



Potential för ökad effekt och balansering från Sveriges vattenkraft

En rapport sammanställd av AFRY Management Consulting för Sveriges Ingenjörer

2024-10-18



Förord

I och med EU:s klimatlag "Fit for 55" finns det inte längre någon återvändo. Sverige måste få ner sina utsläpp med minst 55 procent till 2030. Senast 2050 ska vi vara helt koldioxidneutrala. Om vi ska ha någon svensk industri i framtiden så måste den vara helt fossilfri. Omställningen måste ske här och nu i hög takt. Det är helt centralt för våra medlemmar, för svensk industri och svensk konkurrenskraft.

Elektrifieringen är motorn i klimatomställningen. Till den behövs mer fossilfri el. Energimyndigheten beräknar att vårt elbehov kommer att dubblas till 2035, från dagens användning på 140 TWh. Det är möjligt att denna prognos kommer att skrivas ner med tanke på att delar av industriexpansionen i norra Sverige skjuts fram. Men faktum kvarstår. Vi behöver stora mängder fossilfri el och vi behöver den snabbt.

Ny kärnkraft kommer ta tid att bygga. Vi behöver ett annat svar de närmaste åren. Vi har därför gett i uppdrag åt teknik- och managementkonsultbolaget AFRY att titta på vattenkraftens potential. Rapporten pekar på att det finns en stor potential att höja effekt och regleringsförmåga hos nuvarande bestånd, och att det dessutom kan ske snabbt.

Metod, slutsatser och rekommendationer i rapporten kommer från AFRY och inte från Sveriges Ingenjörer.

Trevlig läsning!

Ulrika Lindstrand, förbundsordförande, Sveriges Ingenjörer

För frågor angående rapporten vänligen vänd dig till:

Johan Kreicbergs, samhällspolitisk chef, Sveriges Ingenjörer



Disclaimer and rights

- While AFRY considers that the information and opinions given in this work are sound, all parties must rely upon their own skill and judgement when making use of it. AFRY does not make any representation or warranty, expressed or implied, as to the accuracy or completeness of the information contained in this report and assumes no responsibility for the accuracy or completeness of such information. AFRY will not assume any liability to anyone for any loss or damage arising out of the provision of this report.

Innehåll

- **Sammanfattning**

- Introduktion - om vattenkraft i Sverige

- Potential för effektökning i vattenkraften

- Utmaningar i realisering av potential för effektökning i vattenkraften

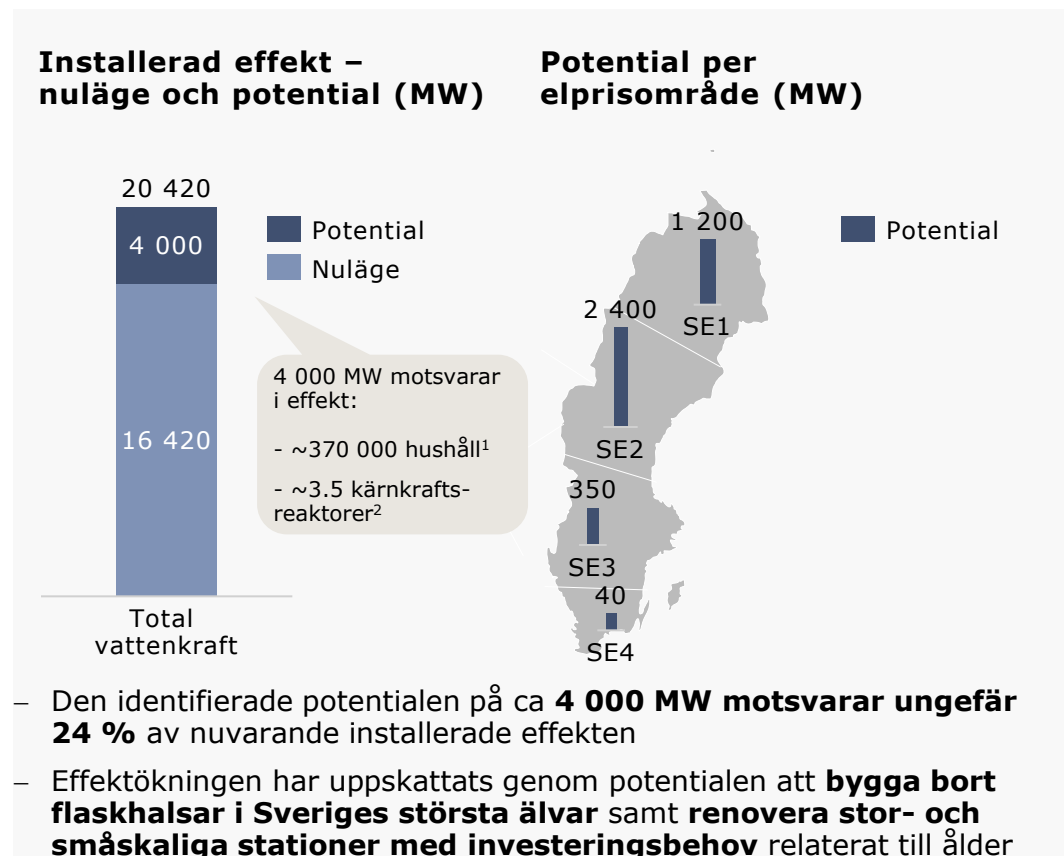
- Bidrag till reglerförmåga och balansering

- Internationell utblick: utveckling av vattenkraften

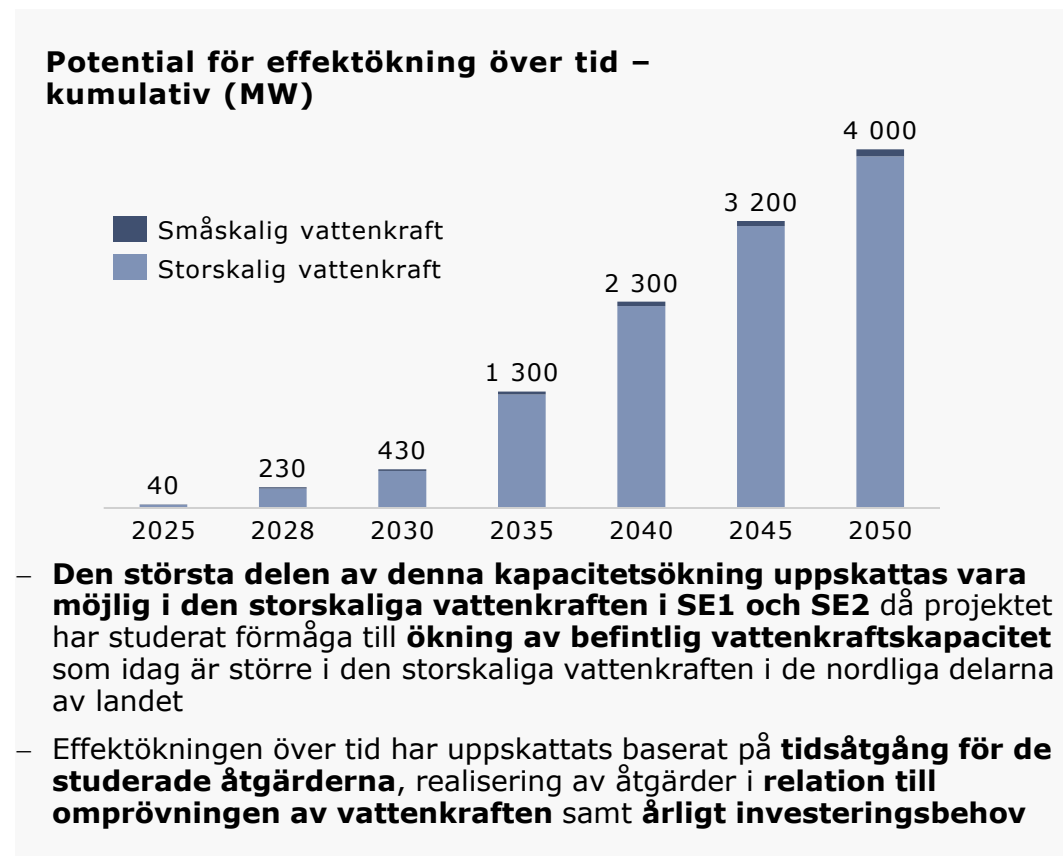


Potentialen för effektökning i den svenska vattenkraften har i detta projekt bedömts till ~4 000 MW, varav ~1 300 MW kan realiseras till 2035

POTENTIAL EFFEKT



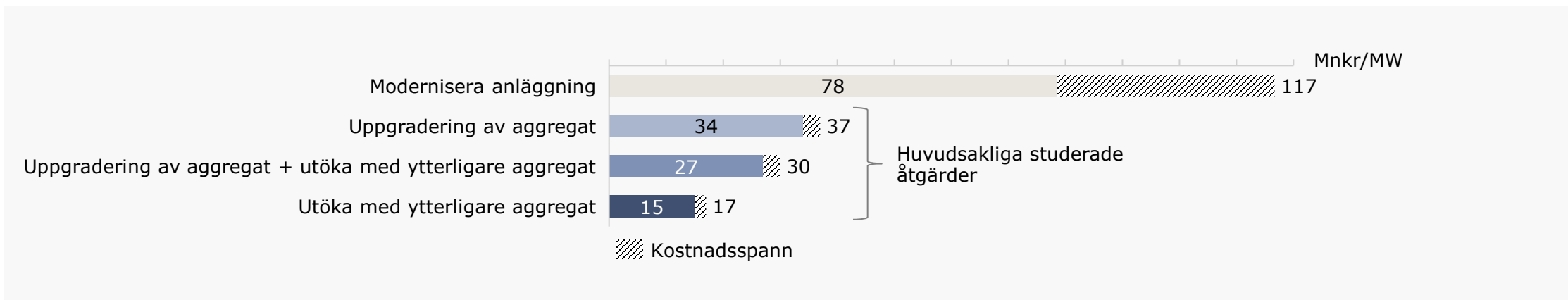
UTVECKLING ÖVER TID



1) Genomsnittlig villa i Sverige med 20 000 kWh årlig förbrukning och 11 kW maxeffekt, 2) Genomsnittlig kärnkraftsreaktor i Sverige om 1 165 MW

AFRY uppskattar att kostnaden för effektökning för analysens huvudsakliga åtgärder är ~15-37 mnkr/MW

KOSTNAD EFFEKTÖKNING – PROJEKT¹ (MNKR/MW)²



KOMMENTARER

- Utvecklingskostnader för vattenkraftsprojekt är mycket platsspecifika varför kostnadsspannet tenderar att vara stort
- Studerad projektdata visar att kostnadsspannet för effektökning via uppgradering av eller utökning med ytterligare aggregat är 15-37 mnkr/MW
- Baserat på studerad data och intervjuer med experter bedömer AFRY att ~15-37 mnkr/MW kan användas som ett indikativt spann för analysens tre huvudsakliga åtgärder för effektökning: uppgradering av turbin, uppgradering av aggregat, installation av ytterligare aggregat

1) Data representerar kostnadsbedömningar, inte slutliga kostnader, 2) 2023 års penningvärde

En ökad effekt i vattenkraften kan ge viktiga bidrag till svenska elsystemet i termer av reglering och stabilitet, men utmaningar finns för denna utveckling

REGLERBIDRAG FRÅN VATTENKRAFTEN

- En ökning av effekten i vattenkraften kan bidra positivt till det svenska elsystemet på flera sätt:

Ökning av reglerförmåga och balansering

En ökning av effekten ökar sannolikt vattenkraftens reglerförmåga och bidrag till balansering i SE3 och SE4

Förbättring av effektbalansen

Effektbalansen för elsystemet som helhet kan förbättras – i jämförelse med Svenska kraftnäts Långsiktiga marknadsanalys 2021 kan effektunderskottet som mest minskas med ~2 500 MW

Möjliggörande av ytterligare intermittert elproduktion

En ökning av vattenkraftens effekt och reglerbidrag möjliggör en högre andel intermittert elproduktion med bibehållen stabilitet i elsystemet – enligt AFRY:s analys är potentialen till **effektökning i den landbaserade vindkraften**, vilken möjliggörs av effektökning i vattenkraften, totalt **~800-1 200 MW** med bibehållen ekonomisk effektivitet för vindkraften

UTMANINGAR FÖR UTVECKLINGEN

- Det finns flertalet utmaningar för realisering av potentiell effektökning, med följande identifierade huvudutmaningar:

Nationella planen för omprövning av vattenkraften

Tillstånd för vattenflöden

Lönsamhet för vattenkraftsägare

Kompetens och produktionskapacitet hos leverantörer

Ledtider för ökad elnätsanslutning

På uppdrag av Sveriges Ingenjörer har AFRY undersökt vattenkraftens potential i termer av ökad effekt och balansering

BAKGRUND

- Vattenkraften står för knappt hälften av dagens elförsörjning i Sverige och har en viktig roll i elsystemet då den bidrar till flera förmågor som ett driftsäkert elsystem behöver
- Mycket pekar på att elproduktionen i Sverige kommer behöva fördubblas för att möta elbehovet till 2045. Hur framtidens energisystem kommer se ut och vilka komponenter som kommer ingå återstår att se, men mycket talar för att vattenkraften fortsatt kommer vara en nyckelkomponent i systemet
- Omställningen ger skäl till att utveckla befintlig vattenkraft genom tekniska uppgraderingar och reinvesteringar. Trots det får vattenkraften relativt lite uppmärksamhet gällande ökning av elproduktion samtidigt som branschen står inför omprövningar och anpassning till moderna miljövillkor som riskerar att leda till förluster i elproduktionen
- Därtill lyfts, bl.a. av Svk, att vattenkraften är av stor vikt för reglering och balansering av elsystemet, särskilt med en ökande andel intermittent elproduktion, och det finns därmed incitament att bevara de nyttor som vattenkraften bidrar med i elsystemet

UPPDRAGET

- På uppdrag av Sveriges ingenjörer har AFRY undersökt vattenkraftens potential i termer av:
 - Ökad effekt
 - Balansering av ett elsystem med en växande andel intermittent elproduktion, i synnerhet vindkraft
- Uppdraget har innefattat en analys av:
 - Potential för effektökning i befintlig vattenkraft
 - När i tid potentiell effektökning kan realiseras
 - Vilka kostnader som är associerade med åtgärder för effektökning
 - Vilken ökning i installerad effekt i landbaserad vindkraft som kan möjliggöras av ökningen i installerad effekt vattenkraft, genom förbättrad ekonomisk effektivitet för vindkraften genom från ökad balansering
 - En internationell utblick för att redogöra för vad som sker gällande utveckling av vattenkraft i ett antal andra elsystem med mycket vattenkraft

Projektet har avgränsats till befintlig vattenkraft i Sverige och genomförts genom en litteraturstudie, intervjuer med experter och kvantitativ analys

METOD

- Projektet har genomförts genom en litteraturstudie, intervjuer med aktörer verksamma inom den svenska vattenkraften och experter på vattenkraft inom AFRY, samt kvantitativ analys
- Litteraturstudien har gett en bild av relevanta rapporter och forskning inom området och vad experter och institut har kommunicerat över tid, identifierat informationsgap och varit förberedande inför intervjuer
- Intervjuerna har utgjort grunden för den kvantitativa analysen samt validerat information från litteraturstudien
 - Bland de intervjuade finns representanter från Energiföretagen, Energiforsk, Svensk Vattenkraftförening, Vattenregleringsföretagen, Uniper, Skellefteåkraft, Statkraft, samt AFRY-expert i Sverige, Finland, Norge och Schweiz
- Den kvantitativa analysen har genomförts i två delar:
 - Modellering i Excel: kvantifiering av potentialen till effektökning i vattenkraften i Sverige, uppdelad i stor- och småskalig vattenkraft, per elprisområde och år, 2025-2050
 - Modellering i AFRY:s energimarknadsmodelleringsverktyg BID3: kvantifiering av ökningen i installerad effekt landbaserad vindkraft i Sverige som kan möjliggöras av ökningen i installerad effekt vattenkraft, år 2040 och 2050

AVGRÄNSNINGAR OCH BEGRÄNSNINGAR

- Uppdraget har avgränsats till potential för effektökning genom renovering och uppgradering i befintliga vattenkraftverk i Sverige, och exkluderar potential i utbyggnad av fredade älvar samt byggnation av ytterligare nya vattenkraftverk
 - Idag finns 42 vattendrag som är fredade från utbyggnad av vattenkraft samt vattenreglering eller vattenöverledning för kraftändamål enligt 4 kap. 6 § Miljöbalken – fyra av dessa älvar är nationalälvarna Torne älv, Kalixälven, Piteälven och Vindelälven
- Avseende effektökning i vindkraft som möjliggörs av effektökningen i vattenkraft har uppdraget avgränsats till effektökning i landbaserad vindkraft som kan möjliggöras av effektökning i vattenkraft – havsbaserad vindkraft har exkluderats från analysen då andelen havsbaserad i nuläget är liten, och fokus har varit på möjliggörande av teknik som för närvarande är i drift eller där utbyggnad är pågående. Vidare har balanseringsbehovet av just landbaserad vindkraft varit ett diskussionsämne i energidebatten under senare tid
- Den identifierade potentialen för effektökning och reglering från vattenkraften är likt andra projektioner behäftad med stor osäkerhet givet komplexiteten i att förutspå framtida utveckling och teknisk utveckling. Den baseras på AFRY:s analys och expertis utifrån tillgänglig information vid tillfället för rapportens framtagande. Analysen har inte studerat enskilda kraftverk och deras potential i detalj och resultatet ska som sådant tolkas som en indikativ bedömning snarare än en exakt effektnivå, men AFRY bedömer ändå att siffrorna ger en bild av vattenkraftens potentiella betydelse för Sveriges elsystem

Begreppsdefinition

Begrepp	Definition
Dagen före-marknaden	24 timmars-marknad för kortsiktig handel med fysiska elkontrakt. Priset fastställt via auktionshandel ett dygn i förväg för varje enskild timme nästkommande dygn
Curtailement	Begreppsförklaring Curtailement: Reglering i modelleringen av elproduktion, detta är ekonomisk nedreglering i modelleringen och relaterad till timmar i modelleringen då elproduktionen blir väldigt hög i förhållande till efterfrågan, och elpriset därmed lågt, och all vindkraft genererar därmed inte elektricitet då produktion överstiger behovet
Effektbalans	Balans mellan hur mycket el som produceras och förbrukas – vid balans har elnätet en frekvens på 50 Hz
Flaskhals	Ett kraftverk med lägre slukförmåga än kraftverk som ligger uppströms eller nedströms i samma vattendrag
Förkvalificering	Den process som krävs för att få tillåtelse att delta på någon av stödtjänstmarknaderna
Intermittent elproduktion	Förnybar elproduktion från källor som är väderberoende, till exempel vind- och solkraft
Intradagsmarknaden	Fysisk justeringsmarknad för kontinuerlig handel av timkontrakt. Det kan finnas aktörer som har behov att justera kontrakten som de ingått på dagen före-marknaden efter hur produktions- eller användningssituationen förändras under leveransdagen. Intradagsmarknaden ger aktörerna möjlighet att handla sig i balans fram till en timme före drifttimmen.
Reglerbidrag	Hur ett kraftverk bidragit till att öka eller minska effektbidraget beroende på variationerna i efterfrågan på el och på variationerna i elproduktion från andra källor i elsystemet
Reglerförmåga	Maximalt reglerbidrag
Relativa reglerbidraget	En metod för att utvärdera reglerbidraget, dvs. hur väl elproduktionen i ett eller flera kraftverk följer residuallasten (nettoanvändningen el)
Residuallast	Nettoanvändning av el, som här definieras som differensen mellan elanvändning och elproduktion från vind- och solkraft
Slukförmåga	Maximalt flöde som kan passera genom en turbin
Strömkraftverk	Ett vattenkraftverk som saknar vattenmagasin
Svenska kraftnäts långsiktiga marknadsanalys (LMA)	Svenska kraftnäts långsiktiga marknadsanalys släpps vartannat år och presenterar scenarier för det nordiska och nordeuropeiska kraftsystemet fram till 2050. Scenarierna är inte prognoser utan ställs upp som utgångspunkt för analys av vilka utmaningar som olika möjliga utvecklingsvägar kan innebära för kraftsystemet, samt vilka åtgärder som kan behövas för att möta utmaningarna
Vattenföring (eller flöde)	Den mängd vatten som rinner i ett vattendrag under en viss tid
Verkningsgrad	Mått på hur effektivt rörelseenergin i vattnet som matas in i turbinen kan omvandlas till elektrisk energi

