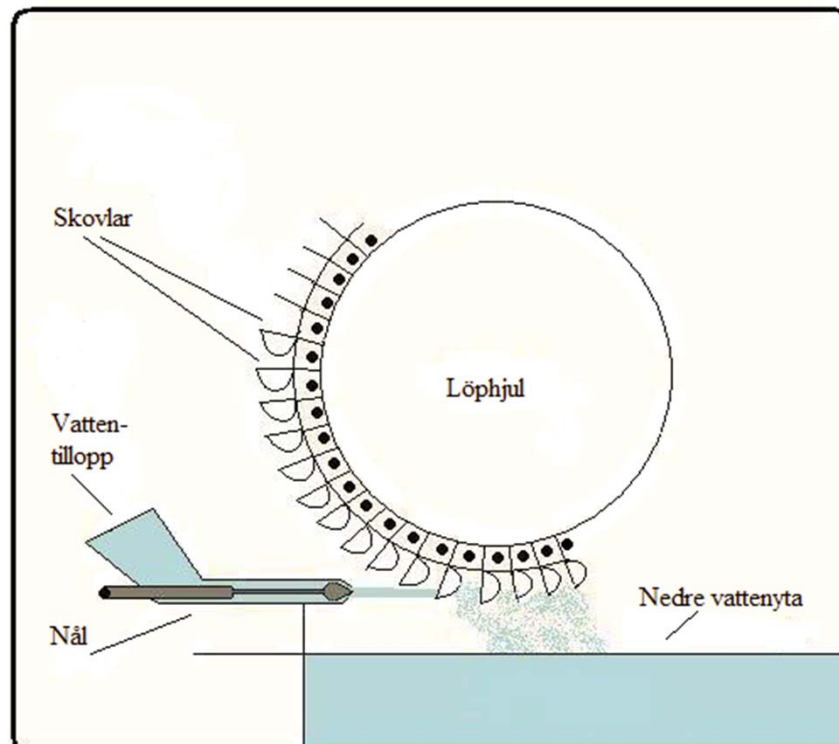
Turbintyper



Francisturbin (< 500 m)

