

# Färdplan för smarta energisystem

Uppdaterad 250311





### Uppdateringar gjorda efter färdplanens antagande:

250311 Sid 31-32 om storskaliga batteriers flexibilitet.

Falun December 2024

### Beslut om antagande

Färdplanerna har antagits av Dalarnas energi- och klimatråd...

Rådet leder arbetet inom Energiintelligent Dalarna och har en bred representation från bland annat näringsliv och offentliga organisationer inom klimat- och energistrategins sju olika sektorer.

### Koppling till Dalastrategin

Färdplanerna inom Energi- och klimatstrategin är en del i genomförandet av Dalarnas regionala utvecklingsstrategi 2030 "Tillsammans för ett hållbart Dalarna".





## Förord

### En färdplan för Dalarnas energi- och klimatstrategi

Dalarnas energi- och klimatstrategi är en central del av genomförandet av Dalarnas regionala utvecklingsstrategi. Strategin genomförs i sju sektorer; Energisystem, Byggnad och Boende, Produktion, Transport, Jord- och skogsbruk, Konsumtion och Innovation. För varje sektor tas en eller flera färdplaner fram som ska visa hur vi ska nå energi- och klimatmålen för respektive sektor.

Dalarnas energi- och klimatstrategi har ett övergripande mål att bidra till det nationella målet om nettonollutsläpp 2045, vilket i praktiken innebär att all fossil energi behöver fasas ut.

Inom sektorn Energisystem har Dalarnas elnätägare inom det regionala samverkansforumet EFFEKT4Dalarna tagit fram färdplanen ”Trygg fossilfri elförsörjning” som en fördjupad plan för elektrifiering. Dalarnas energibolag har lett arbetet med att ta fram en övergripande färdplan för hur de kan och vill bidra till energi- och klimatomställningen. Denna färdplan, ”Färdplan för smarta energisystem”, utvecklar och konkretiserar de tidigare.



### En färdplan för innovationsstrategin

I Dalarnas nyligen framtagna innovationsstrategi, ”Strategi för hållbar smart specialisering”, är smarta energisystem ett av fem prioriterade branchöverskridande kunskapsområden där Dalarna kan erbjuda spetskompetens hos både företag och innovationsfrämjare.

Arbetet inom respektive kunskapsområde kommer bedrivas utifrån en plattform där relevanta aktörer samverkar och samordnar mål och resurser för att skapa en gynnsam miljö för innovation, entreprenörskap och kompetensförsörjning för att nå visionen för kunskapsområdet.

Denna färdplan, ”Färdplan för smarta energisystem”, är även den övergripande planen för hur kunskapsområdet smarta energisystem i Dalarnas regionala innovationsstrategi ska drivas framåt. Den skapar en gemensam riktning som möjliggör tydliga prioriteringar och insatser till nytta för regionens näringsliv och konkurrenskraft.

### Målgrupp

Färdplanens målgrupp är energibolag, elnätägare, kommuner, regionala myndigheter, näringslivsrepresentanter, m fl aktörer som har en roll i att ställa om Dalarnas energisystem.

### Processen

Färdplanen har tagits fram av länsstyrelsen som en del i samverkansforumet EFFEKT4Dalarna.





Forumet EFFEKT4Dalarna har bestått av en operativ grupp som drivit projektet EFFEKT4Dalarna, storforum med bred representation från olika organisationer samt en nybildad strategisk grupp. I dessa grupper ingår representanter från energibolag, elnätägare, energiproducenter, länsstyrelsen, Region Dalarna, High Voltage Valley m fl organisationer. Färdplanen har förankrats i dessa grupperingar och den strategiska gruppen har beslutat om den.

Projektet EFFEKT4Dalarna har, genom konsultföretagen RISE och Industriell Laststyrning bidragit med underlag för energibalanser. De delar som rör innovation och smart specialisering har tagits fram tillsammans med Högskolan Dalarna och Dalarna Science Park.





# Innehåll

1	Bakgrund.....	6
2	Utmaningen.....	8
3	Nuläge.....	9
4	Energibehov.....	11
5	Möjligheter.....	18
	Energiproduktion.....	18
	Kraftvärme/Fjärrvärme/Restvärme.....	21
	Hushållning.....	23
	Flexibilitet.....	23
	Elnät med ökad överföringskapacitet.....	34
	Ledarskap och samverkan.....	34
	Kunskapshöjning och attityder.....	35
	Energiplanering.....	37
	Forskning och innovation.....	40
	Kompetensförsörjning.....	43
6	Energibalanser.....	44
	Energibalans.....	44
	Elbalans.....	46
	Effektbalans.....	48
7	Vision och mål.....	52
8	Åtgärdsområden.....	54
9	Projektportfölj.....	59
10	Färdplanens genomförande.....	60
	Bilaga.....	61





# 1 Bakgrund

## EFFEKT4Dalarna

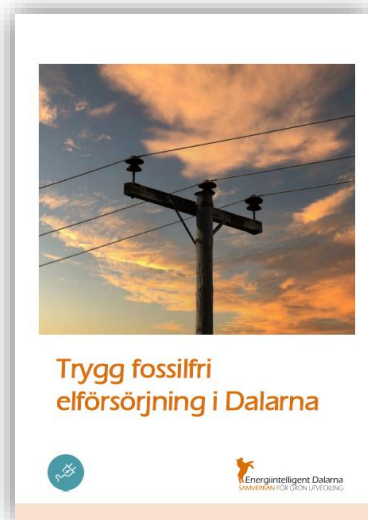
Under 2020, med start redan 2019, skapades samverkansforumet EFFEKT4Dalarna i syfte att kraftsamla kring elnätens utmaningar och den pågående elektrifieringen. I forumet ingår representanter från alla lokala och regionala elnätägare samt länsstyrelsen och Region Dalarna. Även högskolan och Svenska Kraftnät har varit representerade.

Forumet består av en operativ arbetsgrupp med elnätchefer, kompletterat med arbetsgrupper för specifika frågor. Vid behov genomförs storforum när andra organisationer bjuds in för samverkan.

## Trygg fossilfri elförsörjning i Dalarna

Under 2020 genomfördes inom EFFEKT4Dalarna, med stöd av konsulter, en förstudie om Dalarnas elförsörjning. Det resulterade i rapporten ”Trygg fossilfri elförsörjning i Dalarna”. Det är ett kunskapsunderlag och med konkreta åtgärder som behövs för att klara den framtida elförsörjningen. Färdplanen presenterades vid en större regional konferens 2021.

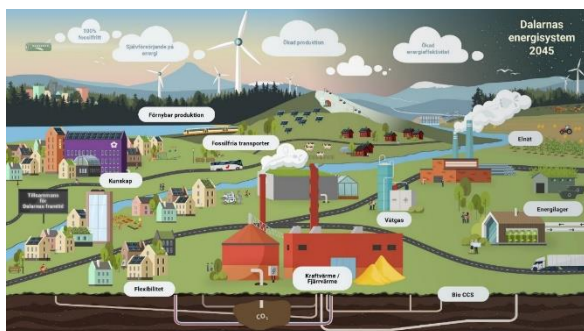
Elnätägarnas mål för färdplanen är att åta sig ”att möjliggöra leverans av samhällets ökade efterfrågan på fossilfri robust elförsörjning i den takt som behövs för att nå ett klimatneutralt och konkurrenskraftigt Dalarna, senast 2045.”



## Färdplan för energisystem i Dalarna

Dalarnas energibolag tog på eget initiativ ledningen i att ta fram en färdplan för sektorn energisystem, som en del i genomförandet av den regionala energi- och klimatstrategin. Det visar vilka självklara centrala aktörer de är i omställningen av energisystemet. I färdplanen identifieras områden som är viktigast för dem att fokusera på för att bidra till omställningen. Den antogs under 2022 av Dalarnas energi- och klimatråd.

Energibolagen i Dalarnas storslagna vision är ”Tillsammans leda energi- och klimatomställningen för Dalarnas framtid”. Målen i färdplanen är:



- Elproduktionen i Dalarna behöver mer än fördubblas till 2045
- 2045 producerar Dalarna minst den energi som används i regionen
- Produktionen i Dalarna ska vara helt fossilfri 2045
- Skapa förutsättningar för energieffektivisering i Dalarna





## Dalarnas innovationsstrategi

Dalastategin betonar vikten av ett gynnsamt innovationsklimat genom målsättningen att Dalarna år 2030 ska ”ha en hög innovationskraft som möter samhällsutmaningar och utvecklar såväl näringsliv som välfärd”. Det ska uppnås genom samverkan, starka FoI-miljöer samt kunskapsintensiva företag med innovationskapacitet. För att möta globala och breda samhällsutmaningar, ta tillvara möjligheter och hitta lösningar krävs enligt regeringen att den regionala utvecklingspolitiken bidrar till Sveriges omställning.

Region Dalarna har lett arbetet med att ta fram en regional strategi för innovation och smart specialisering. Den antogs politiskt under 2023.

Strategin fokuserar på fem prioriterade kunskapsområden och två horisontella områden, varav: ”Smarta energisystem” är ett.



Visionen i innovationsstrategin för kunskapsområdet smarta energisystem är: ”Dalarna är en innovativ region med världsledande aktörer inom forskning, utveckling och implementering av klimatsmarta energisystem. Dalarnas hållbara energilösningar som bidrar till utvecklingen av hållbara och effektiva energisystem i världen.”

Insatserna inom kunskapsområdet Smarta energisystem ska bidra till att uppnå prioriteringarna i Dalarnas regionala utvecklingsstrategi, Dalarnas regionala innovationsstrategi samt målen i Dalarnas Energi- och klimatstrategi.

Ett syfte med denna färdplan är att identifiera insatser som behövs för att innovationer ska bidra till visionen om ”Smarta energisystem”. Dalarna har ett stort behov av forskning och innovation för att klara omställningen av energisystemet att bli fossilfritt, elektrifierat och digitaliserat. Det finns flera områden där det behövs nya lösningar för att hantera de utmaningar som energisystemet står inför.

## Nationella energipolitiska mål

Riksdagen beslutade under 2024 om nya energipolitiska mål, ett planeringsmål och ett leveranssäkerhetsmål.

Planeringsmålet innebär att elsystemet ska ge förutsättningar för att leverera den el som behövs för en ökad elektrifiering och för att göra den gröna omställningen möjlig. Målet ska underlätta i planeringen för att kunna möta ett elbehov om minst 300 TWh år 2045.

Leveranssäkerhetsmålet innebär att det svenska elsystemet ska ha förmågan att leverera el där efterfrågan finns, i rätt tid och i tillräcklig mängd, i den utsträckning det är samhällsekonomiskt effektivt.







## 2 Utmaningen

En trygg energiförsörjning är en förutsättning för länets välstånd och utveckling. Det gäller att få ihop en hållbar helhet av komplexa system med många inblandade aktörer. Det finns många aspekter, utmaningar och behov som energiförsörjningen och denna färdplan behöver möta:

### **En effektiv energianvändning**

En effektiv energianvändning är det första steget för att klara energiförsörjningen och det pågår fortfarande ett omfattande slöseri med både el, värme och drivmedel. Det gäller att hushålla med både energi och effekt för att jämna ut effektuttaget och avlasta elnätet.

### **Fossilfri energi**

Förbränning av fossil energi är den största källan till utsläpp av koldioxid. All fossil energi behöver snabbt fasas ut och ersättas av förnybara energislag.

### **Ökad energiproduktion**

I takt med att den fossila energin fasas ut, så behöver produktionen av det fossilfria öka kraftigt. Det gäller att uppnå både tillräcklig mängd energi och effekt i ett energisystem som består av ökad andel lokal småskalig produktion som är variabel.

### **Tillräcklig överföringskapacitet**

Den energi som produceras behöver göras tillgänglig för användare i rätt tid, till rätt pris och i tillräcklig omfattning. Med ökad elektrifiering är elnäten en central faktor som behöver vara en möjliggörare, inte en broms. Elnäten behöver möta nya stora utmaningar och investeringsbehovet är stort.

### **Robusthet**

Ett hållbart energisystem måste vara robust nog att klara ojämn produktion och användning, samt externa störningar och klimatförändringar utan risk för avbrott eller brist. Tillgång till en tillförlitlig och hållbar energitillförsel har varit, är och kommer att vara en allt viktigare förutsättning för många verksamheter. Inte minst i Dalarna där framväxande industrier lokaliserats utifrån tillgänglig elförsörjning.

### **Konkurrenskraftiga priser**

Alla energianvändare är beroende av energi till överkomliga och så långt det går förutsägbara priser. Höga energipriser är påfrestande för hushållens ekonomi. Det gäller även inte minst vår basindustri med stort energibehov.

### **Möjliggöra näringslivsutveckling**

Tillgång till stabil grön el är en förutsättning för att kunna attrahera nyetableringar och möjliggöra utveckling i befintliga industri- och tjänsteföretag. Varor producerade med låg klimatpåverkan kan ersätta produktion med hög klimatpåverkan i andra länder.

### **Minskad geopolitisk sårbarhet**

Sveriges energisystem är sammanlänkat med omvärlden. Tillsammans kan länder nyttja varandras över- och underskott i en hållbar helhet. Samtidigt finns ett starkt motiv att minska beroendet av energiimport från vissa länder.

### **Klimatförändringar**

Ett förändrat klimat påverkar behov av energi i form av kyla och värme. Energiproduktionen av t ex vattenkraft och bioenergi påverkas långsiktigt av klimatförändringar. Extrema väder kan skapa avbrott.







## 3 Nuläge

### Klimatmål

Det långsiktiga klimatmålet för Sverige och Dalarna är att vara klimatneutralt år 2045. Det innebär minst 85 procent lägre växthusgasutsläpp inom landets gränser jämfört med år 1990. Efter år 2045 ska vi vara klimatpositiva, det vill säga bidra till ett netto-upptag av växthusgaser. Etappmålet på nationell nivå för 2030 är 63 procent lägre utsläpp jämfört med 1990 i den icke handlande sektorn. Ett mål för Dalastrategin är att målet ska vara uppnått 2030.

För Dalarna har 37 procents minskade utsläpp uppnåtts, inklusive den sektorn som ingår i utsläppshandeln. Det saknas statistik separerad för den icke handlande sektorn. Länsstyrelsen har beräknat att vi till och med 2022 nått ca 45 procents utsläppsminskning i Dalarna.

Främsta anledningen till att utsläppen minskat är utfasning av oljebrännare för uppvärmning av bostäder, inblandningen av biodrivmedel och att pappersindustrin fasat ut fossil energianvändning.

För transportsektorn är målet i energi- och klimatstrategin 70 procent utsläppsminskning till år 2030, jämfört med år 2010. Dalastrategins mål är att minska andelen fossildrivna transporter med 75 procent till 2030. 2021 hade utsläppen minskat med 33 procent (från 700 000 ton CO<sub>2</sub>-ekv per år till 468 000 ton).

### Energimål

#### 100 procent förnybar elproduktion

Ett annat redan beslutat energimål är 100 procent förnybar elproduktion till år 2040.

#### 50 procent energieffektivisering

Ett av energimålen är 50 procent effektivare energianvändning 2030 jämfört med 2005. Målet avser energiintensitet, så även tillväxt ska tas med i uppföljningen. Om produktionen ökat för samma mängd energi, så innebär även det en effektivisering. Inte bara minskning av energianvändning. På nationell nivå så har vi effektiviserat energianvändningen med 29 procent. Totalt sett för Dalarna så har bruttoregionalprodukten, BRP, vuxit med ca 7 procent sedan 2005 samtidigt som den totala energianvändningen minskat med ca 6 procent. Det ger en total energieffektivisering med 12 procent till år 2021. Dessutom var 2021 ett pandemiår med lägre energianvändning i samhället. Effektiviseringen som var uppnådd 2019 låg på 7 procent. Måluppfyllelsen på nationell nivå kan inte jämföras med den för regional nivå, då även minskade förluster räknas in nationellt, men inte regionalt.

#### Dalarnas (och Sveriges) energi- och klimatmål

##### Klimat

2045: Netto nollutsläpp av växthusgaser

Etappmål:

2030: 63 % lägre utsläpp jämfört med 1990 i den icke handlande sektorn

→ Uppföljning Dalarna: Ca 45 %. (37 % inklusive handlande sektorn)

##### Energi

50 % effektivare energianvändning 2030 jämfört med 2005.

→ Uppföljning Dalarna 2021: Ca 12 %

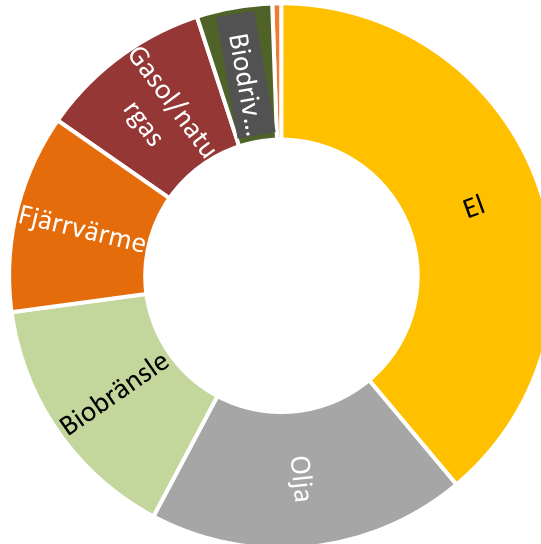




## Energianvändning

Den slutliga energianvändningen i länet uppgår ungefär till ca 13 200 GWh, varav 30 procent är fossil energi i form av främst oljeprodukter och gasol/naturgas.

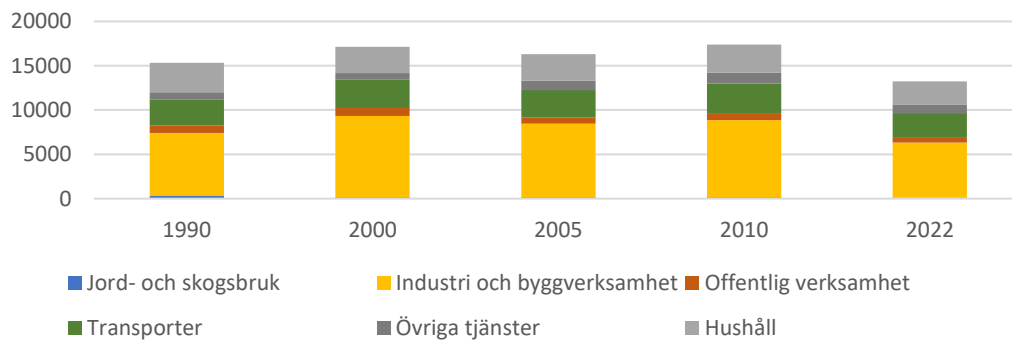
Slutanvändning energi, Dalarna, 2022, MWh



Figur 1 Använd energi i Dalarna fördelad på energislag. Källa: Energi- och klimatstatistik 2022, Länsstyrelsen Dalarna.

Att fasa ut fossil energi med andra energislag innebär ett behov av att för Dalarnas del ersätta ca 3 900 GWh fossil energi.

Slutanvändning energi, Dalarna, 2022, MWh



Figur 2 Energianvändning per sektor, Dalarna. Källa: Energi- och klimatstatistik 2022, Länsstyrelsen Dalarna.





## 4 Energibehov

Energiomställningen och den stora pågående elektrifieringen innebär en historisk strukturomvandling som påverkar hela samhället. Energimyndigheten bedömer i 2023 års rapport ”Myndighetsgemensam uppföljning av samhällets elektrifiering” att elbehovet kan komma att fördubblas redan 2035. År 2030 bedöms elbehovet till 160-210 TWh och till 2045 200-340 TWh.

Energianvändningen i Sverige har historiskt legat på en relativt jämn nivå trots att vi haft en befolkningstillväxt. De senaste 20 åren har energianvändningen minskat något. Det nya målet i Energieffektiviseringsdirektivet för EU:s medlemsländer är att den slutliga energianvändningen ska minska med 38 % till 2030, jämfört med 2020. Att uppnå dessa mål kommer att kräva ett omfattande arbete med effektivisering.

Energieffektivisering: För att inte underskatta beräkningar av framtida elbehov, med hänsyn till energieffektivisering, baseras scenarierna som presenteras i denna färdplan på nivåer som bedöms som realistiska. Högre grad av energieffektivisering kan vara möjligt.

Ett hållbart elsystem kräver även hushållning inte bara med energi, utan även med effekt. Många åtgärder behövs för att jämna ut effektuttaget. Dessa redovisas under möjligheter och är inte inräknade i scenarierna för behov i detta kapitel.

### Hushåll

#### Analys

Enligt Energimyndighetens framtidsscenarier så kan energianvändningen för bostäder beräknas ligga kvar på samma nivå som idag till 2030, trots ökat bostadsbyggande. Klimatförändringar förväntas minska behovet av uppvärmning. Med fler varma perioder ökar samtidigt behovet av komfortkyla, inte minst i nyare mycket välisolerade hus med stora glaspartier. Fjärrkyla har ökat markant under 2000-talet. Det finns fortfarande ganska många småhus med direktverkande el som inte konverterat till värmepump eller annan värmekälla. Dessa förväntas ersättas och annan energieffektivisering fortsätta. När denna potential är uttömd förväntas energianvändningen stiga igen.

Energianvändningen för bostäder i Dalarna har minskat med 2 procent sedan 2005. Om man tar i beaktan att det byggts 7 procent fler bostäder under samma period så har en energieffektivisering på 9 procent uppnåtts. Merparten av Dalarnas kommuner rapporterar bostadsbrist fram till 2030, för att därefter vara i balans med befolkningmängden. Behovet av nya bostäder är störst i närhet till större industrisatsningar (Ludvika och Borlänge).

I Dalafjällen planeras därtill 41 000 nya bäddar för besöksnäringen, vilket påverkar energibehovet stort. En bedömning är att det skulle för boende innebära 30-40 GWh i ytterligare elbehov 2030. Behovet påverkas dock i hög grad av om det blir eluppvärmda fritidshus eller om det blir fjärrvärme.

Enligt EU:s nya direktiv om energiprestanda i byggnader (EPBD) ska den genomsnittliga energianvändningen i bostäder minska med 16 % till 2030. Energiintelligent Dalarnas färdplan för energieffektivt och klimatsmart byggande och boende i Dalarna har som mål att minska energianvändningen med mer än det, motsvarande en minskning med 1 200 GWh till 2030 i befintligt bestånd (varav största delen i småhus). Det är ett mycket ambitiöst mål. I





denna färdplan räknas med en minskning på 200 GWh, vilket ungefär motsvarar EU-direktivets krav. Av detta beräknas 150 GWh vara minskad elanvändning.