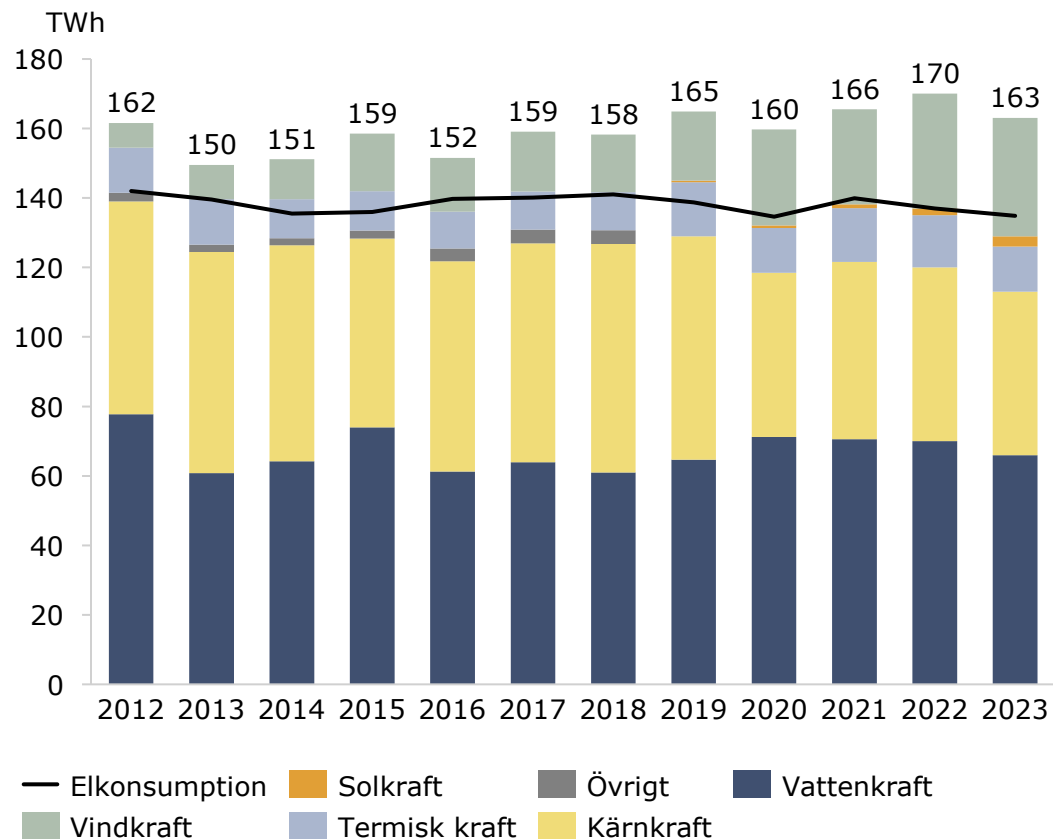
Innehåll

- Sammanfattning
- **Introduktion - om vattenkraft i Sverige**
- Potential för effektökning i vattenkraften
- Utmaningar i realisering av potential för effektökning i vattenkraften
- Bidrag till reglerförmåga och balansering
- Internationell utblick: utveckling av vattenkraften



Produktion och efterfrågan på el i Sverige har legat relativt konstant sedan 2012, med variationer kopplade till väder och tillgänglighet i produktion

PRODUKTION OCH CONSUMPTION AV EL I SVERIGE 2012-2023 (TWH)



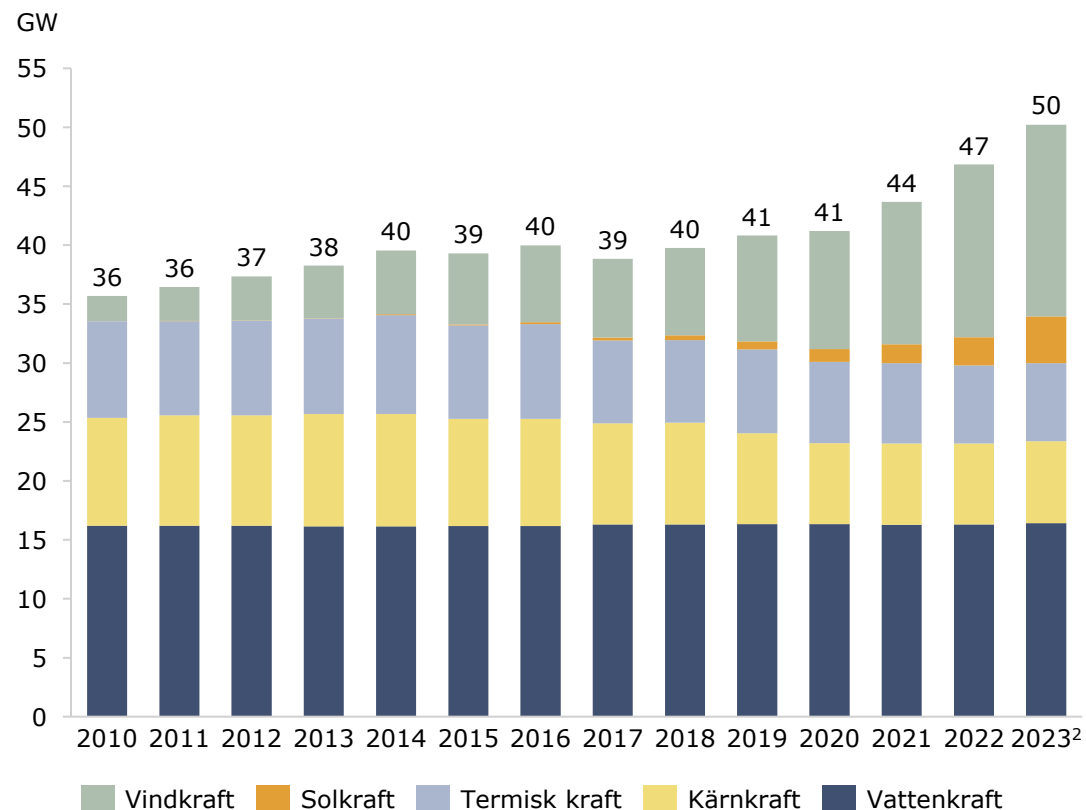
KOMMENTARER

- I Sverige överstiger elproduktionen förbrukningen och har gjort så även historiskt under längre tid. Produktionen var något lägre 2023 jämfört med de två senaste åren på grund av torrare hydrologi och lägre tillgänglighet i kärnkraft
- Sveriges elproduktion domineras av vattenkraft, kärnkraft och vindkraft. År 2023 stod de tre kraftslagen för nästan 80 % av den totala svenska installerade kapaciteten.
- Vattenkraftens elproduktion från år till år varierar något vilket främst har att göra med hydrologin, tillrinningen av vatten till vattenkraftverken. Under sk. våttår men mycket tillgängligt vatten så producerar vattenkraften mer el än under torrår.
- Intermittent förnybar elproduktion har också vuxit snabbt de senaste åren, särskilt vindkraft. Den totala installerade kapaciteten för vindkraft var i 2023 16GW i Sverige.
- Kärnkraftskapacitet i Sverige har minskat på senare år. I december 2019 stängdes en kärnreaktor, Ringhals 1. Ringhals 2 stängdes sedan av den 31 december 2020, i nuläget är sex kärnkraftsreaktorer i drift i Sverige
- Efterfrågan på el har varit relativt stabil. Liksom övriga Europa påverkades Sverige negativt av covid-19-pandemin 2020, och energikrisen 2022-2023, som ledde till viss minskning i efterfrågan

Källa: Energimyndigheten, Energiföretagen

Vattenkraftens installerade effekt har i stort varit konstant senaste 30 åren, medan vind- och solkraftens effekt har ökat med 14.5 GW sedan 2010

INSTALLERAD EFFEKT PER KRAFTSLAG I SVERIGE, 2010-2023 (GW)¹



KOMMENTARER

- Total installerad effekt i Sverige har ökat med 14.5 GW mellan 2010 och 2023
- Installerad effekt var 35.7 GW år 2010 och 50.2 GW år 2023
- Vind- och solkraft har stått för i princip hela ökningen
- Vattenkraftens installerade effekt har varit mer eller mindre oförändrad – effekten har varit ~16.3 GW de senaste 30 åren (sedan 1990)
- Ett framtida elsystem med en allt större andel intermittent produktion, i synnerhet i form av vindkraft, har ett växande behov av balansering – det är därmed betydelsefullt att undersöka mängden ny vindkraft i Sverige som möjliggörs av en utbyggnad i vattenkraften, med bibehållen stabilitet i elsystemet

1) *Energiläget i siffror*, Energimyndigheten (2023), 2) *Energiåret 2023*, Energiföretagen (2024)

Vattenkraftverk producerar el genom att nyttja höjdskillnader, med förmåga att magasinera vatten och reglera sin produktion

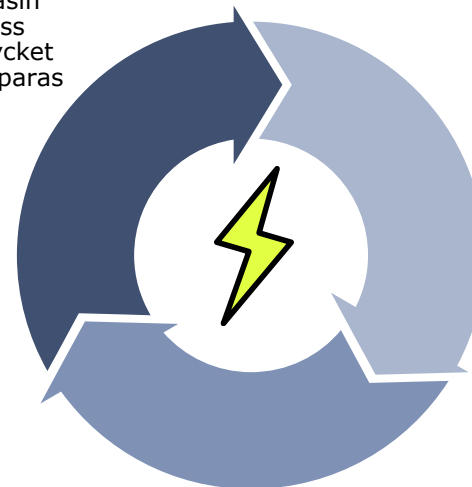
SÅ FUNGERAR VATTENKRAFT

- I ett vattenkraftverk tappas vatten genom en eller flera turbiner som genererar el
- Ett vattenkraftverks effekt bestäms av nivåskillnaden mellan ingående och utgående vatten och storleken på flödet genom turbinen
- I de flesta vattenkraftverk lagras vatten i ett magasin som tappas ur magasinet genom turbinen – vattenkraft utan magasin kallas strömkraftverk
- Eftersom tillrinningen av vatten är som störst under vårfloden (sommartid) när elbehovet är som lägst, lagras vatten i sjöar och magasin för att nyttjas under vintern då tillrinningen på vatten är låg men efterfrågan på el är hög
- De största magasinerna, säsongsmagasinerna, ligger högst upp i älvarna. I dessa är det möjligt att årsreglera vattnet genom att spara det från ett år till ett annat
- Vattenmagasinerna nedströms säsongsmagasinerna används till att korttidsreglera när efterfrågan växlar mellan veckans dagar och dygnets timmar
- Utöver energiproduktion och reglerförmåga bidrar vattenkraften även med andra nyttor såsom frekvens- och spänningsstabilitet och elberedskapsförmågor
- Pumpkraft liknar konventionell vattenkraft men har en lägre verkningsgrad eftersom energi behöver tillföras för att pumpa vatten från ett lägre beläget vattenmagasin till ett högre

ILLUSTRATION AV ÅRSCYKEL VATTENKRAFT

- Vårfloden, kontinuerlig nederbörd och kapacitet att spara vatten i magasin bidrar gemensamt till vattenkraftens möjligheter till elproduktion och reglerförmåga över året

Om vattenmagasin finns avgör dess kapacitet hur mycket vatten som kan sparas

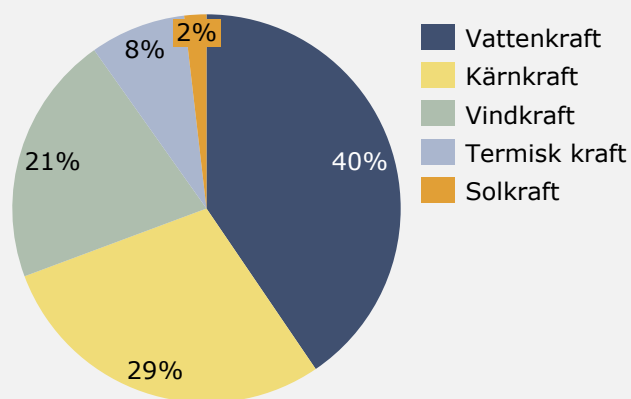


Snösmältning sätter igång vårfloden som ger ökade vattenmängder

Nederbörd över året skapar ett kontinuerligt bidrag till vattenmängder

I Sverige står vattenkraften för 40 % av elproduktionen – den storskaliga vattenkraften kan reglera sin produktion över olika tidshorisonter

Andel av elproduktion:



KARAKTÄR HOS VATTENKRAFTSPRODUKTIONEN

- Sveriges elproduktion domineras av vattenkraft, kärnkraft och vindkraft – år 2023 stod vattenkraften för 40 % av elproduktionen
- Vattenkraftens elproduktion från år till år varierar något vilket främst har att göra med hydrologin (tillrinningen av vatten till vattenkraftverken) – under s.k. våtar med mycket tillgängligt vatten producerar vattenkraften mer el än under torrår
- Det byggs idag få helt nya vattenkraftverk i Sverige – de flesta större vattenkraftverken byggdes under 1950-, 60-, och 70-talen, och många är över hundra år gamla
- Vattenkraften är i hög grad flexibel och bidrar med viktig reglering av elsystemet
- I Sverige finns över 2 000 vattenkraftverk, där ~200 är storskaliga (≥ 10 MW) och ~1 900 är småskaliga (< 10 MW)
- Den storskaliga vattenkraften lagrar vatten i magasin och kan reglera sin produktion över olika tidshorisonter, medan den småskaliga vattenkraften i regel saknar magasin och är s.k. strömkraftverk

Produktion (2023): 66 TWh

Installerad effekt (2023): 16.4 GW

Antal verk: ~2 000 st

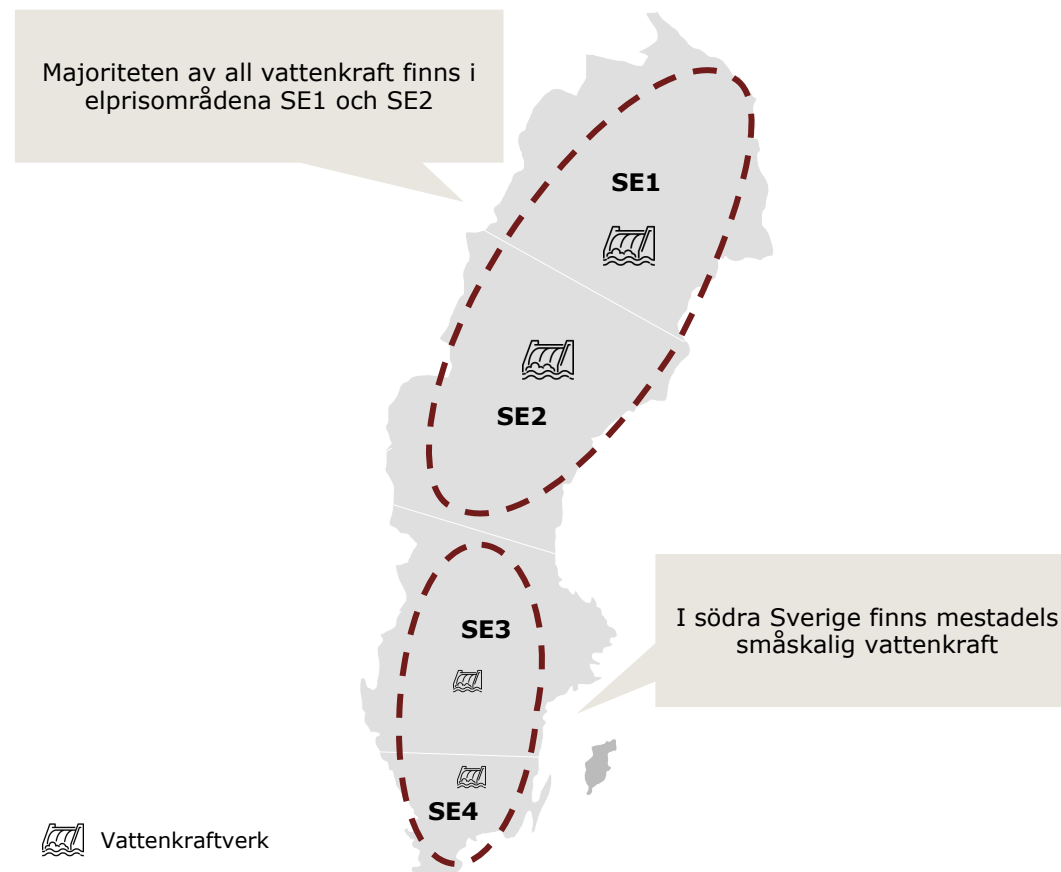
Storskaliga vattenkraftverk med över eller lika med 10 MW i effekt står för 94 % av vattenkraftens installerade effekt

Källa: Energimyndigheten (2023), Energiföretagen (2024)

I Sverige finns majoriteten av storskalig vattenkraft i norr och småskalig i söder – 82 % av vattenkraftens totala effekt finns elprisområdena SE1 och SE2

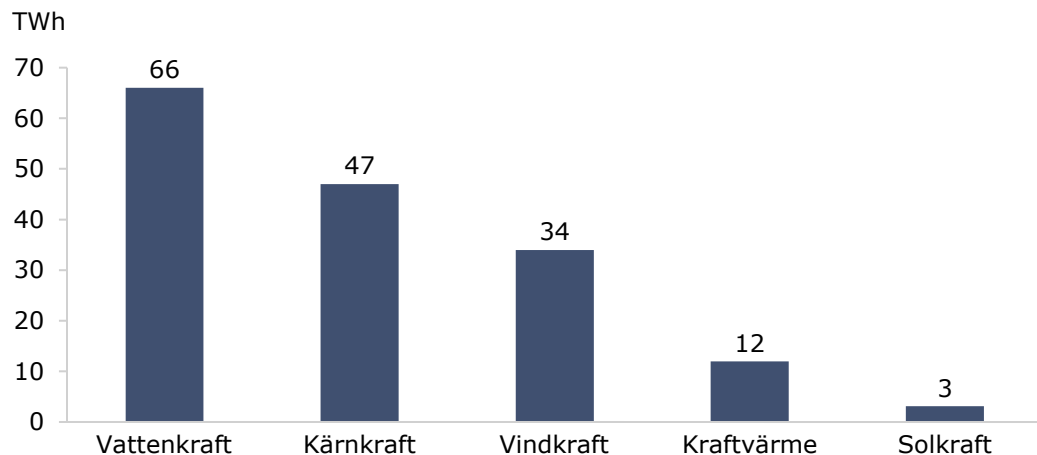
KARTLÄGGNING AV VATTENKRAFTEN I NULÄGET

- Sveriges ~200 storskaliga vattenkraftverk utgör ~94 % av totala effekten, och de ~1 900 småskaliga utgör ~6 %
- 82 % av den installerade effekten finns i norra Sverige (SE1/SE2) – majoriteten av denna effekt är installerad i storskaliga anläggningar, där flest antal storskaliga anläggningar finns i SE2
- I södra Sverige (SE3/SE4) finns 18 % av den totala effekten och 70 % av antalet anläggningar
 - Majoriteten av den småskaliga vattenkraften finns i södra Sverige
- Vattenkraft har en verkningsgrad på nära 90 % – det innebär att upp till 90 % av rörelseenergin från vattnets fall genom turbinen omvandlas till elenergi



Under ett år med normal vattentillrinning producerar vattenkraften ~66 TWh – de största ägarna är Vattenfall, Fortum, Uniper, Statkraft och Skellefteåkraft

ELPRODUKTION PER KRAFTSLAG 2023 (TWH)



STÖRSTA ÄGARNA AV VATTENKRAFT¹

Ägare	Installerad effekt (MW)
Vattenfall ²	8 541
Fortum	1 800
Uniper	1 800
Statkraft	1 300
Skellefteåkraft	655