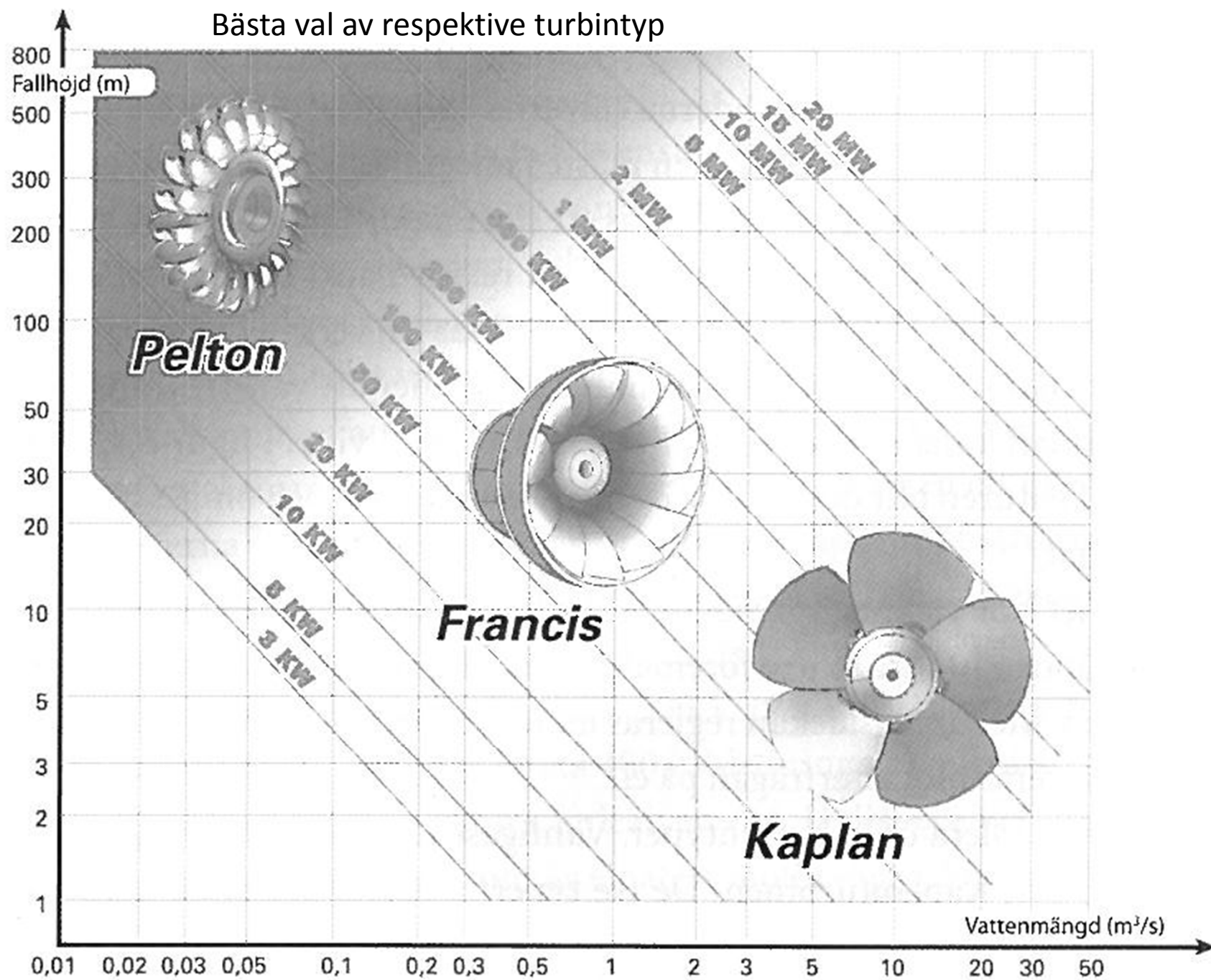


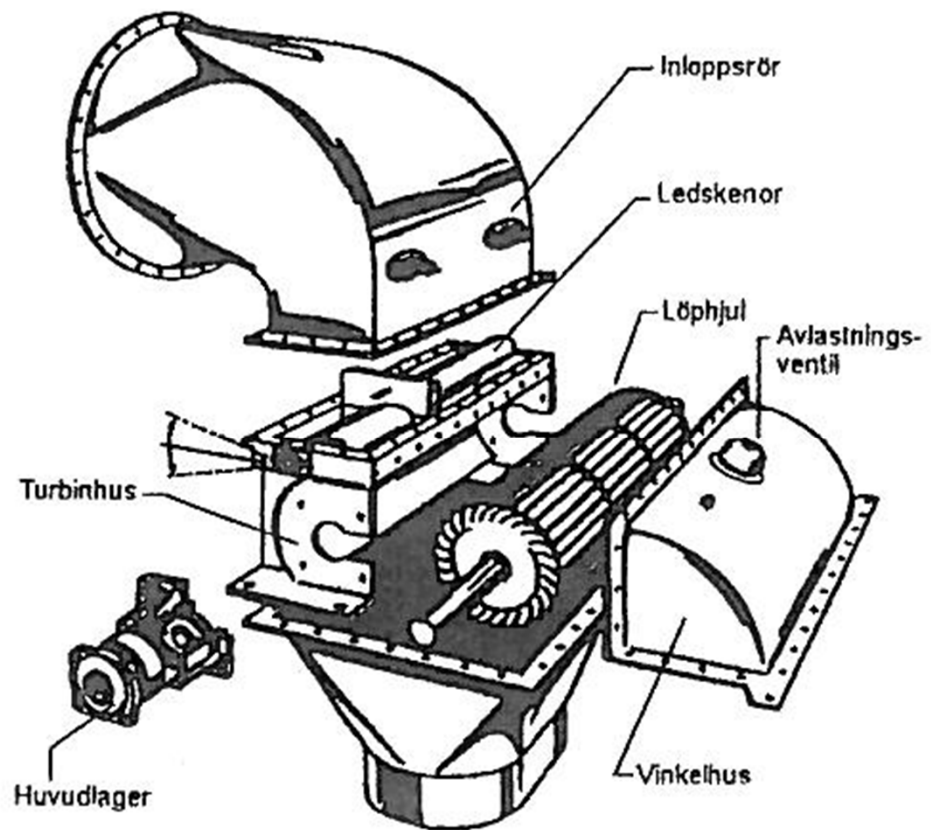
Kaplanturbin (propellerturbin) < 75 m



Peltoneturbin (impulsturbin) < 2000 m

Bästa val av respektive turbintyp



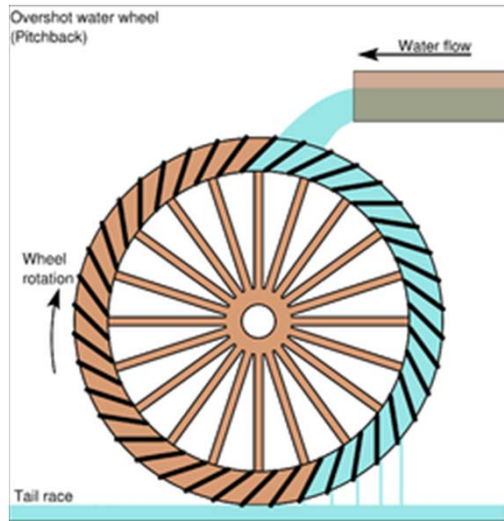


**Tvärströmningsturbin
(Ossberger- eller Bankiturbin)**

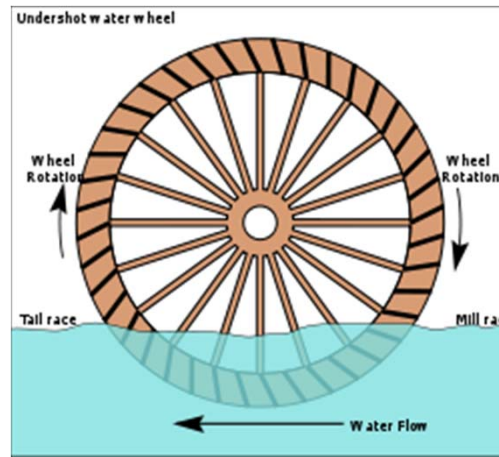


30 kW Ossbergerturbine

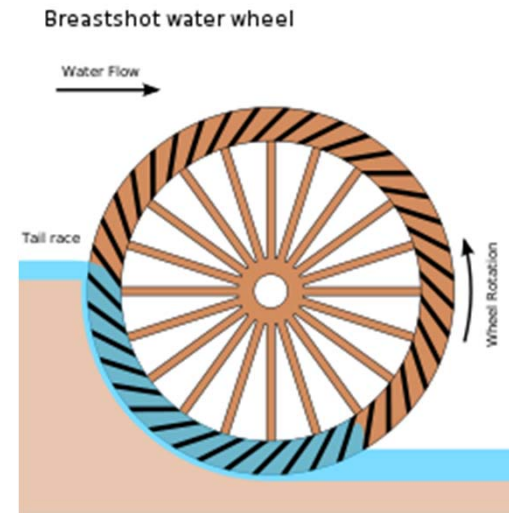
Vattenhjul



Överfallshjul



Underfallshjul



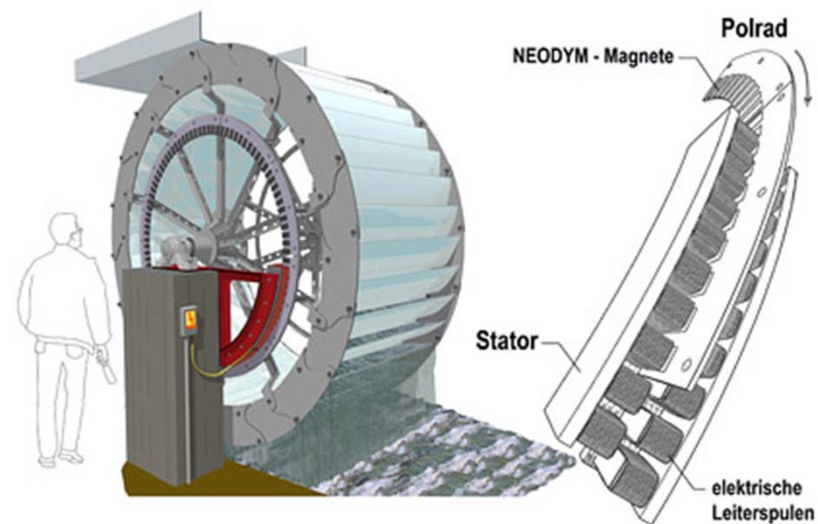
Bröstfallshjul

Kraftstationer med vattenhjul



Före bygge

Efter bygge



Vattenhjul med integrerad generator



Exempel på vattenhjul



Kraftstation med vattenhjul (Källa: Öwatec)



Lite om strömkraftverk

Småskaliga vattenkraftverk är oftast så kallade strömkraftverk. De har inte några dammagasin för att reglera vattenflödet utan utvinner energi från det naturligt framrinnande vattnet. Detta kan jämföras med vindkraftverk som styrs av hur det just för tillfället blåser.