Hur stor del av energianvändningen som kommer att vara el styrs till stor del av andelen värmepumpar kontra fjärrvärme. Med stigande elpriser förväntas fjärrvärmens vara mer konkurrenskraftig efter 2030. Effektuttaget förväntas jämnas ut med fler styrsignaler och teknikutveckling. Energianvändningen i hushåll kommer också att öka med fler elbilsladdare, vars energianvändning därmed i statistiken flyttar från transporter till hushåll.

Med ökad andel elbilar, där mer än hälften av laddningarna förväntas ske i hemmet, tillkommer ökad behov av hushållsel. Idag motsvarar andelen el till hemmaladdning ca 1 procent av hushållens elanvändning, ca 14 GWh/år. År 2030 bedöms andelen el till hemmaladdning motsvara ca 3,5 procent av hushållens elanvändning (ca 52 GWh/år) och 2045 ca 14 procent av hushållens elanvändning med (ca 232 GWh/år).

Effektbehovet för hemmaladdning bedöms till ca 9 MW 2030 och 41 MW 2045, förutsatt att effektuttaget är utjämnat över dygnet. Är i stället effektuttaget behovsstyrt utan några utjämningsåtgärder, bedöms effektbehovet nå ca 22 MW 2030 och 99 MW 2045.

### **Scenario inklusive energieffektivisering**

Sammantaget beräknas energianvändningen för hushåll bli 2467 GWh 2030, varav el 1243 GWh, inklusive laddning av elfordon. För 2045 är scenariot 2283 GWh, varav 1135 GWh el, inklusive laddning av elfordon. Toppeffektbehovet för hushåll beräknas kunna sjunka något till 2030, men äts upp av den ökade hemmaladdningen av elbilar som i statistiken kommer att räknas som hushållsel. Effektbehovet beräknas därmed ligga kvar på ca 310 MW 2030 och stiga till 380 2045.

Andelen el av den totala energianvändningen förväntas öka till 2030 med effektivare uppvärmning, fler värmepumpar och mer hushållsel. Därefter beräknas andelen el ligga kvar på samma andel.

Den lilla kvarvarande mängden oljeprodukter för hushåll antas försvinna till 2030. Biobränslen för bostäder antas i linje med Fossilfritt Sveriges scenarier i sin biostrategi minska med ca 10 procent till 2030 och med ca 20 procent till 2045.

## **Industrin**

### **Analys**

Industrins energianvändning i Dalarna har legat på en relativt konstant nivå under 2000-talet. Tillväxten i befintlig industri förväntas fortsatt ha en positiv utveckling, vilket leder till ökat energibehov. Fortsatt relativt konstant energianvändning inom industrin skulle innebära ett behov av ca 7 700 GWh 2030. Det kräver fortsatt energieffektivisering i samma takt som tidigare.

I större process- och stålindustrier pågår en utfasning av fossil energi som kommer att pågå även efter 2030. Om man utgår från att all fossil energianvändning ska vara ersatt 2045 och att det kommer att ske genom direkt eller indirekt elektrifiering, så kan storleken på det framtida energi- och elbehovet beräknas. (Elektrifiering av interna transporter leder till mindre energianvändning då elmotorer är mer energieffektiva än förbränningsmotorer, men konvertering från fossil energi i processer kräver ofta mer energi för att producera samma mängd varor.) Klimatomställningen kan även ske genom vätgas från elektrolys, främst i de fall där direkt elektrifiering är svår.





Industrins förändrade energibehov uppkommer främst av övergång till fossilfrihet. Tillkommande el- och effektbehov väntas huvudsakligen ske inom järn- och stålindustrin. En avstämning har gjorts med industriföretag med störst energibehov. Fossil energi i form av olja och gasol förväntas fasas ut till 2030 och ersättas av biogas, vätgas och biobränslen. Även elanvändningen kommer att öka för processindustri som väljer elektrifiering som väg för att ersätta fossil energi samt för nyetableringar. Slutsatserna av större industriers individuella behov ingår i scenarierna.

Att uppskatta framtida i nuläget okända nyetableringar med större energibehov är svårt eller omöjligt, men tillgång till grön el och ledig kapacitet i elnätet är en stark faktor som tenderar att attrahera nya företagsetableringar.

Elektrifiering av industrisektorn kan även ske indirekt genom användning av vätgas som produceras genom elektrolys. På grund av omvandlingsförluster kräver vätgas stora mängder el, vilket är kostnadsdrivande. Det är därför troligt att användning av vätgas främst kommer att ske i de fall där direkt elektrifiering är svår att få till. Att tekniken är ny är också en viktig anledning till att det i nuläget inte pågår storskaliga satsningar på vätgasanvändning inom industrin i Dalarna.

### **Scenario inklusive energieffektivisering**

Fossila bränslen i industrin minskar till 2030 och antas fasas ut till 2045. Dessa ersätts av biobränslen och elektrifiering där biobränslen ersätter mer i början och därefter mer och mer elektrifiering.

Det framtida elbehovet för industrin i Dalarna beräknas till 4516 MWh el 2030 och 4516 MWh el 2045.

Användningen av fasta biobränslen i skogsindustrin förväntas i enlighet med Fossilfritt Sveriges scenarier i sin biostrategi minska med 10 procent till 2030 för att därefter ligga konstant till 2045. Kända enskilda industriers ökade behov av biobränslen gör dock att mängden biobränsle förväntas ligga kvar på samma nivå som idag.

Biogasanvändningen beräknas öka med ca 120 GWh per år.

I scenarierna har inte räknats in några större energikrävande okända nyetableringar av industrier, då osäkerheten är stor.

Effektbehovet för industri är relativt jämnt fördelat över året, veckor och timmar på dygnet.

## **Transporter**

Transportsektorn står för en tredjedel av klimatpåverkan i Dalarna och en mycket stor del av den totala energianvändningen, men en liten del av elanvändningen. Personbilar står för 65 procent av utsläppen, tunga lastbilar för 21 procent, lätta lastbilar för 9,5 procent och bussar för 1 procent. Andelen fossil energi minskar med biodrivmedel och genom elektrifiering.

Nuvarande energibehov från transportsektorn i Dalarna är ca 2 723 GWh (2022), varav ca 76 % fossil energi. Biodrivmedelandelens i transportsektorn ökade efter reduktionspliktens införande 2018. Elektrifieringen av transportsektorn kan ske genom batteridrift eller vätgas. Om den sker genom vätgas ökar elbehovet då kedjan från el till vätgas ger lägre systemverkningsgrad än direkt användning av el. Det har också betydelse om vätgasen kommer att produceras i länet eller inte.

Konvertering till el innebär en kraftig energieffektivisering då elmotorn är mer effektiv än förbränningsmotorer. Om alla fossila bränslen i transportsektorn ersätts av ren el, vätgas eller





biodrivmedel uppskattas energibehovet vara ca 1 440 GWh, vilket motsvarar ca 47 procent energieffektivisering. Om fossila bränslen ersätts med endast elektrifierade alternativ (el, vätgas) uppskattas energibehovet vara ca 1 136 GWh, vilket motsvarar 58 procent energieffektivisering.

Elektrifiering av transportsektorn kan innebära stora utmaningar för lokalnäten, främst beroende på laddmönster.

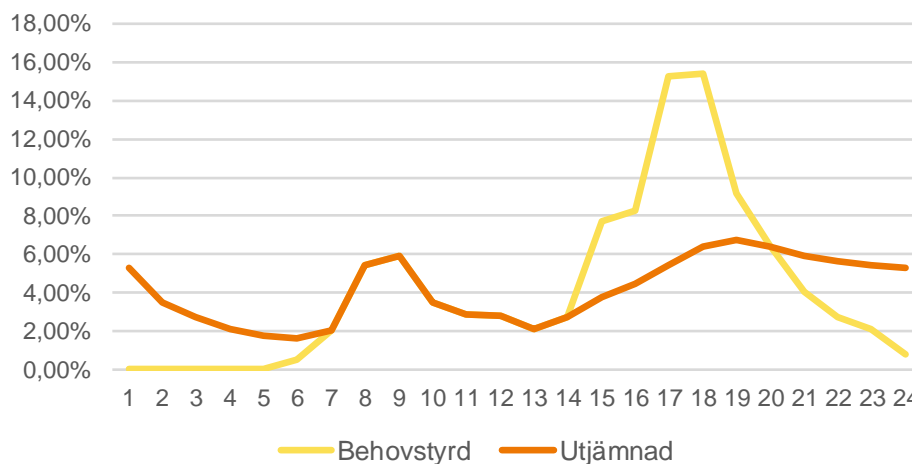
## Analys

### Personbilar

Personbilsflottan bedöms komma att elektrifieras snabbare än de tunga transportererna och det är personbilar som i framtiden väntas utgöra den största delen av transportsektorns elanvändning. Från och med 2035 kommer alla nya bilar att vara fossilfria. Andelen laddbara fordon ökar till 25 procent 2030 och 75 procent 2045.

El- och effektbehovet styrs av laddmönster. Cirka 50–80 procent av alla ladd-tillfällen sker hemma medan 15–25 procent av ladd-tillfällena är destinationsladdning (exempelvis på arbetsplatsen). Endast cirka 5 procent av alla ladd-tillfällen utgörs av publik laddning. Laddning av elfordon kan även innebära lokala ansträngningar för elsystemet på grund av höga ladd-effekter om alla laddar samtidigt. Det maximala effektuttaget kan minska med en mer utjämnad laddning.

Här har vi räknat med laddmönster enligt rapporten “Trygg fossilfri elförsörjning”.



Figur 3 Jämförelse av effektbehov för olika laddmönster för elfordon

Laddbehovet för besöksnäringen kommer att vara koncentrerat till vissa orter i Dalarna, men är svårt att beräkna i volym. Laddinfrastrukturen kan inte byggas ut för att motsvara toppbehovet under storhelger. Ytterligare utmaningar kan uppstå vid besökare till stora evenemang.

Elbehovet för personbilar, utöver behovet i hushåll, bedöms till 12 GWh 2030 och 48 GWh 2045. Effektbehovet kommer att variera beroende på laddmönster (2-5 MW 2030 och 9-20 MW 2045 exkl laddning av i hushållen). I prognosen beräknas behovet till 3 MW 2030 och 13 MW 2045.

### Lastbilar

I Trafikverkets senaste basprognos väntas antalet fordonskilometer från godstransporter på väg i Dalarna öka med 1,21 procent per år mellan 2017 och 2040 vilket betyder en ökning av transportarbetet i länet med nästan 30 procent mellan 2020 och 2040.





De flesta lastbilstransporter sker på kortare sträckor under 30 mil med god potential för elektrifiering. Elektrifieringen och laddmönster för lätta lastbilar, dvs distributionsbilar, väntas följa elektrifieringen av personbilar med viss eftersläpning. För 2030 bedöms 25 procent av lätta lastbilar drivas av el och 80 procent för 2045.

Elektrifiering av tyngre lastbilar för fjärrtransport innebär en större utmaning eftersom energibehovet är större. För tyngre och längre transporter bedöms 60-70 procent av fordonen år 2045 drivas av vätgas eller el. I scenariot beräknas 15 procent drivas med vätgas 2045.

I scenariot ökar elanvändningen för tunga fordon med ca 162 GWh till 2030 och ca 529 GWh till 2045. Effektbehovet av el för lastbilar bedöms till mellan 29-69 MW år 2030 och 98-229 MW år 2045 beroende på laddmönster. Detta inkluderar vätgasproduktion.

Var laddning och vätgastankning kommer att ske kräver trafikflödesanalyser och mer ingående analys av ladd- och tankinfrastruktur för tunga fordon.

Laddning av elektrifierade tunga fordon antas främst ske på natten. Det kan innebära enskilda laddeffekter uppemot 1 MW, vilket lokalt kan skapa problem i områden där elnätet inte är väl utbyggt.

### Bussar

Kollektivtrafikens använder i nuläget 72 GWh. Framtida val av bränsle styrs av osäkra faktorer som EU:s fordonsdirektiv och utsläppshandelssystemet. Uppskattningsvis kommer 60 procent av bussarna i framtiden vara elektrifierade, med en bedömning om att 40 procent uppnåtts 2030. Resterande kommer 2045 att vara vätgas eller biobränslen.

Falun och Borlänge bussdepåer har idag laddstationer på 3,5-4,5 MW. Ytterligare ca 3 laddstationer på 2-2,5 MW planeras för andra städer. Lokalt kan även laddning av bussar innebära utmaningar för elnätet, men den mesta laddningen kommer att ske på nätter.

### Tåg

Tågen i Dalarna är i huvudsak redan elektrifierade med undantag för inlandsbanan. Det saknas regional statistik för energianvändningen. Tåg i Bergslagen har en total elanvändning på 800 MWh per år. Deras elbehov förväntas öka med 10 % på tio års sikt.

### Flyg

Flygets väg till fossilfrihet kommer att handla om en mix av drivmedel. Det tar tid att ersätta en hel fordonsflotta med nya. Nytt EU-direktiv ställer krav på laddmöjligheter.

Idag har flygplatserna i både Mora och Borlänge laddmöjligheter för småflyg, men det krävs nätförstärkningar för att kunna erbjuda även laddning av större rena elflyg. Behovet är sannolikt 2 MW per flygplats. Den totala elanvändningen uppgår idag till 900 MWh per år. (Därtill ca 600 kubikmeter fossilt bränsle.) Elbehovet för Scandinavian Mountain Airport är svårt att bedöma och beror på vilka ytterligare verksamheter som kommer att lokaliseras till flygplatsen. För själva flyget bedöms det framtida effektbehovet till 3-4 MW.

Det är mycket svårt att beräkna i vilken takt som rena elflyg kommer att införas. Det sannolika är att det under tämligen lång tid kommer att finnas en blandning av ren eldrift, e-bränslen, vätgas och biobränslen.

### Biodrivmedel

I scenarierna antas att målet om att minska utsläppen av växthusgaser från transportsektorn med 70% relativt 2010 nås, samt att de minskat med 100% till 2045. Det innebär att den del som inte har elektrifierats behöver tillgodoseas med biobränslen. Till 2030 bedöms behovet av biodrivmedel öka för att klara målet om utsläppsminskningar i transportsektorn från 530







GWh till 1335 GWh. Till 2045 bedöms behovet vara 800 GWh. Detta baserat på 240 GWh ökad elanvändning för transportsektorn 2030 och 820 GWh ökning till 2045, inklusive hemmaladdning av elfordon.

### **Scenario inklusive energieffektivisering**

Den totala energianvändningen för transportsektorn bedöms till 2 479 GWh 2030 och 1 440 GWh 2045. Detta exkluderar laddning av personbilar vid bostaden, som istället räknas in i bostadssektorns energianvändning. Laddning av personbilar vid bostaden bedöms till 52 GWh 2030 och 232 GWh 2045.

Elanvändningen i transportsektorn uppgår till totalt 189 GWh 2030 och 590 GWh 2045 (exklusive laddning vid bostad). Effektbehovet beräknas uppgå till 43-102 MW 2030 och 145-345 MW 2045. Effektbehovet är som minst vid ett utjämnat laddmönster och som mest vid ett behovsstyrd laddmönster. Effektbehovet inkluderar inte el vätgasproduktion.

Användning av vätgas sker i främst tunga transporter och bedöms till ca 3 GWh (vätgas) 2030 och 29 GWh (vätgas) 2045. Behovet av biodrivmedel till transportsektorn bedöms till 1335 GWh 2030 och 820 GWh 2045.

## **Övriga tjänster, inklusive datacenters**

I ”Övriga tjänster” ingår bland annat handel, förvaltning av lokaler samt datacenters.

### **Analys**

Energianvändningen för lokaler har minskat per kvadratmeter. Störst är den i idrottslokaler, livsmedelsbutiker och restauranger. Enligt EU:s direktiv för energiprestanda i byggnader, EPBD, ska 3 % av offentliga byggnader renoveras till noll-energi-standard varje år. Energianvändningen för lokaler beräknas med stora ansträngningar kunna minska med 16 % till 2030, vilket motsvarar ca 115 GWh.

Elanvändningen för serverhallar har stigit kraftigt. Globalt är klimatpåverkan från IT-sektorn i nivå med flygets. Behovet att behandla och lagra data förväntas öka ytterligare med ökad digitalisering, inte minst med ökad användning av AI. Elbehovet för datacenters i Dalarna förväntas öka markant för nyetableringar och utbyggnation av datahallar, bl a Google och Ecodatacenter.

Därmed blir energieffektivisering i datacenters än viktigare och det bedöms finnas en relativt stor kvarvarande potential som behöver tas tillvara och som kan påskyndas av förändrad energibesättning. Åtgärder kan handla om dimensionering av datacenter, kylteknik (t ex vattenkylning), fläktteknik, AI för styrning av datacenter och de processer som behöver datakraft, styrning utifrån väderprognoser och effektuttag i elnät mm.

### **Scenario inklusive energieffektivisering**

Energianvändningen för alla verksamheter som ingår i kategorin ”Övriga tjänster”, inklusive datahallar, behöver effektiviseras. Baserat på Google och Ecodatacenters beräknade tillkommande framtida elbehov kommer elbehovet för datahallar att vara 1 135 GWh 2030 och 1 892 GWh 2045 Effektbehovet kommer att vara relativt jämnt fördelat över året/dygnet och uppgå till 270 MW 2030 respektive 420 MW 2045.

Det totala energibehovet för övriga tjänster inklusive datacenters beräknas 1 989 GWh 2030 och 2 526 GWh 2045. Ökningen sker till följd av datacenter som bedöms till 1 135 GWh el 2030 och 1 892 GWh el 2045.

Kvarvarande mängd oljeprodukter för övriga tjänster antas försvinna till 2045.





## CCS

Carbon Capture and Storage, CCS, är ett samlingsnamn för olika tekniker för att fånga och lagra koldioxid. Det bidrar till så kallade negativa klimatutsläpp. I merparten av de klimatscenarier som FN:s klimatpanel använder sig av räknar man omfattande CCS för att det ska vara möjligt att nå klimatmålen.

När koldioxiden har ursprung i växtlighet används begreppet Bio-CCS. Det finns även möjlighet att direkt samla in koldioxid från luften och då används begreppet Direct Air Capture, DAC. CCS-tekniken finns ännu inte i kommersiell skala, men har testats i piloter. Energibolagen i Dalarna har pekat på Bio-CCS som en intressant del av vårt framtida energisystem för bioeldade kraftverk.

### Analys

Om Dalarna ska nå sin del av klimatmålen krävs även negativa utsläpp och Bio-CCS är här den mest realistiska tekniken. I Klimatpolitiska vägvalsutredningens rapport "Strategi för negativa utsläpp av växthusgaser" är målsättningen för bio-CCS 1,8 Mton CO<sub>2</sub>-ekv 2030 och 3-10 Mton CO<sub>2</sub>-ekv för 2045. Baserat på att Dalarnas andel för bioenergianvändning i fjärr- och kraftvärme och industri och byggverksamhet motsvarar det 70 kton CO<sub>2</sub>-ekv för 2030 och 120-390 kton CO<sub>2</sub>-ekv 2045. Efter 2045 behövs betydligt högre volymer av negativa utsläpp. Om Dalarna kommer ha högre eller mindre andel av Sveriges bio-CCS beror bland annat på komparativa för- och nackdelar jämfört med andra län, t ex storlek på anläggningar och tillgång till transporter för lagring.

### Scenario

I scenariot antas 70 kton negativa koldioxidutsläpp i Dalarna 2030 och 255 kton 2045. Med koldioxidavskiljningsprocessen Hot Potassium Carbonate, HPC, ökar elanvändningen i Dalarna med 9 GWh 2030 och 24 GWh 2045 för dessa volymer av negativa utsläpp. Det finns även andra tekniker för koldioxidavskiljning där den aminbaserade MEA-processen inte förbrukar lika mycket el, men där värmeleveranserna i stället minskas som måste ersättas med annan värmeproduktion. I scenarierna antas HPC-processen.





# 5 Möjligheter

För att möta det ökade elbehovet krävs hushållning med tillgänglig energi och effekt samt en historiskt utbyggd produktion och överföringskapacitet, samtidigt som det krävs ökad hushållning med tillgänglig energi och effekt.

## Energiproduktion

### Bioråvara

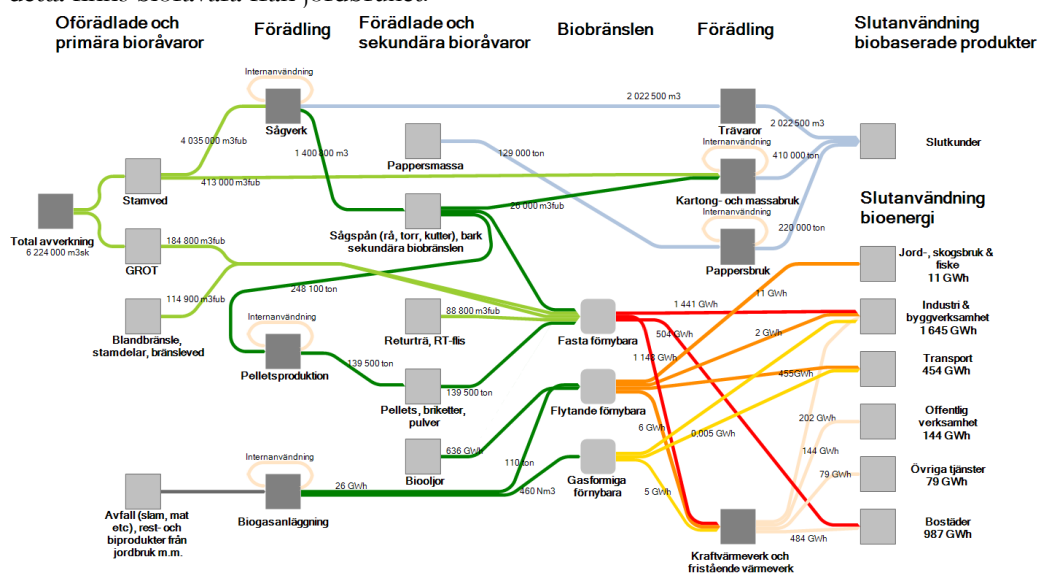
#### Analys

Användningen av biobränslen har ökat stadigt genom åren, mycket beroende på befrielsen från både energi- och koldioxidskatt. På nationell nivå uppgår den till 40 procent av energianvändningen. Biobränslen är ett bränsle som finns i Sverige och kan lagras och därmed användas när det finns el- och värmebehov. Det används också lokalt i städer. Det är därmed viktigt för Sveriges energiberedskap och för att hantera Sveriges stora el- och värmebehov vintertid.

Under senare år har den snabbaste ökningen skett främst inom transportsektorn. Användningen av biodrivmedel i Sverige består främst av låginblandad och höginblandad biodiesel (HVO, FAME), biogas samt etanol. Sverige är nettoexportör av biomassa och biobaserade produkter, men importerar en majoriteten av biodrivmedlen för transportsektorn. Biodrivmedel till transporter importeras till Dalarna. I övrigt importeras i princip ingen bioenergi till Dalarna.