KOMMENTARER

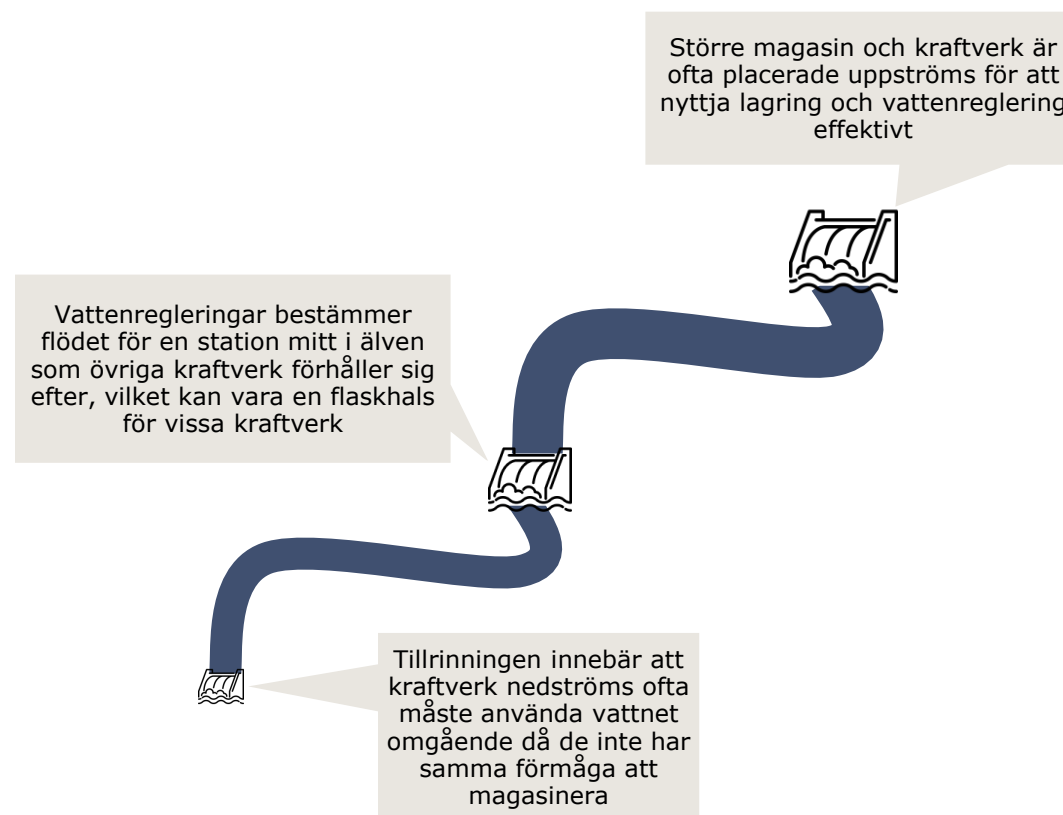
- Vattenkraftens elproduktion har varit relativt oförändrad i 30 år – under ett år med normal vattentillrinning producerar vattenkraften ~66 TWh, men produktionen varierar mellan 50 och 70 TWh
- Den samlade magasinsvolymen uppgår till ~34 TWh, och för att klara villkor i vattendomar, miljödomar och andra tekniska begränsningar varierar fyllnadsgraden mellan 10 och 85 %
- Det finns ~2 000 vatten- och strömkraftverk i Sverige där de 250 största står för ~98 % av elproduktionen
- Total, installerad effekt är 16.4 GW, medan momentan effekt är 13–14 GW eftersom alla verk inte kan nyttjas samtidigt
- De största vattenkraftsägarna i Sverige är Vattenfall, Fortum, Sydkraft Hydropower, Statkraft och Skellefteåkraft
- Mindre kraftverk är i många fall familjeägda, ägda av kommunala bolag eller riskkapitalbolag

1) Energiföretagen (2023), 2) Vattenfall (2023)
Källor: Energimyndigheten (2023), Svenskt näringsliv (2022)

Det finns ofta flera vattenkraftverk i en älvsträcka som förhåller sig till varandra – om slukförmågan skiljer sig åt uppstår flaskhalsar

FLERA VATTENKRAFTVERK I EN ÄLVSTRÄCKA

- I många älvsträckor finns det flera intressenter – vattenhushållning övervakas och samordnas i vissa fall av ett vattenregleringsföretag som bestämmer flödet för en station mitt i älven och alla andra stationer uppströms och nedströms förhåller sig till detta flöde
- Ett vattenkraftverks slukförmåga – maximalt flöde som kan passera genom dess turbin – kan begränsa andra kraftverk utan magasin i en älvsträckning, och för att undvika förluster måste hänsyn tas till flaskhalsar i älvsystemet
- För att nyttja lagringen i magasinerna är de större magasinerna ofta placerade långt uppströms för att alla kraftverk nedströms ska kunna nyttja vattnet – detta innebär samtidigt att alla tillrinningar nedströms de stora magasinerna har mer begränsad lagringsmöjlighet och måste användas inom en kortare tidsperiod för elproduktion
- All vattenkraft kan inte användas samtidigt – när nivån i magasinerna sjunker minskar fallhöjden och därmed den möjliga effekten i produktionen
- Vattenkraften har en negativ miljöpåverkan – villkoren i miljötillstånd och vattendomar fastställer hur vatten ska tappas ur en sjö, genom en damm eller vattenkraftverk och inom vilka gränser dessa vattenstånd måste ligga och under vilka perioder



Omprovningen av vattenkraften och det ökade elbehovet skapar en målkonflikt mellan miljö, klimat och tillväxt

OMPRÖVNING AV VATTENKRAFTEN

- För att möta kraven på förbättringar i vattenmiljön enligt EU:s vattendirektiv och nå miljökvalitetsmål behövs miljöåtgärder i den svenska vattenkraften
- 2020 beslutade regeringen om en nationell plan för omprovning av vattenkraften för att införa moderna miljövillkor – beslutet fastställde ett riktvärde om 1.5 TWh i förluster för att bibehålla den effektiva tillgången till el
- En kartläggning av Svenska kraftnät (Svk) konstaterade att omprovningens utformning riskerar att få en oacceptabel påverkan på elsystemet, varpå regeringen pausade omprovningen för att utreda konsekvenserna på elsystemet och eventuella justeringsbehov för att begränsa omprovningens påverkan – i dagsläget är pausen satt till 1 juli 2025¹
- Pausen och de oklara omständigheterna kring å ena sidan en hög efterfrågan på el och å andra sidan risker för extensiva miljöåtgärder har föranlett ett osäkert investeringsklimat för vattenkraft i Sverige
- Omprovningen av vattenkraften och det ökade elbehovet skapar en målkonflikt mellan miljö, klimat och tillväxt – värdet av en god miljö för djur- och växtarter och fritt strömmande vatten står emot andra intressen, t.ex. ekonomiska samhällsvärden och elektrifiering för reduktion av utsläpp av växthusgaser, där de senare kan gynnas av en ökad vattenkraftsproduktion



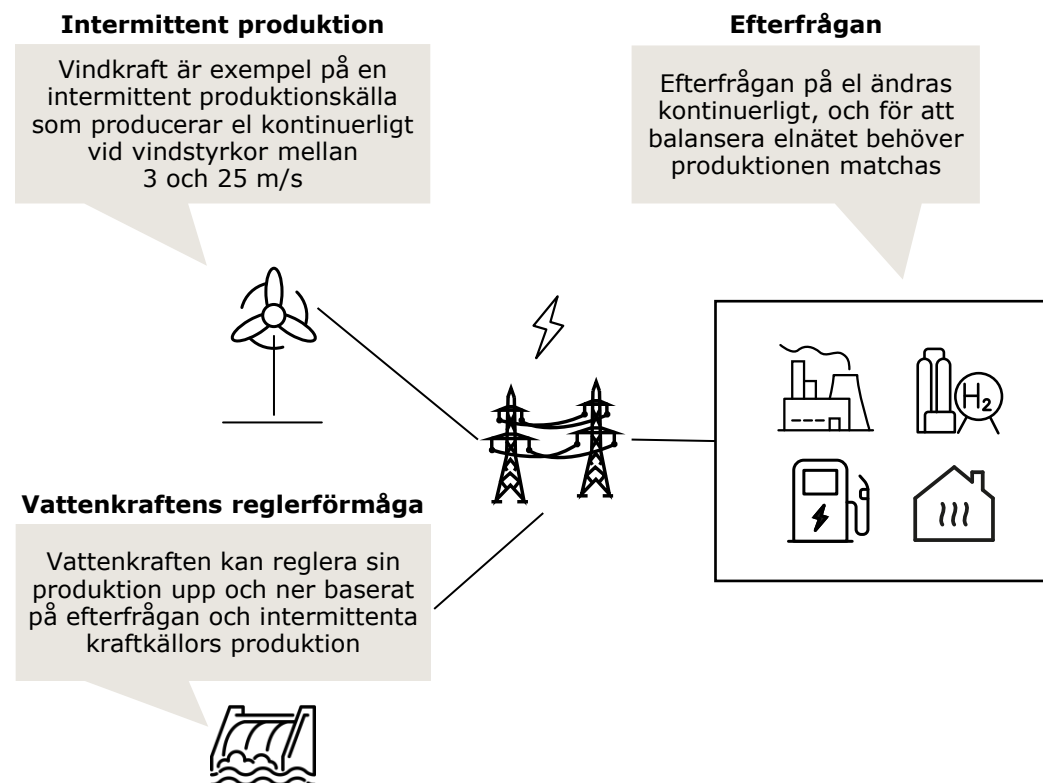
1) Regeringen (2024)

Källor: *Hinderanalys 2023*, Energimyndigheten (2023), *Startprogram för utvecklad vattenkraft*, Svenskt näringsliv (2023)

Vattenkraften har goda möjligheter att reglera sin produktion för att balansera nuvarande och framtida elsystem med en växande andel vindkraft

ÖKAT BEHOV AV ELPRODUKTION OCH BALANSERING

- Vattenkraften har under en lång tid levererat basproduktion av el och varit relativt oförändrad vad gäller såväl utbyggnad som miljöanpassningar
- Tidigare analyser visar att det under 2000-talet funnits utmaningar för stora investeringar i vattenkraften, däribland lönsamhetsutmaningar, relaterade till bl.a. elprisnivåerna, och bristande acceptans på grund av vattenkraftens miljöpåverkan
- Vattenkraften kan bidra med balansering tack vare sin reglerförmåga – förmåga till att reglera sin produktion upp eller ner, baserat på systemets behov
- I takt med att andelen intermittenta produktion har ökat har vattenkraftens roll och betydelse som reglerkraft ökat, och dagens varierande elpriser ger incitament för vattenkraften att bidra med balansering
- Det ökade elbehovet framåt behöver mötas av mer elproduktion på ett så kostnadseffektivt sätt som möjligt – i flertal analyser uppskattas detta behov mötas med en växande andel intermittent produktion från i synnerhet vindkraft. Detta ökar behovet av balansering ytterligare
- En effektökning i den svenska vattenkraften har potential att tillgängliggöra mer förmåga till balansering i elsystemet



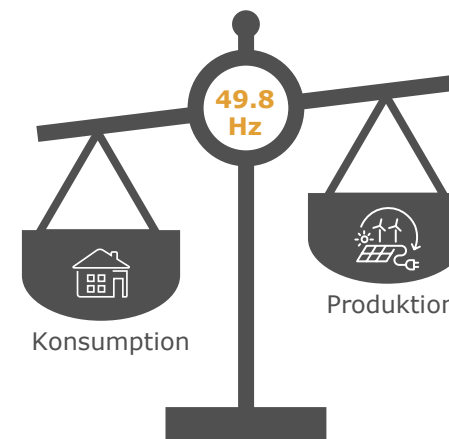
Genom korttidsreglering kan vattenkraften bidra till elsystemets frekvensstabilitet

FREKVENSSSTABILITET

- Det nordiska elsystemet regleras mot en frekvens på 50 Hz – då är produktion och konsumtion av el i balans
- Frekvensstabilitet handlar om elsystemets förmåga att upprätthålla en stabil frekvens efter en störning i balansen mellan produktion och förbrukning
 - Störningar uppkommer på grund av fel, bortkopplingar, och ur den naturliga, slumpmässiga variation som förekommer i produktion och förbrukning exempelvis till följd av intermitterent produktion i systemet
- För att balansera systemet och hålla frekvensen vid 50 Hz kan olika resurser i elsystemet bidra med korttidsreglering – reglera upp eller ner sin produktion eller förbrukning under en given timme – vattenkraften kan reglera sin produktion
- Resurser kan bidra till frekvensstabiliteten genom att delta på så kallade stödtjänstmarknader (se mer under *Stödtjänstmarknader – översikt*), vars syfte är att reglera elnätets frekvens till 50 Hz

Illustration

Underskott av produktion i systemet

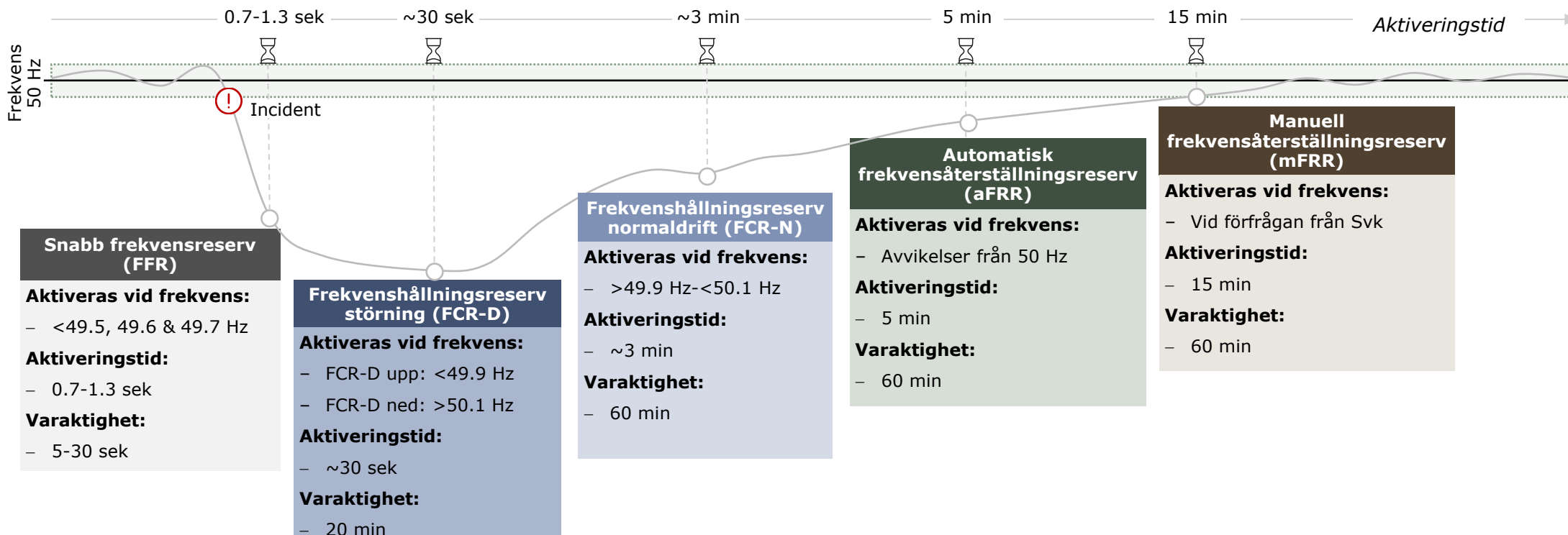


Vattenkraftsproducenten erbjuder uppregeringsbud och blir instruerad att öka produktionen



Svenska kraftnät upphandlar olika typer av stödtjänster med syftet att reglera elnätets frekvens till 50 Hz – vattenkraften deltar på de flesta marknader

- Stödtjänsternas syfte är att **reglera elnätets frekvens** till 50 Hz – de har olika krav om **aktiveringstid** och **varaktighet**
- Aktiveringstid är tiden aktörerna har på sig för att nå **full aktivering** (100 %) av den effekt de budat in på marknaden, och varaktighet är tiden de måste **upprätthålla** full aktivering
- Vattenkraften deltar på marknaderna **FCR-D, FCR-N, aFRR och mFRR** (se mer under *Stödtjänstmarknader – förkvalificerade volymer*)



Källa: Svenska kraftnät (2024)

Stödtjänster kan ge ersättning för både reserveration av kapacitet (kapacitetsersättning) och aktivering av kapacitet (energiersättning)

De två olika typerna av ersättning för stödtjänster

Kapacitetsersättning: reservation av kapacitet

- En producent ersätts för reservation av kapacitet: för sin förmåga att öka och/eller minska sin produktion (upp-/nedreglera) under en given tidsperiod
- Producenten får betalt för att reservera kapacitet, oavsett om upp-/nedregleringen är aktiverad
- Den reserverade kapaciteten kan inte handlas med på andra marknader, såsom dagen före-marknaden eller intradagsmarknaden
- Att delta i upphandlingen av kapacitet är frivilligt

Energiersättning: aktivering av kapacitet

- En producent ersätts för aktivering av kapacitet: producenten blir instruerad att öka eller minska sin produktion utifrån systemets behov under en given tidsperiod
- Producenten får betalt om aktivering av kapacitet sker
- Att aktivera kapacitet är inte frivilligt utan ska ske vid given signal

Vattenkraften deltar på alla stödtjänstmarknader utom en – trots ökande konkurrens spås vattenkraften ha en fortsatt viktig roll

STÖDTJÄNSTMARKNADER – FÖRKVALIFICERADE VOLYMER (MW)¹

Kraftslag	FFR	FCR-N	FCR-D up	FCR-D down	aFRR up	aFRR down	mFRR up	mFRR down
Vattenkraft	0	1 850 (86%)	2 730 (79%)	1 450 (60%)	2 680 (100%)	2 710 (92%)	15 380 (94%)	15 340 (92%)
Värmekraft	0	50 (2%)	50 (1%)	50 (2%)	0	0	370 (2%)	240 (1%)
Energilager	280 (72%)	70 (3%)	350 (10%)	320 (13%)	0	0	70 (<1%)	60 (<1%)
Flexibel förbrukning	100 (26%)	<10 (<1%)	500 (3%)	30 (>1%)	0	0	220 (1%)	130 (<1%)
Solkraft	0	0	0	30 (1%)	0	0	0	0
Vindkraft	0	150 (7%)	210 (6%)	560 (23%)	0	250 (8%)	340 (2%)	850 (5%)
Kombination vattenkraft + batteri	10 (3%)	20 (1%)	20 (1%)	20 (<1%)	0	0	0	0
Kombination solkraft + energilager	0	0	<10 (<1%)	<10 (<1%)	0	0	0	0

KOMMENTARER

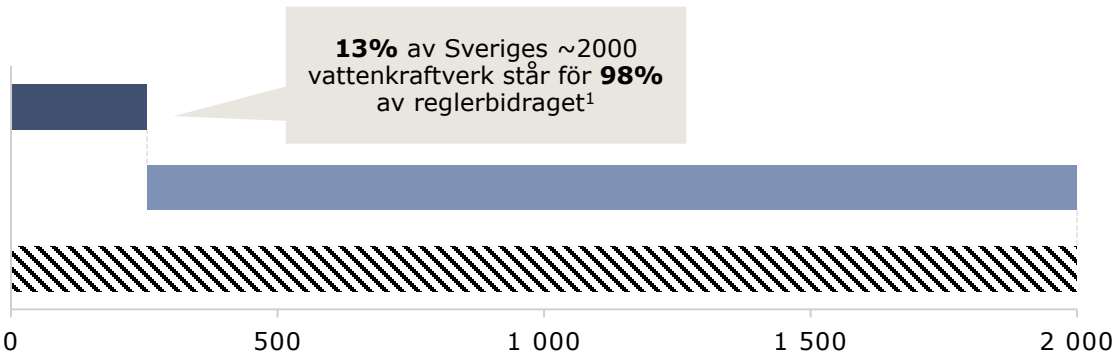
- Förkvalificering ger enbart tillåtelse att delta på en marknad – det är ingen garanti för att bud accepteras i upphandlingen av kapacitet
- Vattenkraften har störst andel av förkvalificerade volymer på samtliga stödtjänstmarknader förutom FFR
 - FFR:s snabba krav om aktiveringstid lämpar sig inte för vattenkraft
- Kärnkraften deltar inte på stödtjänstmarknaderna då verken är optimerade för att producera vid full effekt under större delen av året, med undantag för produktionsuppehåll under sommaren för underhållsarbete och bränslebyte²
- Stödtjänstmarknaderna är väldigt små i jämförelse med dagen före-marknaden – upphandlade volymer varierar mellan ~50-500 MW per timme beroende på marknad
 - De små volymerna gör att marknaderna är föremål för snabbt växande konkurrens och drastiska prisförändringar
- Det finns ett ökat intresse för deltagande på stödtjänstmarknader från nya typer av teknologier, i synnerhet batterilager och vindkraft, vilka tar allt större marknadsandelar
- AFRY prognostiserar att vattenkraften kommer ha en fortsatt viktig roll på stödtjänstmarknaderna, i synnerhet FCR-N, aFRR och mFRR
 - Av dessa marknader spås upphandlad volym för FCR-N att vara konstant, och aFRR och mFRR växa något

1) Per 1 Juli 2024, 2) I länder som inte har lika mycket flexibel vattenkraft som Sverige används kärnkraften i viss utsträckning även för reglering
Källor: Svenska kraftnät (2024), AFRY