Det finns dock som regel alltid någon form av fångdamm som styr in vattnet till turbinen. När vattenmängden är för stor för att tas om hand genom turbinen till ett strömkraftverk så passerar resterande vattenmängd naturligt förbi kraftstationen.

Ett strömkraftverk kan emellertid ligga inom ett reglerat vattendrag. Det är då utlämnat till hur de storskaliga vattenkraftverken i vattendraget, som med hjälp av sina reglermagasin, styr vattenflödena för att balansera el-användarnas varierande efterfrågan på el-energi. På så sätt får också den småskaliga vattenkraften i vattendraget en roll i att förse energisystemet med nödvändig regler- och balanskraft. Den negativa påverkan på miljön i vattendragen - som generellt tillskrivs vattenkraften - och som uppstår genom ständigt förändrade vattennivåer i reglermagasinen har alltså inte strömkraftverk då de saknar reglermagasin.

EFFEKT-BERÄKNING FÖR LITET VATTENKRAFTVERK

- Propeller-turbin (Kaplan-turbin)
- Vattenföring $q_v=5.9 \text{ m}^3/\text{s}$ (maximal)
- Fallhöjd $h_f=4.5 \text{ m}$

Ger :

$$\text{Axel-effekt } P_a = 9.81 \cdot q_v \cdot h_f \approx 260 \text{ kW}_a$$

- Verkningsgrad Turbin-Generator-Växel $\eta_{\text{tot}}=0.85$

Ger :

$$\text{El-effekt } P_e = 0.85 \cdot 260 \approx 221 \text{ kW}_e \text{ (maximal)}$$

Ungefärlig årlig elproduktion: $4000 \cdot 221 = 884\,000 \text{ kWh}$
(Antaget antal fullasttimmar: 4000 h/år . Ofta kan man räkna med fler.)

Studie av möjligheten att rusta upp gammal damm och kraftverksränna

Befintlig, oanvänd fåra





Tänkt placering av kraftverk
(vattenhjul)

Nuvarande utseende



Inloppet till sidofåran



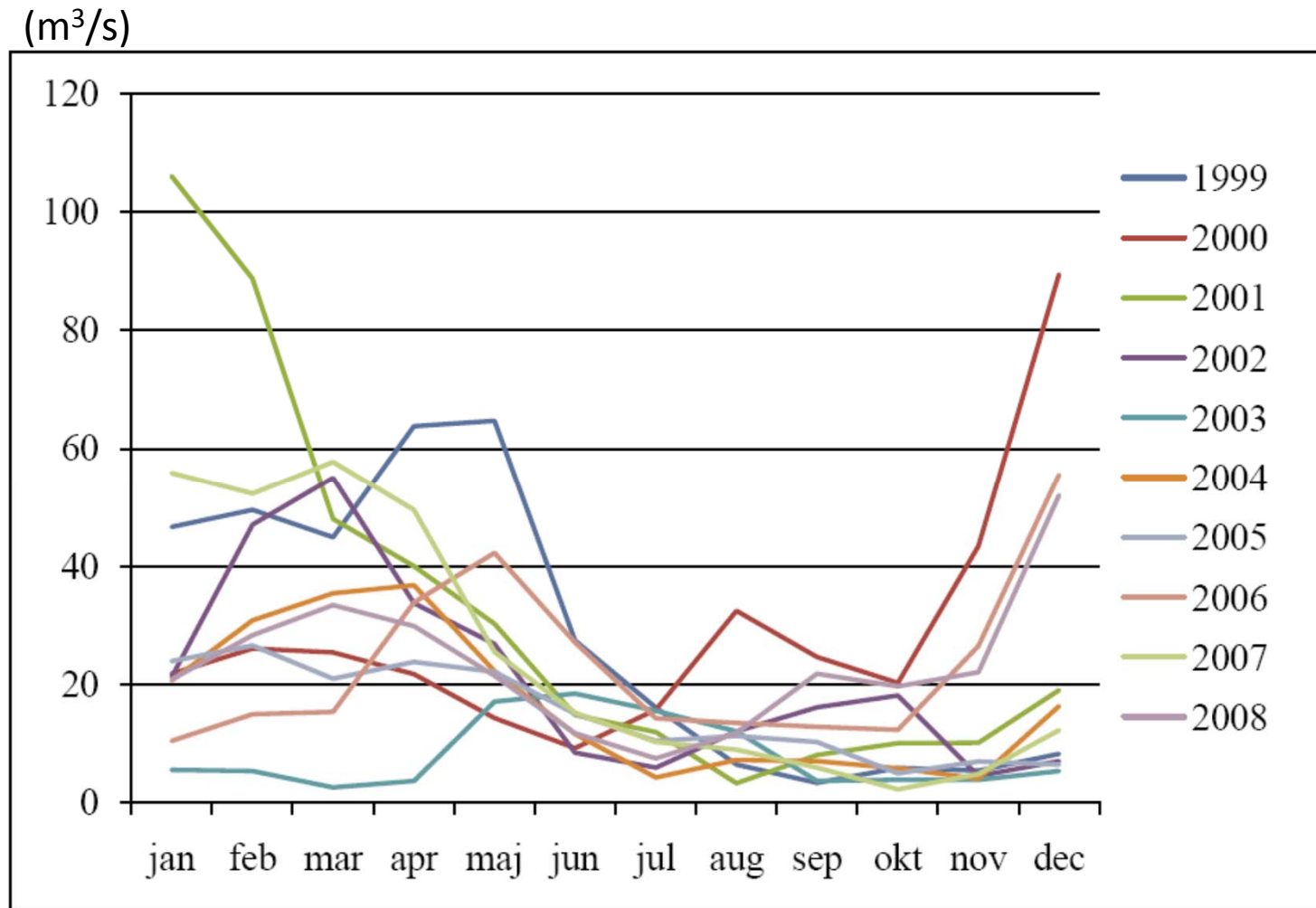
Befintlig regleringsdamm (delvis reparerad)