Användningen av biodrivmedel i Sverige kommer minska från 2023 till 2024 i och med att reduktionsplikten har sänkts.

Dalarnas rika tillgång på bioråvara behöver användas på smartaste sätt som skapar största möjliga värden. Länsstyrelsens kartläggning i rapporten "Behovsberäkningar för bioråvaran i Dalarnas län" visar i diagrammet nedan hur den skogliga bioråvaran används idag. Utöver detta finns bioråvara från jordbruket.



Figur 4 Bioråvarans användning i Dalarna. Källa: Länsstyrelsen Dalarna





Möjlig tillkommande bioråvara består främst av restprodukter och biogas. Tillgången på bioråvara i form av restprodukter såsom GROT, spån, flis, bark, slytäkt och returträ kan öka från dagens 1970 GWh till 6 530-6 880 GWh 2030 respektive 8 320-8 670 GWh år 2045.

Vid GASUMs nya biogasanläggning vid Fågelmåra byggs en anläggning som kommer att tillverka flytande biogas från livsmedelsindustri, bryggerier, slakterier, gödsel och gräs från lantbruk samt komposterbart hushållsavfall. Produktionen beräknas uppgå till 120 GWh per år.

Användningen av tillgänglig bioråvara i Dalarna för biobränslen förväntas minska samtidigt som användningen för biodrivmedel förväntas öka:

	GWh, 2021	GWh, 2030	GWh, 2045
Fasta biobränslen till hushåll	574	499	449
Fasta biobränslen till industrin	1 837	1 854	1 854
Biogas till industrin	2	120	120
Biodrivmedel till jord-och skogsbruk	15	31	7
Biodrivmedel till industrin	41	37	19
Biodrivmedel till transporter	534	1 335	811
<b>Totalt, ca</b>	<b>3000</b>	<b>3900</b>	<b>3300</b>

Det är främst biodrivmedel till transporter som består av till Dalarna importerad bioenergi.

Bio- och avfallsanvändningen för fjärr- och kraftvärme förväntas minska pga klimatförändringar, energieffektivisering och att andra värmeproduktionstekniker kan bli kostnadseffektiva.

Biobränsle innebär även en chans till Bio-CCS där koldioxid avskiljs och lagras för att nå negativa utsläpp, vilket är en förutsättning för att nå nettonollutsläpp 2045 och kraftigt negativa utsläpp efter det.

### Scenario

I scenarierna beräknas bioenergianvändningen till 3900 GWh 2030 och 3300X GWh 2045. Fördelningen framgår av tabellen ovan. Möjlig tillgång av bioenergi överstiger kraftigt behoven. Det är dock behoven av biodrivmedel som ökar kraftigt och de importeras redan idag i hög utsträckning till Sverige. För att möta behoven av biodrivmedel behövs mer produktion i Sverige och Dalarna. Om hälften av den ökade användningen av biodrivmedel produceras i Dalarna och övriga biobränslen kommer från Dalarna motsvarar det en självförsörjningsgrad på 75 procent (ca 3000 GWh egen produktion 2030). Självförsörjningsgraden ökar till knappt 90 procent med konstant biodrivmedelsproduktion.

## Elproduktion

Av elproduktionen i länet kommer 99 procent från förnybara energikällor som vatten, vind, sol och biobränslebaserad kraftvärme.

Den sammanlagda installerade effekten beräknas 2022 ha uppgått till 1 711 MW.

## Vattenkraft

### Analys

Vattenkraften i Dalarna är en viktig grund för energisystemet, då den i dagsläget utgör den största delen av elproduktionen. Vattenkraften fyller också en viktig funktion genom att hjälpa till att stabilisera elnätet. Bedömningen när det gäller vattenkraften i det framtida energisystemet i Dalarna är att den kommer att ligga på samma nivåer som idag,





men relativt stora naturliga variationer mellan år förekommer beroende på nederbörd. Elproduktionen från vattenkraft i Dalarna under de senaste 10 åren genererat i genomsnitt 3 650 GWh, med ett speciellt år 2022.

Elproduktion från vattenkraft, Dalarna			
2012	4 303 GWh	2018	3 042 GWh
2013	2 730 GWh	2019	3 964 GWh
2014	3 742 GWh	2020	4 045 GWh
2015	4 563 GWh	2021	4 250 GWh
2016	3 440 GWh	2022	2 708 GWh
2017	3 180 GWh		

Det är framförallt de stora vattenkraftverken som levererar volymer. De 78 minsta vattenkraftverken producerar 3 GWh i jämförelse med ett nytt vindkraftverk som producerar 20 GWh.

Den planerade omprövningen av vattenkraftens miljövillkor beräknas leda till ca 1-2 procents produktionsbortfall. Samtidigt pågår investeringar i effektivisering av större kraftverk. Möjligen kan ett förändrat klimat med ökad nederbörd leda till ökad produktion, men det är osäkert.

### Scenario

I nuläget finns ca 970 MW installerad effekt i vattenkraft i Dalarna, med en årlig sammanlagd produktion på 3 000 - 4 500 GWh beroende på nederbörd. Scenariot för vattenkraft i Dalarna 2030 och 2045 är 970 MW i installerad effekt och 3 700 GWh.

## Vindkraft

### Analys

Produktion av vindkraft har ökat i Dalarna och det finns goda förutsättningar för ytterligare utbyggnad. Idag uppgår vindkraftproduktionen till 2 000 GWh och den installerade effekten till 650 MW. Under 2024 kommer Älgkullen att anslutas, vilket gör att 270 GWh och 93 MW tillkommer. Ytterligare två parker, Fageråsen och Broboberget/Lannerberget, beräknas tas i drift innan 2030 och kommer att ge ett tillskott på 2200 GWh och 944 MW installerad effekt.

En regional fördelning av det nationella behovet av vindkraft har gjorts av Energimyndigheten 2020 där hänsyn tagits till vindlägen och intressekonflikter med annan markanvändning. Dalarnas tilldelade kvot ligger på 7,5 TWh. Uppdaterade scenarier för det nationella elbehovet ligger dock betydligt högre och en bedömning är att kvoten behöver höjas till 10 TWh för att täcka Dalarnas bidrag till det nationella elbehovet. Kvoten ligger också väl i linje med vindkraftens bidrag till den regionala elförsörjningen i Dalarna. Differensen, för att nå upp till den regionala kvoten är i dagsläget cirka 5-6 TWh som skulle behöva tillkomma i Dalarna för att nå det nationella målet.

De vindkraftverk som uppförs idag producerar cirka 3,7 gånger mer el än de befintliga, vilket innebär att vi kommande år kommer att få ut betydligt mer elproduktion från färre antal verk. Utbyggnaden av mer vindkraft i begränsas i Dalarna främst av kapaciteten i regionnätet och den lokala acceptansen.

190 av dagens 245 verk som finns i Dalarna kommer behöva bytas ut under perioden fram till 2045, vilket innebär stora kostnader även för reinvesteringar.





## Scenario

Scenariot för vindkraft i Dalarna 2030 är 1 687 MW i installerad effekt och 4 400 GWh, baserat på redan tillståndsgivna verk. Till 2045 behöver ytterligare ca 1 800 MW installeras med en produktion på 5 600 GWh tillkomma (räknat på 6 MW turbiner som de nya större verken är på).

## Solkraft

### Analys

Produktionen av solex har ökat kraftigt i Dalarna senaste åren, men ligger fortfarande på en förhållandevis låg nivå i relation till övriga produktionsslag. Den installerade effekten har ökat till 116 MW.

Solel, Dalarna		
	Antal solcellsanläggningar	Installerad effekt, MW
2017	415	3,75
2018	705	7,60
2019	1 185	14,08
2020	1 863	23,55
2021	2 968	37,83
2022	4 977	63,82
2023	9 070	116,71

Om solceller skulle monteras på samtliga småhus i länet så beräknas det motsvara 400 GWh i elproduktion. Efterfrågan på mark för större solcellsparker ökar och kan betyda ett större tillskott, liksom nya EU-krav på solenergi på nya byggnader.

## Scenario

En bedömning är att solexen har potential att stå för cirka 10 procent av elbehovet år 2045, vilket för Dalarnas del skulle innebära cirka 500 GWh 2030 och 1 500 GWh 2045. Det motsvarar ca 450 MW respektive 1 300 MW i installerad effekt.

## Kraftvärme/Fjärrvärme/Restvärme

### Analys

Kraft- och fjärrvärmerna blir ännu viktigare i framtiden för att avlasta elsystemet när effektbehovet är stort. Dalarna har ett väl utbyggt fjärrvärmenät och fjärrvärme finns idag som uppvärmningsalternativ i tolv kommuner. Kraftvärmeverk finns i fyra kommuner. Energiproduktionen uppgick 2022 till 531 GWh värme från kraftvärmeverk, 750 GWh värme från värmeverk samt 115 GWh el från kraftvärme.

Av länets fjärrvärmeproduktion är 50 procent baserad på biobränslen (882 GWh), 30 procent avfall (519 GWh), 2 procent olja (38 GWh) och 17 procent är återvunnen energi i form av restvärme från industrin eller rökgaskondensering. Avfallet innehåller idag en hög andel plast. Det innebär, tillsammans med olja som spets, den kvarvarande fossila andelen energi i Dalarnas kraft- och fjärrvärmeverk.

Målen i kommunernas kretsloppsplaner är att minska mängden avfall som går till förbränning. 2022 förbrändes 74 000 ton avfall från hushåll och återvinningscentraler (dåligt sorterat avfall och träavfall). Ca 6 000 ton av detta var plast. Målet till 2030 är att minska avfallsmängder i form av dåligt sorterat avfall till förbränning med ca 28 000 ton och att nära all plast ska bort. Denna energi behöver ersättas med andra energislag. Borlänge Energi utreder för närvarande vilken alternativ lösning som är den bästa.

Även om fjärrvärmenätet är väl utbyggt kan det fortfarande finnas potential att bygga vidare i vissa kommuner. Konkurrensen med värmepumpar är dock hög och andelen fjärrvärme





minskar i framtidsscenarierna till 2030 för att sedan öka igen, då stigande elpriser gör den mer konkurrenskraftig.

På sikt kan lönsamhet och intresse för kraftvärme komma att öka och ha en avgörande roll i energisystemet, bland annat på grund av stigande elpriser i kombination av ökat elbehov. Det kan även bli ett ökat intresse för biokombinat, t ex där kraftvärme kombineras med biodrivmedelstillverkning.

Fjärrvärmebolagen undersöker kontinuerligt möjligheten till att ansluta mer restvärme. Möjligheten till restvärme påverkas negativt av industrinedläggningar så som Kvarsvedens pappersbruk, men kan påverkas positivt genom tillkommande verksamhet så som datacenters. Bedömningen är att mängden restvärme är oförändrad till 2030 respektive 2045.

### **Scenario**

När det gäller Dalarnas elproduktion 2030 och 2045 bedöms kraftvärmens kunna stå för samma nivå som idag, dvs 115 GWh.

Till 2030 bedöms nyanslutningar av fjärrvärme vägas upp av energieffektiviseringar och klimatförändringar och ge oförändrad fjärrvärmeproduktion i Dalarna. Till 2045 bedöms energieffektiviseringar och klimatförändringar innebära en minskning på 5%.

## **Geotermi**

### **Analys**

Potentialen för geotermisk energi bedöms störst i södra Sverige med sedimentär berggrund. Lunds kommun har haft ett system igång sedan 1980-talet som levererat vatten med en temperatur på drygt 20 grader till fjärrvärmenätet. I Malmö har försökts gjorts med djupborrning av hål för att nå 60-gradigt vatten på två kilometers djup. När varmt vatten tas upp från borrhål kan den värmeväxlas mot befintlig fjärrvärme. I Dalarnas urberg är temperaturen endast ca 35 grader på två kilometers djup. Därför är det av särskilt intresse att undersöka möjligheterna för geotermi från Siljansringen, vilket är ett naturligt uppsprucket urberg med högre temperaturer förhållandevis grunt. Enligt lokala muntliga källor från projektet Dala Djupgas kan det finnas hett vatten redan på ca 200 meters djup.

Det pågår försök att kombinera djupgeotermisk energiproduktion med utvinning av metaller från den geotermiska vätskan och från urberget i en sammankopplad process. Metoden kallas Combined Heat, Power and Metal Extraction, CHPM. Tekniken behöver dock utvecklas vidare.

### **Scenario**

I det framtida energiscenariot ingår inte någon geotermisk energi. Det är dock en potential som bör undersökas närmare.

## **Kärnkraft**

### **Analys**

Kärnkraft kommer av allt att dömma vara en stor och viktig del av Sveriges framtida energisystem. Det finns dock inte mycket som talar för att eventuella framtida investeringar i ny stor- eller småskalig kärnkraft kommer att lokaliseras till Dalarna. Mer troligt är att dessa lokaliseras där elbehovet är stort och det finns ledig kapacitet i elnätet samt där det finns god tillgång till kylvatten (hav).

### **Scenario**

Nuvarande bedömning är att kärnkraft inte kommer att produceras i Dalarna.







## Hushållning

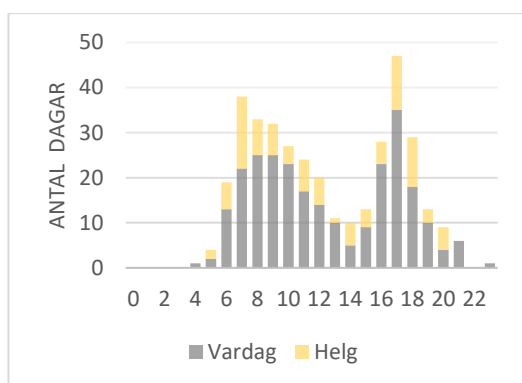
I scenarierna för framtida energibehov har en rimlig nivå av energieffektivisering räknats in. Därutöver krävs bästa möjliga hushållning med effekt. Att jämna ut effektuttaget med sänkta toppar och höjda dalar gör att befintliga elnät nyttjas mer optimalt. Att dimensionera elsystemet för enstaka effekttoppar skulle innebära ett dåligt utnyttjande.

Grundläggande för effekthushållning är att välja teknik och system som inte genererar stora effekttoppar, t ex att undvika direktverkande el och att i processer ha maskinutrustning med höga tillfälliga effektbehov.

## Flexibilitet

### Effektuttag veckodagar och dygn

Effekttopparna under dygnet uppstår morgon och kväll, med störst toppar på morgonen (ca kl 7.00) och på eftermiddagen (ca kl 17.00). Behovet av att minska toppar kan sammanfattas i att det totalt sett är mellan 7-9 på morgonen och 17-19 på kvällen. Dock med skillnader mellan olika typer av verksamheter.



Figur 5 Antal dagar på året då topplasttimmen infallit under viss tid på dygnet, 2022.

Kampanjen ”Platta kurvan för el” handlar just om att trycka ner och flytta elanvändning från dessa ansträngda timmar. Och det finns stor potential att med relativt enkla medel göra det. Då höga effektuttag sammanfaller med höga elpriser så finns ekonomiska vinster att göra på att sänka sin elanvändning under dessa timmar.

### Effektuttag säsong

Effektuttaget i Dalarnas elnät under året varierar mellan 230-1 000 MW. Uttaget följer temperaturen, med största toppar under kalla vinterveckor och lägsta nivåer under sommaren.

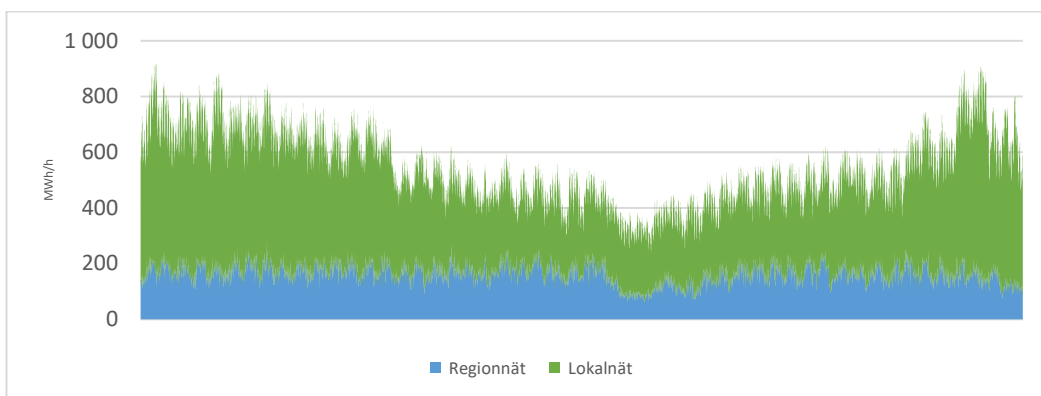
Effektuttaget för de industrier som är anslutna direkt till regionnätet är relativt jämt under året. Betydligt större är skillnaderna i lokalnäten. Eluppvärmda hushåll står för en stor del av effekttopparna. Det finns en tydlig skillnad mellan lokalnät med hög andel hus uppvärmda med fjärrvärme och lokalnät med mycket landsbygd utan fjärrvärme. Fjärrvärme är därmed bland det viktigaste för att undvika höga effekttoppar. Man kan säga att varje konvertering från fjärrvärme till elburen värme måste kompenseras med ökad flexibilitet någonstans.



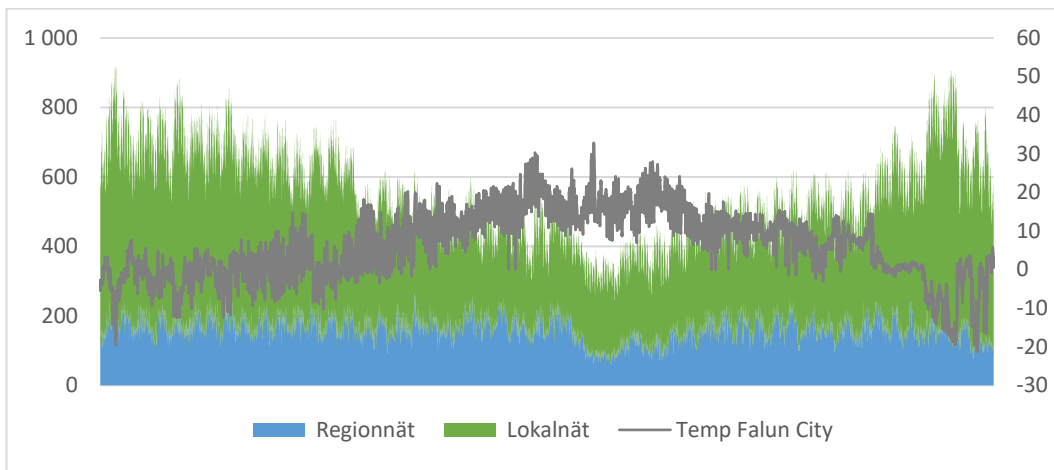


Det kortsiktiga målet inom EFFEKT4Dalarna är att sänka effekttopparna med 50 MW, men mer borde vara möjligt på längre sikt. Detta ojämna effektuttag ska matchas med ökad andel intermittent energiproduktion, vilket gör användarflexibilitet ännu viktigare.

Dalarna har överskott av el på sommaren och ett underskott på vintern. Överskottet på sommaren har ökat efter Kvarnsvedens nedläggning och Ellevio har infört ett stopp för att ansluta produktionsanläggningar på mer än 1 MW då det ger balansproblem, t ex en solcellspark. Det betyder att även effektbottnar är ett problem i elsystemet som behöver adresseras. Det kan handla om åtgärder för att kunna transportera ut mer och genom att höja bottnarna (använda mer el dessa tider). Att höja bottnarna med t ex 50 MW möjliggör för 50 MW ny produktion att ansluta (även om det finns lokala variationer att ta hänsyn till). Mål behövs även för att höja effektbottnarna.

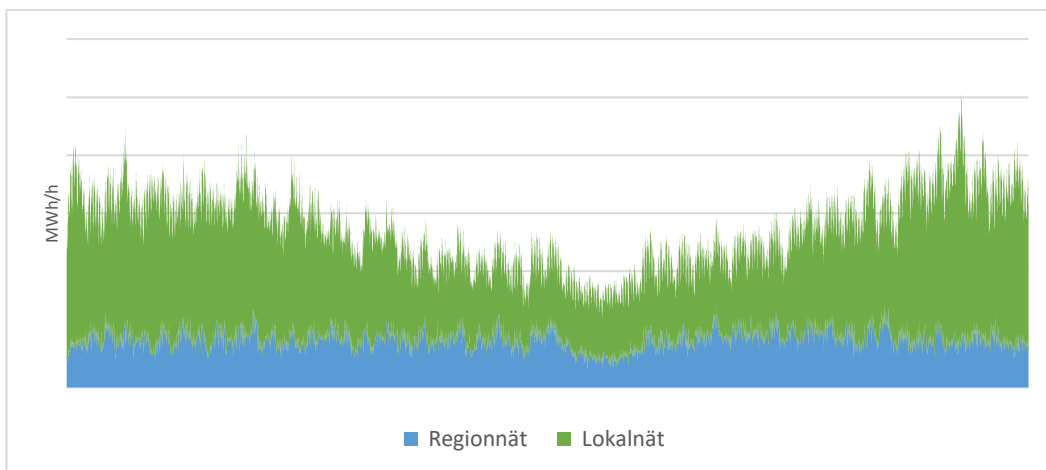


Figur 6 Dalarnas effektuttag, 2022, helår.

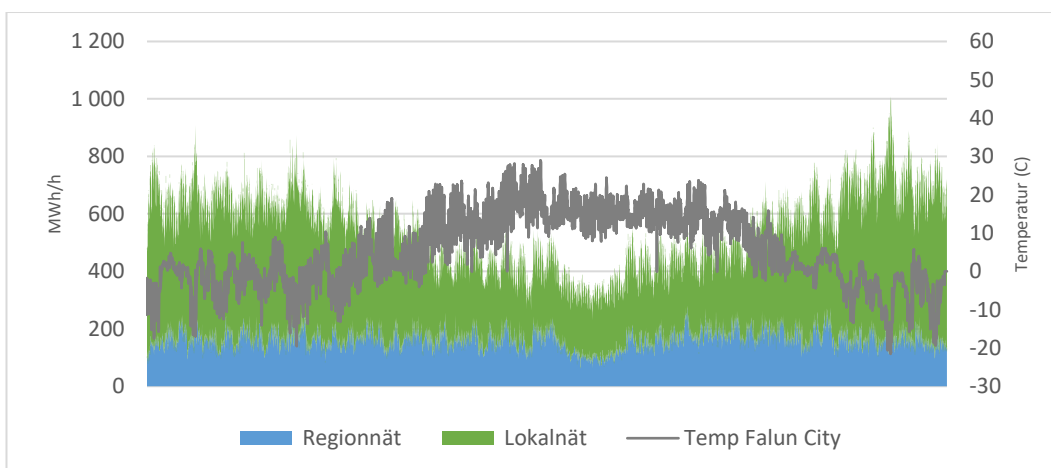


Figur 7 Dalarnas effektuttag, 2022, helår samt temperaturkurva för Falu stad.