Vattenkraften bidrar med reglering på flera tidshorisonter – historiskt har balansering inom dygnet levererats nästan uteslutande av vattenkraften

VATTENKRAFTENS REGLERFÖRMÅGA OCH REGLERBIDRAG

- Reglering och balansering behövs på flera tidshorisonter, från kort (dygn) till lång tid (år)
- Ett enskilt vattenkraftverk kan bidra med reglering på en eller flera tidshorisonter
- Många vattenkraftverk bidrar till balanseringen av residuallastens variationer mellan natt och dag, helg och vardag etc.
- Vattenkraftverken ingår i samreglerade system med stark inbördes koppling och det kan vara svårt att identifiera vilken roll enskilda kraftverk har
- Reglerbarhetens olika egenskaper varierar i form av volym, snabbhet och repeterbarhet, men för kraftsystemet som helhet kompletterar de egenskaperna varandra
- Vattenkraftverken i Sverige har delats in i olika reglerklasser, efter hur viktiga de är för reglerförmågan, 255 st av ca 2000 anses vara särskilt viktiga, och tillhör klass 1



1) Att kartlägga de konsekvenser för elsystemet som omprövning av vattenkraften medför m.m, Svenska kraftnät (2023)

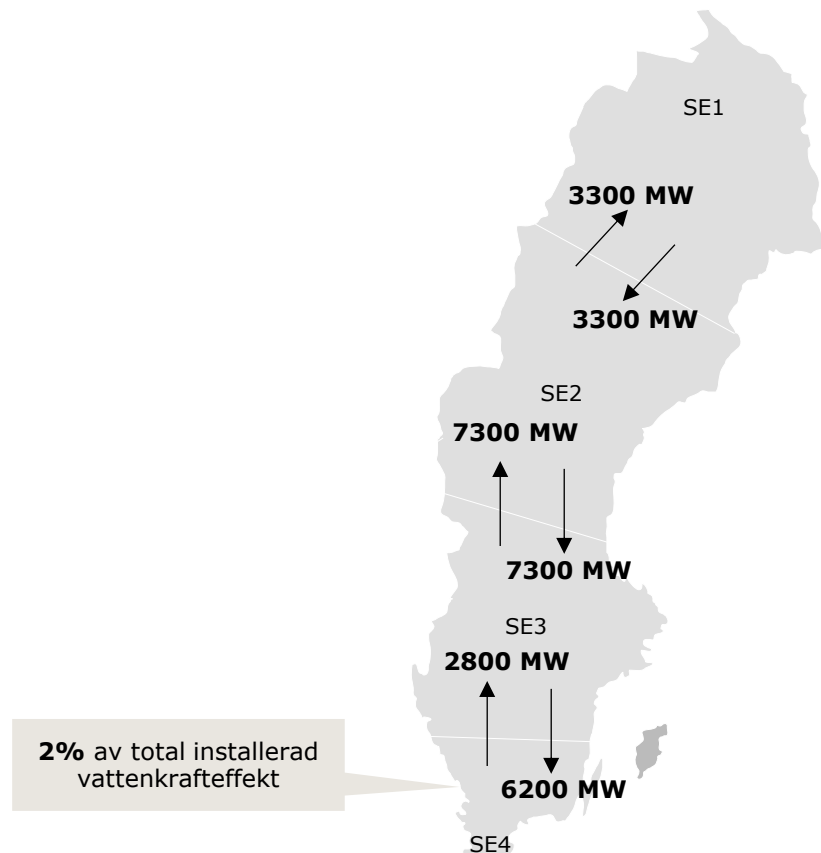
Källor: Vattenkraftens reglerbidrag och värde för elsystemet, Energimyndigheten, Svenska kraftnät, Havs- och vattenmyndigheten (2016)

VATTENKRAFTENS REGLERFÖRMÅGA – RELATIVT REGLERBIDRAG

- Det relativa reglerbidraget är ett mått som beskriver hur elproduktionen i ett specifikt vattenkraftverk följer residuallasten
- Eftersom vattenkraftverk kan reglera sin produktion på olika tidshorisonter beräknas det relativa reglerbidraget på tre olika sätt: för dygn, månad och år
- Beräkningar för den svenska vattenkraftens relativa reglerbidrag under åren 2012-2014 visar att balanseringen av residuallasten inom dygnet nästan uteslutande levereras av vattenkraften
- Det relativa reglerbidraget kan variera mellan -1 och 1 (-100 och 100 %) – en produktionsprofil som uppfyller hela behovet av reglering har relativt reglerbidrag 1
- Då värdet överstiger 1 (100 %) innebär det att Sverige exporterar delar av reglerbidraget

Överföringskapaciteten i elnätet skapar behov av balansering inom elprisområden, i söder är därmed den småskaliga vattenkraftens roll viktig

ÖVERFÖRINGSKAPACITET MELLAN ELPRISOMRÅDEN (MW)



KOMMENTARER

- I elnätets finns det olika överföringskapacitet mellan de olika elprisområdena i Sverige (se figur till vänster)
- Överföringskapaciteten i kombination med produktionen och efterfrågan inom respektive elprisområde kan ge upphov till lokalt produktionsunderskott och effektbrist, och därmed behov för balansering från bl.a. vattenkraften
- Södra Sverige har för närvarande en låg grad av självförsörjning av el och är därmed beroende av import för att att säkra tillräcklig effekt när efterfrågan är hög, under topplasttimmar
- Betydelsen av vattenkraften i SE4 är relativt liten ur ett nationellt perspektiv (se figur till vänster), men desto större ur ett elprisområdesperspektiv
 - Vattenkraften i SE4 står för 8% av den installerade effekten i elprisområdet, och 17% av elproduktionen vid topplasttimmen
- En utmanande faktor för vattenkraftens bidrag med balansering i SE4 är att vattenkraften i huvudsak utgörs av strömkraftverk utan magasin, vilket innebär att de är begränsade i hur de kan reglera sin produktion och möta en varierande efterfrågan
 - Produktionen kan ökas om kraftverket vid en given tidpunkt inte redan producerar maximalt (mindre vatten släpps på genom turbinen än vad som är möjligt), medan produktionen kan minskas genom att verket minskar mängden vatten som släpps på
- Utbyggnad av magasin skulle potentiellt kunna öka vattenkraftens bidrag med balansering i SE4 – denna åtgärd har dock inte studerats inom ramarna för detta projekt

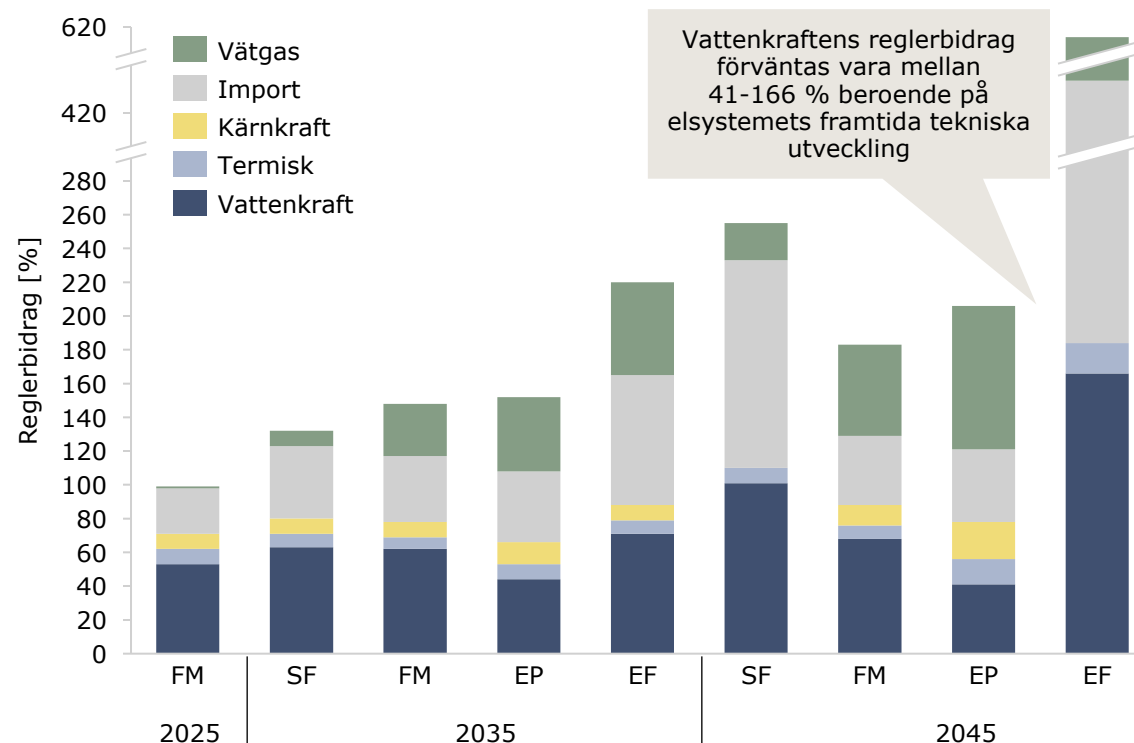
Källor: Energimyndigheten (2024), Svenska kraftnät (2024), Havs- och vattenmyndigheten (2024), Vattenkraftens reglerbidrag och värde för elsystemet, Energimyndigheten (2016), Kraftbalansen på den svenska elmarknaden, rapport 2023, Svenska kraftnät (2023)

Beroende på elsystemets tekniska utveckling i framtiden så har vattenkraften en viktig roll genom sitt reglerbidrag till elsystemet

VATTENKRAFTENS REGLERBIDRAG I FRAMTIDEN

- Genom att jämföra reglerbidraget mellan ett referensscenario och ett scenario med mycket vindkraft är det möjligt att se hur reglerförmågan påverkas av en ökad effekt vattenkraft
- I ett framtidsscenario med stor andel vindkraft tyder mycket på att behovet av vattenkraftens reglerförmåga på dygnskala kommer att öka
- Även andra kraftslag påverkar reglerbehovet på dygns-, månads-, och årsskala, t.ex. solkraft
- När vattenkraften ersätter kärnkraftens roll som basproduktion i dessa scenarion lämnas mindre utrymme för reglerbidrag, samtidigt som batterier kan ersätta vattenkraftens korttidsreglering på ex. FCR-D-marknaden
- Ökat nyttjande av vattenresurser på en viss tidsskala kan påverka nyttjande på andra tidsskalor
- Det maximala teoretiska reglerbidraget beror av tekniska, regulatoriska och ekonomiska faktorer t.ex. potential för ökade magasin nivåer, fallhöjd, befintliga tillstånd, tillrinning, kapitalförslitning, elpris på olika marknader, överföringskapacitet mellan elprisområden, produktionsprofiler hos andra kraftslag m.fl.
- Då reglerbidraget överstiger 100 % innebär det att Sverige exporterar delar av reglerbidraget

VATTENKRAFTENS REGLERBIDRAG I FRAMTIDEN – SVK:S LMA-SCENARIER



Svk:s LMA-scenarier 2024

SF = Småskaligt Förnybart, FM = Färdplaner Mixat, EP = Elektrifiering Planerbart, EF = Elektrifiering Förnybart

Innehåll

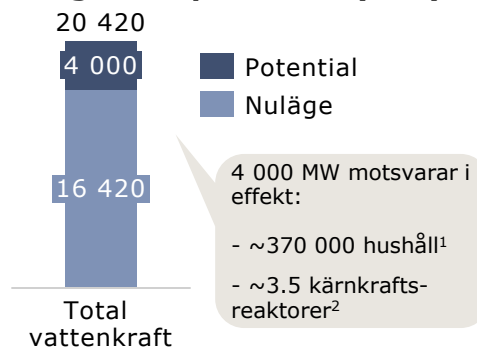
- Sammanfattning
- Introduktion - om vattenkraft i Sverige
- **Potential för effektökning i vattenkraften**
- Utmaningar i realisering av potential för effektökning i vattenkraften
- Bidrag till reglerförmåga och balansering
- Internationell utblick: utveckling av vattenkraften



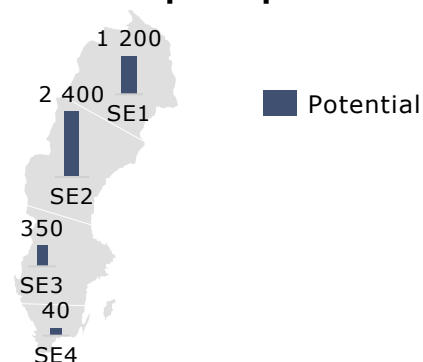
AFRY:s analys visar att studerade åtgärder kan ge ~4 000 MW mer effekt vattenkraft i den svenska elsystemet, där ~1 300 MW kan realiseras till 2035

RESULTAT – POTENTIAL FÖR EFFEKTÖKNING

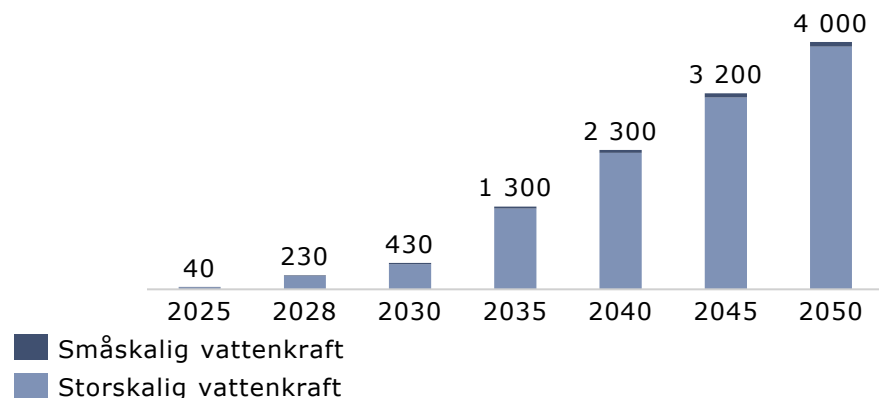
Installerad effekt – nuläge och potential (MW)



Potential per elprisområde (MW)



Potential för effektökning över tid – kumulativ (MW)



RESULTAT – HUVUDSAKLIGA ÅTGÄRDER

Åtgärd	Resultat
Uppgradering av hela eller delar av turbin	Möjlig effektökning ~3-10 %
Uppgradering av aggregat	Möjlig effektökning ~20-30 %
Installation av ytterligare aggregat	Möjlig effektökning ~30-100 %

METOD

Potentialen till effektökning har uppskattats genom potentialen att **bygga bort flaskhalsar** i Sveriges största älvar, samt **renovera stor- och småskaliga stationer** med investeringsbehov relaterat till ålder

Antaganden för uppskattningen har baserats på **tidigare studier och intervjuer med experter**

1) Genomsnittlig villa i Sverige med 20 000 kWh årlig förbrukning och 11 kW maxeffekt, 2) Genomsnittlig kärnkraftsreaktor i Sverige om 1 165 MW

Analysen visar tre huvudsakliga åtgärder som kan öka effekten i befintliga vattenkraftstationer

Åtgärd	Resultat	Kostnad ¹	Kommentarer
<p>Uppgradering av hela eller delar av turbin</p> <ul style="list-style-type: none"> – Byte av hela eller delar av turbin för ökad slukförmåga och/eller verkningsgrad och därmed ökad effekt <ul style="list-style-type: none"> – Byte av löphjul för ökad slukförmåga – Byte av komponenter för ökad verkningsgrad – komponenter som utsatts för slitage eller som kan optimeras för att möta dagens reglerbehov 	<ul style="list-style-type: none"> – Möjlig effektökning ~3-10 % 	~15-37 mnkr/MW	<ul style="list-style-type: none"> – Tillstånd krävs för högre vattenflöden samt korttidsreglering på de högre flödena – Begränsning hur mycket man kan öka slukförmåga innan man måste byta generator – Tidsåtgång min. ~3-5 år
<p>Uppgradering av aggregat</p> <ul style="list-style-type: none"> – Byte av ett helt aggregat, inklusive turbin, generator och kringutrustning, för ökad slukförmåga och/eller verkningsgrad och därmed ökad effekt 	<ul style="list-style-type: none"> – Möjlig effektökning ~20-30 % 	~15-37 mnkr/MW	<ul style="list-style-type: none"> – Tillstånd krävs för högre vattenflöden samt korttidsreglering på de högre flödena – Vid byte av generator måste snabbhet i reglering enligt RfG² uppfyllas, och uppgradering av nätanslutningsutrustning (ställverk, transformator etc.) och nytt styrsystem krävs – Tidsåtgång min. ~3-5 år
<p>Installation av ytterligare aggregat</p> <ul style="list-style-type: none"> – Installation av ytterligare aggregat utöver redan existerande, i kraftstation där det är förberett för ytterligare aggregat, för ökad slukförmåga och därmed ökad effekt 	<ul style="list-style-type: none"> – Möjlig effektökning ~30-100 %³ 	~15-37 mnkr/MW ⁴	<ul style="list-style-type: none"> – Tillstånd krävs för högre vattenflöden, korttidsreglering på de högre flödena samt eventuellt miljöpåverkande åtgärder – Incitament som krävs hos vattenkraftsägare är att det är förberett för ett ytterligare aggregat – Tidsåtgång min. ~5-7 år

1) Samtliga kostnadsspann är indikativa – enligt intervjuade experter kan kostnader variera kraftigt från fall till fall, 2) Nätanslutning av generatorer, 3) Beroende på kraftstationen, antal aggregat och dess effekt 4) Kostnadsspannet förutsätter att det är förberett för ytterligare aggregat i vattenkraftstationen
 Källor: Intervjuer med experter, nyheter och årsrapporter vattenkraftsägare

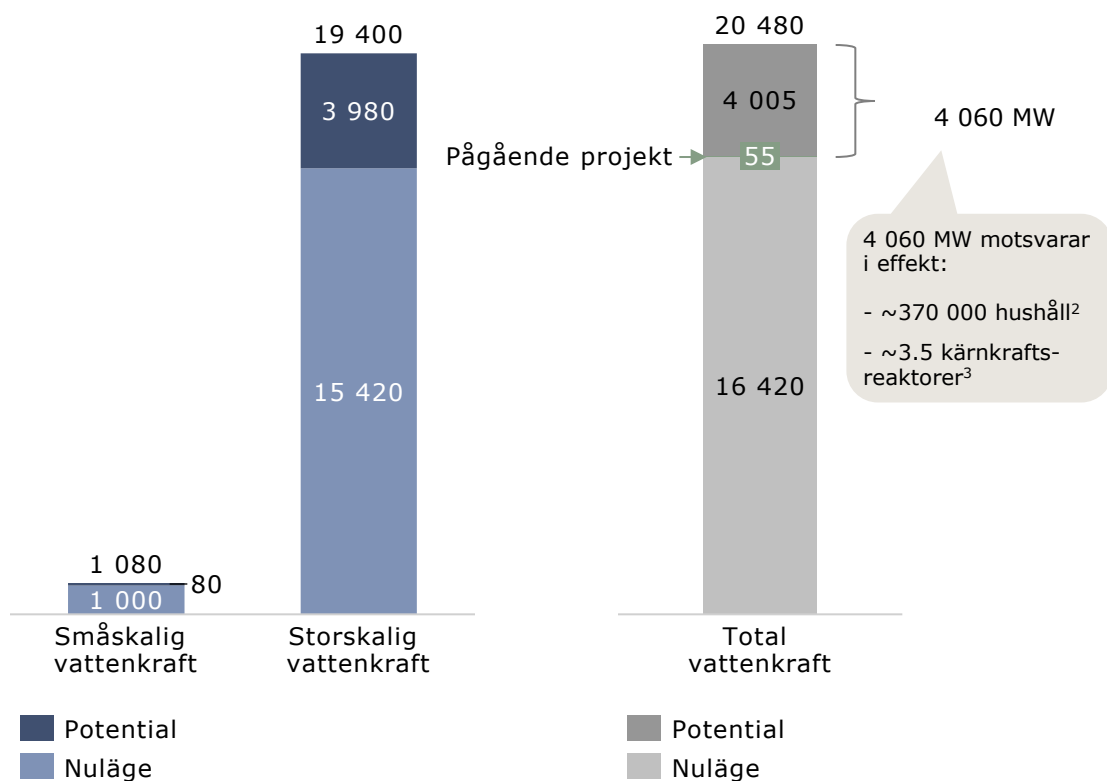
Det finns två ytterligare åtgärder som kan öka reglerförmågan i befintliga vattenkraftverk – dessa har inte varit fokus för analysen

