



Länstyrelsen
Värmland

El- och effektanalys

Värmlands län



Publ nr 2023:07
ISSN 0284-6845

Produktion: Glava Energy Center
Författare: Isac Myrén Andersson och David Olsson
Omslagsbild: Most Photos
Allt bildmaterial i rapporten är framtaget av Glava Energy Center.

Länsstyrelsen Värmland
651 86 Karlstad
010-224 70 00
www.lansstyrelsen.se/varmland

Förord

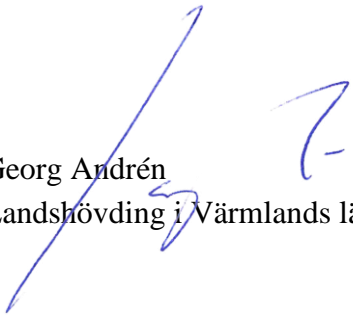
Energiomställningen är en av våra viktigaste samhällsutmaningar, och den behöver ske snabbt för att bromsa klimatförändringarna. Utfasning av fossila bränslen genom elektrifiering medför ett ökat elbehov. Energifrågan behöver hanteras på både kort och lång sikt samt nationellt, regionalt och lokalt.

Länsstyrelsens uppdrag är att samordna och leda arbetet med genomförandet av den regionala energi- och klimatstrategin samt bidra vid genomförandet av samhällets elektrifiering. Under 2022 genomförde Glava Energy Center på uppdrag av Länsstyrelsen Värmland en el- och effektanalys för Värmland. Analysen täcker dagens elproduktion, elanvändning och effektbehov i Värmland, en prognos för 2030 samt scenarier för elförbrukning och elproduktion 2040.

För att uppnå ett hållbart energisystem samt den regionala målbilden om ett klimatneutralt Värmland 2030, behövs kraftsamling på såväl regional som lokal nivå.

Karlstad 23 februari 2023

Georg Andrén
Landshövding i Värmlands län



Sammanfattning

Sedan hösten 2021 har en historiskt sett stabil energisituation i Sverige förändrats markant, bland annat med höga och oförutsägbara elpriser. Samtidigt förutspås elförbrukningen stiga kraftigt i takt med elektrifieringen samt genom etableringar av stora elkonsumenter. Kartläggningar och analyser om energisystemet är viktiga inför beslut som kan lösa problem och förbättra energisituationen. Denna el- och effektanalys är utförd på uppdrag av Länsstyrelsen Värmland. El- och effektanalysen inkluderar dagens elproduktion, elanvändning och effektbehov i Värmland, en prognos för 2030 samt scenarier för elförbrukning och elproduktion 2040.

Analysen visar att den totala elförbrukningen i Värmland var 6,2 TWh 2020. Industrin stod för 49 procent av förbrukningen. Övriga tjänster, exempelvis kontor, lager och detaljhandel, stod för 28 procent av elförbrukningen medan bostäder stod för 18 procent. Under 2021 var effektbehovet, dvs trycket på det värmländska elnätet, som störst under januari och februari månad. Det största effektbehovet, 1 026 MWh/h, uppstod en vardagförmiddag.

63 procent av den mängd el som tillfördes det värmländska elnätet 2020 producerades i länet. Elproduktionen från vattenkraften i Värmland stod för 37 procent av elen. Värmlands vindkraft stod för 12 procent medan solkraften stod för 0,4 procent. Det industriella mottrycket stod för 12 procent och kraftvärmen för 2 procent. 37 procent av elen som tillfördes det värmländska elsystemet producerades utanför länet.

En prognos för Värmlands elförbrukning och elproduktion har tagits fram för 2030. Från 2030 till 2040 har det även gjorts tre olika scenarier, nämligen ett lågscenariot, ett högscenariot och ett nyetableringsscenariot.

Elförbrukningen i Värmland år 2030 beräknas vara 6,9 TWh enligt prognosen, vilket är en ökning med 13 procent jämfört med 2020. I lågförbrukningsscenariot ökar elförbrukningen 2040 med cirka 16 procent till 7,2 TWh. I högförbrukningsscenariot ökar elförbrukningen 2040 med cirka 42 procent till 8,7 TWh. Industrin och transportsektorn går mot en tydlig ökning i elförbrukning. I nyetableringsscenariot ökar elförbrukningen 2040 med 78 procent till 11 TWh om stora elförbrukare placeras i Värmland.

Vattenkraften står enligt 2030 års prognos för 33 procent av elen som tillförs det värmländska elnätet. 32 procent av elen kommer från vindkraft och 5 procent från solkraft. Enligt prognosen har elimporten minskat till 16 procent år 2030.