Figur 8 Dalarnas effektuttag, 2023.



Figur 9 Dalarnas effektuttag, 2023, helår samt temperaturkurva för Falu stad.

I det fortsatta arbetet behöver beräknade lastprofiler tas fram för 2030.

## Flexbehov

Prioritet för flexibilitet är att sänka effektuttaget under toppar samt att hitta sätt att öka användningen under de största dalarna. Effektkapaciteten avgör hur mycket nya verksamheter kan anslutas, behovet av investeringar i nya elnät, hur mycket el som behöver importeras och risken för avbrott.

Behoven av flexibilitet kan delas in i tre kategorier:

- **Flexibilitet för energi**  
Behov av att jämna ut timmar, dagar, säsoner och år för drift.
- **Flexibilitet för balansering**  
Behov av att kunna balansera realtid, upp till en timme, för att upprätthålla frekvensnivå.
- **Flexibilitet för överföring**  
Behov av att kunna haterna risker för överbelastning i nätet och frigöra överföringskapacitet, minuter till timmar.

Med flexibilitet menas här både möjlighet till flexibel produktion och flexibel användning, för tider som handlar om dagar, timmar och minuter.





Dalarnas nätägare har i sina nätutvecklingsplaner, publicerade som samrådsversion i september 2024, angett behov av flex under de kommande tio åren.

	0-2 år, behov MW	3-5 år, behov MW	6-10 år, behov MW
Borlänge Energi Elnät	0-1	2-5	5-10
Dala Energi Elnät	34	Kan ej bedöma	Kan ej bedöma
Falu Elnät	0	0-1	0-2
Hedemora Energi Elnät			
Malungs Elnät	0	0	0
Smedjebacken Energi Nät	1,4	1,7	2,1
VB Elnät	20	40	150
Ellevio	350	Kan ej bedöma	Kan ej bedöma

## Flexlösningar

Möjliga sätt att stödja ökad flexibilitet är flera och kunden har här en nyckelroll:

- **Abonnemang**  
Sänkning av abonnerade effekter och nyttjande av icke utnyttjad effekt
- **Produktionsflexibilitet**  
Höja/sänka eller koppla på/koppla av kraftproduktion
- **Användarflexibilitet**  
Sänkning/höjning av effektuttag inom befintliga abonnemang genom att minska/öka/flytta elanvändning eller tillfällig avstängning.
- **Lagring och vätgas**  
Flexibilitet kan även uppnås genom energilager eller flytt till annat energislag.

## Förutsättningar för flex

För att realisera flex-tjänster behöver den som har möjligheten få en signal, t ex prissignal, om att det finns behov och teknik för att kunna svara på behovet och ändra sitt uttag eller inmatning i rätt tid. Styrmedel och funktioner som gör det möjligt att realisera flex-möjligheter är:

- **Marknadsplatser**  
System som matchar utbud och efterfrågan
- **Aggregatorer**  
Elhandlare och aggregatorer som agerar mellanhand mellan marknadsplatser och de som har flex-möjligheter.
- **Tekniska lösningar och system**  
Effektiv styrning, mätning och avräkning, system
- **Prissignaler**  
Nätägarens tariffer och villkor för nätutnyttjande och anslutning
- **Kunskap**  
Kunskap hos de som har flex-möjligheter

En nätägars främst verktyg för att skapa flexibilitet är att nyttja möjligheten att teckna villkorade avtal, både för att ansluta produktion och mot användare.

För att hantera problemet i Dalarna med effektdalar, när produktion överstiger användningen, behövs flera olika flex-lösningar utöver villkorade avtal:

- villkorade avtal
- investeringar i lokala större batterier





- kräva batterier vid solcellsinstallationer
- påkopplingsbara laster
- tekniska lösningar gällande spänningsnivåer och reaktiva effekter
- smarta elmätare

## Fakta om flexibilitet

### Frekvensreglering

En av elsystemets grundläggande egenskaper är att balansen mellan inmatning och uttag ska vara lika i varje given sekund, och frekvensen i det svenska systemet ska ligga stadigt på det nominella värdet 50 Hz. Om frekvensen sjunker är elkonsumtionen högre än produktionen, och om den ökar är produktionen högre än konsumtionen. Svenska kraftnät ansvarar för frekvensreglering, vilket kräver tillgång på flexibla resurser som kan delas in i tre kategorier beroende på typ och hur lång tid de kan reglera.

- Avhjälpande (FFR)
- Frekvenshållningsreserver (FCR-D upp, FCR-D ned samt FCR-N)
- Frekvensåterställningsreserver (aFRR samt mFRR)

FCR kan reglera under sekunder och FRR i minuter). Dessa aktiveras automatiskt. Större obalanser (mFRR för 10–15 minuter) hanteras med manuell reglering genom upphandling av stödtjänster.

Frekvensavvikelse har blivit vanligare de senaste åren, vilket bl a beror på timprissättningen som gör att det blir stora förändringar vid tidskiften och till viss del av ojämn vindkraft.

De automatiska reserverna består idag i stor utsträckning av vattenkraft som främst finns i norra Sverige. I södra Sverige behövs andra resurser. De stödtjänster som hanterar frekvenshållningen växer nu snabbt både till kostnad och volym samt antalet timmar som de behövs. Totalt räknar Svenska kraftnät med att marknaden har växt från 500 miljoner kronor per år för några år sedan till närmare 3 miljarder per år nu. Behoven förväntas öka kraftigt.

### Variationsreglering

Flexibilitetsresurser behövs även för att hantera ökad variabilitet i produktion och efterfrågan. T ex kan kraftvärmeverk, elpannor och elektrolysanläggningar kan anpassa sin produktion eller konsumtion till elpriser. Det kan även handla om att förflytta konsumtion i tid genom batterier och efterfrågefleksibilitet.

Olika typer av flex kan leverera olika nyttor:

<b>Nätkapacitetsbrist</b>	Begränsningar i elnätet som gör att behövd effekt inte kan överföras.
<b>Effektbrist</b>	Produktion av el kan inte möta behovet. Vid dessa tillfällen finns den svenska effektreserven att tillgå. Målet är att mer av detta ska kunna hanteras av marknader för flexibilitet.
<b>Snabbt frekvenssvar</b>	Även kalla syntetisk svängmassa. Produktion kan öka, trots att produktionen ligger på max, genom att sänka rotationshastigheten på rotorn och göra om den rörelseenergin till el. Det kan även göras med vindkraft och med laddning av elfordon
<b>Primärreglering</b>	Kan aktiveras inom loppet av sekunder. Motsvarar Svenska Kraftnäts stödtjänster FCR-D och FCR-N.
<b>Sekundärreglering</b>	Kan aktiveras inom loppet av minuter. Motsvarar Svenska Kraftnäts stödtjänster aFRR.
<b>Tertiärreglering</b>	Kan aktiveras inom loppet av 10-15 minuter. Motsvarar Svenska Kraftnäts stödtjänster mFRR.
<b>Längre under- och överskott</b>	Ett längre under eller överskott på 3-5 dagar. Kan lösas med byte av energislag

## Abonnemang

Då det är den abonnerade effekten som elsystemet behöver dimensioneras efter, så har det betydelse om det verkliga elbehovet i realiteten är lägre än det. Elnätägare har avtalat om vilken tillgänglig effekt som ska finnas och måste därmed kunna leverera den vid behov. Kunder är många gånger ovilliga att sänka sitt abonnemang då det finns en risk att inte kunna höja det igen vid framtida behov. Nätägare har små möjligheter att ändra i





ingångna avtal för att frigöra kapacitet i elnätet. I alla fall råder en stor osäkerhet om vad som är möjligt. Återstående möjlighet är därmed rådgivning och prissignaler till kunder med abonnemang som är högre än behovet om att ”frivilligt” sänka det.

En annan faktor som medverkar till att utmana elnäten utan verkligt behov är de så kallade dubbelbokningar som ofta görs av intressenter för nya etableringar i flera olika nätområden. Det blåser upp det prognostiserade elbehovet. Metoder för att förhindra fenomenet med dubbelbokningar pågår, men saknas ännu. En gemensam planering kan dock upptäcka dem.

## Produktionsflexibilitet

Flexibilitet kan skapas genom bilaterala avtal mellan större energiproducenter och elnätbolag som aktiveras vid behov eller genom köp av stödtjänster.

### Vattenkraft

Idag är det vattenkraften som möter en stor andel av flex-behovet. Vattenkraften kan användas för reglering med mycket kort framförhållning, från sekunder och uppåt. Även om den traditionellt använts för säsongsreglering så kan den bidra med flex på kortare tider också.

Fortums investering i batterilager vid Forshuvuds kraftverk i Borlänge är ett exempel som bidrar till mer flex. Batteriet på 6,2 MWh tar över den första minuten när det krävs snabb frekvensreglering, medan kraftverket går upp i en mer för anläggningen skonsam takt.

### Kraft- och fjärrvärme

Kraftvärme kan både ökas och minskas och därmed bidra med flex från minuter till timmar. En lösning, som ökar flexibiliteten för mer elproduktion när elbehovet är som störst, är magasinering av varmt vatten genom ackumulatortankar eller andra större bassänger/förråd för fjärrvärme. Det innebär att kraftvärmerna kan köra med högre effekt än värmebehovet och därmed öka elproduktionen när elbehov (och elpris) är som högst. När elpriset är lägre, exempelvis nattetid, kan pannan dra ner på effekt och förse fjärrvärmenätet med magasinerad värme. Flera energibolag har redan investerat i större ackumulatortankar (exempelvis Mälarenergi och Tekniska verken) och andra utreder frågan.

Lagring av energi i våra värmesystem är, jämfört med alternativ som batterier och pumpkraftverk, en kostnadseffektiv lagringsteknik.

### Vindkraft

Det finns en stor outnyttjad potential för flexibilitetstjänster från vindkraft och kraven på att bidra kommer sannolikt att öka. Idag är det främst genom nedreglering (FCR-D), dvs att verk stoppas. En alternativ metod är att reglera ner effekten genom s k pitchreglering där vindkraftens blad vrids för att släppa förbi vindeffekt. Det är en förhållandevis enkel och uthållig metod som idag kan ge betydande intäkter.

Vindkraftverk har rotationsenergi (svängmassa) i ungefär samma storleksordning som vattenkraft eller kärnkraft för motsvarande effektnivåer och har därmed potential att bidra till balansmarknaden. Idag bidrar vindkraft inte till rotationsenergi, men utveckling av lösningar för hur detta ska göras rent tekniskt pågår, t ex för reglering av varvtal. Det kan även komma krav på vindkraften att bidra. Beroende på marknadens ersättningar från elproduktion respektive stödtjänster kan vindkraftsparkers individuella turbiner också anpassas för att maximera parkens ersättning.

Scenariot för vindkraft i Dalarna till 2030 är 1,7 GW i installerad effekt. En rimlig gissning kan vara att 0,5 - 1 procent av denna kapacitet görs tillgänglig för balanstjänster till elnätet. Det skulle motsvara 12 MW.





Utöver balansreglering kan vindkraft även bidra till att stabilisera spänningen i nätet genom faskompensering. De tekniska kraven anger att reaktiv effekt ska kunna erbjudas vid produktion av el. Många vindkraftverk kan leverera spänningsreglering oavsett om aggregatet är igång eller inte. Det innebär att nätägaren kan köpa spänningsreglering från en vindkraftspark i stället för att installera egen kraftelektronik i nätet.

### **Solkraft**

Även solkraften har stora tekniska möjligheter att bidra till flex, främst genom nedreglering. Vintertid, när behovet av flex är störst, kommer inte småskaliga solcellsanläggningar kunna bidra med någon betydande flexibilitet.

### **Reservkraft**

Det saknas samlad kunskap om hur många reservkraftsanläggningar som finns i Dalarna. Potentialen för reservkraft har beräknats utifrån de stora datahallarna, vilka alltid har minst lika stor reservkraft som behövs för att driva anläggningarna. Om hälften av denna reservkraft skulle vara tillgänglig som flextjänst skulle det kunna innebära 270 MW som flexpotential 2030.

## **Användarflexibilitet**

### **Effekthushållning**

Det finns en stor potential för t ex hushåll att minska sitt effektuttag vid ansträngda timmar på dygnet morgon och kväll, visar inte minst kampanjen ”Platta kurvan för el”. Genom medvetenhet och små beteendeförändringar kan stora nyttor uppnås, utan annan ekonomisk kompensation än möjligheten att nå en lägre elkostnad för kunder med rörligt timpris. En sänkning av topparna med 10 % genom effekthushållning skulle innebära ca 35 MW.

För annan användarflexibilitet bör man räkna med att det krävs ersättning för dessa stödtjänster:

### **Industrin**

Industrins möjlighet till flex kan ligga i möjligheten till en generell minskning av användningen vid vissa prisnivåer. Genom att få in ytterligare flexibilitet från industrier redan på dagen före-marknaden skulle en del av de högsta efterfrågetopparna kunna kapas och då även de högsta elpriserna. I och med detta är industrins bidrag till flexibilitet särskilt viktigt. Stora förbrukare kan handla el själva eller via en elhandlare. Det kan även tecknas laststyrningsavtal med industrier.

För att större förbrukare ska kunna svara på prissignaler krävs att de har kunskap om sin förmåga att vara flexibla. De måste kartlägga sina processer och veta när och hur länge de kan pausa vissa processer samt om detta kan ske automatiskt eller inte.

Möten har hållits med större industrier som tillsammans står för 40-50 % av Dalarnas totala energianvändning för att kartlägga potential för flexibla på- och avkopplingsbara laster, inklusive produktionsanläggningar såsom turbiner för elgenerering. Merparten av processerna i intervjuade företag går kontinuerlig med 3-5 skift. Tillgängligheten för dessa processer borde därför vara god för uppregering.

I kategorin industrier ingår även skidanläggningar. Intervjuer med några av de större anläggningarna visar på höga effekttoppar för snöproduktion, men den verksamheten är känslig/svår att reglera. Det finns dock andra funktioner som kan vara flexibla, såsom uppvärmning.







Potentialen för avkopplingsbara laster för all industrin i Dalarna är lågt räknat beräknad till 103 MW plus 5 MW för skidanläggningarna. Då är det främst stödprocesser som inte påverkar produktionsprocesserna som är inräknade. Beräkningen baseras på intervjuer med stora industrier. Industrier med en mix av elpanna och biobränslepannor har även möjlighet till flex genom val om att koppla på eller av elpannor.

### **Datacenters**

Det finns en potential för flex från ventilation och kyla i datacenters och styrbarheten förväntas öka. Energimarknadsinspektionen uppskattar att hälften av den installerade effekten skulle kunna användas som flex-resurs 2030. För Dalarna har potentialen beräknats till ca 25 MW, vilket främst avser möjligheten att ackumulera kyla under ca 45 minuter.

### **Värmepumpar**

Endast en viss andel av alla värmepumpar är styrbara och även om tekniken finns så används de inte flexibelt idag, t ex på grund av fastprisavtal. Andelen styrbara värmepumpar förväntas öka i takt med att gamla byts mot nyare och i takt med att de ekonomiska incitamenten att använda sin värmepump ökar. Uthålligheten beräknas till någon timme. Energimarknadsinspektionen uppskattar att hälften av alla värmepumpar skulle kunna användas som flex-resurs 2030.

Genom öppna data från SGU har det totala antalet energibrunnar för Dalarna kartlagts. Genom att använda schabloner för dimensionering av värmepumpens värmeeffekt kontra borrhålens totala djup har en total värmeeffekt av 193 MW erhållits. Försäljningsstatistik från Svenska Kyl & Värmepumpsföreningen för luft/vatten, luft/luft och frånluftsvärmepumpar har också analyserats.

För Dalarna har potentialen för flex från värmepumpar beräknats till 64 MW för bergvärmepumpar, 11 MW för luft-vatten-värmepumpar, 34 MW för luft-luft-värmepumpar samt 18 MW för frånluftsvärmepumpar.

### **Laddbara elbilar**

Laddbara personbilar kan komma att stå för merparten av elanvändningen för transportsektorn 2030. Det innebär också att flex-potentialen ökar, i synnerhet då smart styrning av laddning är något som redan finns i bilar och laddboxar. Energimarknadsinspektionen bedömer att flex-potentialen för personbilar till 500 MWh/h 2030.

Statistik för publika elbilsaddare har inhämtats via chargefinder.com. Totalt finns 1051 publika laddare i Dalarna, och den installerade nominella effekten uppgår till 64 MW. Ett fåtal bilar laddar samtidigt på dessa, vilket gör flexitillgängligheten låg i nuläget. Samtidigt ökar antalet elbilar och offentliga laddpunkter.

Enligt SCB finns det i nuläget i Dalarna 10 700 elbilar i trafik, varav 5075 elbilar och 5625 laddhybrider. Den absoluta merparten av dessa antas ha privat elbilsaddning.

För Dalarna har flex-potentialen för elbilsaddning vid hemmet beräknats till 15 MW och för publik laddning 13 MW.

### **Vehicle-to-Grid (V2G)**

En del av smart laddning av elfordon är dubbelriktad laddning där fordonets batteri kan utgöra en flex-resurs i elsystemet. Det krävs bland annat att bilen står parkerad på en plats som är förberedd för V2G med en standard som passar bilens protokoll. Största hindren bedöms vara kring standardiserad teknik, men även ekonomiska och ökat batterislitage. Det är därför osäkert hur stor potential man kan räkna med. Energimarknadsinspektionen uppskattar att ungefär en femtedel laddbara bilar kan ha V2G-teknik 2030. I nuläget räknar vi i denna färdplan inte med en flexpotential för V2G, men den kan vara stor på sikt.





## Energilager

### Småskaliga batterier

Hushåll som investerar i batterilager gör det främst för att lagra solel, men med möjlighet att även sälja flex-tjänster. Potentialen i Dalarna beräknas till 12 MW.

### Storskaliga batterier

Incitamenten för att investera i storskaliga batterier bedöms primärt komma av Svenska kraftnäts stödtjänstmarknader. Uthålligheten för lagring sträcker sig till ca en timme. Baserat på planerade batterilager i Dalarna bedöms minst 200 MW i batterikapacitet finnas i Dalarna 2030. 70 % bedöms kunna finnas tillgängligt för flex, men det är ett grovt antagande.

### Vattenmagasinslager av el

Våra stora vattenmagasin vid vattenkraftverk utgör redan idag mycket viktiga energilager. Det finns möjlighet att skapa nya vattenmagasin genom t ex att nyttja nedlagda gruvor där vatten pumpas till högre nivåer vid elöverskott, s k pumpkraft. Potentialen för pumpkraft beräknas här till 15 MW, baserat på kända planerade projekt.

## Vätgas

### Analys

Ökad flexibilitet kan även uppnås genom att flytta energi mellan olika energibärare, t ex genom att producera vätgas av el genom elektrolys (av el och vatten). Under förutsättning av vätgasproduktionen kan koncentreras till tider då det råder elöverskott för att ersätta elbehov vid underskott, så kan vätgas bidra till ökad flexibilitet.

Marknaden för vätgas bedöms växa kraftigt under de kommande åren. Priset förväntas bli konkurrenskraftigt med sjunkande elektrolyspriser och andra stordriftsfördelar. Då det saknas en infrastruktur för utbyggt gasnät är det i ett systemperspektiv bäst att produktion och användning sker i närhet till varandra. Den största marknaden i Dalarna för vätgas bedöms vara stålindustrin och för tunga länge lastbilstransporter (30-80 mil), men det saknas ännu långt framskridna planer på vätgasproduktion i Dalarna.

Vid omvandling av el till vätgas genom elektrolys förloras ca 30 procent av energin i form av restvärme. Ur ett systemperspektiv bör därför vätgasproduktionen lokaliseras dit det finns förutsättningar att omhänderta restvärmen.

Batterier konkurrerar med vätgaslagring vad gäller att bemöta kortsiktiga flexibilitetsbehov på timnivå/inom dygn. Samtidigt kan batterier och vätgaslagring komplettera varandra genom att hantera flexibilitetsbehov på olika tidshorisonter. Vätgasen kan lagras i gasflaskor och tankar bidra med flexibilitet för mer långsiktiga behov (dagar/säsong). Det finns även teknik för att lagra den under mark i saltformationer eller inklädda berggrum under högt tryck.

Vätgasen kan omvandlas tillbaka till el med hjälp av bränsleceller eller gasturbiner när behovet är stort och priset högt. Tekniken för detta är dock dyr. Slutsatsen i rapporten "Vätgas för ett balanserat elsystem" från Energiforsk är att det är svårt nå lönsamhet med vätgasbaserad elproduktion.

I vilken omfattning vätgas kommer att bidra till flexibilitet i det framtida elsystemet beror till stor del av ekonomiska förutsättning.

### Scenario

Vätgas bedöms inte vara ett dominerande energislåg i Dalarna. Det största behovet av vätgas finns hos enskilda industrier, som också planerar för egen vätgasproduktion, förutsatt att





planerade investeringar blir av. Förutom industri kommer en mindre andel nyttjas till transportsektorn, mer specifikt tunga lastbilar samt en mindre andel bussar som kör långväga sträckor. Planerna för vätgasproduktion i Dalarna är större än det tänkbara behovet, vilket innebär att vätgas kommer exporteras till andra län.

## Sammanfattning av flex-möjligheter

De flexmöjligheter som identifierats i Dalarna kan användas för följande nyttor:

	Nät-kapacitet	Effekt- brist	Snabba frekvens- svar	Primär- reglering	Sekundär- reglering	Tertiär- reglering	Längre under- skott	Längre över- skott
Uppvärmning fastigheter	Passar bra	Passar bra	Passar inte	Passar bra	Passar bra	Passar bra	Passar inte	Passar inte
Elfordon	Passar bra	Passar bra	Passar bra	Passar bra	Passar bra	Passar bra	Passar mindre bra	Passar mindre bra
Industri	Passar bra	Passar bra	Passar bra	Passar bra	Passar bra	Passar bra	Passar bra	Passar bra

Passar bra

Passar mindre bra

Passar inte



De flexmöjligheter som har störst potential för att lösa problemet med effektbottnar och höja energianvändningen sommartid är på kort sikt att koppla på elpannor. På längre sikt är vätgasproduktion en intressant lösning.

Utveckling av marknadsmässiga incitament för flexibilitetslösningar kan möjliggöra ytterligare flexibilitet i elsystemet i form av t.ex. pumpkraft, utökad kapacitet i befintliga anläggningar, batteriparker, m.m.