Åtgärd	Resultat	Kostnad	Kommentarer
<p>Installation av batteri (hybridkraftverk)</p> <ul style="list-style-type: none"> Befintlig vattenkraftstation kombineras med ett batteri för att öka snabb reglerförmåga (~1 sekunds aktivering) och minska slitage på kraftverket vid snabb reglering 	<ul style="list-style-type: none"> Ökad snabb reglerförmåga Minska slitage på vattenkraftstationen vid snabb reglering 	~6-8 mnkr/MW ¹	<ul style="list-style-type: none"> Mindre tidsomfattande tillståndsprocess än vid uppgradering eller installation av nytt aggregat – om vattenflödet är oförändrat krävs inte tillstånd kopplade till högre vattenflöde Kräver <ul style="list-style-type: none"> Mark-/bygglov och uppfyllande av miljövillkor Nätanslutning – tidsåtgång beror av väntetid hos specifikt nätbolag Avtal för marknadsaccess till dagen före- och stödtjänstmarknader
<p>Pumpkraftverk</p> <ul style="list-style-type: none"> Installation av pumpar för att kunna pumpa upp vatten till ett magasin då elpriset är lågt. På så sätt kan vattenkraftverket bidra ännu mer till balansering av elnätet genom mer flexibel produktion, då vattenkraftverket konsumerar el då priserna är låga och producerar när priserna är högre 	<ul style="list-style-type: none"> Ökad reglerförmåga och möjlighet att nyttja längre perioder av låga elpriser 	~17-52 mnkr/MW ²	<ul style="list-style-type: none"> I Sverige finns enbart ett fåtal platser där pumpkraftverk bedöms vara aktuella För närvarande genomför Vattenfall förprojektering av att ta Juktans pumpkraftverk i drift, där ombyggnad skulle omfatta ny turbin, generator, transformator och 400 kV ställverk ovan gjord, och resultera i möjlig produktion av 300 MW i fyra dygn i följd

1) Kostnaden är AFRY:s uppskattning för ett storskaligt batteri anslutet till elnätet och inte specifikt för ett batteri samlokaliserat med vattenkraft. Vidare är kostnaden uppskattad för ett 1 h batteri, vilket anger batteriets lagrade energi (ex., ett 1 h batteri med storlek 1 MW respektive 2 MW har energi 1 MWh respektive 2 MWh), 2) Indikativt kostnadsspann för Sverige, baserat på genomförda och planerade projekt i Finland (Noste) och Schweiz (Nant de Drance, Limmer, Veytaux, Ritom II, Lago Bianco)
 Källor: Intervjuer med experter, hemsidor och nyhetsartiklar

Studerade åtgärder uppskattas kunna leda till ~4 060 MW (~25 %) ökad effekt i vattenkraften

INSTALLERAD EFFEKT – NULÄGE OCH POTENTIAL (MW)



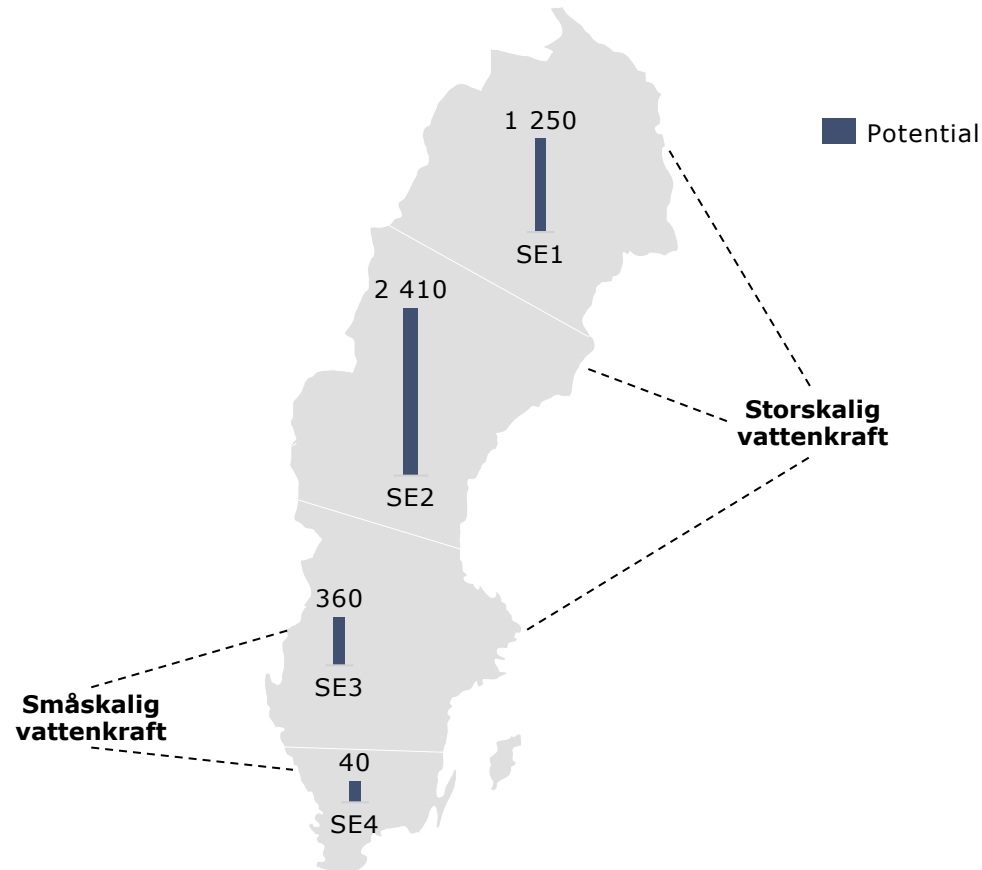
KOMMENTARER

- De studerade åtgärderna innefattar
 - Storskalig vattenkraft: att bygga bort flaskhalsar i Sveriges största älvar¹ och renovera stationer med investeringsbehov
 - Småskalig vattenkraft: renovera stationer med investeringsbehov
 - Investeringsbehovet är baserat på intervjuer och tidigare analyser kring ålder på kraftverk, historiskt genomförda investeringar och prognostiserat investeringsbehov över tid
- Studerade åtgärder uppskattas kunna leda till ~4 060 MW ökad effekt i vattenkraften, varav 55 MW är pågående projekt
 - ~3 980 MW i den storskaliga
 - ~80 MW i den småskaliga
- Detta motsvarar en total effektökning om ~25 %
 - ~26 % effektökning i den storskaliga
 - ~8 % effektökning i den småskaliga
- Siffrorna är behäftade med stor osäkerhet, men baseras på AFRY:s analys utifrån tillgänglig information vid tillfället för rapportens skrivande. Analysen har inte studerat enskilda kraftverk och deras potential i detalj och resultatet ska som sådant tolkas som en indikativ bedömning snarare än en exakt effektnivå

1) Indalsälven, Luleälven, Umeälven, Faxälven, Ångermanälven, Skellefteälven, Ljusnan, Karlälven, Dalälven, Ljungan, 2) Genomsnittlig villa i Sverige med 20 000 kWh årlig förbrukning och 11 kW maxeffekt, 3) Genomsnittlig kärnkraftsreaktor i Sverige om 1 165 MW
 Källor: SCB (2024), Effektutbyggnad vattenkraft - en kvantitativ analys av potentialen för effektutbyggnad i befintliga vattenkraftverk, Sweco (2016), Ekonomiska förutsättningar för skilda kraftslag, Sweco (2016), intervjuer med experter, hemsidor och nyhetsartiklar, AFRY analys

Den största potentialen till effektökning har identifierats i norra Sverige, i SE1 (~1 250 MW) och SE2 (~2 410 MW)

POTENTIAL FÖR EFFEKTÖKNING PER ELPRISOMRÅDE (MW)

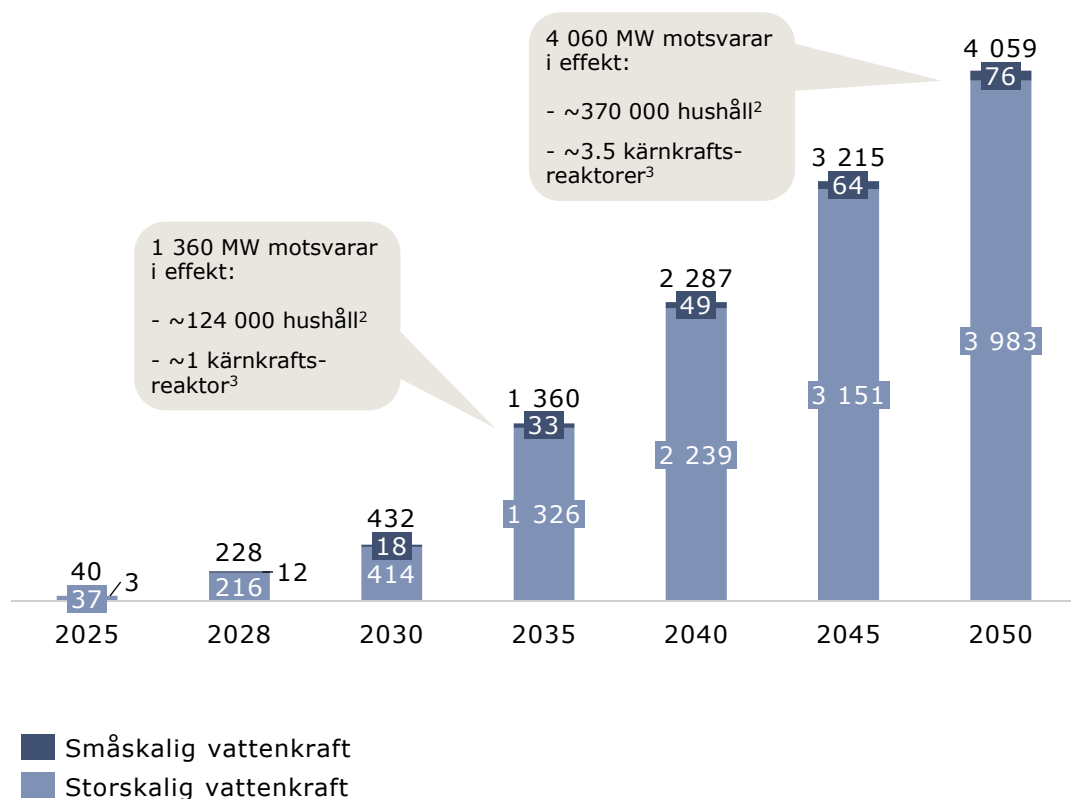


KOMMENTARER

- Studerade åtgärder uppskattas kunna leda till effektökning i samtliga fyra elprisområden genom uppgradering av
 - Storskalig vattenkraft i SE1, SE2 och SE3
 - Småskalig vattenkraft i SE3 och SE4
- Störst potential för effektökning uppskattas kunna nås i norra Sverige
 - SE1: ~1 250 MW (+23 %)
 - SE2: ~2 410 MW (+30 %)
 - SE3: ~360 MW (+14 %)
 - SE4: ~40 MW (+12 %)
- Småskalig vattenkraft finns idag i elprisområdena SE2, SE3 och SE4 – AFRY uppskattar att potentialen till effektökning främst finns i SE3 och SE4 (~+40 MW i respektive elprisområde)
 - Intervjuer med ägare av den småskaliga vattenkraften indikerar att den småskaliga vattenkraften kan spela en viktig roll för att möta effekt- och reglerbehovet i södra Sverige (SE3 och SE4)
 - Det finns osäkerhet i framtida investeringar i den småskaliga vattenkraften då små ägare generellt är mindre kapitalstarka än stora och kan vara beroende av externa investerare

Potentialen till årlig effektökning uppskattas till ~65 MW/år 2025-2028, ~100 MW/år 2029-2030, ~180 MW/år 2031-2050

POTENTIAL FÖR EFFEKTÖKNING ÖVER TID – KUMULATIV (MW)



KOMMENTARER

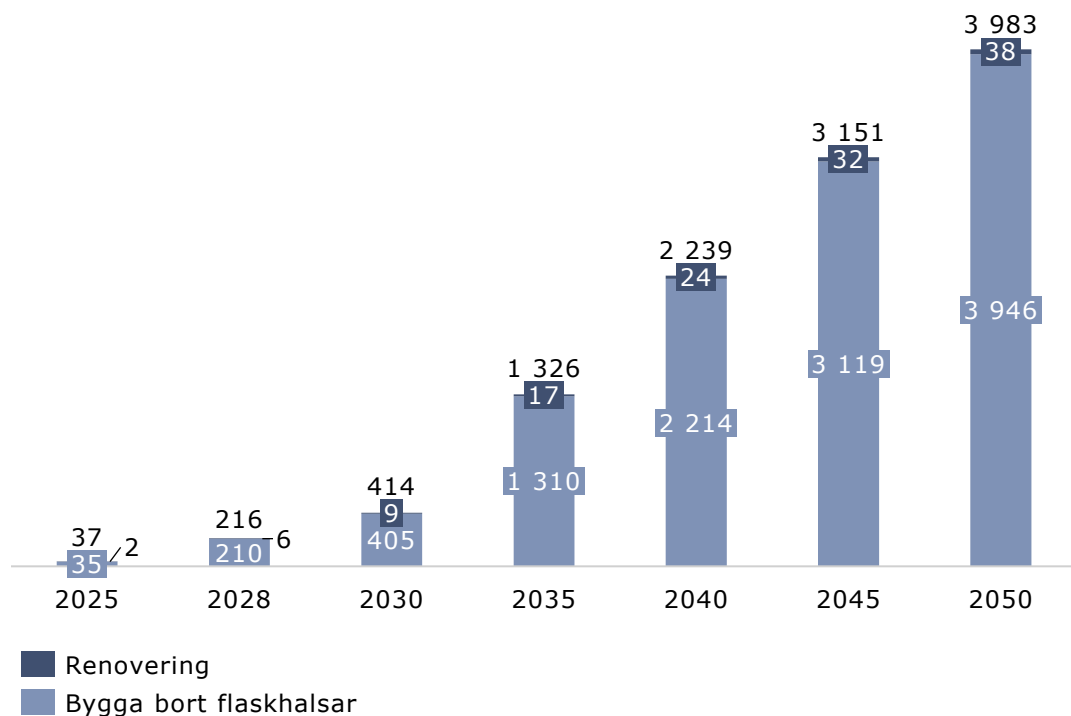
- Potentialen till årlig effektökning för stor- och småskalig vattenkraft uppskattas totalt till:
 - ~65 MW/år, 2025-2028
 - ~100 MW/år, 2029-2030
 - ~180 MW/år, 2031-2050
- Detta är baserat på uppskattning av tidsåtgång för olika typer av åtgärder, realisering av åtgärder i relation till omprövningen av vattenkraften, samt årligt investeringsbehov (se mer under *Metod och antaganden*)
- Potentialen till effektökning enbart genom att bygga bort flaskhalsar i Sveriges största älvar uppskattas totalt för hela perioden till:
 - Annonserade¹ projekt 2025-2030: ~330 MW, varav 55 MW är pågående projekt
 - Åtgärder som ökar effekt med <20 %: ~780 MW, 2028-2048
 - Åtgärder som ökar effekt med ≥20 %: ~2 840 MW, 2030-2050
- Potentialen till effektökning enbart genom att renovera stor- och småskalig vattenkraft uppskattas till:
 - Storskalig vattenkraft: 2 MW/år, 2025-2050
 - Småskalig vattenkraft: 3 MW/år, 2025-2050

1) Inkluderar förstudier, förprojektering och pågående project,

Källor: *Effektutbyggnad vattenkraft - en kvantitativ analys av potentialen för effektutbyggnad i befintliga vattenkraftverk*, Sweco (2016), intervjuer med experter, hemsidor och nyhetsartiklar, AFRY analys, 2) Genomsnittlig villa i Sverige med 20 000 kWh årlig förbrukning och 11 kW maxeffekt, 3) Genomsnittlig kärnkraftsreaktor i Sverige om 1 165 MW

~97-99 % av potentialen till årlig effektökning för den storskaliga vattenkraften 2025-2050 utgörs av potentialen att bygga bort flaskhalsar

POTENTIAL FÖR EFFEKTÖKNING ÖVER TID, STORSKALIG VATTENKRAFT – KUMULATIV (MW)

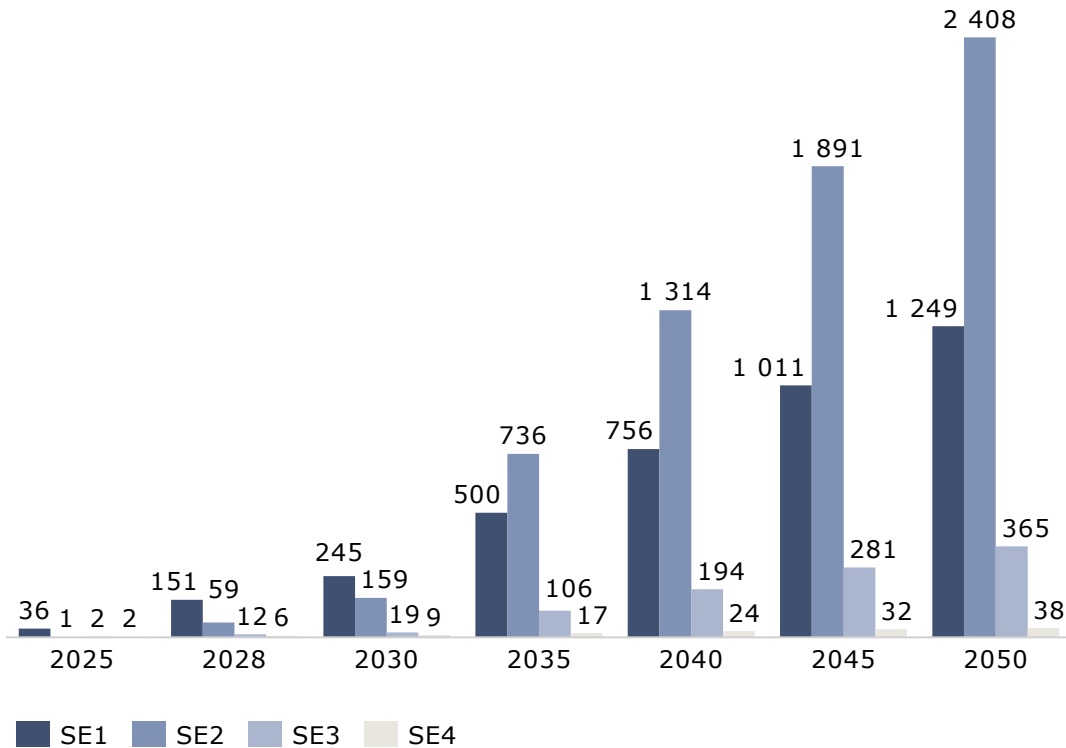


KOMMENTARER

- Bygga bort flaskhalsar utgör den största majoriteten av potentialen till årlig effektökning för den storskaliga vattenkraften
 - ~97 % på kort sikt (2025-2030)
 - ~99 % på lång sikt (2031-2050)

Bland elprisområdena uppskattas SE1 ha störst potential för effektökning till och med 2030 – därefter uppskattas SE2 ha störst potential

POTENTIAL FÖR EFFEKTÖKNING PER ELPRISOMRÅDE ÖVER TID – KUMULATIV (MW)



KOMMENTARER

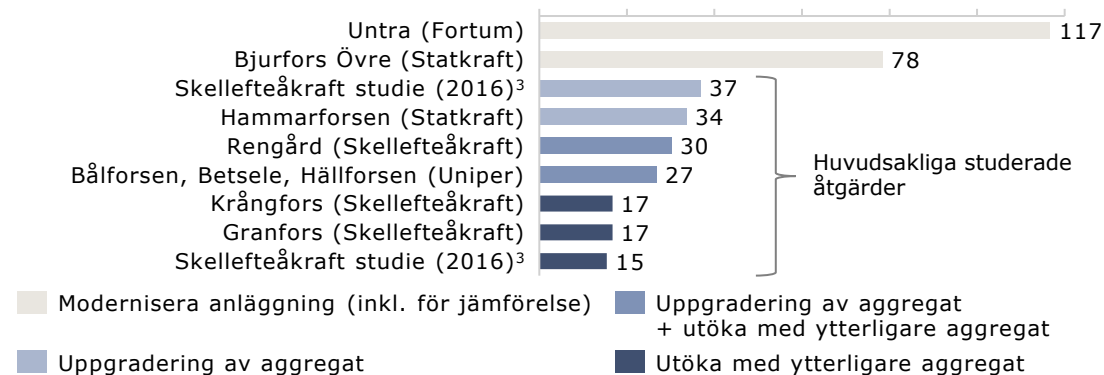
- På kort sikt uppskattas SE1 ha störst potential för effektökning, ~250 MW till och med 2030
- Detta då mest effektökning från annonserade projekt till och med 2030 finns i SE1
- På lång sikt uppskattas SE2 ha störst potential för effektökning, ~2 400 MW till och med 2050
- Detta då SE2 har mest installerad effekt
- Relativt vattenkraftens totala potential för effektökning är potentialen i SE3 och SE4 liten, men en ökning med ~410 MW till och med 2050 kan trots det ha betydelse för elsystemet, vilket kan illustreras med följande jämförelser:
 - Jämfört med Svk:s uppskattning av tillgänglig produktion i SE3/SE4 under topplasttimmen innebär en ökning av 410 MW installerad effekt en ökning med ~2,5% (336 MW tillgänglig effekt med antagen tillgänglighet om 82% i enlighet med Svk:s analys)
 - Som jämförelse är nuvarande volym¹ på stöttjänstmarknaderna FCR-D upp, FCR-D ned och FCR-N är ~550 MW, ~400 MW respektive ~250 MW