Enligt scenarierna för den värmländska elproduktionen 2040 antas vattenkraften ligga kvar på samma nivå som 2030. Vindkraften och solkraften däremot står för en större andel av produktionen 2040 oavsett högförbruknings- eller

lågförbrukningsscenario. Enligt ett scenario kan vindkraft stå för upp till 64 procent av elproduktionen år 2040, enligt ett annat scenario kan solkraft stå för upp till 20 procent av elproduktionen 2040.

Enligt produktionsscenarierna för 2040 är Värmland nettoexportör av el. Det betyder att elproduktionen på årsbasis är större än elförbrukningen. Som effektanalysen visar finns det dock timmar på året då elproduktionen är lägre än förbrukningen. Om dessa timmar ska täckas upp av värmländsk kraftproduktion krävs, enligt analysen, antingen någon typ av flexibilitet eller lagring av energi. Flexibilitet kan åstadkommas både vid elproduktion och elförbrukning. Flexibel elproduktion kan vara exempelvis reglerbar vattenkraft som kan köras vid behov. Exempel på flexibel förbrukning kan vara industri som förskjuter en del av produktionen till nattetid. Möjligheter för lagring av energi finns i form av exempelvis pumpkraft, vätgas, tryckluft och batterier.

Värmlands elnät består av sju delar med olika elnätsägare. Inom ramen för denna el- och effektanalys har dialog förts med varje enskild elnätsägare om elnätets befintliga status och framtida nätutbyggnadsplaner. När det gäller elnätskapaciteten ligger den största begränsningen för Värmland i nuläget på stamnätets nivå, i det så kallade transmissionsnätet som löper genom hela landet. Begränsningen gäller kapaciteten i Borgvik som, innan stamnätet har hunnit förstärkas, innebär att en begränsad mängd el kan transporteras vidare till södra Sverige. Eftersom kapaciteten är begränsad har Svenska Kraftnät satt ett tak för hur mycket produktion som kan tas emot i stamnätet. Enligt Svenska Kraftnät planeras investeringar och åtgärder genomföras så att överföringskapaciteten kan öka kring decennieskiftet.

Elförbrukningen från industrisektorn i Värmland kan öka massivt om en industri med mycket stor elförbrukning placeras i länet. Enligt analysen skulle Värmland, vid sådana nyetableringar, ändå kunna vara nettoexportör av el 2040. En ökad elförbrukning till följd av nyetableringar med stor elförbrukning medför dock en ökning av det maximala effektbehovet under året. Om Värmland ska undvika elimport är det även av detta skäl centralt med antingen någon typ av flexibilitet eller lagring av energi.

Det finns stora osäkerheter när elförbrukningen så långt fram i tiden som år 2040 undersöks. Nyetableringar av industrier med stor elförbrukning i Värmland skulle innebära en markant ökning av den totala elförbrukningen. Samtidigt kan utvecklingen gå åt andra hållet genom att industrier, på grund av höga elpriser, minskar eller tar bort sina eldrivna processer. Denna el- och effektanalys visar dock med tydlighet att den totala elförbrukningen kommer att öka i framtiden och att Värmland i dagsläget importerar cirka 37 procent av elen som behöver tillföras.

Det kan konstateras att Värmland behöver mer el i framtiden och att flera kraftslag behövs. Inget kraftslag löser situationen på egen hand. Denna rapport har inte undersökt implementeringen av kärnkraft. Värmland ansågs ha goda möjligheter för både vind- och solkraft som går att bygga ut i snabb takt. Värmland skulle år 2040, med en utbyggd vindkraft och solkraft kunna producera ett överflöd av el sett över året och vara nettoexportör av el. Detta skulle kräva en stor utbyggnad av elnätet samt åtgärder för att stötta utbyggnaden av sol- och vindkraft. Sammantaget skulle sol- och vindkraftsutbyggnationen göra Värmland till ett attraktivt län både för befintliga företag och industrier samt för nyetableringar oavsett elbehov.

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	4
Inledning	9
Beskrivning av uppdraget.....	10
Vart tar elen vägen?	11
Industri	11
Transport	12
Övriga tjänster	12
Bostäder.....	12
Jord- och skogsbruk	12
Offentlig verksamhet.....	13
Distributionsförluster.....	13
Nätutbyggnadsplaner.....	13
När på dygnet behövs elen som mest?	15
Hur producerar vi vår el?	17
Vattenkraft.....	17
Kraftvärme	18
Vindkraft	18
Solkraft	18
Industriellt mottryck.....	19
Import (netto)	19
Vad bygger prognos och scenarier på?	20
Om framtidens elförbrukning	20
Om framtidens elproduktion	21
Så gick analysen till.....	21
Nuläge 2020.....	21
Prognos 2030	22
Framtidsscenarier 2040.....	22
Hur ser framtiden ut?	24
Framtidens elförbrukning i Värmland.....	24
Framtidens elproduktion i Värmland	26
Vattenkraftens utveckling i Värmland.....	27
Kraftvärmens utveckling i Värmland	27
Vindkraftens utveckling i Värmland	27
Solkraftens utveckling i Värmland	28
Utvecklingen av industriellt mottryck i Värmland	29
Importens utveckling i Värmland	29
Framtidens elnät	29
Framtidens flexibilitet och lagring	29