### Scenario

Potentialen för olika flex-lösningar i Dalarna 2030 uppgår enligt beräkningarna i denna färdplan till:

Flexmöjlighet	Potential 2030 [MW]
Industri	103
Skidanläggningar	5
Bergvärmepumpar	64
Luft-vattenvärmepumpar	11
Luft-luftvärmepumpar	34
Frånluftvärmepump	18
<i>(Värmepumpar tillsats)</i>	<i>128</i>
Stugbyar i fjällen	39
Elbilsladdning, hemma	15
Elbilsladdning, publik	13
Elbil V2G	----
Reservkraft	270
Datacenter	24
Småskaliga batterier	12
Storskaliga batterier	140
Pumpkraft	15





## Få tillgång till flexibilitet

Nätägare kan använda olika sätt för att få tillgång till en flexpotential som finns.

### Tariffer

Nättarifferna kan utformas på ett sätt som främjar effektivt nätutnyttjande genom att priset för inmatning eller uttag av el relaterar till hur hög belastningen är i elnätet. Det ger incitament till användarna att anpassa sin elanvändning. Det kräver dock att företag och hushåll får korrekta prissignaler. Samtliga elnätägare kommer att införa effekttaxa senast januari 2027. Flera i Dalarna har redan gjort det. Effekten av de nya taxorna behöver följas upp och utvärderas så att justeringar kan göras för att uppnå optimal styrning.

### Flexmarknad

Ett annat sätt för nätföretagen att säkerställa driften av elnätet med hjälp av flexibilitet är genom att aktivt anskaffa flexibilitetstjänster, antingen genom upphandling av tjänster från aktörer som har flexibla resurser eller genom att anskaffa motsvarande tjänster på en marknad för flexibilitetstjänster.

Dalarna ingår i den nationella flexmarknad som Svenska Kraftnät ansvarar för, men det kan finnas motiv som talar för en egen regional flexmarknad i syfte att möta specifika lokala eller regionala behov. Att höja effektbottnar sommartid för att kunna ansluta mer produktion skulle kunna vara ett sådant behov.

Lokala flexmarknader har testats i bland annat Stockholm (StockholmFlex), men utvärderingen pekar på svårigheter att uppnå tillräckligt engagemang, komplexitet och höga kostnader för nätägaren. Intresset från Dalarnas nätägare att skapa en lokal eller regional flexmarknad är för närvarande lågt.

### Villkorade avtal

Den form av icke marknadsbaserad lösning som är möjlig är främst villkorade avtal. Nätägare har rätt att göra avsteg från anslutningsskyldigheten om det saknas ledig kapacitet i nätet och det inte finns förutsättningar att åtgärda kapacitetsbristen på ett sätt som är samhällsekonomiskt motiverat utan att förstärka nätet eller om det finns andra särskilda skäl.

Villkorade avtal kan innebära att kunden erbjuds ansluta till elnätet under förutsättning att kunden åtar sig att vara flexibel med sin nätanvändning efter nätägarens behov. I praktiken innebär det att kunden får begränsad tillgång till elnätet vid tillfällen när nätet är hårt belastat. Ersättningen för villkorade avtal ser olika ut. Det kan handla om ekonomisk ersättning eller om möjligheten att ansluta till elnätet tidigare än vad som annars hade varit möjligt.

Svenska Kraftnät räknar med att flexibla avtal kan öka effektuttaget markant, i väntan på att stamnätet byggs ut. De konstaterar samtidigt att stamnätet inte är den begränsande faktorn, utan transformatorstationer vid uttagspunkten. Dalarnas nätägare visar stort intresse för villkorade avtal, men det krävs också investeringar i tekniska system och avtalskonstruktioner som gör utvecklingen möjlig. Även energiproducenter efterfrågar idag möjligheter med villkorade avtal.





## Elnät med ökad överföringskapacitet

Behovet av att förstärka elnäten kan ställas i relation till det ökade elbehovet. Dock blir kraftslagen blir alltmer integrerade, t ex kommer framtida vindparker troligtvis att kombineras med solenergi-anläggningar. På så vis kommer elledningar att kunna utnyttjas mer effektivt eftersom vind- och solenergi sällan producerar höga effektnivåer samtidigt utan kompletterar varandra.

Nationellt beräknas elnätet behöva förnyas och byggas ut för 1 000 miljarder kronor till 2045. Ökad elektrifiering ställer krav på nätutbyggnad, men planeringen är svår och nya behov uppstår snabbare än takten att bygga nya nät. Med långa avskrivningstider krävs trygg och långsiktig efterfrågan och förutsägbara ekonomiska villkor i intäcksregleringen. Då inget elnätbolag kan bygga elnät på spekulation, så är en central fråga vem som ska göra det?

Regionnätet ansluter Dalarna till fyra stamnätsstationer i södra Dalarna. Den mesta vindkraften byggs dock i norra länet, med begränsad kapacitet att anslutas till regionnätet och stamnätet. I lokalnäten kan lokala flaskhalsar finnas och även begränsade möjligheter att få mer anslutning mot regionnätet.

Dalarnas elnätsägare behöver både resurser för reinvesteringar i elnäten samtidigt som näten behöver förstärkas, vilket är en resursmässig utmaning.

Reinvesteringsbehovet i lokalnäten i Dalarna, exklusive Vattenfall och Ellevios lokala och regionala nät, uppgår till ca 250 miljoner kronor per år enligt beräkningar i färdplanen för Trygg fossilfri elförsörjning i Dalarna. Planerade investeringar uppgår till ca 170 miljoner kronor per år.

Det finns även tekniska lösningar under utveckling för att frigöra kapacitet i befintliga nät, t ex att kunna tillåta högre temperaturer i ledningar och anpassa effektlöden efter väder och klimatförhållanden samt genom omkoppling av stationer.

## Ledarskap och samverkan

Ett tydligt ledarskap är en förutsättning för att frågan om smarta energisystem ska vara prioriterad och för att kraftsamla de resurser som krävs för att på kort tid möjliggöra den stora elektrifiering som samhället står inför.

Energibolagen är självklara centrala aktörer i omställningen av energisystemet. Provt på gott ledarskap har visats genom den färdplan för Dalarnas energisystem som de lett arbetet med att ta fram. I färdplanen identifierar de områden som är viktigast för energibolagen att fokusera på för att bidra till omställningen.

Dalarnas lokala och regionala elnätsägare samverkar i forumet EFFEKT4Dalarna för att genomföra färdplanen för ”Trygg fossilfri elförsörjning i Dalarna”. Elnätsägarnas mål för färdplanen är att åta sig ”att möjliggöra leverans av samhällets ökade efterfrågan på fossilfri robust elförsörjning i den takt som behövs för att nå ett klimatneutralt och konkurrenskraftigt Dalarna, senast 2045.”

Samverkan inom energiförsörjning behövs inom många olika områden och nivåer, inte minst för att klara elektrifieringen. Den övergripande samordningen av allt energi- och klimatarbete sker inom Energiintelligent Dalarna. Inom samverkansforumet EFFEKT4Dalarna samordnas arbetet med energisystem och elektrifiering. I forumet är Dalarnas elnätsägare centrala; både lokalnät, regionnät och transmissionsnät. Men samverkan krävs även med





andra organisationer såsom energiproducenter, kommuner, länsstyrelse, region, näringslivsorganisationer, högskola m fl.

Inom EFFEKT4Dalarna finns både arbetsgrupper som jobbar med operativa frågor och storforum för samverkan mellan olika typer av organisationer. Det saknas dock en strategisk ledningsnivå.

Exempel på operativ samverkan:

- Gemensamt utvecklingsarbete mellan nätägare för pilotprojekt, implementering av ny teknik och modeller, där det även kan ingå att samnyttja stödsystem.
- Nätplanering och prognosarbete.
- Kompetensutveckling och omvärldsbevakning.

Exempel på samverkan inom storforum

- Öka kunskapen hos beslutsfattare och planerare
- Etablera en fördjupad långsiktig samverkan med tidiga dialoger
- Utveckla flexibilitetstjänster
- Stödja elanvändare i effekthushållning och flexibilitet
- Kortare tillståndstider för nya elledningar
- Verka för stärkt kommunal och regional energiplanering

## Kunskapshöjning och attityder

Naturvårdsverkets årliga undersökning om svenskarnas attityder till klimatomställningen visar bland annat att 86 procent tycker att det är viktigt eller mycket viktigt att sätta in åtgärder för att minska klimatpåverkan. Energiomställningen kräver dock att mark tas i anspråk för produktion och överföring av energi, vilket kräver acceptans. Den största utmaningen inom energiförsörjning handlar om acceptans för utbyggnation av vindkraft och även elledningar.

Utbyggnaden innebär att en procent av Sveriges landyta kommer att täckas av vindkraftverk. Eftersom turbinerna är höga kommer de att synas vida omkring. Buller från vindkraftverk och ingrepp i landskapet är vanliga orsaker till lokalt motstånd. Flera europeiska studier visar att fastigheterna inom en viss radie från vindkraftverk har ett lägre värde jämfört värde med fastigheter på längre avstånd från verken.

Ökad acceptans för vindkraft kan uppnås genom information, delaktighet och lokal nytta.

### Kunskap

Den energiomställning som vi står inför och där alla i samhället behöver involveras, kräver ökad kunskap hos en bred allmänhet. Det gäller både enskilda individer, organisationer, politiker och andra beslutsfattare. Genom ökad kunskap och medvetenhet kan energianvändare bli en aktiv del i ett hållbart energisystem, t ex när det gäller att välja hållbara energislag och flexibel användning av el. Med ökad förståelse kan acceptansen för ny elproduktion samt åtgärder för energi- och effekthushållning öka.

Förändringen som behövs startar med en insikt om vad som är rätt, sedan en vilja att göra rätt och sist men inte minst en förmåga att göra rätt. Tillgång till bra och pedagogisk information tidigt i ett projekt är viktigt för att kunna forma de närboendes attityd från början.





Besöksanläggningen Vindpark Dalarna är ett exempel på en lyckad satsning på ökad information som gör skillnad. Andra sätt att höja kunskapen är att göra fakta om energiomställningen mer lättillgänglig, organisera fler ”goda samtal”

### **Delaktighet**

De närboende uppfattar ofta vindkraftsetableringen som att någon kommer utifrån och exploaterar en lokal resurs där bara berörda markägare drar nytta av etableringen. Strävan att skapa lokal acceptans genom samråd och information får då inget bra genomslag. Målkonflikter som hanteras på ett framgångsrikt och tidigt skede kan minska intressekonflikter som annars kan uppstå. Det planeringsunderlag för vindkraft som tagits fram i Dalarna är ett

Ett demokratiskt samhälle kräver delaktighet för att allmänheten inte ska känna sig överkörd. Genom transparens, involvering av berörda samt genom möjlighet till påverkan minskas risken för motstånd till förändring. Lokalbefolkningen behöver vara med och få möjlighet att tillsammans med experter och myndigheter värdera landskapsförändringar som vindkraften åstadkommer. Det underlättas av metoder att visualisera vindkraft i landskapet. Ett bra exempel är den landskapskaraktärsanalys för vindkraft i Dalarna som länsstyrelsen lett arbetet med att ta fram.

### **Lokal nytta**

För att få acceptans för vindkraft behöver den lokala nyttan stärkas på flera sätt genom positiva incitament. Förutom ekonomisk nytta så kan vindkraft ge ökad framtidstro och stärkt känsla av att bidra till en positiv utveckling. Det lokala näringslivet kan stärkas och flera arbetstillfällen skapas. Ett initiativ som lyfter fram den aspekten är Leverantörsnod DalaVindKraft, en plattform där leverantörer till vindkraft kan visa upp sig.

För att uppnå framgångar med vindkraftsetableringen bör det testas nya modeller för ekonomisk kompensation, lokala ersättningar samt för lokalt deläggande. Ekonomisk vinning anses av många studier som den lättaste lösningen att uppnå en högre acceptans. Den statliga utredningen ”Incitament för en hållbar utbyggnad av vindkraft” föreslog att

- närboende kompenseras genom ett årligt belopp som har att göra med avståndet till vindkraftsparken
- ägare som bor i intilliggande fastigheter ska ha rätt till inlösen som baseras på det marknadsvärde som finns innan vindkraftsparken byggs
- en kommun bör få rätt att förena ett ja till en vindkraftspark med kravet att få finansiering för det lokala samhällets utveckling.

Regeringen har ännu inte gått vidare med förslagen.

Det är förekommer att kraftbolagen delar ut en frivillig bygdepeng eller annan ersättning som sedan kan används till lokala ändamål. Vindpengen ligger mellan 0,25-0,5 procent av bruttoavkastningen, men varierar stort mellan vindparkerna.

### **Beslut**

För att beslut om vindkraft ska komma tillstånd krävs att kommuner ställer sig bakom dem. Precis som allmänheten är beslutfattare i kommuner beroende av ökad kunskap, delaktighet och att uppleva lokal nytta. Men det krävs också bra planering och beslutsunderlag.

Länsstyrelsen Dalarna har på uppdrag av Energimyndigheten och Naturvårdsverket tagit fram ett planeringsunderlag för hållbar utbyggnad av vindkraft i Dalarna. En karta har tagits fram som redovisar områden med få överlappande allmänna intressen och som därmed bedöms ha god potential för vindkraftsetablering.

Baserat på regionala underlag behöver kommuner ta fram/uppdatera sina vindbruksplaner.







## Energiplanering

Träffsäkra och förankrade prognoser för framtida energi- och elbehov underlättas av god dialog, samverkan och standardiserade arbetssätt att upprätta prognoser. Något som EFFEKT4Dalarna bland annat arbetar med att förbättra.

Verksamheter som vill etablera sig eller utöka sin verksamhet upplever ofta att det är svårt att få tag på information om möjliga anslutningar och kapacitetstillgång i elnäten.

Vissa hävdar att det är avregleringen av elmarknaden som gjort att det bildats stuprör vad gäller prognos- och planeringsarbete för elnätets utveckling.

### Kommuner

Kommunernas planmonopol innebär ett särskilt ansvar att inkludera strategisk energiplanering för att säkra energiförsörjningen inom kommunen.

Kommunerna har en nyckelroll i den tidiga planering som behövs för att trygga elförsörjningen. Enligt lagen om kommunal energiplanering, Lag (1977:439) ska det i varje kommun finnas en aktuell plan för tillförsel, distribution och användning av energi inom hela den geografiska kommunen. Idag uppfyller få eller inga kommuner kravet.

Syftet med kommunal energiplanering är inte bara att upprätta en energiplan, utan att införa ett löpande arbete med energiplanering. En energiplan behöver kartlägga nuvarande energibehov, beskriva nuvarande energisystem, analys av framtida behov samt prioritera åtgärder. Planeringen bör integreras med annan planering såsom fysisk planering och beredskapsplanering

Det behövs uppföljning och rutiner för uppdatering av planen. Då lagen är mycket relevant och behovet viktigare än någonsin är det prioriterat att införa kommunal energiplanering och att ta fram kommunala energiplaner.

Kommuner är även en viktig part vad gäller att korta tillståndstider för nya elledningar och kraftproduktion.

### Länsstyrelsen

Länsstyrelserna ska leda och samordna det regionala genomförandet av energi- och klimatpolitiken, vilket sker genom Energiintelligent Dalarna. I uppdraget ingår även ansvar för strategisk regional energiplanering, planering för elektrifiering samt att skapa samverkan och stöd till kommuner och andra organisationer i energiplanering. Som statens förlängda arm i länet har länsstyrelsen en viktig roll att förmedla regionala behov och identifierade hinder/utmaningar till nationell nivå, där det även ingår att föreslå nya styrmedel.

Länsstyrelsen har även ansvar för kris- och beredskapsplanering.

Länsstyrelsen ska enligt Plan- och bygglagen utöva tillsyn över och bevaka vissa statliga och mellankommunala intressen när översiktsplaner och detaljplaner upprättas. Dialog med kommuner sker både under samråd och granskningsfasen. Länsstyrelsen yttrar sig därefter över kommunernas förslag. Frågor om elförsörjning ingår i de planeringsunderlag som länsstyrelsens tillhandahåller i tidiga samhällsplaneringsdialoger med kommunen. Med en tydligare instruktion från Boverket om vad som ska ingå i översiktsplaner, kan länsstyrelsens granskning och stöd på detta område också bli tydligare.

För att bidra till förkortade tillståndsprocesser för nätutbyggnad kan länsstyrelsen ha en roll i att göra avvägningar mellan olika samhällsintressen, särskilt om staten tydligt pekar ut





ledningsnät som ett viktigt intresse (riksintresse för transmissionsnätet). Det kan i sin tur underlätta miljöbedömningen och samrådsprocessen för länsstyrelsen i dialogen om allmänna intressen.

Länsstyrelsen har även ett ansvar för tillsynsvägledning till kommuner och egen tillsyn av en del energikrävande verksamheter, där energitillsyn och energihushållning ingår.

### **Region Dalarna**

Region Dalarnas leder och samordnar länets gemensamma arbete mot ökad hållbar tillväxt och livskvalitet utifrån den regionala utvecklingsstrategin ”Ett hållbart Dalarna med utvecklingskraft i alla delar av länet” för ett klimatsmart, konkurrenskraftigt och sammanhållet Dalarna. Kommuner kan stöttas i gemensamma utmaningar med ett regionalt och nationellt perspektiv.

Ansvar för Energiintelligent Dalarna delas mellan Region Dalarna och länsstyrelsen.

I arbetet med att trygga elförsörjningen är regionens roll främst att skapa och stärka samverkan mellan olika offentliga aktörer, inte minst med kommunerna. Detta kan ske i befintliga nätverk, till exempel nätverket för samhällsplanering.

Region Dalarna samordnar insatser för exportfrämjandet och innovationsmiljöerna och man arbetar även med att attrahera nya företagsetableringar till regionen genom Invest in Dalarna Agency.

Energikontoret är en integrerad del av Region Dalarna med rollen att bedriva rådgivning och vägledning till både privatpersoner och företag främst inom områdena energieffektivisering, anläggning av förnybar kraftgenerering, effekthushållning och energilagring.

### **Nätplanering**

Planerade behov av el behöver omsättas i konkret nätplanering, vilket görs löpande av alla elnätägare. Vart annat år, med start 2024, upprättas även nätutvecklingsplaner som presenteras i offentliga samråd.

Det finns motiv för ökat samverkan mellan nätbolag. Nätplanering kräver omfattande kunskap för att bli effektiv och träffsäker, en kompetens som kan vara svår att upprätthålla i mindre nätbolag. Att ta fram tillförlitliga och realistiska prognoser är svårt och innebär ett avancerat analysarbete samtidigt som det saknas standardiserade sätt för nätbolag att prognostisera sitt framtida effektbehov. Ett annat motiv för samverkan är att det inte sällan förekommer att samma aktör bokar upp effekt på flera ställen samtidigt. En gemensam planering skulle upptäcka såna dubbelbokningar.

Omgivande samhälle efterlyser en ökad transparens i nätplaneringen samt tillgänglig effekt i elnäten.

## **Beredskap**

Energiförsörjning och energiproduktion är en viktig del av totalförsvaret. Planeringen behöver därför dimensioneras för att klara störningar och värre kriser. Energiförsörjning behöver ingå i alla organisationers kontinuitetsplanering, dvs att planera för att upprätthålla verksamheter på en tolerabel nivå. Den behöver omfatta alla energislag, inklusive produktion och distribution av el, produktion och distribution av fjärrvärme, produktion och distribution av bränsle och drivmedel. Risk- och sårbarhetsanalyser är en viktig del i planeringen.

Svenska Kraftnät är elberedskapsmyndighet. Kommuner och länsstyrelsen har ansvar för kris- och beredskapsplanering på lokal och regional nivå. Kommuner har ansvar för att





kartlägga risker och hot samt planera för att kunna hantera allvarliga störningar. Länsstyrelsen har ansvar att stötta kommuner och andra regionala aktörer i detta.

## Reservkraft

En plan behövs för reservkraft som möjliggör fortsatt drift av elberoende verksamhet vid ett elavbrott.

## Beredskapslagring

En plan behövs för att säkerställa drivmedel till samhällsviktig verksamhet, inklusive laddningsmöjligheter för elbilar vid elavbrott. Det behövs drivmedel som går att lagra längre tid, varför HVO är bättre än diesel. Lagring av biogas kräver ytterligare energi för kylning och det är inte effektivt att lagra under längre tid. Trädbränslen som flis och pellets kan lagras under längre tid.

## Ödrift

Vid planering för elbortfall kan verksamhetsutövaren klara elförsörjning till samhällsviktig verksamhet under längre eller kortare tid genom ödrift. Det innebär att elproduktion och elanvändning drivs i ett geografiskt avgränsat elnät, utan koppling till det omkringliggande nätet. Den kan avse allt från enskilda fastigheter till större områden. Regeringen vill att behovet av regional självförsörjning av energi och effekt samt förmåga till ö-drift klargörs samt utvecklas.

Vattenkraften är en viktig resurs för ödrift. Dalarnas möjlighet till ö-drift är goda genom tillgången till Trängslets kraftverksdamm, vilket gör det möjligt att tillfälligt förse hela Dalarna med el. Detta har testats i beredskapsövningar. *Hela eller delar av länets elbehov?*

Pilotanläggningen i Ludvika, med världens största transformatorlåda ”Krafttanken”, möjliggör ö-drift med energiförsörjning till viktiga samhällsfunktioner genom batterilager sammankopplat med andra delar av elsystemet. Intresset för anläggningen är stort utifrån.

Det bör ingå i den regionala energiplaneringen att ha en idé om och plan för vilka geografiska områden och verksamheter som ska kunna köras med ö-drift.

## Styrel

För att kunna prioritera samhällsviktiga elanvändare genomförs vart fjärde år planeringsprocessen styrel, vilken initieras av Energimyndigheten. I processen samarbetar statliga myndigheter, länsstyrelser, kommuner och elnätsföretag för att ta fram underlag för prioritering av samhällsviktiga elanvändare vid en manuell förbrukningsfrånkoppling. Det är Svenska kraftnät som beordrar om att en manuell frånkoppling behövs för att ytterst skydda hela elsystemet vid situation med effektbrist. Styrel ska ses som en del av krisberedskapen.

## Skydd av viktig energiinfrastruktur

Om kommunen identifierat risker med kritisk infrastruktur, t ex en drivmedelsdepå eller en transformatorstation kan dessa skyddas med stöd av säkerhetsskyddslagen, skyddslagen och lagen om skydd mot olyckor. Det är viktigt att kommunen säkerställer att det finns avtal med distributörer som motsvarar de krav kommunen har på energileveranser.

## Kommunal värmeberedskap

Ett omfattande elavbrott vintertid kan få allvarliga konsekvenser för värmeförsörjningen i bostäder och byggnader. För att lindra de negativa effekter som kan drabba människor och byggnader behöver kommunen upprätta en strategi för att lindra en värmekris.