1) Volymen som upphandlas av Svk varje timme

Källor: SCB (2024), *Effektutbyggnad vattenkraft - en kvantitativ analys av potentialen för effektutbyggnad i befintliga vattenkraftverk*, Sweco (2016), *Ekonomiska förutsättningar för skilda kraftslag*, Sweco (2016), *Kraftbalansen på den svenska elmarknaden 2024*, Svenska kraftnät (2024), intervjuer med experter, hemsidor och nyhetsartiklar, AFRY analys

AFRY uppskattar att kostnaden för effektökning för analysens huvudsakliga åtgärder är ~15-37 mnkr/MW

KOSTNAD EFFEKTÖKNING – PROJEKT¹ (MNKR/MW)²



Källor: Nyheter och årsrapporter Fortum, Statkraft, Skellefteåkraft, Uniper

KOSTNAD NY VATTENKRAFT OCH UPPGRADERING AV AGGREGAT – STUDIER (MNKR/MW)²



Källor: Renewable power generation costs in 2022, IRENA (2023), Kostnader for kraftproduktion, NVE (2023), El från nya anläggningar, Energiforsk (2021)

1) Data representerar kostnadsbedömningar, inte slutliga kostnader, 2) 2023 års penningvärde, 3) Uppskattning från studie, Vattenkraftens bidrag idag och i ett framtida elsystem, Skellefteåkraft (2016)

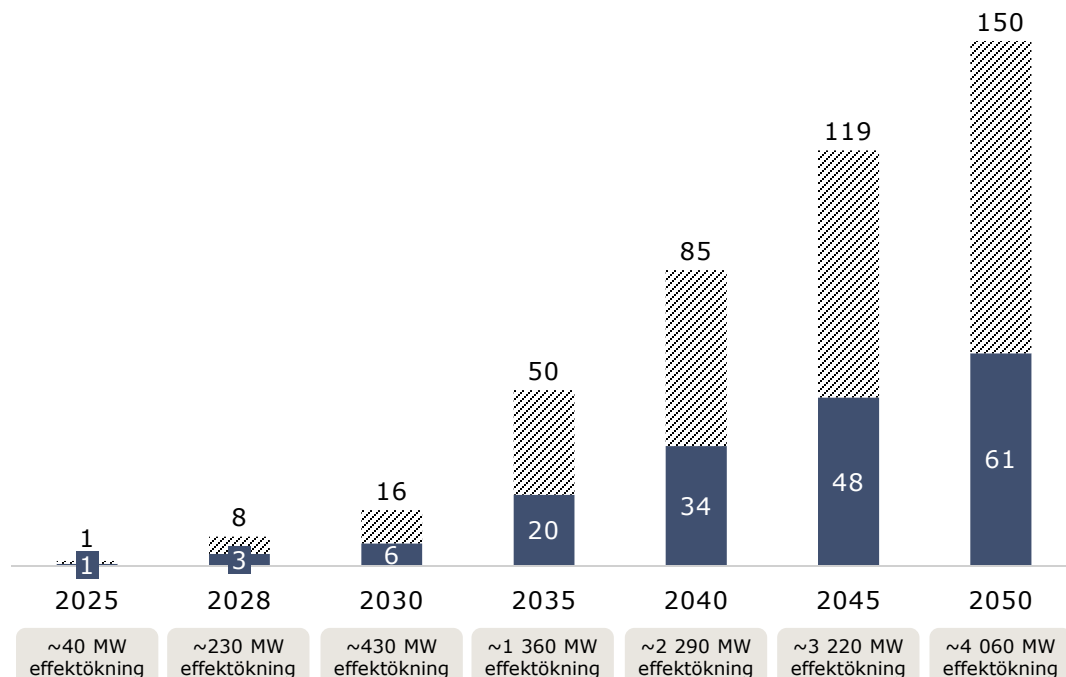
12/11/2024 COPYRIGHT AFRY MANAGEMENT CONSULTING AB | POTENTIAL FÖR ÖKAD EFFEKT OCH BALANSERING FRÅN SVERIGES VATTENKRAFT

KOMMENTARER

- Utvecklingskostnader för vattenkraftsprojekt är mycket platsspecifika varför kostnadsspannet tenderar att vara stort
- Studerad projektdata visar att kostnadsspannet för effektökning via uppgradering av eller utökning med ytterligare aggregat är 15-37 miljoner kr/MW
 - Då verket är förberett för ytterligare aggregat visar projektdata att utökning är den mest kostnadseffektiva åtgärden
 - För jämförelse inkluderas kostnader för åtgärden *Modernisera anläggning* – detta är en mer omfattande renovering av vattenkraftverket, där uppgradering av eller utökning med ytterligare aggregat kan utgöra delar av arbetet
- Studerad data från studier bygger på beräkningsunderlag och genomförda investeringar, och visar att kostnadsspannet för ny vattenkraft är 18-41 miljoner kr/MW, och uppgradering av aggregat 4 miljoner kr/MW
 - Då data från studier exkluderar kostnader för förstudie, förprojektering och tillståndsprocess, bedömer AFRY att de totala kostnaderna för ny vattenkraft samt uppgradering av aggregat sannolikt kan bli högre
- Baserat på studerad data och intervjuer med experter bedömer AFRY att ~15-37 mnkr/MW kan användas som ett indikativt spann för analysens tre huvudsakliga åtgärder för effektökning: uppgradering av turbin, uppgradering av aggregat, installation av ytterligare aggregat

Den totala kostnaden för att nå potentialen om ~4 060 MW effektökning uppskattas till ~61-150 mdkr

TOTAL KOSTNAD FÖR EFFEKTÖKNING I VATTENKRAFTEN – KUMULATIV (MDKR)¹



Total kostnad - spann
 Total kostnad

1) 2023 års penningvärde
Källa: AFRY analys

KOMMENTARER

- Med antaget kostnadsspänn om 15-37 mnkr/MW för analysens tre huvudsakliga åtgärder uppskattas den totala kostnaden för att nå potentialen om ~4 060 MW effektökning till ~61-150 miljarder kronor
- Observera att kostnaderna över tid (se graf till vänster) är kumulativa och inte årliga och motsvarar den identifierade möjliga effektökningen vid varje givet år (presenterat tidigare i rapporten)
- Det är som tidigare nämnt viktigt att poängtera de osäkerheter som finns kring kostnaderna
 - Kostnadsspannet är baserat på bedömningar och inte slutliga kostnader för projekt
 - Utvecklingskostnader för vattenkraftsprojekt är mycket platsspecifika varför kostnadsspannet tenderar att vara stort – Siffrorna är behäftade med stor osäkerhet, men baseras på AFRY:s analys utifrån tillgänglig information vid tillfället för rapportens skrivande. Analysen har inte studerat enskilda kraftverk och deras potential i detalj och resultatet ska som sådant tolkas som en indikativ bedömning snarare än en exakt kostnadsnivå

Effektökningen har uppskattats via potentialen att bygga bort flaskhalsar i Sveriges största älvar och renovera stationer med investeringsbehov (1/3)

METOD

- Information och data inhämtats från i huvudsak tre olika typer av källor
 - Informationsinhämtning från tidigare studier och rapporter
 - Intervjuer med personer i företag och organisationer i Sverige som arbetar med vattenkraft, genomförda under projektet
 - Intervjuer med experter inom AFRY med djup branschkunskap kring vattenkraft
- Denna information har sedan sammanställts och analyserats av AFRY för att ta fram bedömningar och antaganden som ligger till grund för den genomförda analysen
- Potentialen till effektökning har uppskattats genom
 - potentialen att öka **den storskaliga vattenkraftens effekt** genom att **bygga bort flaskhalsar** i Sveriges största älvar, samt
 - potentialen att öka **den storskaliga respektive småskaliga vattenkraftens effekt** genom att **renovera stationer** med investeringsbehov

AVGRÄNSNINGAR

- Analysen som presenteras i denna rapport har gjorts på en elprisområdesnivå i Sverige, dvs. potential och genomförande har bedömts per elprisområde
- Den exakta potentialen för samtliga enskilda kraftverk har inte bedömts

Effektökningen har uppskattats via potentialen att bygga bort flaskhalsar i Sveriges största älvar och renovera stationer med investeringsbehov (2/3)

BYGGA BORT FLASKHALSAR

- Utgångspunkt har varit den teoretiska potentialen för effektutbyggnad i varje enskild station i Sveriges största älvar¹
 - Den totala installerade effekten i de största älvarna uppgår till ~14 100 MW och utgör ~93 % av all storskalig vattenkraft i Sverige
- Den teoretiska potentialen har uppdaterats med pågående eller planerade projekt för effektutbyggnad, och därigenom har en ny total potential för de största älvarna identifierats
- Baserat på intervjuer med AFRY:s experter och vattenkraftsägare har effektutbyggnaden kunnat uppskattas över tid
 - Beslut om respektive åtgärdstyp för effektökning uppskattas kunna ske under en 20-årsperiod, 2025-2045, i takt med omprövningen av vattenkraften – beslut om att genomföra åtgärd antas ske tidigast vid omprövningen, då ägare inte vill riskera att genomföra åtgärder som senare inte uppfyller de moderna miljövillkoren
 - Åtgärder för effektökning med <20 % uppskattas ta 3 år från beslut, ≥20 % ta 5 år från beslut, kopplat till längre ledtider vilket drivs av högre komplexitet rörande längre tillståndsprocesser, förstudier och projektering – därmed kan de förstnämnda slutföras under perioden 2028-2048 och de senare under perioden 2030-2050
 - Utöver detta har annonserade projekt från vattenkraftsägare för perioden 2025-2030 adderats till effektökningen över tid

1) Effektutbyggnad vattenkraft – En kvantitativ analys av potentialen för effektutbyggnad i befintliga svenska vattenkraftverk, Sweco (2016)

Effektökningen har uppskattats via potentialen att bygga bort flaskhalsar i Sveriges största älvar och renovera stationer med investeringsbehov (3/3)

RENOVERA STATIONER

- Följande har uppskattats för stor- respektive småskalig vattenkraft: volymen (MW) vattenkraft med investeringsbehov, samt effektökningen (%) vid renovering
- Den storskaliga vattenkraften som använts i beräkningen är den utanför de största älvarna (~1 300 MW) – åtgärderna för stationerna i de största älvarna leder i snitt till betydligt högre effektökning än vad som kan uppnås via renovering, så för att inte överskatta potentialen har de största älvarna exkluderats i beräkningen
- Utgångspunkt för volymen har varit historisk (2005-2014) och prognostiserad (2015-2050) volym storskalig vattenkraft med investeringsbehov, där investeringstakten är kopplad till livslängden på turbiner och generatorer¹
 - AFRY har antagit samma andel storskalig vattenkraft med investeringsbehov 2025-2050 som i tidigare prognos för 2015-2050, dels då prognosen uppskattar att stora delar av investeringsbehovet tidiga år (2015-2019) i praktiken inte kommer realiseras förrän 2030, dels då det är osäkert vad som faktiskt realiserats – detta kan betraktas som ett något optimistiskt antagande
 - AFRY har antagit samma andel småskalig vattenkraft med investeringsbehov 2025-2050 som andelen storskalig 2005-2050² – detta då den småskaliga, enligt intervjuade experter, inte renoverats som den storskaliga och generellt har äldre komponenter
- Den procentuella effektökningen vid renovering av stor- respektive småskalig vattenkraft har uppskattas med hjälp av intervjuade experter – enligt experterna är den relativa potentialen till effektökning större för den småskaliga vattenkraften då komponenterna generellt är äldre
- Det är viktigt att poängtera att det kan finnas potential för ytterligare effektökning av den småskaliga vattenkraften utom ramarna för detta projekt, ex. via mer omfattande storleksökning av verk som idag inte nyttjar det fulla flödet i vattendraget – åtgärder med mer påverkan på omliggande miljö
- Detta skulle exempelvis kunna uppnås genom installation av ytterligare aggregat där det inte finns förberett för ett sådant

1) Ekonomiska förutsättningar för skilda kraftslag, Sweco (2016), 2) Andelarna av respektive total är lika stora, men för den småskaliga fördelas den under en kortare period (2025-2050) än den storskaliga (2005-2050)

Antaganden för uppskattningen har baserats på tidigare studier och intervjuer med experter

Antaganden	
Bygga bort flaskhalsar (storskalig vattenkraft)	
Teoretisk potential för effektökning i Sveriges största älvar	3 400 MW
Tidsperiod för realisering av åtgärder som ökar effekt med <20 %	2028-2048
Tidsperiod för realisering av av åtgärder som ökar effekt med ≥ 20 %	2030-2050
Elprisområden med effektökning	SE1, SE2, SE3
Renovering (stor- och småskalig vattenkraft)	
Volym storskalig vattenkraft utanför de största älvarna	~1 300 MW
Andel av storskalig vattenkraft utanför de största älvarna med investeringsbehov 2025-2050	~45 % (~580 MW)
Andel av total småskalig vattenkraft med investeringsbehov 2025-2050	~76 % (~760 MW)
Effektökning vid renovering, storskalig vattenkraft	7 %
Effektökning vid renovering, småskalig vattenkraft	10 %
Elprisområden med effektökning, storskalig vattenkraft	SE1, SE2, SE3
Elprisområden med effektökning, småskalig vattenkraft	SE3, SE4

Innehåll

- Sammanfattning
- Introduktion - om vattenkraft i Sverige
- Potential för effektökning i vattenkraften
- **Utmaningar i realisering av potential för effektökning i vattenkraften**
- Bidrag till reglerförmåga och balansering
- Internationell utblick: utveckling av vattenkraften



I arbetet har det framkommit utmaningar för realisering av potential för effektökning i vattenkraften rörande omprövning och tillstånd

- Under arbetet med denna rapport har ett flertal utmaningar för realisering av potential för effektökning nämnts, dels i intervjuer, dels i tidigare rapporter – på följande sidor beskrivs de huvudsakliga utmaningarna och deras potentiella konsekvenser
- Inom ramen för detta projekt har inte effekterna av dessa utmaningar analyserats i detalj, men de är viktiga att belysa för att ge läsaren en mer komplett bild av ämnet

UTMANINGAR

Nationella planen för omprövning av vattenkraften

- Omprövning av vattenkraften i Sverige som del av Sveriges implementering av EU:s ramdirektiv för vatten¹
- Omprövning är i skrivande stund pausad av regeringen till 1 juli 2025²

Tillstånd för vattenflöden

- För att genomföra vissa, ofta större, uppgraderingar av vattenkraftverk med påverkan på vattenflöden, vattennivåer och reglering av dessa i vattendraget, behövs oftast ändringstillstånd – dessa är väldigt beroende av lokala förutsättningar och planerade förändringar

MÖJLIGA KONSEKVENSER

- Arbetet med den nationella planen och otydligheten i implementationen av de initiala riktvärdena har skapat en stor osäkerhet i branschen, i huvudsak kring vilka negativa konsekvenser det kan få för enskilda vattenkraftverk samt kostnader för anpassningsåtgärder. Vidare är det resurskrävande och begränsar möjligheten för vattenkraftsägare att ägna sig åt andra utvecklingsaktiviteter, såsom ökning av effekt
- Denna osäkerhet har negativ påverkan på investeringsviljan hos vattenkraftsägare, i synnerhet ägare av småskalig vattenkraft, och riskerar därmed att motverka realiseringen av potentialen för effektökningen
- Detta är framför allt en komplex, tidskrävande och kostsam process för mindre uppgraderingar. För något större förändringar av korttidsreglering och vattennivåer kan detta dessutom vara ett hinder för genomförande av investeringar

1) Havs- och vattenmyndigheten (2024), 2) Regeringen (2024)

Ytterligare utmaningar som framkommit är att nå lönsamhet i investeringar samt tillgång till kompetens och kapacitet hos leverantörer

UTMANINGAR

Lönsamhet

- En grundförutsättning för att investeringar i affärsverksamheter såsom elproduktion ska genomföras är att dessa blir lönsamma för ägarna – investeringskostnader, driftkostnader, kapitalkostnader, elpris och övrig intäktspotential spelar in

MÖJLIGA KONSEKVENSER

- I detta arbete har det framkommit att investeringskalkylerna, trots att det finns en bedömd potential för effekthöjning i vattenkraftverk, kan visa på låg lönsamhet p.g.a. höga kostnader för genomförande samt för låg eller osäker intäktspotential. Detta innebär att investeringar inte genomförs, vilket förhindrar realiseringen av potentialen för effekttökning
- Utmaningen är särskilt stor för den småskaliga vattenkraften där ägarna typiskt sätt inte är lika kapitalstarka

Kompetens och produktionskapacitet hos leverantörer

- För att kunna genomföra projekt för att realisera den identifierade potentialen för kapacitetshöjning krävs kompetens och komponenter, där det senare handlar det om tillräcklig produktionskapacitet hos leverantörer
- Trots att vattenkraftens utveckling inte bedöms vara lika omfattande som i andra delar av elsystemet (t.ex. vindkraft, elnät, kärnkraft) konstaterar Energimyndigheten att ett ökat behov av kompetens finns, särskilt inom vissa nyckelkompetenser såsom produktionstekniker, drifttekniker och vattenkraftstekniker¹

- En potentiell brist på den kompetens som krävs för renoveringar och investeringar i vattenkraften skulle sannolikt försvåra för genomförandet av projekt för att höja kapaciteten i den svenska vattenkraften, dels genom att arbetskraft inte finns för att driva projekt, dels genom potentiellt lägre kompetensnivå vilket innebär en risk för kvaliteten på genomförandet av projekt. Detta riskerar att projekt inte genomförs eller att de blir mer utmanande och dyrare än planerat
- Potentiell brist på leverantörer av komponenter, eller låg kapacitet hos leverantörer i förhållande till efterfrågan, riskerar också att skapa flaskhalsar i utvecklingsprocesser

1) Kompetensförsörjning för elektrifiering - Kartläggning och analys, Energimyndigheten (2023)

För vissa vattenkraftsstationer kan även ökning av kapaciteten i nätanslutningen behövas vilket kan påverka ledtider för genomförande

UTMANINGAR

Elnätsanslutning

- Elnätsanslutningarna till vattenkraftstationer är ofta dimensionerade för den rådande installerade effekten. Om den planerade ökningen av effekt överstiger kvarvarande kapacitet i anslutningen kan nätförstärkning krävas
- Om nätförstärkning krävs behöver ledtiden samt eventuella kostnader tas i beaktande för projektplaneringen

MÖJLIGA KONSEKVENSER

- Lokala kapacitetsbegränsningar riskerar att förlänga tidsramen för att genomföra en effekthöjning i ett vattenkraftverk, vilket även påverkar den totala kostnaden

Innehåll

- Sammanfattning
- Introduktion - om vattenkraft i Sverige
- Potential för effektökning i vattenkraften
- Utmaningar i realisering av potential för effektökning i vattenkraften
- **Bidrag till reglerförmåga och balansering**
- Internationell utblick: utveckling av vattenkraften



En ökning av installerad effekt i vattenkraften kan öka vattenkraftens totala reglerförmåga och underlättar balansering av det svenska elsystemet

EN ÖKAD INSTALLERAD EFFEKT VATTENKRAFT KAN GE FLERTALET POSITIVA EFFEKTER TILL SVENSKA ELSYSTEMET

- Svk lyfter i sina scenarier att en ökad andel icke-planerbar elproduktion innebär ökad volatilitet och behov av både flexibilitet och ökat balanseringsbehov, särskilt i scenarier med mycket intermitternt elproduktion. Vattenkraften är i det sammanhanget av särskild betydelse som balanseringsresurs i det nordiska elsystemet då dess balanseringsbidrag är stort
- En ökning av den installerade effekten vattenkraft i systemet kan därmed ge flertalet positiva bidrag till svenska och nordiska elsystemet. I detta kapitel nämns ett flertal av dessa.