Sidofåran (delvis igenväxt och behöver fördjupas - sprängas)



Förslag på
utformning av
kraftverket
(med vattenhjul)



Jämförelse av medelflödet per månad olika år från 1999 till och med år 2008 (SMHI, 2010). Bedömd varaktig vattenföring: 4 m³/s

SLUTSATSER FRÅN STUDIEN

Förutsättningar: Fallhöjd 0,75 meter och flöde 4 m³/s

Byggnadskostnad för en anläggning på platsen (inkl. vattenhjul): 4 miljoner kronor

Avskrivningsperiod: 40 år

Ränta: 6 %

Försäljning av el: 0,80 kr/ kWh

Antag att elpriset stiger med: 3 % per år

Kalkylerar man med att verket kan drivas 90 % av året och att vattenföringen ligger stabilt på 4 m³/s innebär det att verket går 7 884 timmar per år. Kalkylen visade att ett vattenhjul under dessa förutsättningar kan producera ca. 151 MWh/ år.

Ett rimligt försäljningspris, netto skulle kunna ligga runt 0,80 kr/kWh. Detta skulle innebära en årsinkomst på ca. 121 000 kronor år 1. Kalkylen visade att anläggningen går plus först år 22. Det totala resultatet visar en vinst på endast 404 529 kronor på fyrtio år, vilket är ett mycket svagt resultat på en investering av 4 000 000 kronor.

Kommentar:

Elindustrin anger att det är rimligt att investera 4,50 kronor per kWh/år för att få en bra avkastning på investerade pengar (helst under 5 kr – gärna under 4 kr).

Här hamnade vi på 26 kr per kWh/år. Vi hade i stället behövt ligga på max ca 750 000 kr i investeringskostnad då vi utnyttjar så liten fallhöjd och flöde.

Elcertifikat för Förnybar energi

(se vidare Energimyndighetens informationsskrifter)

- Kraftverk med förnybar energi godkänns och registreras av Energimyndigheten (Vindkraft, småskalig vattenkraft, biobränsleeldad kraftvärme mm)
- Producenter får 1 certifikat / 1000 kWh, år. Utges av Svenska Kraftnät som även kontrollerar produktionen

Kvotplikt

Elbolag som säljer till konsumenter måste ha viss andel förnybar el, köper elcertifikat av producenter. Riksdagen bestämmer år för år Kvotplikten (ex.vis 17,9 % för år 2011).

Golvpris

Minpris för oförsålda certifikat som staten alltid betalar (ex.vis 0,02 kr/kWh för år 2007).