## Forskning och innovation

I takt med att energisystemet blir fossilfritt, elektrifierat och digitaliserat så ökar behovet av forskning och innovation för att bidra till ökad förståelse av risker och möjligheter. Förutom att det behövs en generell kunskaphöjning om energisystemet och vad som krävs för att trygga den framtida energiförsörjningen, så finns flera områden där det behövs fördjupad och ny kunskap (forskning). Det finns också många områden där nya innovativa lösningar behövs för att hantera de utmaningar som energisystemet står inför.

### Resurser och kapacitet för innovation

*Högskolan Dalarnas* nyinrättade forskningscentrum Sustainable Energy Research Center, SERC, bygger vidare på mångårig energiforskning inriktad på hållbara och flexibla energisystem samt dess integration med bebyggd miljö. Forskningen är tvärvetenskaplig och har starka samarbeten med många privata och offentliga intressenter, samt koordinerat med andra akademiska institutioner över hela världen.

SERC kan integrera forskning från andra områden relevanta för smarta energisystem, t ex samhällsbyggnad, datavetenskap, digitalisering och hållbar tillväxt.

*Forskningsmiljön i och kring Hitachi i Ludvika* är världsledande inom högspänd överföring av likström med en global marknad. Kunskapen vore dock önskvärd att kunna använda även i ett regionalt forskningssammanhang. Även *CTEK:s* kunskap inom batteriladdning är en regional tillgång. Dessa större företag har i stor utsträckning egna miljöer för forskning och utveckling.

Till utmaningarna hör att den offentligt finansierade forskningen i Dalarna ligger under EU-genomsnittet och företagens investeringar i forskning och utveckling är också relativt låga. Närvaron av forskningsinstitut är också relativt svag, men den ökar. Deltagandet i mer konkurrensbaserade finansieringsprogram är relativt lågt. Det finns ett behov av att etablera starkare samverkan mellan företag, forskare och civil-samhället för att i innovationsprocesserna tillvarata en mer mångfasetterad grupp av intressenter.

Ett system behövs som säkerställer att Dalarna har de kunskapsflöden, resurser och infrastruktur som krävs för framgångsrika innovationsprocesser. För att skapa bättre synergieffekter behöver uppkoppling mot innovationsmiljöer effektiviseras, både på regional, nationell och internationell nivå.,

*Dalarnas energibolag* är till stor del offentligt ägda med stort samhällsansvar och under politiska åtaganden. Det bidrar till att långsiktiga samarbeten ur systemperspektiv mellan bolag och med högskolan lättare kan etableras.

Energibolagen är centrala aktörer i omställningen av energisystemet och en nära samverkan med dem i innovationsarbetet blir avgörande för framgång. Det behövs ett gemensamt utvecklingsarbete mellan nätägare för pilotprojekt, testbäddar, samt test, verifiering och implementering av ny teknik och modeller som aktiviteterna i färdplanarbetet genererar.

*Energijointelligent Dalarna* har genom mångårig samverkan samlat aktörerna inom energiområdet, vilket underlättar möjligheterna att skapa forsknings- och utvecklings-samarbeten som behöver inkludera olika typer av intressenter.

*Naturliga förutsättningar* som är unika för Dalarna bör tas tillvara för smart specialisering. Ett exempel är den unikt stora och expansiva besöksnäringen. Dalarnas stora andel fritidshus och besökare i fjällen innebär skapar förutsättningar för smart specialisering på forskning och innovationer inriktat på energisystemlösningar för fritidshusbebyggelse och infrastruktur för





tillfällig laddning av elfordon. De stora effekttoppar som genereras i Dalafjällen kräver speciallösningar som kan innebära innovationer med potential för en större marknad. Andra unika *naturförutsättningar* är nedlagda gruvor som kan utgöra en resurs för pumpkraft, vätgaslager och värmelager med varmvatten samt Siljansringen som har förutsättningar för geotermi och minskade metangasutsläpp.

### **Kunskapsbehov**

I framtagning av denna färdplan har det framkommit många områden där det behövs ökad kunskap, bl a:

- Fjärrvärmens betydelse ur ett energisystemperspektiv samt studier om hur framtidens fjärrvärmelanläggningar ska värmas upp med minskad mängd avfall till förbränning.
- Vätgasens roll och potential och optimal lokalisering för dess produktion.
- Flex-möjligheter i olika verksamheter.
- Hur vindkraft och solkraft samspelar i produktion i ett elnät, med syfte att bättre kunna beräkna möjlig omfattning på anslutningar.
- Bioråvarans, främst restprodukter, roll i energiomställningen.
- Kunskap om behovet av bio-CCS samt möjliga lösningar.
- Möjliga lösningar för ö-drift och energigemenskaper.
- Energieffektivisering och effekthushållning i alla typer av verksamheter.

### **Forsknings- och innovationsbehov**

De behov av ny forskning och innovation som framkommit i framtagning av denna färdplan har kategoriserats efter befintliga forskningsmiljöers kompetens:

#### Högskolan Dalarna, SERC

*Fjärrvärme* är mycket central i ett hållbart energisystem. För att bibehålla och även utöka marknadsandelarna för fjärrvärme behövs ett fortsatt utvecklingsarbete. Det handlar bland annat om möjligheter att omhänderta mer restvärme, skapa lågtemperaturnät, bio- och solkombinat, fjärrkyla och metoder för optimala returtemperaturer – anpassat för olika byggnadstyper. I tillägg finns sannolikt en potential till mer moderna system för styrning, övervakning och uppföljning, inte minst ur kundperspektiv. Siljansringen utgör en potential för Dalarna vad gäller geotermi som behöver undersökas närmare, dvs att omhänderta hetvatten som finns relativt grunt.

*Solel* kommer fortsatt att växa, inte minst större markanläggningar. Systemlösningar behövs som är anpassade för Dalarnas klimat och möjliga bruksmetoder för mark som tas i anspråk, i kombination med storskaliga lösningar för energilager.

*Energilager* för både värme och el är avgörande för att klara en jämn och trygg elförsörjning, vilket kräver innovativa lösningar med många olika tekniker. Att utnyttja värmelager i byggnader genom styrning av värmepumpar är inte ny teknik, men behöver tillämpas i större omfattning. Det sker omfattande investeringar i små- och storskaliga batterilager för att bidra till att jämna ut effektbehov och bidra till stödtjänster i elsystemet. Kunskap och metoder för att koppla ihop detta i ett effektivt energisystem behövs. Vätgasproduktion genom elektrolys är ett annat sätt där elöverskott tas tillvara. Kunskap och metoder för hur Dalarna bäst nyttjar denna möjlighet behöver dock stärkas. Pumpkraft kan vara av särskilt intresse för Dalarna med både berg och nedlagda gruvor som skapar efterfrågad nivåskillnad. Även här saknas kunskap och metoder. Nedlagda gruvor har också en potential att med innovativa metoder användas för vätgaslager och varmvattenmagasin. Att lagra varmvatten i





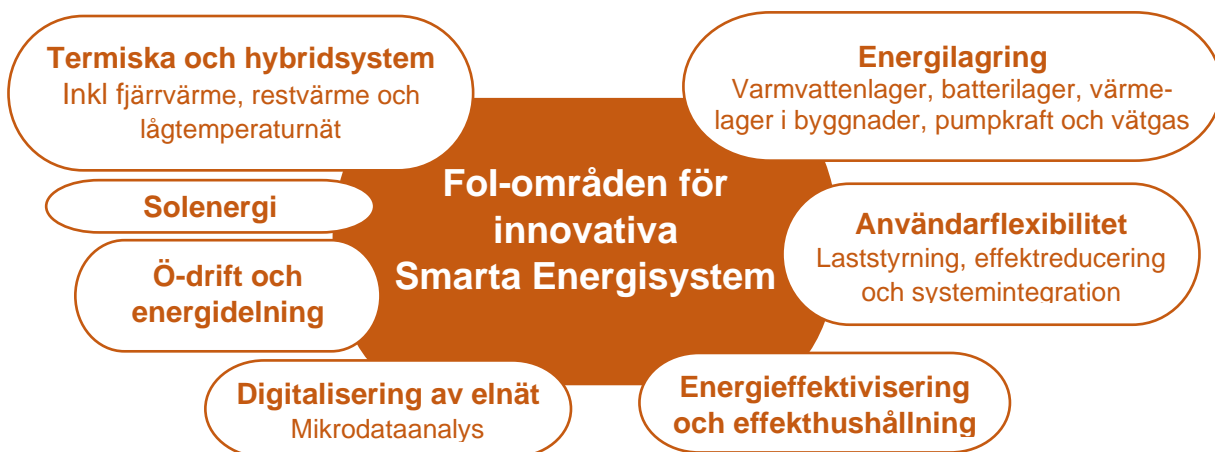
bassänger i fjärrvärmenätet för att kunna avlasta värmebehov och fokusera på elproduktion i kraftvärmeverk bedöms vara en av de mest kostnadseffektiva energilagringsteknikerna. Metoder för detta är dock ännu inte utvecklade i Dalarna.

*Möjligheter till ö-drift* är allt mer av intresse, inte minst från politiskt håll. Kunskapen och de tekniska lösningarna för avgränsad ö-drift är dock begränsade där elkvaliteten samtidigt kan säkras.

*Användarflexibilitet i elsystemet.* Det råder stor efterfrågan på metoder att vara mer flexibel i sin elanvändning genom att minska, öka eller flytta laster över tid. Industrins och skidanläggningars flexibiliteter kan vara relativt stora, om kunskap och kostnadseffektiv teknik för styrning finns. Det gäller både minskade och ökade uttag. Transportsektorns flexibiliteter tillvaratas främst genom smarta system för tidsstyrning av elbilsaddning. För hushåll och fastigheter finns stora möjligheter till användarflexibilitet genom hur el används. Innovativa lösningar behövs för att styra, påverka beteenden och koppla ihop system.

*Digitalisering av elnäten* är en potential som ännu inte tagits till vara fullt ut. De nya elmätarna genererar data som med mikrodataanalys kan användas för analys och planering samt till grund för beslut. Här är Högskolans forskning och kompetens inom mikrodataanalys en tillgång.

*Energieffektivisering och effekthushållning* kommer fortsatt vara helt avgörande för att klara energiomställningen. Samtidigt som kunskapen om möjliga metoder för energieffektivisering i olika verksamheter redan finns, så öppnar ny teknik ständigt för nya lösningar som behöver implementeras. Kunskap och metoder för att hushålla med eleffekt (sänka toppar) behöver dock utvecklas och anpassas för olika målgrupper. Marknaden för såna lösningar bedöms växa i takt med att elnättariffer omformas till effekttaxor.



#### Forskningsmiljö kring Hitachi

*Bättre nyttjade av befintliga elnät* är ett område där nya lösningar behövs och där kompetensen för överföring och transformation skulle kunna användas för lösningar även för lågspänning. Tekniska innovationer kan minska förlusterna i elnät och transformatorer samtidigt som det finns potential att överföra mer el i befintliga ledningar.

*Produktionsflexibilitet i elsystemet.* Även vindkraften och vattenkraften har möjlighet att utvecklas för att kunna bidra till mer frekvenstjänster än idag. För det behövs teknikutveckling. Här ingår även att nyttja befintliga reservkraftverk på bästa sätt genom samverkan, bilaterala avtal och prissignaler.





*Digitalisering av elnäten.* Digitala lösningar kan bidra till effektivare metoder för mätning, övervakning och fjärrstyrning. Digitaliserade processer och datainsamling kan ligga till grund för beslut. Elnäten kan integreras med nya teknologier samt att drift och underhåll kan automatiseras i ökad grad.

*Möjligheter till ö-drift* är alltmer av intresse. Kunskapen och de tekniska lösningarna för avgränsad ö-drift är dock begränsade där elkvalitén samtidigt kan säkras.

## Kompetensförsörjning

För att klara elektrifieringen, krävs ett rejält tillskott av kompetens till energibranschen. Branchen är under stark utveckling och omställning. Det handlar om kompetensförsörjning hos energibolag, inom högskolans utbildningar och forskningsmiljöer samt företag inom området. Kompetensbristen är stor redan idag, med dragkamp om personer med rätt utbildning. Ett ökat behov finns inom allt från tillståndshantering, byggnation, drift och industrisatsningar.

- För vindkraft behövs kompetens för etablering, drift, underhåll och utveckling.
- För elnäten behövs kompetens både för lokalnät och regionnät.
- Hitachi har ett stort behov av energikompetens för nyrekryteringar.
- Större industrier såsom SSAB och annan stålindustri står inför omställning där processer ska elektrifieras, vilket kräver ny kompetens.

Energimyndigheten samordnar en nationell kraftsamling kring kompetensförsörjning för elektrifieringen. I uppdraget ingår att identifiera hinder för energisektorns kompetensförsörjning samt föreslå åtgärder för att möta kompetensbehoven. Resultaten rapporteras till regeringen i december 2024.







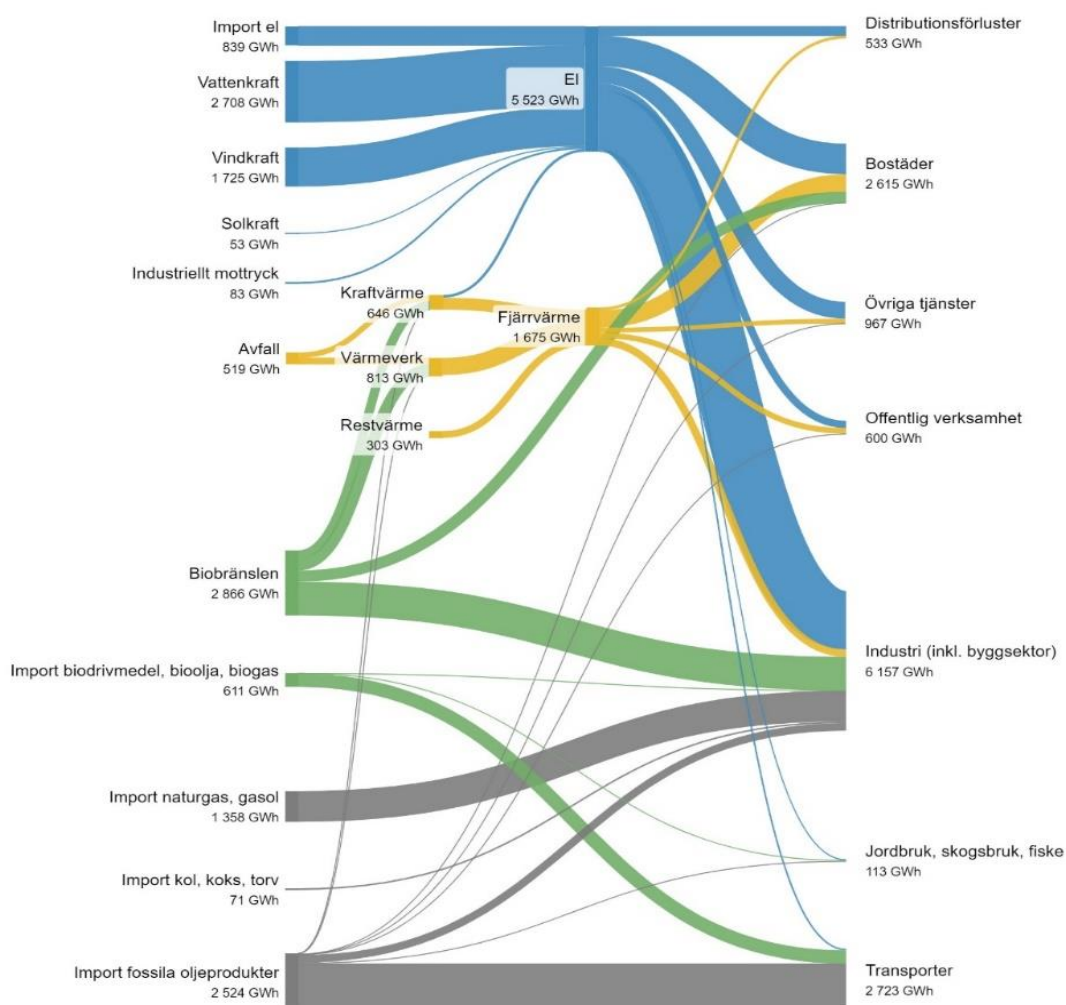
## 6 Energibalanser

Analysen av energibehoven samt möjligheter i produktion och flexibilitet sammanfattas här balansbilder för energi, el och effekt. Balanser för 2022 baseras på statistik. Balanser för 2030 baseras på beräkningar och intervjuer med stora energianvändare. För 2045 presenteras ett tänkbart scenario.

### Energibalans

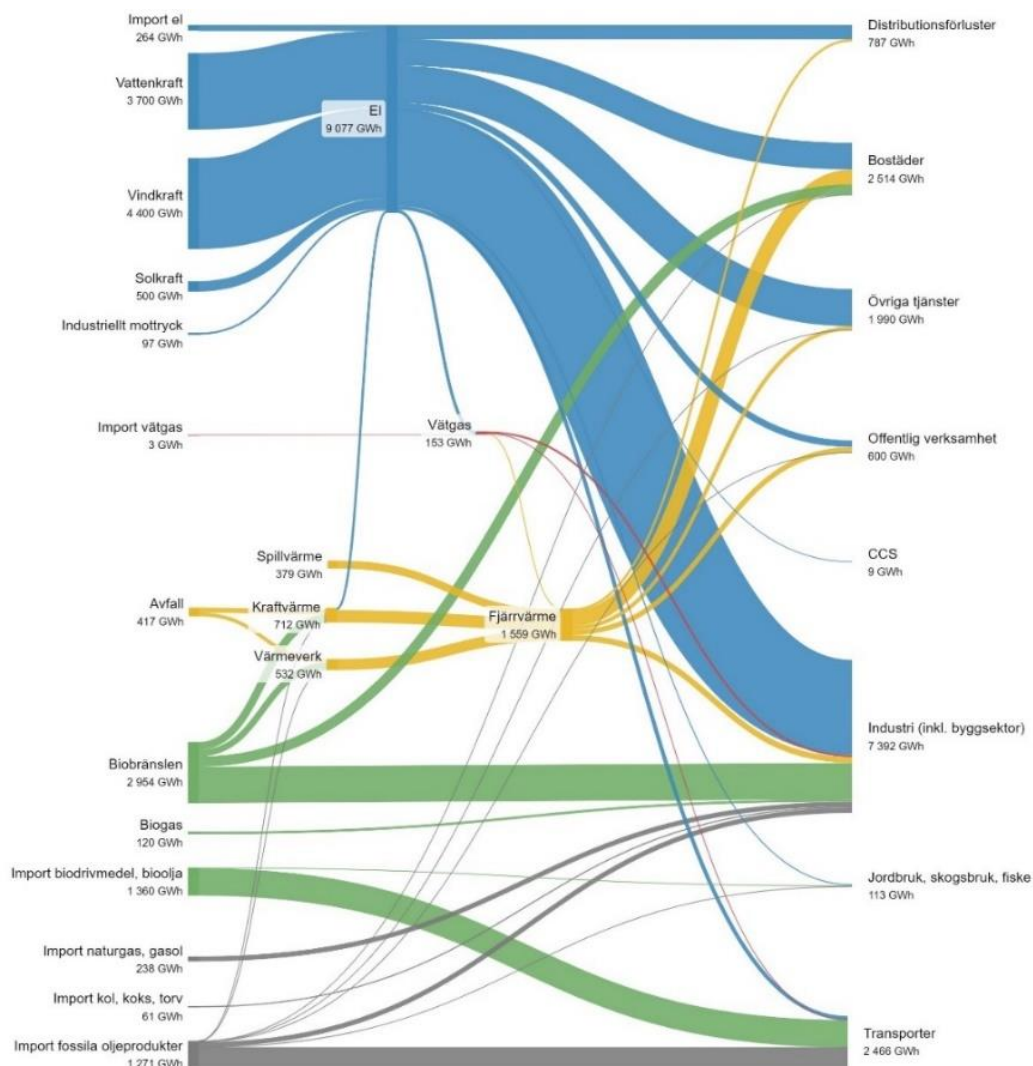
Den tillförda energin är alltid lika stor som den använda energin, när förluster inkluderas. I Dalarnas energibalans ingår alla energislag. Den totala energitillförseln och energianvändningen uppgår till 13 706 GWh. Ca 40 procent är importerad energi (statistik för bioenergi saknas), vilket betyder att Dalarna är självförsörjande på energi till 60 procent.

Se förklaring till vad som ingår i respektive kategori på sista sidan i färdplanen.



Figur 10 Dalarnas energibalans 2022. Fakta hämtad från offentlig statistik, SCB.



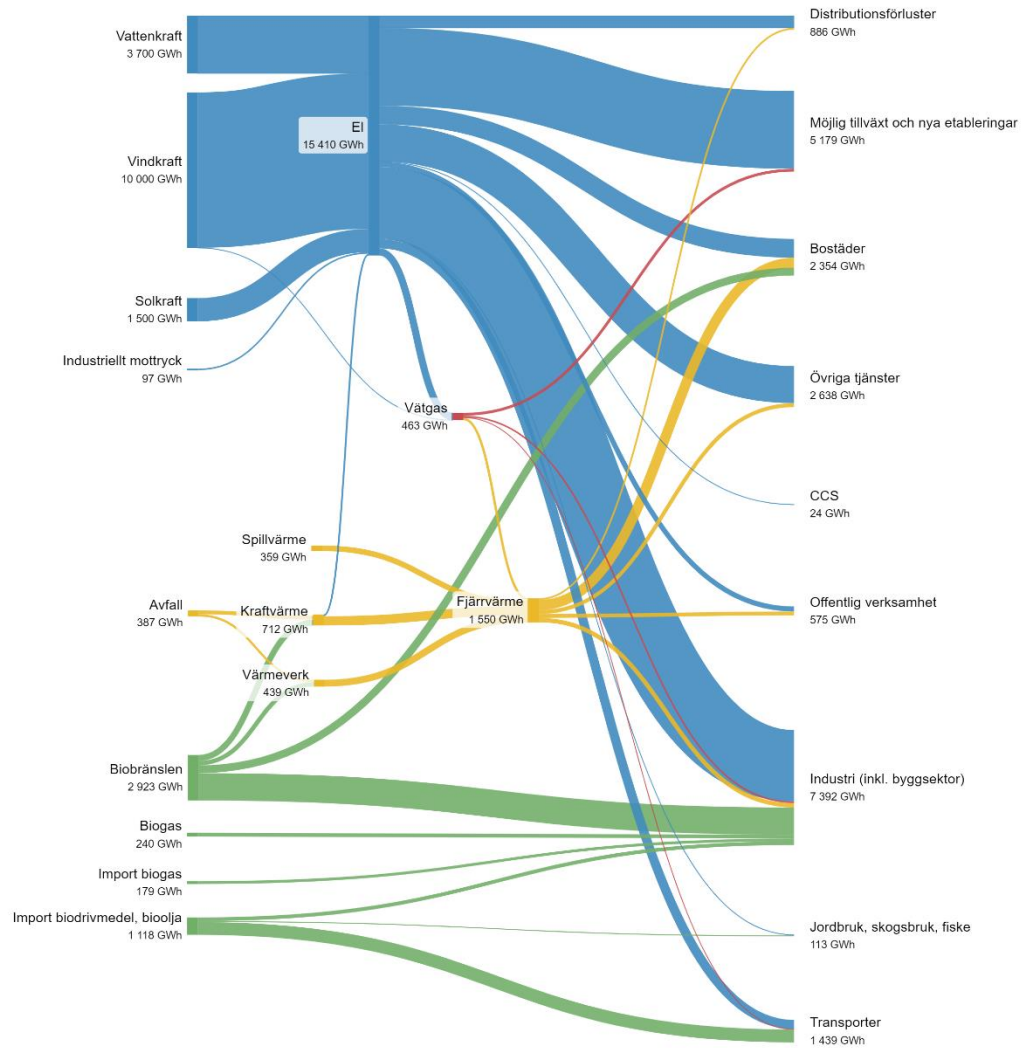


Figur 11 Prognos för Dalarnas energibalans 2030, baserat på en kombination av beräkningar och intervjuer med stora energianvändare.