Ökning av reglerförmåga och balansering

- Vattenkraften är en viktig reglerresurs – analysen visar att en ökning av effekten sannolikt också ökar reglerförmågan hos vattenkraften
- I tillägg bidrar en effektökning i södra Sverige till balanseringsförmågan i de södra prisområdena (SE3/SE4)
- Rotationsenergin från en ökad installerad effekt i vattenkraften skulle också kunna bidra positivt till stabilitet i spänningsnivåer och elkvalitet

Förbättring av effektbalansen

- Effektbalansen för elsystemet som helhet kan förbättras med utbyggd kapacitet i vattenkraften
- I jämförelse med nivåerna i Svk:s LMA 2021, kan effektunderskottet som mest minskas med ~2 500 MW om fulla potentialen för effektökning realiserar

Möjliggörande av ytterligare installerad effekt intermitternt elproduktion

- Vattenkraftens förmåga att vara reglerkraft är viktig för balansering av intermitternt elproduktion
- Genom en ökning av reglerförmågan hos vattenkraften möjliggörs en högre kapacitet intermitternt elproduktion med bibehållen stabilitet i elsystemet
- AFRY:s analys visar att den landbaserade vindkraftens effekt kan öka med ~20-30% av den ökade vattenkraftens effekt med bibehållen ekonomisk effektivitet – med AFRY:s identifierade potential för vattenkraften motsvarar detta ~800-1 200 MW effektökning i vindkraften till och med 2050

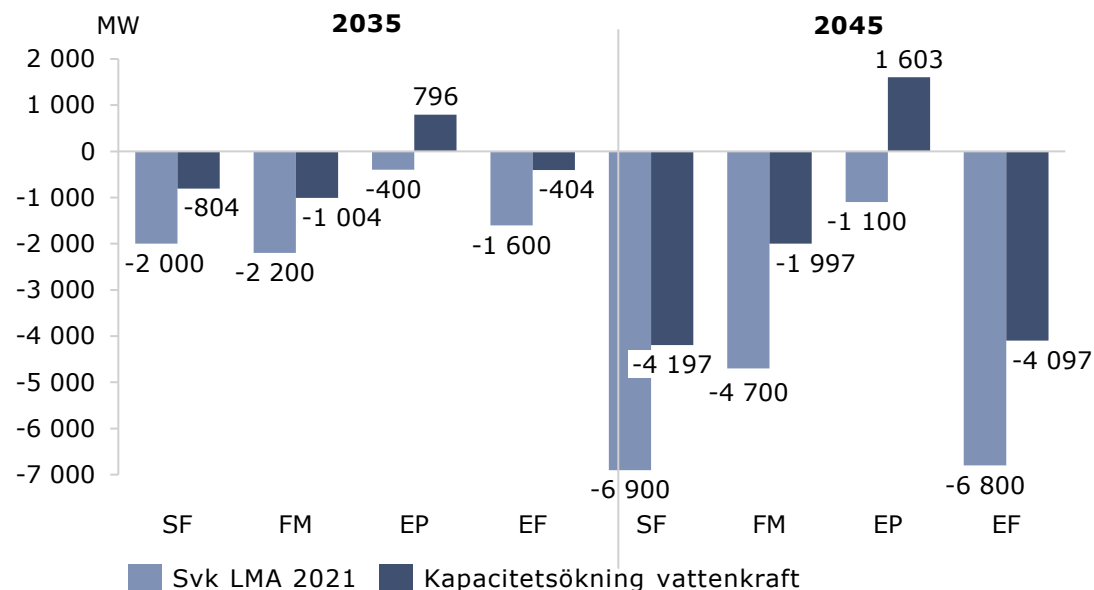
En ökning av installerad effekt vattenkraft bidrar till ökad reglerförmåga och balansering över olika tidsperioder och på olika platser i landet

	BESKRIVNING	PÅVERKAN
Balansering av elsystemet på nationell nivå	<ul style="list-style-type: none">– Vattenkraftens reglerförmåga bidrar dels till balansering av variationer över olika tidshorisonter (dygn, månad, timme), dels till frekvensreglering i drifttimmen	<ul style="list-style-type: none">– Ökning av vattenkraftens installerade effekt bidrar positivt till den övergripande reglerförmågan i elsystemet – den storskaliga vattenkraften bidrar särskilt till detta då de står för störst reglerbidrag i systemet. För att denna potential ska realiseras behöver miljötillstånden gällande flöden i vattendragen kunna anpassas för ökade och mer varierande flöden (m³/h)
Bidrag till rotationsenergi och tröghet	<ul style="list-style-type: none">– Vattenkraften bidrar med sina synkrongeneratorer till rotationsenergin (trögheten) i elsystemet. Detta är en viktig funktion som bidrar till att frekvensförändringar sker långsammare än annars, och underlättar att hålla stabilitet i elnätet	<ul style="list-style-type: none">– Ökning av vattenkraftens installerade effekt bidrar positivt till mängden rotationsenergi i elsystemet, särskilt genom installation av ytterligare aggregat, men även genom ökning av effekt och produktion från befintliga aggregat
Lokalt bidrag till effekt och självförsörjning	<ul style="list-style-type: none">– Då Sverige är indelat i fyra elprisområden med överföringsbegränsningar har den geografiska placeringen av elproduktion betydelse för prisnivåer, försörjningstrygghet och upprätthållande av lokal balans i elsystemet	<ul style="list-style-type: none">– Ovan nämns att effektökningar i den storskaliga vattenkraften störst bidrag till reglerförmågan i elsystemet nationellt. Men för reglerförmågan i södra Sverige, SE4, så är potentiella effektökningarna viktiga då området har ett underskott på produktionskapacitet och är beroende av import, särskilt under perioder kring topplasttimmar och med låg produktion från vindkraft, vilket kan skapa utmaningar. Som ett exempel gjorde begränsningar i transmissionskapacitet att importen av el från norr begränsades under topplasttimmen under vintern 2023/2024¹

1) Kraftbalansen på den Svenska elmarknaden, rapport 2024, Svenska kraftnät (2024)

En ökad effekt i vattenkraften skulle ge en betydande förbättring av effektbalansen i elsystemet, från ~ -6 800 MW i 2045 i *EF* till ~ -4 100 MW

EFFEKTBALANS STATISK METOD MED FLEX



Svk:s LMA-scenarier 2021

SF = Småskaligt Förnybart, FM = Färdplaner Mixat, EP = Elektrifiering Planerbart, EF = Elektrifiering Förnybart

Effektbalans i Sverige vid topplasttimme – *Svk LMA 2021* visar resultaten för modelleringen av effektbalans Svks LMA från 2021 (senaste året då den statistiska metoden tillämpades) och *Kapacitetsökning vattenkraft* visar effektbalansen med beräknade potentialen i vattenkraften medräknad

Källa: *Långsiktig marknadsanalys, Svenska kraftnät (2021)*

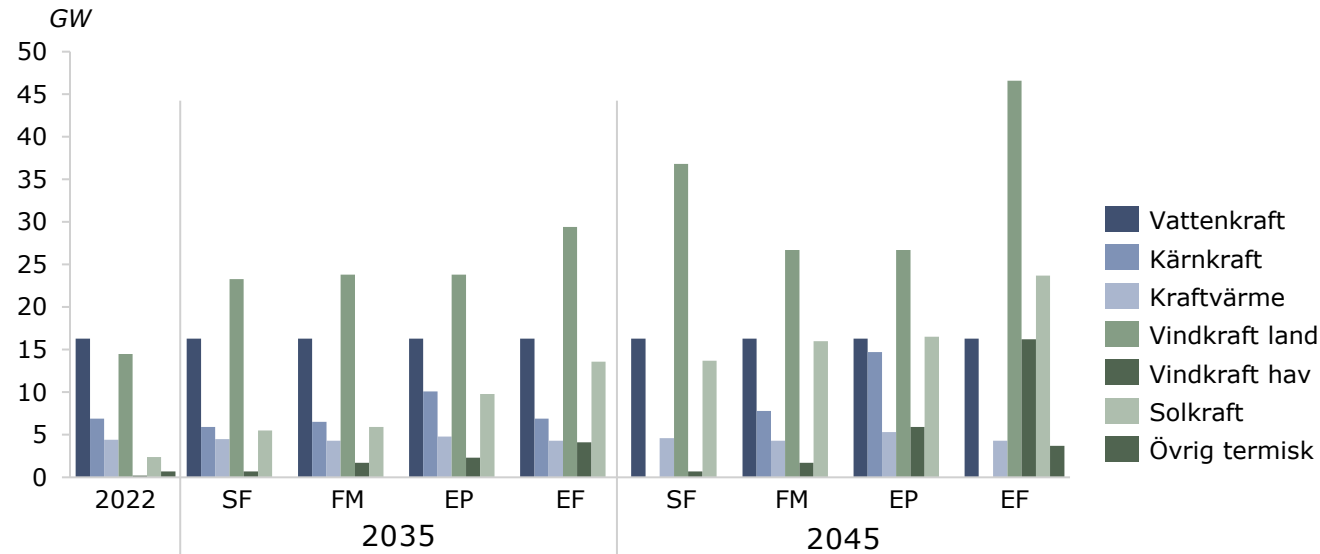
KOMMENTARER

- Analysen från Svks visar på negativ effektbalans för samtliga scenarier 2035 och 2045 (de år som inkluderas i rapporten)
- Vad analysen i detta arbete visar är att med en ökning av kapacitet i vattenkraften enligt potentialbedömningen så kan effektbalansen förbättras i båda tidsperspektiven, även om den fortsatt är negativ med undantag för *Elektrifiering planerbar*
- Denna förbättring motsvarar då en minskning av effektunderskottet under topplasttimmen med 75 % för *Elektrifiering förnybart* i 2035, eller med 40 % för *Elektrifiering förnybart* i 2045
- Denna analys tar hänsyn till den förväntade tillgängligheten i tillkommande vattenkraftseffekt under topplasttimmen med samma tillgänglighetstal som i Svks analys, 82 %
- Med en förbättrad effektbalans förbättras självförsörjningsgraden för Sveriges elsystem och beroendet av importer under topplasttimmen minskar. Det är svårbedömt hur utmanande ett stort importbehov vid topplasttimmen är, men beroendet ökar av tillgänglig transmissionskapacitet för import samt tillgänglig kraftproduktion i grannländer för export

Ökad installerad effekt i vattenkraft möjliggör ytterligare effekt intermittent elproduktion då reglerkraft är en nyckelutmaning i ett förnybart system

FÖRVÄNTAD UTVECKLING AV SVENSKA ELSYSTEMET OCH UTMANINGAR

- I samtliga av Svk:s scenarion från senaste långsiktiga marknadsanalysen (2024) förväntas intermittent elproduktion att öka kraftigt i installerad effekt och produktion. Till största del rör det sig om vindkraft men även solkraft. Vattenkraftens effekt antas samtidigt vara oförändrad¹
- Som Svk nämner i sina scenarier innebär en ökad andel icke-planerbar kraftproduktion ökad volatilitet och behov av både flexibilitet och ökat balanseringsbehov, särskilt i scenarier med mycket intermittent elproduktion¹



Vattenkraftens reglerbidrag möjliggör intermittent elproduktion

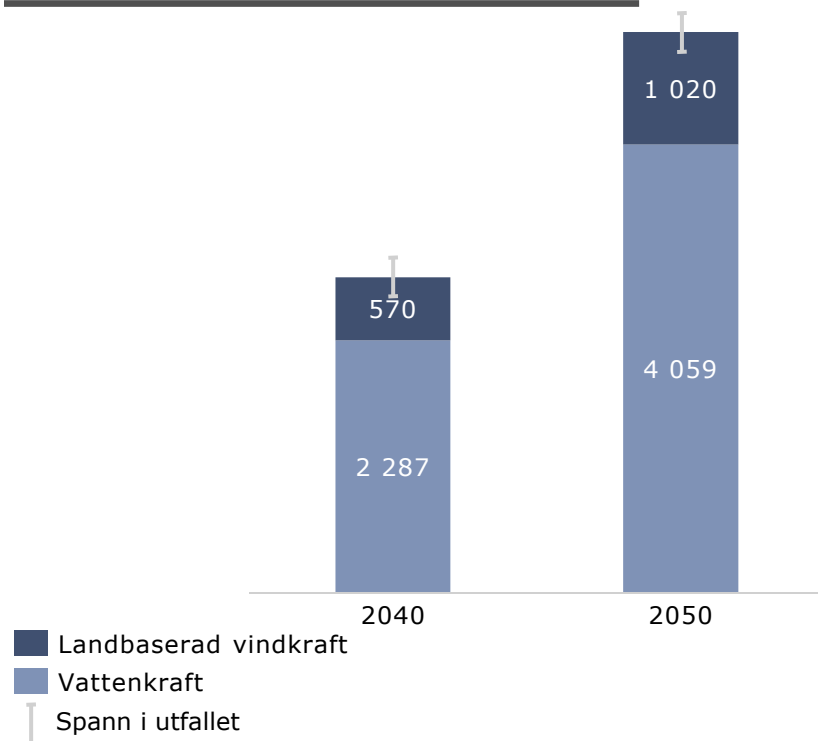
- En ökad installerad effekt i vattenkraften skulle som nämnts på föregående sidor bidra positivt till både reglerförmåga, effektbalansen och stabiliteten i elnätet
- Den ökade reglerförmågan och balanseringen bidrar också positivt till den ekonomiska effektiviteten i vindkraften genom att priset också blir mer stabilt och intjäningen för vindkraften, eller erhållet pris över tid, kan förbättras
- På så sätt är vattenkraften en möjliggörare för utvecklingen av ett stabilt och balanserat elsystem med mer intermittent elproduktion. En ytterligare ökning av effekt och produktion från vattenkraft genom kapacitetsökningar bidrar därmed ytterligare till denna förmåga och möjligheten att balansera ett elsystem med mer intermittent elproduktion

1) Långsiktig marknadsanalys, Svenska kraftnät (2024)

Den landbaserade vindkraftens effekt kan öka med ~20-30 % av den ökade vattenkraftens effekt med bibehållen ekonomisk effektivitet

POTENTIAL FÖR EFFEKTÖKNING ÖVER TID – KUMULATIV (MW)

Illustration: effektökningen i vindkraften (mörkblå) motsvarar mittpunkten i utfallsspannet



KOMMENTARER

- Som nämnts på föregående sida kan ökad effekt i vattenkraften bidra positivt till ekonomisk effektivitet för vindkraften
- För att analysera vilket bidrag till ökad effekt i vindkraft som en effektökning i vattenkraft kan ge har AFRY modellerat detta i elmarknadsmodellen BID3
 - Detta är baserat på den identifierade potentialen i vattenkraften över tid, samt den positiva effekten på den ekonomiska effektiviteten i vindkraft genom att reglera elbalansen så att timmar med väldigt hög vindkraftsproduktion kan balanseras ut bättre
- Analysen visar att den landbaserade vindkraftens effekt kan öka med ~20-30 % av den ökade vattenkraftens effekt, med bibehållen ekonomisk effektivitet
 - Således kan varje ökad MW vattenkraft ge 0.2-0.3 MW ökad landbaserad vind
 - Detta uppskattas genom analys av den relativa mängd *curtailment*, eller nedreglering, för vindkraften i modelleringen (se mer på nästa sida)
- Med AFRY:s identifierade potential för effektökning i vattenkraften är den sammanlagda potentialen till effektökning i den landbaserade vindkraften ~800-1 200 MW till och med 2050
- Siffrorna är behäftade med stor osäkerhet, men baseras på AFRY:s analys utifrån tillgänglig information vid tillfället för rapportens skrivande. Analysen är en förenklad modellering och resultatet ska som sådant tolkas som en indikativ bedömning snarare än en exakt effektnivå

Den landbaserade vindkraftens effektökning, möjliggjord av vattenkraftens effektökning, har uppskattats genom ekonomisk analys i AFRY:s modell BID3

METOD

- För att uppskatta hur mycket mer effekt landbaserad vindkraft som kan möjliggöras av mer effekt vattenkraft i Sverige har en analys kring ekonomisk effektivitet genomförts över tid och per elprisområde
- Analysen har genomförts i fyra steg i AFRY:s energimarknadsmodell BID3
 - I steg 1 har det identifierats hur mycket nedreglering av produktion, *curtailment*, av landbaserad vind som sker i AFRY:s grundscenario (centrala scenario) över tid och per elprisområde
 - Denna nivå av *curtailment* bibehåller ekonomisk effektivitet för den landbaserade vindkraften i modelleringen
 - I steg 2 har den identifierade potentialen för ökning av vattenkraften över tid och per elprisområde lagts till i modellen
 - eftersom vattenkraften bidrar med balansering av elsystemet har nivån av *curtailment* för den landbaserade vindkraften minskat
 - I steg 3 har den landbaserade vindkraften i modellen successivt ökats i iterationer till dess ursprungliga nivå av *curtailment* igen uppnås och därmed ursprungliga nivå av ekonomisk effektivitet har nåtts
 - I steg 4 har ökningen i landbaserad vindkraft över tid jämförts med historisk utbyggnadstakt för att säkerställa resultatets rimlighet

AVGRÄNSNINGAR

- Analysen har avgränsats på följande sätt:
 - Elbehovet och transmissionskapacitet i stamnätet har inte ändrats jämfört med AFRY:s centrala scenario. I realiteten så är dynamiken mer komplex och en ökning av kapacitet i både vindkraft och vattenkraft ger då ökade incitament för ytterligare elförbrukning. Vilket också minskar behovet av *curtailment*
 - Modelleringen har gjorts för ett väderår, ett väderår har valts som är representativt i termer av både elproduktion från vattenkraft och vindkraft och elpris för att göra resultatet representativt
 - Hänsyn har inte tagits till möjligheten för vindprojekten att få tillstånd, elnätsanslutningar etc. som i realiteten kan vara begränsande faktorer för denna utveckling

Begreppsförklaring *Curtailment*: Reglering i modelleringen av elproduktion, detta är ekonomisk nedreglering i modelleringen och relaterad till timmar i modelleringen då elproduktionen blir väldigt hög i förhållande till efterfrågan, och elpriset därmed lågt, och all vindkraft genererar därmed inte elektricitet då produktion överstiger behovet

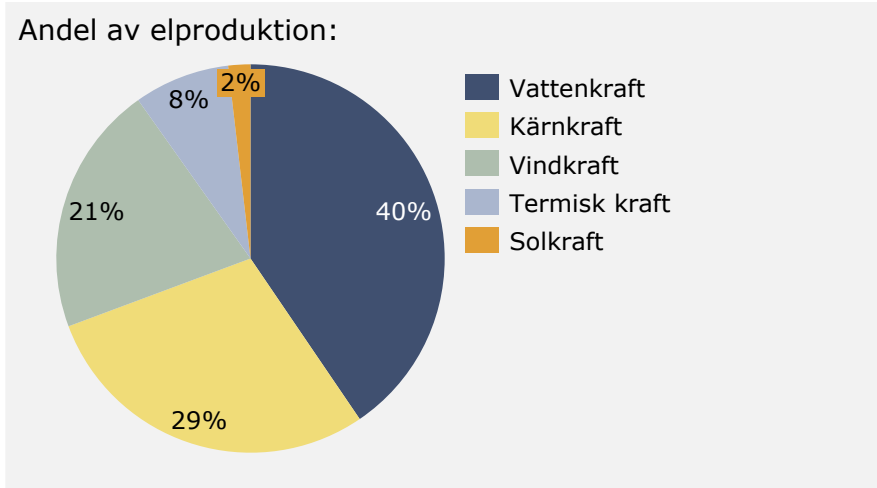
Innehåll

- Sammanfattning
- Introduktion - om vattenkraft i Sverige
- Potential för effektökning i vattenkraften
- Utmaningar i realisering av potential för effektökning i vattenkraften
- Bidrag till reglerförmåga och balansering
- **Internationell utblick: utveckling av vattenkraften**





I Sverige står vattenkraften för 40 % av elproduktionen – den storskaliga vattenkraften kan reglera sin produktion över olika tidshorisonter



KARAKTÄR HOS VATTENKRAFTSPRODUKTIONEN

- Sveriges elproduktion domineras av vattenkraft, kärnkraft och vindkraft – år 2023 stod vattenkraften för 40 % av elproduktionen
- Vattenkraftens elproduktion från år till år varierar något vilket främst har att göra med hydrologin (tillrinningen av vatten till vattenkraftverken) – under s.k. våtar med mycket tillgängligt vatten producerar vattenkraften mer el än under torrår
- Det byggs idag få helt nya vattenkraftverk i Sverige – de flesta större vattenkraftverken byggdes under 1950-, 60-, och 70-talen, och många är över hundra år gamla
- Vattenkraften är i hög grad flexibel och bidrar med viktig reglering av elsystemet
- I Sverige finns över 2 000 vattenkraftverk, där ~200 är storskaliga (≥ 10 MW) och ~1 900 är småskaliga (< 10 MW)
- Den storskaliga vattenkraften lagrar vatten i magasin och kan reglera sin produktion över olika tidshorisonter, medan den småskaliga vattenkraften i regel saknar magasin och är s.k. strömkraftverk