Energibalansen för 2030 bygger på analys och möjligheter i tidigare kapitel. I takt med att fossil energi fasas ut kommer elbehovet att öka kraftigt, då mycket sker genom elektrifiering. Vätgas till industrin och el för Bio-CCS har tillkommit som nya kategorier.

2030 beräknas den totala självförsörjningsgraden att uppnå 80 procent. (12 591 GWh egenproduktion, 15 882 GWh energianvändning och 3 186 GWh importbehov). Självförsörjningsgraden ökar då elproduktionen ökar. Importen beräknas främst bestå av biodrivmedel och fossil energi.





Figur 12 Ett scenario för Dalarnas energibalans 2045

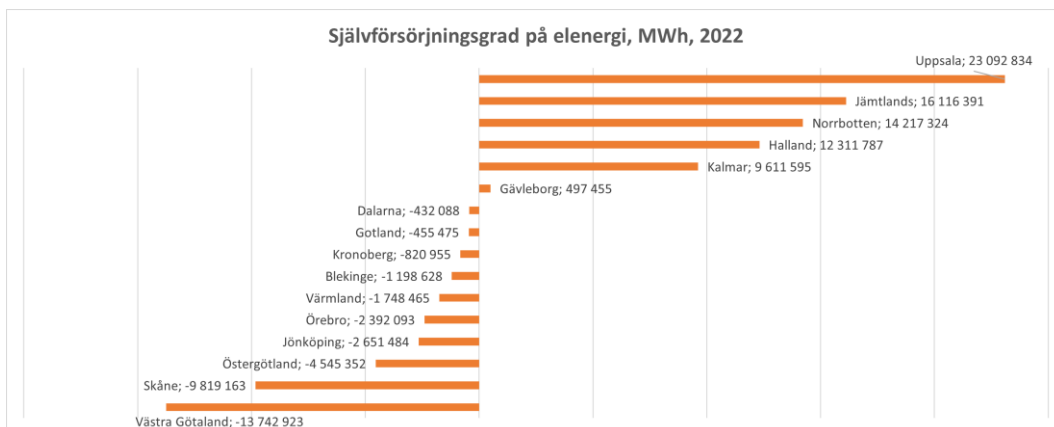
2045 när all fossil energi behöver ha fasats ut för att vi ska nå våra klimatmål, så kan ett framtida energisystem komma att se ut så här baserat på analysen i denna färdplan. Men det finns stora osäkerheter. För 2045 uppskattas självförsörjningsgraden på energi till 92 procent (19 206 GWh egenproduktion, 15 420 GWh energianvändning, 1 297 GWh importbehov). Trots att vi producerar mer energi än vad vi använder 2045 totalt sett så är vi inte självförsörjande på alla energislag då det enligt scenariot fortsatt importeras biodrivmedel.

## Elbalans

Tillförd el är alltid lika stor som den använda elen, när förluster inkluderas. I Dalarnas elbalans ingår all elproduktion och elanvändning. Den totala elproduktionen uppgick 2022 till 4 685 GWh och elanvändningen till 5 117 GWh, vilket innebär att Dalarnas självförsörjningsgrad under 2022 var 92 procent. Ett år med mycket vattenkraft kan Dalarna på årsbasis producera lika mycket som nuvarande elbehov uppgår till.

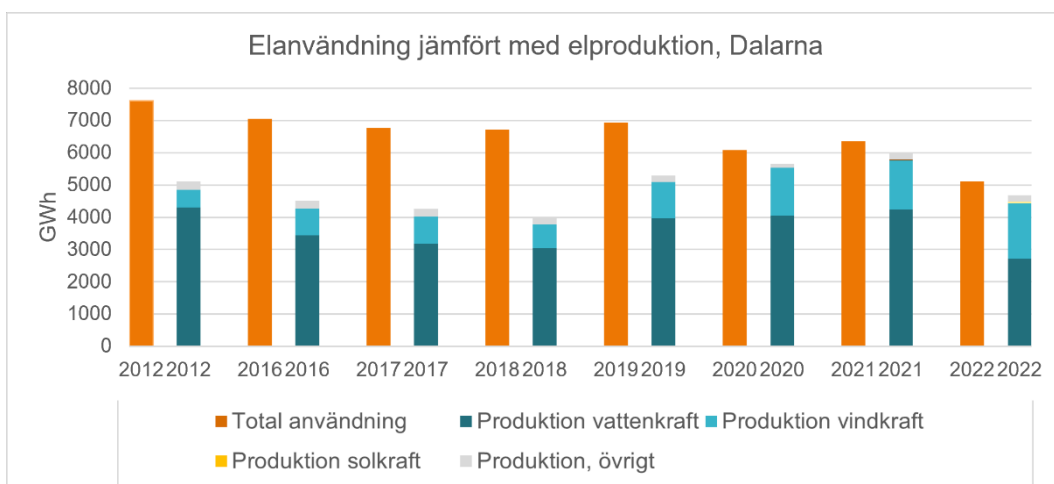
En jämförelse med de andra län där det finns statistik att tillgå, visar att Dalarna är ett av de län som är nära att kunna nå målet om att ha en elproduktion som motsvarar det årliga behovet. Det finns goda förutsättningarna i Dalarna att öka andelen el som produceras i det egna länet.





Figur 13 Differensen mellan elproduktion och elanvändning för län där statistik finns tillgänglig, MWh, 2022. Källa: SCB

Skillnaden mellan elanvändning och elproduktion i Dalarna har minskat under senare år, framförallt efter 2019. Det beror på en kombination av minskat elbehov till industrin (främst Kvarnsvedens pappersbruk) och på utbyggnationen av vindkraft. Det har stor betydelse hur stor vattenkraften varit enskilda år.

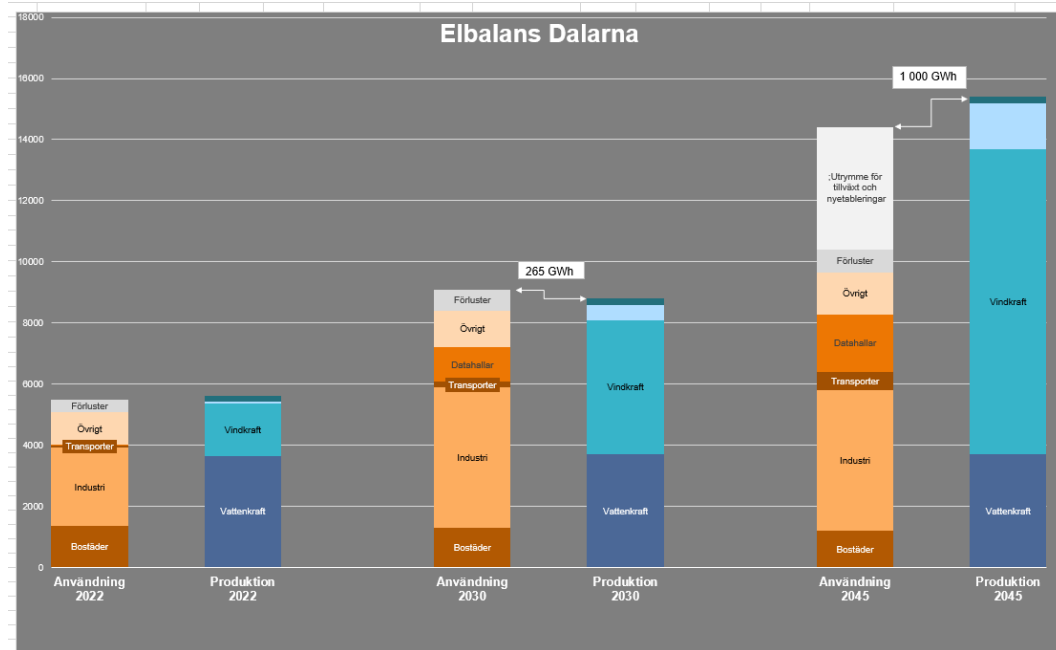


Figur 14 Jämförelse av total elanvändning med total elproduktion (uppdelad på vattenkraft, vindkraft, solkraft och övrig kraft såsom industriellt mottryck. De år som redovisas är de år där tillgänglig statistik finns. Källa SCB.

En uppdaterad bild av Dalarnas elbalans 2030 och 2045 har tagits fram, baserat på analysen i denna färdplan. Den skiljer sig mot tidigare beräkningar då industrins och datahallars elbehov inte förväntas öka i lika stor omfattning som varit tidigare utgångspunkt.

Störst ökning av elbehov uppstår genom processindustrins elektrifiering och genom etablering av nya datahallar. Elbehovet för transportsektorn fortsätter, trots elektrifiering, att stå för ett mindre del. Elbehovet för bostäder och övrig industri beräknas kunna ligga kvar på samma nivå som idag, trots tillväxt då det finns kvarvarande möjligheter till energieffektivisering. Det är främst en utbyggnation av vindkraft som kommer att möta det ökade behovet.





Figur 15 Dalarnas elbalans 2022, 2030 och 2045. Observera att för 2022 har vattenkraften angetts till ett medelvärde av vad den brukar vara, i syfte att visa en "normaliserad" elbalans. I verkligheten var elproduktionen från vattenkraft ovanligt låg 2022 (2708 GWh istället för 3650 GWh som redovisas i stapeldiagrammet).

Den stora differens mellan elbehov och elproduktion, med ett stort elöverskott, som grafen visar 2045 är inte realistisk att den kommer att uppstå i praktiken. Den skulle uppstå om vindkraften byggs ut enligt planeringsmålet, utan att nya elbehov uppstår. Det är tveksamt om vindkraften på ekonomiska grunder kommer att byggas ut i den omfattningen om elbehovet inte är större. Samtidigt är det troligt att nya etableringar kommer att tillkomma i Dalarna, särskilt om det finns tillgång till grön el. I grafen ingår endast elanvändning från i nuläget kända verksamheter. Ett elöverskott på årsbasis är också en förutsättning för att kunna klara även effektbehovet.

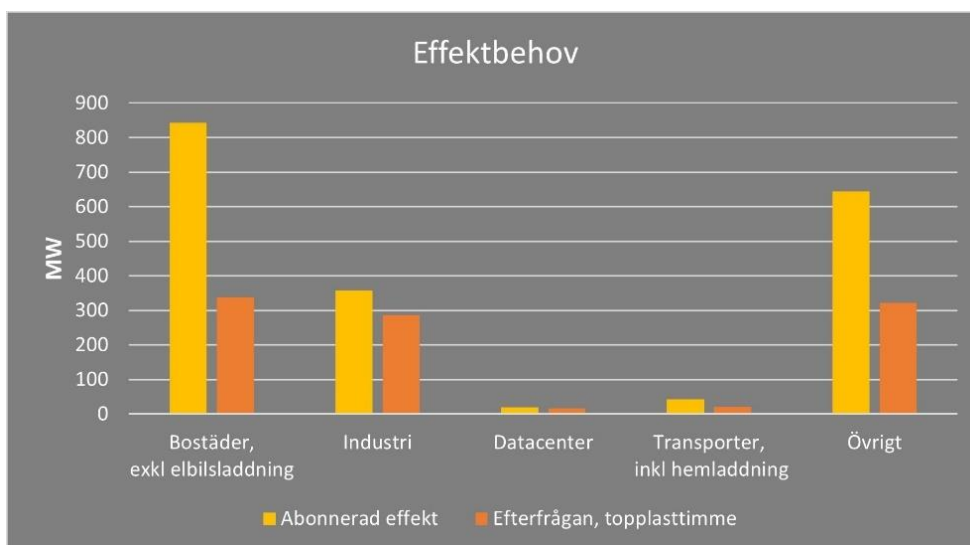
Det totala elbehovet kommer 2030 att uppgå till ca 9 000 GWh 2030 och 11 000 GWh 2045. Om Dalarna vill uppnå balans i elanvändning och elproduktion 2030 så behöver det uppnås med ytterligare energieffektivisering.

## Effektbalans

### Abonnerad effekt

Elnätägare behöver kunna leverera el motsvarande abonnerad effekt. Den abonnerade effekten är dock högre än det verkliga behovet. Det innebär att om detta inlästa utrymme frigörs så kan fler kunder släppas in i samma elnät.





Figur 16 Jämförelse av abonnerad effekt med verklig efterfrågan på topplastimmen.

Bostäder och övrig verksamhet (bl a offentlig verksamhet) har totalt sett en betydligt högre abonnerad effekt än vad behovet i verkligheten är. Till exempel är det få hushåll som verkligen använder max av sin säkringsnivå, med alla tre faser. För hushåll kommer dock elbilsladdning öka effektbehovet, men där laddmönster kommer att spela stor roll.

Det råder en juridisk osäkerhet om hur länge en viss avtalat abonnemang som inte utnyttjas, t ex av en industri eller annan verksamhet, ska ses som reserverad kapacitet eller om det utrymmet kan nyttjas i nya avtal.

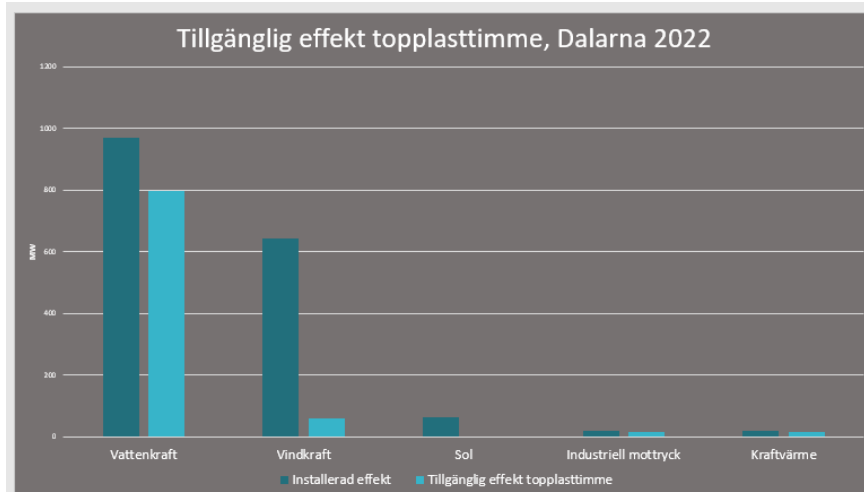
## Installerad och tillgänglig effekt

Olika kraftslag har olika tillgänglighet under olika tider på året. Den installerade effekten behöver därför multipliceras med respektive tillgänglighetsfaktor för att få fram tillgänglig effekt. Dessa tillgänglighetsfaktorer finns som generella värden från nationell nivå baserat på historiska data, och inte specifikt för Dalarna.

Genom tillgänglighetsfaktorn kan man ”baklänges” räkna fram hur stor installerad effekt vi har av olika energislag. I Dalarna finns 970 MW vattenkraft installerat, 640 MW vindkraft, 64 MW solkraft, 19 MW industriellt mottryck samt 19 MW kraftvärme.

Vattenkraften är till mycket stor del tillgänglig även under topplastimmen (82 % tillgänglighet) medan vindkraften till endast liten del är tillgänglig (9 %). Solel produceras i princip inte alls under de kallaste vinterdagarna på året. Hur tillgänglig vindkraften i Dalarna är under topplastimmen skulle behöva studeras mer ingående.





Figur 17 Installerad effekt och tillgänglig effekt under topplastimmen för respektive energislag, 2022, Dalarna.

## Effektbalans topplastimme

Den installerade effekten i Dalarnas elproduktion uppgår sammanlagt till 3 148 MW. Om man jämför den tillgängliga effekten under topplastimmen (979 MW) med effektbehovet under samma timme så kan Dalarna idag möta 86 % av behovet med egen kraftproduktion.

2030 sjunker självförsörjningsgraden trots att vi förväntas bygga ut vindkraften då dess tillgänglighet inte är så hög under topplastimmen. Den beräknas bli 70 % av behovet.

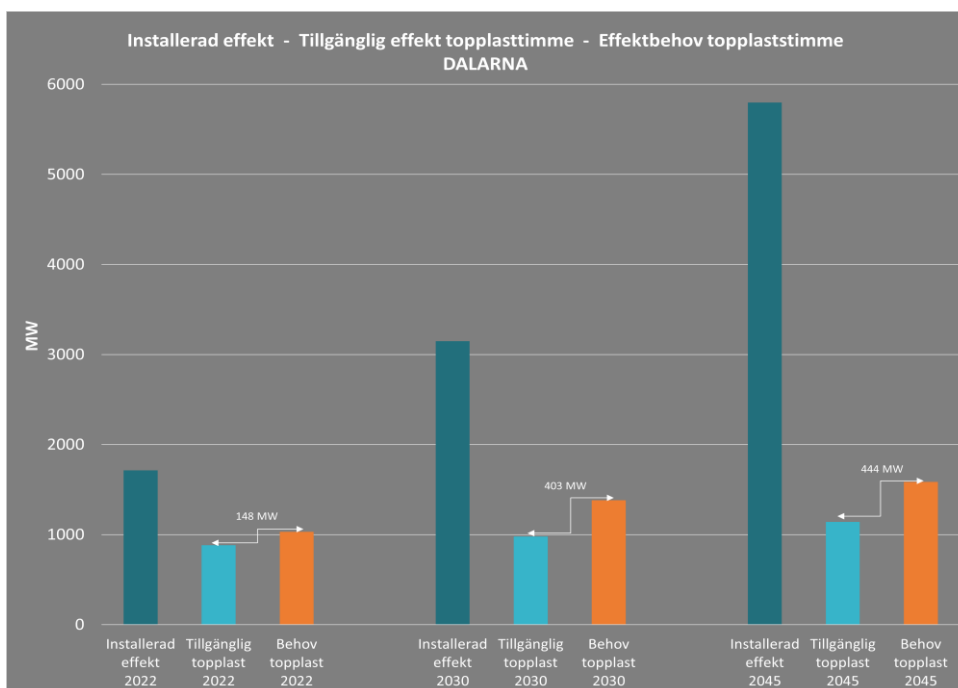
Inte heller för 2045 uppnår vi i detta scenario en effekt i balans. Även med kraftig utbyggnation av vindkraft så blir självförsörjningsgraden i färdplanens scenario 72 %.

Det är inget anmärkningsvärt i att Dalarna inte är självförsörjande på effekt under topplastimmen och det finns inget självändamål i att vara det. Våra elnät är sammankopplade där regioner och länder avlastar varandra så att helheten blir så optimal som möjligt. Det är inte effektivt att dimensionera elsystemet för att alla ska ha kapacitet att klara en timme som bara uppstår en timme på året.

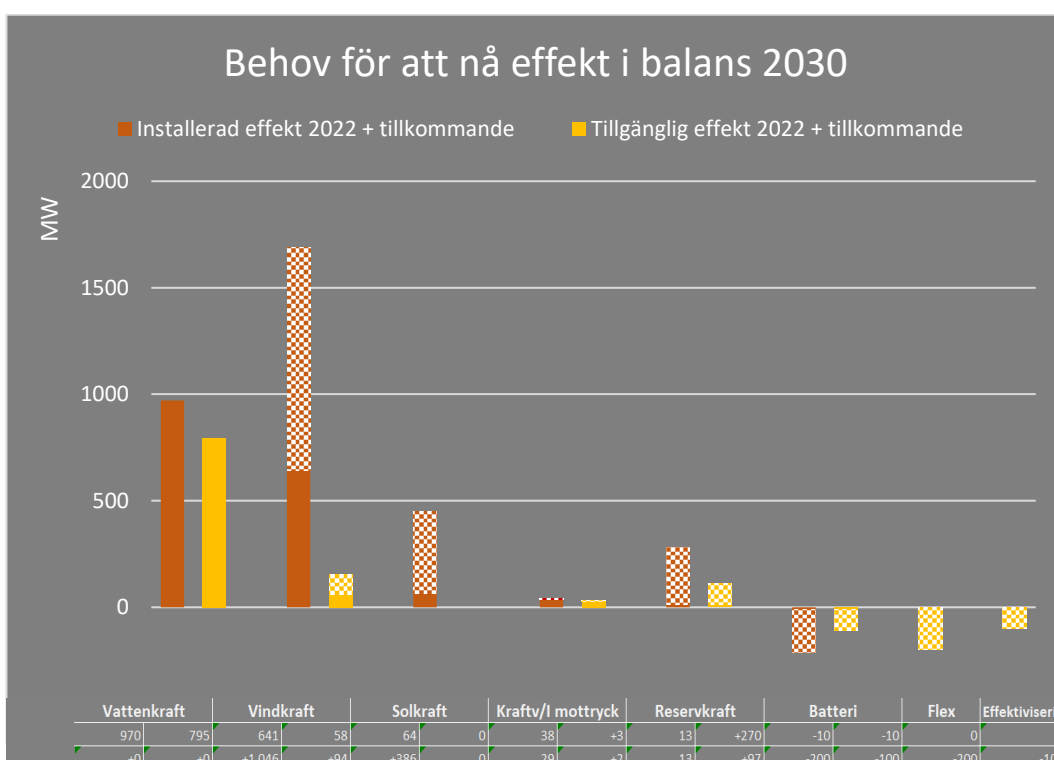
Graden av självförsörjning kan ses som en indikator på hur vi bidrar till helheten i det svenska och europeiska elsystemet. Det kan också vara en indikator på hur sårbara vi är samt vad som behövs för att vi ska klara t ex en tioårs vinter.







Figur 18 Effektbalans för Dalarna 2022, 2030 och 2045; Installerad effekt, varav tillgänglig effekt under den timme på året då elbehovet är som störst, jämfört med elbehovet under denna timme.



Figur 19 Behov av effekt och flexibilitet för att nå effekt i balans på topplasttimmen 2030.