Produktion (2023): 66 TWh

Installerad effekt (2023): 16.4 GW

Antal verk: ~2 000 st

Storskaliga vattenkraftverk med över eller lika med 10 MW i effekt står för 94 % av vattenkraftens installerade effekt

Källa: Energimyndigheten (2023), Energiföretagen (2024)

Det finns begränsad utbyggnadspotential i vattenkraften i samtliga jämförda länder, men nationella mål möjliggör marginell ökning



Norge



Finland



Schweiz

Övergripande slutsats

Utbyggnad av vattenkraft sker i mindre skala, inkluderas i nationell strategi för ny elproduktion, hårdare miljökrav kopplat till EU:s ramdirektiv för vatten innebär dock en risk för produktionsvolymen

Vattenkraftspotentialen är i stort utbyggd, modernisering och renovering kan ge viss ökning, hårdare miljökrav kopplade till EU:s ramdirektiv för vatten skapar osäkerhet i branschen

Vattenkraftspotentialen är i stort utbyggd, finns vissa nya verk, modernisering och renovering kan ge viss ökning, nationell plan är en möjlighet men risker finns samtidigt kring tillstånd

Vattenkraftens roll

Norges elproduktion är dominerad av vattenkraft, den utgör ~90% av elproduktionen och är i hög grad reglerbar

Vattenkraften utgör ~20% av elproduktionen i Finland, agerar i hög grad som reglerkraft för att balansera intermittent elproduktion idag

Vattenkraften i Schweiz utgör lite drygt hälften av elproduktionen (57 %), vattenkraften utgör till stor del reglerbar baskraft i landet

Utvecklingspotential

Begränsad utbyggnadspotential i ny vattenkraft, men en mindre del kapacitet tillkommer genom nybyggnation och uppgraderingar av befintliga stationer

Begränsad, en stor del av potentialen för vattenkraftproduktion är redan utbyggd, begränsning kopplad till miljöskydd. Mindre kapacitetsökningar kan nås genom modernisering och renovering av befintliga vattenkraftverk

Begränsad – en stor del av potentialen är redan utbyggd, få lämpliga platser, utmaningar kring lönsamhet, miljöskydd är hinder, några projekt för utbyggnad är pågående, potential finns i uppgraderingar av befintliga stationer

Stödsystem

Inga stödsystem, men utbyggnadsmål

Stödprogram Energy Aid applicerbart inom vattenkraft, med fokus på framför allt pumpkraft

Inga stödsystem, men framtagande av nationell strategisk reserv för vattenkraft samt nationell plan för nybyggnation av vattenkraft

Hinder

EU:s ramdirektiv för vatten ställer hårdare miljökrav och riskerar att leda till 1 TWh/år i tappad elproduktion från vattenkraft

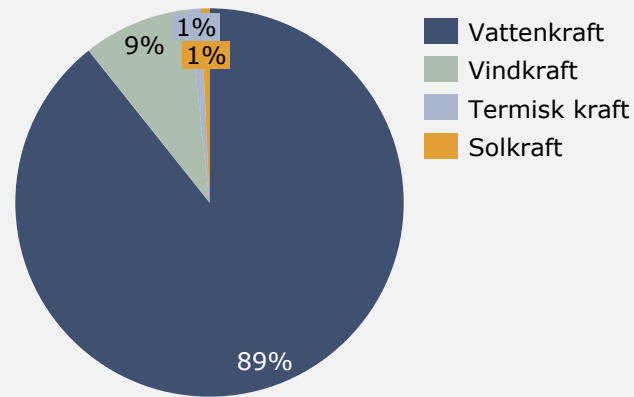
EU:s ramdirektiv för vatten ställer hårdare miljökrav och implementationen i Finland är inte klargjord vilket skapar osäkerhet. I tillägg så är tillståndprocesser för vattenkraft utmanande

Tillståndprocesser kring både ny och renoverad vattenkraft kan vara utmanande, miljöskydd och konkurrerande intressen är huvudorsaker



I Norge står vattenkraft för omkring nio tiondelar av elproduktionen – utbyggnad pågår inom småskalig vattenkraft, potential om ~20 TWh finns

Andel av elproduktion:



Produktion (2023): 136 TWh

Installerad effekt (2023): 34.6 GW

Antal verk: över 1 700 st

Vattenkraftverk med över 20 MW i installerad effekt står för 84% av kapaciteten

Källa: Statistics Norway, NVE

KARAKTÄR HOS VATTENKRAFTSPRODUKTIONEN

- Norges elproduktion är dominerad av vattenkraft, då den utgör ~90% av elproduktionen, med fluktuationer över tid kopplat till hydrologi
- I Norge finns över 1 700 vattenkraftverk, med och utan reglerförmåga¹
- Norges vattenkraftskapacitet är i hög grad flexibel både på kort och lång sikt och fungerar som en effektiv form av energilagring
- Lagringskapaciteten i dammar motsvarar ~2/3 av normalårsproduktionen från vattenkraft, vilket är en väldigt hög andel

ÖVERGRIPANDE POTENTIAL FÖR UTVECKLING AV VATTENKRAFTEN

- Det mesta av vattenkraftspotentialen i landet är redan utbyggd, men nya investeringar görs fortfarande – främst i nya småskaliga anläggningar och uppgraderingar av befintliga anläggningar
- Sedan 2019 till 2023 har 1 400 MW i kapacitetsökningar i vattenkraft tillkommit i Norge, bestående till 2/3 av nya anläggningar, 1/3 av uppgradering av befintliga anläggningar²
- Den teknoekonomiska potentialen för ytterligare vattenkraft i Norge uppskattas av NVE till 22-23 TWh³. Denna uppskattning inkluderar inte potential i skyddade områden, som utgör ytterligare ~50 TWh. För att möjliggöra mer utbyggnad har NVE direktiv att prioritera stora reservoarprojekt för handläggning av koncessionsansökningar och vissa vattendrag i skyddade områden kan även komma att utvecklas under särskilda omständigheter

1) NVE (2024), 2) NVE (2024) 3) *Hva er egentlig potensialet for opprusting og utvidelse av norske vannkraftverk?*, NVE (2020)



Kapacitetsökning kan nås genom renovering och utbyggnad av kraftverk – vattenkraften inkluderad i mål om ökad elproduktion

HUVUDSAKLIGA ÅTGÄRDER FÖR EFFEKTÖKNING

- Kapacitetsökningar kan nås genom att dels renovera gamla turbiner i existerande kraftverk, men även genom utbyggnad av vattenkraften genom t.ex. byggnation av nya stationer eller att leda över vatten från vattendrag utan vattenkraftverk
- Genom uppgradering och renovering av befintliga stationer kan ökningsgrad och effekt nås. Åtgärderna som genomförs är då exempelvis byte av löphjul och/eller aggregat samt ökning av slukförmåga. Modernisering och upprustning kan också resultera i ökningsgraden i kraftverk

NATIONELLA STRATEGIER, STÖDSYSTEM FÖR INVESTERINGAR I VATTENKRAFT

- Ett nationellt mål om ny elproduktion har lagts fram av regeringen, innefattande 40 TWh ny elproduktion (en ökning om ~25%), något som dock bedöms som en utmanande ambitionsnivå, bl.a. av NVE²
- I detta mål inkluderas 5-10 TWh vattenkraft, ungefär hälften av vattenkraftens bedömda tekno-ekonomiska utbyggnadspotential

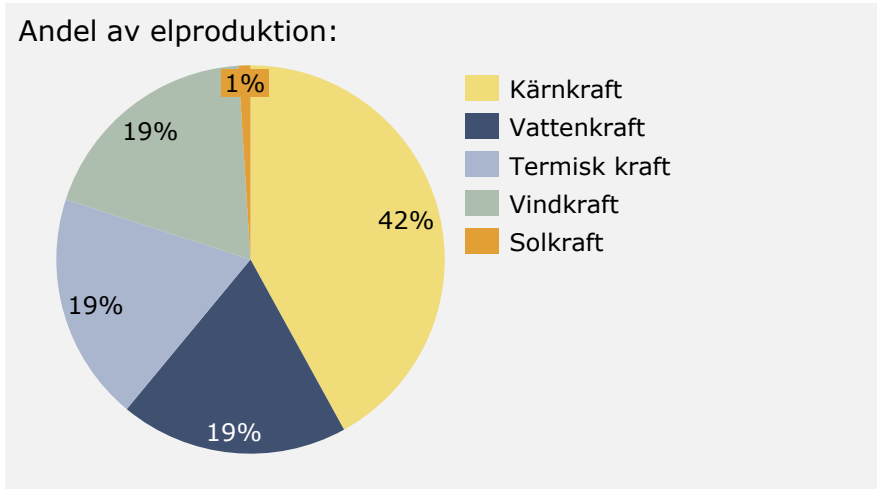
HINDER FÖR VATTENKRAFTENS UTVECKLING

- Norge har antagit EU:s ramdirektiv för vatten (WFD). Direktivets främsta mål är att bibehålla eller förbättra kvaliteten på ytvatten, grundvatten och kustvatten i Europa. De norska myndigheterna har utfärdat en motsvarande vattenförordning som säkerställer det nationella genomförandet av EU-direktivet.
- För att följa ramdirektivet för vattenkraft utreds för närvarande tillstånden för vattenkraft, med strängare miljökrav. NVE har uppskattat att nya krav kommer att minska den genomsnittliga årliga produktionen från vattenkraft i Norge med cirka 1 TWh fram till 2030, medan både högre och lägre uppskattningar finns. Förutom potentiella produktionsförluster kan flexibiliteten i produktionen minska¹

1) Kraftproduksjon i Norden til 2040, NVE (2019), 2) Mer av alt – raskere (NOU 2023:3), Regjeringen (2023)



I Finland står vattenkraften för omkring en femtedel av elproduktionen – fredade älvar begränsar större ökning av elproduktionen från vattenkraft



Produktion (2023): 15 TWh

Installerad effekt (2023): 3.2 GW

Antal verk: ~250 st

Vattenkraftverk längs med Finlands sex största floder står för ~96% av kapaciteten

Källa: Finnish Energy Authority, Statistics Finland, Pohjolan Voima

KARAKTÄR HOS VATTENKRAFTSPRODUKTIONEN

- Vattenkraften utgör ~20 % av elproduktionen i Finland, där den exakta andelen varierar mellan åren på grund av i huvudsak hydrologin
- Vattenkraftskapaciteten är uppdelad mellan anläggningar som kan reglera vattenflödet och lagra vatten över säsong, samt anläggningar som inte kan reglera vattenflödet mer än under kortare perioder, exempelvis under dagen. Merparten av den finska vattenkraftskapaciteten kan inte reglera vattenflödet.
- Vattenkraftens produktion har över tid skiftat mer från karaktären av baskraft till reglerkraft för att balansera en ökande andel intermitterent elproduktion

ÖVERGRIPANDE POTENTIAL FÖR UTVECKLING AV VATTENKRAFTEN

- En stor del av potentialen för vattenkraftproduktion är redan utbyggd, med en begränsning av ytterligare potentiell kapacitet som kan byggas till stor del kopplat till miljöskydd
- Merparten av de återstående finska vattendragen är fredade, varför det är osannolikt att ny konventionell vattenkraft utvecklas i Finland – potentialen är begränsad till små kapacitetsökningar genom renovering av gamla turbiner
- Sedan 2000 har vattenkraftskapaciteten ökat med 200 MW – denna ökning har åstadkommits genom modernisering och renovering av befintliga vattenkraftverk
- Utvecklig av pumpkraft kan komma att ske framöver, då det finns projekt i landet där det utreds¹

1) Kemijoki (2024)



I huvudsak kan kapacitetsökning nås genom renovering av existerande kraftverk – stödprogram finns för investeringar inom nya teknikområden

HUVUDSAKLIGA ÅTGÄRDER FÖR EFFEKTÖKNING

- Till största del kan kapacitetsökningar nås genom att renovera gamla turbiner i existerande vattenkraftverk
- Genom uppgradering och renovering av befintliga stationer kan ökningsgrad och effekt nås. Åtgärderna som genomförs är då exempelvis byte av löphjul och/eller aggregat
- Vid vissa anläggningar kan dock möjligheten till större löphjul finnas, vilket kan ge kapacitetsökningar kring 20 %. I ett fåtal kraftverk finns möjligheten till ytterligare aggregat vilket även det kan ge ytterligare effekt, om tillstånden tillåter nya flöden
- Visst momentum kan skönjas för investeringar i vattenkraft, i huvudsak för att öka reglerförmåga i befintliga verk

HINDER FÖR VATTENKRAFTENS UTVECKLING

- Implementationen av EU:s ramdirektiv för vatten (WFD) är en utmaning för utvecklingen, främst då det skapar en osäkerhet då den exakta implementeringen ännu inte är klarlagd. I nuläget pågår arbete med detta och förändringar kan komma, samtidigt som lagstiftningen kring vattenkraft och deras existerande tillstånd är robust, med liten möjlighet till påverkan på existerande tillstånd. Sammantaget skapar detta osäkerhet kring påverkan på befintlig och kommande vattenkraft
- Utöver detta är tillståndsprocesser utmanande i vissa fall, främst i de fall då renoveringar leder till ändringar i vattenflöden eller nivåer utanför nuvarande tillstånd. Dessa processer kan dels vara relativt långa (1-2 år) för befintliga kraftverk, samt att utfallet kan vara osäkert, ofta relaterat till intressekonflikter med lokalt miljöskydd

NATIONELLA STRATEGIER, STÖDSYSTEM FÖR INVESTERINGAR I VATTENKRAFT

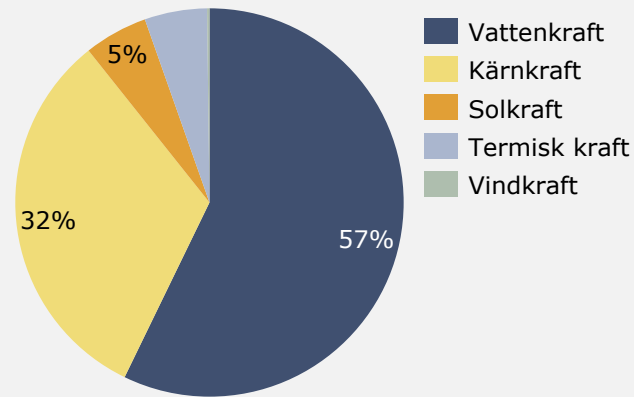
- Det finns idag stödprogram på plats för investeringar i energisektorn i Finland, *Energy aid*. Projekt inom vattenkraft kan vara berättigade till detta stöd om projektet innehåller inslag av ny teknik, och dessa projekt inte hade blivit av utan detta stöd. Detta stödprogram är giltigt för tillämpningar inom vattenkraft med emfas på framför allt pumpkraft – projekt för ökad reglerbarhet kan inkluderas om kraven på ny teknik uppfylls¹
- I tillägg så ser nuvarande regering positivt på vattenkraft och på senare tid har vattenkraften kommit att behandlas mer likartat med vind- och solkraft som ett hållbart kraftslag från regulatoriskt håll, inklusive inkludering i stödprogram ovan. Detta är något av ett skifte mot hur det har sett ut de senaste åren

1) Ministry of Economic Affairs and Employment (2024) Finland; Statsrådet Finland (2024)



I Schweiz står vattenkraft för drygt hälften av elproduktionen – idag finns begränsad möjlighet till större ökning av elproduktion från vattenkraft

Andel av elproduktion:



Produktion (2023): 40.8 TWh

Installerad effekt (2023): 16.5 GW

Antal verk¹: 705 st., varav 21 är pumpkraftverk

Vattenkraftverk med över 10 MW i installerad effekt står för 94 % av kapaciteten

Källa: Swiss Federal office of Energy

KARAKTÄR HOS VATTENKRAFTSPRODUKTIONEN

- Vattenkraften i Schweiz utgör lite drygt hälften av elproduktionen, exakta andelen varierar med hydrologin
- Öreglerbara kraftverk, utan fördämning, står för ~50 % av elproduktionen från vattenkraften, kraftverk med dammar för knappt 50 %, och en mindre del från pumpkraft (~5 %)²
- Vattenkraften utgör till stor del reglerbar baskraft i landet – den hittills begränsade utbyggnaden av intermitterent produktion innebär att reglerbehovet från vattenkraft inte har förändrats så mycket över tid

ÖVERGRIPANDE POTENTIAL FÖR UTVECKLING AV VATTENKRAFTEN

- En stor del av den ekonomiska potentialen för vattenkraftproduktion är redan utbyggd, med en begränsning av ytterligare potentiell kapacitet som kan byggas på grund av få lämpliga platser, utmaningar kring lönsamhet samt lagar kring miljöskydd och konkurrens kring användning av vattenvägar för andra ändamål (t.ex. jordbruk, transporter)
- Det finns dock ett par projekt pågående för ny vattenkraft i landet, där totalt ~147 MW förväntas tas i drift kommande år, i huvudsak öreglerbara vattenkraftverk²
- Utöver det bedöms en liten potential finnas i uppgradering/renovering av existerande vattenkraftverk
- 2016 togs ett nytt pumpkraftverk på 900 MW i drift³, i övrigt har kapacitet i stort varit oförändrad de senaste tio åren

1) Effekt över 300 kW, Källa: BFE (2024) 2) Swiss federal office of energy (2024) 3) Nant de Drance, källa: SWI swissinfo.ch (2024)



Vattenkraft stöds genom en ny energilag och ny strategisk reserv med vattenkraft, men hinder kvarstår i praktiken kring utbyggnad av produktion

HUVUDSAKLIGA ÅTGÄRDER FÖR EFFEKTÖKNING

- Kapacitetsökningen som kan nås är till stor del beroende av dels platspecifika förutsättningar, samt även hydrologin
- Genom uppgradering och renovering av befintliga stationer kan dock ökningarna i verkningsgrad nås, vilket kan få effekt på produktionsvolymen i spannet 3-6 %. Åtgärderna som genomförs är ex. byte av löphjul och/eller aggregat
- Det har funnits exempel då enskilda, äldre stationer har kunnat öka sin kapacitet med 20-30 %, då kopplat till större förändringar såsom nya aggregat, ökad slukförmåga

HINDER FÖR VATTENKRAFTENS UTVECKLING

- Bristen på lämpliga platser för utbyggd vattenkraft, ekonomiska förutsättningar samt miljötillstånd är de huvudsakliga hindren som utbyggd vattenkraft står inför
- Utöver det behöver hänsyn tas till lokala miljöförutsättningar inkl. tillåtna flöden i floderna och förutsättningar för fiskbeståndet
- Tillståndsprocesserna för ny och utbyggd vattenkraft har kunnat bli långa och svåra. Utmaningen kring tillstånd är i stort kopplad till intressekonflikter mellan elproduktion och lokalt miljöskydd, och i vissa fall turism

NATIONELLA STRATEGIER, STÖDSYSTEM FÖR INVESTERINGAR I VATTENKRAFT

- Mot bakgrund av energikrisen 2020-2021 initierades initiativ kring att stärka Schweiz försörjningstrygghet inom elproduktion, däri ingick att ta fram en nationell strategisk reserv för bl.a. vattenkraft
- En ny energilag från april 2024, med syfte att möjliggöra mer elproduktion från vattenkraft, solkraft och vind, innehåller flertalet delar med bäring på vattenkraft
- En nationell plan har tagits fram för nya vattenkraftverk på totalt 16 tilltänkta platser, där även miljöaspekter tagits in i bedömningen. Trots det gör de kommersiella förutsättningarna och möjligheten att få tillstånd för byggnation att det kan bli utmanande att realisera alla dessa i praktiken¹
- I energilagen ges regeringen mandat att ge tillstånd om det bedöms kritiskt från ett nationellt energiperspektiv – i praktiken är dock bedömningen att det är låg sannolikhet att detta nyttjas

1) SWI Swissinfo.ch (2024); AFRY analys

KONTAKTUPPGIFTER

Marcus Dingle
Manager

AFRY Management Consulting Energy, Sverige

Stockholm | Sweden
marcus.dingle@afry.com

Anna Pehrsson
Director

AFRY Management Consulting Energy, Sverige

Stockholm | Sweden
anna.pehrsson@afry.com