Bilden visar nuvarande installerad och tillgänglig effekt för respektive kraftslag kompletterat med beräknad tillkommande. Sammantaget räcker det inte för att uppnå effektbalans. Om vi därutöver har möjlighet att lägga till t ex hälften av befintlig reservkraft hos bl a datahallar, hälften av installerade batterier och ca 200 MW i minskade effekttoppar genom flex samt en del effektivisering så kommer det att räcka för att uppnå effektbalans. Det bedöms som realistiskt att kunna nå till 2030.





# 7 Vision och mål

## Visioner

Två centrala, redan beslutade, visioner har stor bäring på denna färdplan.

### Dalastrategins vision för ett Klimatsmart Dalarna

”Ett klimatsmart Dalarna är ett resurseffektivt Dalarna utan klimatpåverkande utsläpp. Resande sker på ett enkelt och miljömässigt hållbart sätt. I ett klimatsmart Dalarna är samhällets robusthet och resiliens vid klimatförändringar god.”

### Energi- och klimatstrategins vision

”Att leva och verka energiintelligent och klimatsmart är naturligt och enkelt i Dalarna år 2045”

## Mission för färdplanen

*Dalarna har ett robust och konkurrenskraftigt energisystem som möjliggör länets utveckling.*

## Förhållningssätt

Dalarna tar ansvar för att bidra till ett hållbart svenskt och europeiskt energisystem, inte bara för det egna geografiska området.

## Mål för ett smart energisystem i Dalarna

### Energi:

- Dalarna har ett fossilfritt energisystem 2045.
- Dalarna producerar 2045 minst den el och den bioråvara för värme och drivmedel som används på ett år.

### Elenergi:

- Dalarna producerar minst lika mycket elenergi som används i länet 2030.
- Dalarnas elnät har senast 2027 kapacitet att ansluta även större kunder, både för produktion och användning.

### Eleffekt:

- Dalarnas effekttoppar och effektbottnar har sänkts respektive höjts med 200 MW 2030.

### Robusthet:

- Dalarnas energisystem säkrar leverans av el där efterfrågan finns, i rätt tid och i tillräcklig mängd, samt klarar störningar utifrån med bibehållen leverans till viktiga samhällsfunktioner.

### Konkurrenskraft:

- Dalarna uppfattas av näringslivet som ett län med god tillgång på fossilfri energi till ett konkurrenskraftigt pris där tiden för nya anslutningar är rimliga.





## Delmål

### Ledarskap och samverkan

- Dalarna har senast 2024 rotat en väl känd samverkan inom EFFEKT4Dalarna, både på operativ och strategisk nivå.

### Kunskaphöjning och attityder

- Kunskapen om och acceptansen för energiomställningen har ökat i alla samhällsgrupper.

### Energiplanering

- Dalarna har senast 2030 en väl fungerande strategisk och operativ energiplanering på lokal och regional nivå, som är transparent för omgivande samhälle.

### Beredskap

- Energiplaneringen är väl samordnad med kris- och beredskapsplaneringen.

### Forskning och innovation

- Dalarna har ett innovationsekosystem som svarar mot energisystemets behov av ny kunskap och nya lösningar.

### Kompetensförsörjning

- Dalarnas aktörer har ett hållbart utbildningssystem som säkerställt branschens kompetensförsörjning senast 2035.
- Energiföretagen i Dalarna är attraktiva arbetsplatser som erbjuder en inkluderande arbetsmiljö inom målet om 40/60 för andel kvinnor och som ökar andelen utlandsfödda.

### Ökad elproduktion

- Produktionen av vindkraft har ökat till minst 4 400 GWh 2030 och 10 000 GWh. 2045.

### Utvecklad fjärrvärme, omhändertagande av restvärme

- Fjärrvärmen är fossilbränslefri senast 2030.
- Fjärrvärmen bevarar sin marknadsandel till 2030.
- Omhändertagandet av restvärme i energisystemet har ökat.

### Ökad flexibilitet i elsystemet och energilager

- Flexibiliteten i elnätet har genom flexibel användning och flexibel produktion samt energilager bidragit till att jämna ut effektkurvan och avlastat behovet att bygga ut elnäten.
- Samtliga lokal- och regionnät erbjuder villkorade avtal senast 2025.

### Nätutveckling

- Nyinvesteringar i elnät motsvarar behoven av överföringskapacitet och utgör inte en broms för länets utveckling.
- Reinvesteringar i elnät motsvarar minst den nivå som krävs för att bibehålla genomsnittsåldern för anläggningarna.
- Potentialen för digitalisering av elnät har tagits till vara.
- Tillståndstiden för nya elnät kortas.

### Ladd- och tankinfrastruktur

- Ladd- och tankinfrastruktur finns i en omfattning som inte utgör en broms för fossilfri omställning av transportsektorn.





# 8 Åtgärdsområden

Strategiska områden som behöver utvecklas för att nå målen och energibalanserna.

## Ledarskap och samverkan

### Mål

- Dalarna har senast 2024 rotat en väl känd samverkan inom EFFEKT4Dalarna, både på operativ och strategisk nivå.

### Åtgärder för att nå målet:

- Fortsatt samverkan inom EFFEKT4Dalarna.

**Aktörer:** Länsstyrelsen är huvudansvarig för att driva samverkansforumet EFFEKT4Dalarna, men i nära samarbete med Region Dalarna och de intressenter som ingår i forumet.

## Kunskapshöjning och attityder

### Mål

- Kunskapen om och acceptansen för energiomställningen har ökat i alla samhällsgrupper.

### Åtgärder för att nå målet:

- Kartläggning av kunskapsbehov och generell kunskapshöjning om energisystemet för allmänheten, offentliga och näringsliv.
- Acceptans- och insiktshöjande insatser för ett energisystem i förändring för att motverka negativa reaktioner och motstånd.
- Fler incitament som skapar acceptans för etablering av ny energiproduktion och omställningen i stort.
- Stärkta resurser och kompetens i kommuner och myndigheter om energifrågor i syfte att underlätta omställningen och öka förmågan att hantera planering, tillstånd och samordning.

**Aktörer:** Ansvar för att höja kunskapen och påverka attityder ligger på alla parter; nationella myndigheter, energibolag, kommuner, länsstyrelse, Region Dalarna, näringslivsorganisationer, utbildare m fl.

## Energiplanering

### Mål

- Dalarna har senast 2030 en väl fungerande strategisk och operativ energiplanering på lokal och regional nivå, som är transparent för omgivande samhälle.

### Åtgärder för att nå målet:

- Samtliga kommuner i Dalarna inför löpande energiplanering och tar fram kommunala energiplaner.
- Länsstyrelsen tar ett samordnande ansvar för strategisk regional energiplanering, i samverkan med Region Dalarna.
- Elnätägare utvecklar sin samverkan om nätplanering samt metoden för nätutvecklingsplaner.
- Ett gemensamt regionalt verktyg för uppdaterad lägesbild och transparent elnätplanering som visuliserar behov och kapacitet tas fram.





**Aktörer:** Länsstyrelsen har det övergripande ansvaret för regional energiplanering, i samarbete med Region Dalarna och Dalarnas kommuner. Kommuner har ansvaret för att ha en plan enligt lagen om kommunal energiplanering samt att ha en löpande energiplanering. Nätägare har ansvar för nätplanering.

## Beredskap

### Mål

- Energiplaneringen är väl samordnad med kris- och beredskapsplaneringen.

### Åtgärder för att nå målet:

- Samordna regional och lokal energiplanering med beredskapsplaneringen.
- Ur ett totalförsvarsperspektiv säkerställa regional och lokal förmåga.
- Klargöra vad som menas med ö-drift och vilken typ av ö-drift som bör möjliggöras.

**Aktörer:** Länsstyrelsen har ett övergripande ansvar för att regionalt samordna detta, med motsvarande ansvar på kommunal nivå. Frågan om ö-drift bör hanteras i samverkansforumet EFFEKT4Dalarna.

## Forskning och innovation

### Mål

- Dalarna har ett innovationsekosystem som svarar mot energisystemets behov av ny kunskap och nya lösningar.

### Åtgärder för att nå målet:

- Använd innovativa metoder för att finna lösningar till komplexa problem och utvecklingsfrågor kartlagda under "Kapitel 5 Möjligheter - Forskning och innovation"
- Stärk SERC som forskningsmiljö samt upprätta ett starkt centrum kring test och demo, upprätta en KK-miljö kring området.
- Samverka med forskningsmiljön kring Hitachi Energy.
- Koppla ihop innovationsekosystemet till nationella och internationella nätverk/satsningar.
- Utveckla långsiktiga forsknings- och innovationssatsningar som samlar offentliga resurser för en resilient energiförsörjning som kan attrahera privata, nationella och europeiska investeringar samt generera tillväxtbolag.
- Utveckla incitament för större företag att arbeta med små och medelstora företag för att dra nytta av och accelerera innovationer
- Upprätta strategiska testbäddar med långsiktig finansiering i regionen; länka samman testbäddar, företag och forskare ännu starkare och göra det möjligt att skala upp lovande teknologi.
- Skapa bättre förutsättningar att kommersialisera forskning samt ta vara på idéer i en högre utsträckning
- Skapa en innovationsmiljö där nya idéer tas omhand och kultiveras sam en starkare interaktion mellan stora, små och medelstora företag och forskare.
- Öka den entreprenöriella / innovativa förmågan hos Högskolan Dalarnas studenter inom energiområdet
- Kombinera befintliga innovationsinsatser med branschöverskridande samverkan
- Utvärdera ett acceleratorskoncept för att utreda mer industriell symbios i länet.





**Aktörer:** Region Dalarna och innovationsplattformen för smarta energisystem har ett övergripande ansvar för att leda och samordna innovationsarbetet.

## Kompetensförsörjning

### Mål

- Dalarnas aktörer har ett hållbart utbildningssystem som säkerställt branschens kompetensförsörjning senast 2035.
- Energiföretagen i Dalarna är attraktiva arbetsplatser som erbjuder en inkluderande arbetsmiljö inom målet om 40/60 för andel kvinnor och som ökar andelen utlandsfödda.

### Åtgärder för att nå målet:

- Skapa ett forum för samverkan och där branschen kan adressera utbildningsfrågor utifrån branschens behov samt involvera unga tidigt.
- Säkra utbildningssystemets relevans, flexibilitet och attraktivitet så att det lockar talanger och de som vill vidareutbilda sig i Dalarna.
- Arbeta för att göra företag kopplade till branschen till attraktiva arbetsplatser och kommunicera bilden av möjligheterna inom branschen i Dalarna.
- Utveckla ett system för förnyelse av kompetenser och livslångt lärande genom att skapa möjligheter för vidareutbildning för anställda.
- Utveckla stödet till entreprenörer.

**Aktörer:** Region Dalarna, Högskolan Dalarna och energibranschen har alla del av ansvaret för regional kompetensförsörjning inom energisektorn.

## Ökad elproduktion

### Mål

- Produktionen av vindkraft har ökat till 4 400 GWh 2030 och 10 000 GWh 2045.

### Åtgärder för att nå målet:

- Förstärkning av elnät för att möjliggöra anslutning av mer elproduktion.
- Arbeta för införande av incitament och förståelse som möjliggör utbyggnad av vindkraft..
- Kommunala energi- och vindbruksplaner tas fram
- Ett planeringsunderlag för solcellsparker tas fram.
- Ökad kombination av vindkraft med energilagring, sol- och vätgasproduktion.
- Stärka incitamenten för att nyttja befintliga stora tak, parkeringar och industrimark för solcellsproduktion.
- Ta fram en konkret handlingsplan för att på kort sikt kunna ansluta mer lokal produktion.

**Aktörer:** Elnätägare har huvudansvar för förstärkning av elnätet. Kommuner bör i ökad utsträckning ta fram kommunala energi- och vindbruksplaner. Att öka förståelsen och incitament för mer vindkraft i länet är ett delat ansvar mellan många parter. Ansvaret för stärkt solenergiplanering kan ligga på länsstyrelsen i samarbete med SOLVE. Vindkraftsbolag är ansvariga för ökad andel hybridparker.





## Utvecklad fjärrvärme, omhändertagande av restvärme

### Mål

- Fjärrvärmens är fossilbränslefri senast 2030
- Fjärrvärmens bevarar sin marknadsandel till 2030.
- Omhändertagandet av restvärme i energisystemet har ökat.

### Åtgärder för att nå målet:

- Sprida fakta om fjärrvärmens fördelar och prisutveckling i energisystemet.
- Införa incitament som gynnar fjärrvärme framför värmepumpar.
- Utveckla innovativa modernare system för styrning och uppföljning.
- Kraftigt reducera mängden plast i avfall för förbränning
- Ökad kunskap om restvärmeresurser.
- Utredda möjligheter till lågtemperaturnät i nya exploateringsområden.
- Investeringar i värmelager för att bidra till flexibilitet.
- Investeringar i Bio-CCS.

**Aktörer:** Fjärrvärmebolagen i Dalarna.

## Hushållning, flexibilitet i elsystemet och energilagrar

### Mål

- Flexibiliteten i elnätet har genom flexibel användning och flexibel produktion samt energilagrar bidragit till att jämna ut effektkurvan och avlastat behovet att bygga ut elnäten.
- Samtliga lokal- och regionnät erbjuder villkorade avtal senast 2025.

### Åtgärder för att nå målet:

- Ingående kartlägga behov av flex, minskade effekttoppar och höjda effektdalar.
- Genom kunskaphöjning, rådgivning mm verka för sänkta effekttoppar
- Införa incitament som bidrar till att fasa ut direktverkande el och värmepumpar med låg kapacitet.
- Inför effekttaxor som får betydande påverkan på effekttoppar.
- Rådgivning och incitament till elanvändare, både hushåll och industrier, om kapning av effekttoppar och styrning av effektuttag med hjälp av beteende och tekniska lösningar som gör det enkelt att agera rätt.
- Teckna villkorade avtal för produktionsstyrning och laststyrning, t ex bort- och påkopplingsbara laster, styrning av värmepumpar och elbilsladdare och stödprocesser i industrin.
- Utveckla avtalade och betalda stödtjänster.
- Stimulera investeringar i batterilagrar, vatten-värmelager och pumpkraft.
- Kartlägg potentialer för reservkraft och hitta avtalsformer för att nyttja dessa.
- Säkra ekonomisk ersättning till stödtjänster som behövs för ett stabilt elsystem, såsom svängmassa, frekvenshållning och spänningsreglering.

**Aktörer:** Ansvaret för utvecklad flex ligger till stor del på elnätägare, men att utveckla stödtjänster och investera i energilagrar ligger på fler marknadsaktörer. Kartläggning av potentialer och utvecklad samverkan mellan aktörer kan vara en del av den regionala energiplaneringen. Rådgivning kan bedrivas av många aktörer, t ex inom energirådgivningen.







## Nätutveckling

### Mål

- Nyinvesteringar i elnät motsvarar behoven av överföringskapacitet och utgör inte en broms för länets utveckling.
- Reinvesteringar i elnät motsvarar minst den nivå som krävs för att bibehålla genomsnittsåldern för anläggningarna.
- Tillståndstiden för nya elledningar har kortats till 2028.
- Potentialen för digitalisering av elnät har tagits till vara.

### Åtgärder för att nå målet:

- Prioritera åtgärder som löser problemet med anslutningsbegränsningar för ny produktion.
- Minska luftbokningar och sänka effektabonnemang som är högre än det verkliga behovet.
- Kortare och mer förutsägbara tillståndsprocesser för nya elledningar.
- Teknikutveckling för minskade förluster och ökade möjligheter att överföra el i befintliga ledningar.
- Ökad digitalisering av elnäten genom mätning, övervakning och fjärrstyrning samt genom digitalisering av processer och datainsamling som grund för beslut samt integrera elnätet med nya teknologier. Automatisering av drift och underhåll.

**Aktörer:** Ansvar för nätutveckling ligger på elnätägare. Länsstyrelsen, kommuner och nätägare har ett delat ansvar att bidra till kortare tillståndstider för nya elledningar.

## Ladd- och tankinfrastruktur

### Mål

- Ladd- och tankinfrastruktur finns i en omfattning som inte utgör en broms för omställningen av transportsektorn.

### Åtgärder för att nå målet:

- Bygg ut laddinfrastrukturen för att täcka även vita fläckar i länet.
- Skapa mobila laddstationer för besöksnäringen
- Bygg ut infrastruktur för tunga fordon

**Aktörer:** Ansvar för planering av ladd- och tankinfrastruktur är både länsstyrelsen, Region Dalarna, kommunen och transportbranshens ansvar, medan investeringar behöver ske av marknadens aktörer.





## 9 Projektportfölj

I detta kapitel redovisas projektbehov som identifierats under arbetet med färdplanen, men det har inte skett ett systematiskt arbete med att kartlägga alla projektbehov. Projektportföljen ska därför ses som en icke komplett lista med projektbehov som inte djupare analyserats och som löpande behöver uppdateras.

### Studier

- Planeringsunderlag för solcellsparker
- Potential för geotermi
- Siljansringen, metangasläckage och geotermi.
- Energilager och vätgaslager, bl a i gruvor
- Hur ersätta avfall och plast
- Möjlighet för biodrivmedelproduktion
- Framtidens fjärrvärme
- Bio-CCS

### Genomförandeprojekt

- Incitament för acceptans av vindkraft
- Utveckla fjärrvärmeterjänster
- Kommunal energiplanering
- Utveckla energitjänster
- “Platta kurvan för el”
- Ersätta direktel i fritidshus i fjällen – “Kapa fjälltoppar”
- Bio-CCS
- Biodrivmedel
- Lågtemperaturnät
- Minskade förluster och ökad överföring i befintliga ledningar
- Flexmarknad





# 10 Färdplanens genomförande

EFFEKT4Dalarna är den samverkansplattform som har ett övergripande ansvar för att genomföra färdplanen, förutom det som rör innovation. Inom denna samverkan bedrivs flera insatser och projekt som bidrar till färdplanens genomförande. Vid EFFEKT4Dalarnas storforum deltar en bredd av aktörer för ökat engagemang och kunskapshöjning.

Rollen för samverkansplattformen är att driva arbetet vidare, identifiera behov av nya utvecklingsprojekt, hitta operativa synergier med andra kunskapsområden.

För arbete på strategisk nivå finns gruppen ”Samverkan för strategisk energiplanering”. Det blir det viktigaste forumet för att ha överblick och uppföljning av färdplanens genomförande.

Region Dalarna och Länsstyrelsen Dalarna är gemensamt ansvariga för den strategiska ledningen av EFFEKT4Dalarna.

## **Ansvar för innovation**

För delar som rör innovation och genomförandet av strategin för smart hållbar specialisering ansvarar Region Dalarna utifrån rollen att som ansvarig för regional hållbar utveckling. För att genomföra strategin för smart hållbar specialisering i enlighet med färdplanerna kommer plattformar etableras för att säkerställa samhandling inom och mellan kunskapsområdena samt upp- och inkoppling till interregionala forsknings- och innovationsmiljöer.

Plattformarna ska även genomföra strategisk omvärldsbevakning och hitta strategiska synergier mellan kunskapsområdena samt synergier med andra strategier, handlingsplaner och kunskapsunderlag. Plattformarna ska även identifiera behov hos behovsägare som kan ligga till grund för nya utvecklingsprojekt, hitta operativa synergier med andra kunskapsområden samt bidra till konkreta affärer genom att fungera som mäklare mellan behovsägare och lösningsägare.





# Bilaga

## Om statistiken för Dalarnas energibalans

I **jordbruk, skogsbruk och fiske** ingår SNI-koderna 01-03.

I **industri** ingår tillverkningsindustri och utvinning av mineral [SNI 05-33], samt då det gäller el även byggverksamhet [SNI 41-43].

I **offentlig verksamhet** ingår offentlig förvaltning och försvar [SNI 84], utbildning, forskning och utveckling [SNI 72,85], hälso- och sjukvård, sociala tjänster [SNI 75, 86-88], kultur, nöje och fritid [SNI 90-93], gatu- och vägbelysning, vattenverk [SNI 36.001-36.002], avfallshantering, avloppsrening, återvinning, sanering och renhållning [SNI 37, 38, 39].

I transporter ingår oljeleveranser till tankställen, järnvägstransport och kollektivtrafikverksamhet [SNI 49.1-49.2, 49.31].

I **övriga tjänster** ingår elförsörjning av kontor, lager och dylikt [SNI 35.1], gasförsörjning [SNI 35.2], försörjning av värme och kyla [SNI 35.3], parti- och detaljhandel [SNI 45-47], hotell- och restaurang-verksamhet [SNI 55, 56], magasinering och stödtjänster till transporter [SNI 49.32-52], post och kurirverksamhet [SNI 53], finans- och försäkrings-verksamhet [SNI 64-66], fastighetsförvaltning [SNI 68.2, 68.32], uthyrning, leasing, databehandling och andra företagstjänster [SNI 69-71, 73-74, 77-82, 97-98], annan serviceverksamhet [SNI 94-96, 99], informations- och kommunikationsverksamhet [SNI 58-63].

I **hushåll** ingår småhus, flerbostadshus och fritidsbostäder.

I **icke förnybara flytande bränslen** ingår dieselbränsle, bensen, eldningsolja, avfallsolja, fotogen, flygfotogen (Jet A-1), lösningsmedel, farligt avfall (50 procent därav), svavel.

I **icke förnybara fasta bränslen** ingår Stenkol, koks, kärnbränsle, petroleumkoks, torv och torvbriketter, sopor (48 procent därav), däck, gummi, plast (PTP), returbränsle (48 procent därav), farligt avfall (50 procent därav), tryckimpregnerat virke samt gas (propan och butan), naturgas, koksgas, LD-gas, masugns gas, raffinaderigas, stadsgas, biprocessgas, blandgas, restgas, metan, bränn gas.

I **flytande**: E85, etanol, FAME, ETBE, HVO, tall- och becolja, avlutar, bioolja, rapsolja, terpentin, metanol, paraffinolja, vegetabilisk olja

I **förnybara fasta bränslen** ingår träbränsle, flis, bark, ved, spån, briketter, pelletar och träpulver, träavfall, skogsflis, snickerispill, sågspån, spånskivor, bränslekross, bark, grot (grenar och toppar), biomal, pellets (PE-flis), returflis (RT-flis), returpapper, bioharts, brinin, lignin, sulfittlut, fiberslam, avloppsslam, bioslam, sopor (52 procent därav), returbränsle (52 procent därav), slaktavfall, animaliska biprodukter, spannmål, havre och havreskal, bönskal, solrospelletts, kaffeskalspellets, palmnötskärmskal, olivkross och olivkärnor, halm, salix, samt biogas, deponigas och rötgas.

Uppgifterna bygger på SCBs kommunala och regionala energistatistik. Redovisning för kommunal nivå har lägre tillförlitlighet då det finns svårigheter i att bryta ner statistik till den nivån.

Vissa uppgifter är sekretessbelagda då det inte ska gå att dra slutsatser om enskilda företag. Värdena är dock medräknade i totalen.