Slutsats och diskussion	34
Svårt att sja om industrins utveckling	34
Medeleffekter kan ge en osäker bild	34
Temperaturen påverkar effektbehovet.....	34
Sol- och vindkraft möjliggör nyetableringar	34
Vindkraft kan täcka upp en stor del av elbehovet	35
Snabbare utveckling av solkraft i framtiden.....	35
Inte troligt med stora serverhallar i Värmland	36
Kapacitet i elnätet är en förutsättning.....	36
Framtida möjlighet för vätgasproduktion.....	36
Regionala skillnader i elförbrukning spelar roll.....	36
Nyetableringar påverkar elförbrukningen signifikant	37
Framtida arbeten & rekommendationer	38
Bilaga A - Metod	39
Beräkningar för transportsektorn.....	39
Vägtrafik.....	39
Bantrafik	44
Förbrukarsektorers utveckling.....	45
Industrins utveckling	45
Övrigts utveckling	46
Distributionsförluster.....	46
Produktionsslagens utveckling.....	46
Bilaga B – Resultatfigurer	48

Inledning

Energisituationen i Sverige har historiskt sett varit stabil och relativt konstant, både sett till elpris och elförbrukning samtidigt som elproduktionen har präglats av förutsägbar och reglerbar vatten- och kärnkraft. Det var först hösten 2021 som situationen förändrats markant med både höga och oförutsägbara elpriser enligt spotpriserna på Nord Pools marknad. Efter Rysslands invasion av Ukraina i februari 2022 blev situationen än mer oviss och instabil. Vid sidan om de stigande elpriserna förutspås också en kraftigt stigande elförbrukning i takt med elektrifieringen av exempelvis transportsektor och stålindustri samtidigt som antalet stora elkonsumenter som batterifabriker och serverhallar ökar.

Sammantaget bedöms den rådande och framtida situationen för ansträngd. Men hur kan situationen lösas? Klart är att kartläggningar och analyser om nuläge och framtid i energisystemet gör det lättare för beslutsfattare på alla samhällsnivåer att fatta välinformerade beslut som kan bidra till att lösa problem och förbättra situationen. Det finns flertalet kartläggningar och analyser på nationell nivå^{1 2} och uppdelat på Sveriges fyra elområden³. Analyser har också genomförts på länsnivå⁴. Men hur ser energisituationen ut för Värmland i dag och i framtiden? Det är de frågorna som undersöks i denna analys. Huvudsyftet är att sammanställa nuläget, presentera prognoser för 2030 och lägga fram scenarier till 2040 för både produktion och förbrukning av el och effekt.

Rapporten är regionalstrategiskt viktig. Enligt Värmlandsstrategin 2040 är hållbar energi en grund för välmående och utveckling i Värmland. Insatser som bidrar till ett robust och flexibelt energisystem samt till en hållbar förnybar eltillförsel ska prioriteras. Hållbara systemlösningar med sol i centrum är också ett smart specialiseringsområde i Värmlands forsknings- och innovationsstrategi för hållbar smart specialisering åren 2022–2028. Tillgången till energi är enligt strategin central för samhälle, företag och privathushåll.

Innehållet i rapporten kretsar kring de två centrala begreppen el och effekt. För att kunna förstå analysen är det viktigt att skilja på dessa begrepp. El mäts vanligtvis i enheten kilowattimmar (kWh) och är den elektriska energi, elenergi, som förbrukas exempelvis i hemmet av en spis eller i en industri av en maskin. Effekt mäts vanligtvis i enheten kilowatt (kW) och är en ögonblicksbild av den elektriska energi som spisen eller maskinen förbrukar i varje ögonblick. Man kan tänka sig att elen är den totala mängd energi som överförs och förbrukas under en tidsperiod medan effekten är den momentana elen som förbrukas.

¹ Energimyndigheten, ”Vägen till ett 100 procent förnybart elsystem”.

² Statens energimyndighet, ”Scenarier över Sveriges energisystem 2020”.

³ Jonsson m.fl., ”Långsiktig marknadsanalys 2021”.

⁴ Ragnarsson, ”Trygg fossilfri elförsörjning i Dalarna”.

Beskrivning av uppdraget

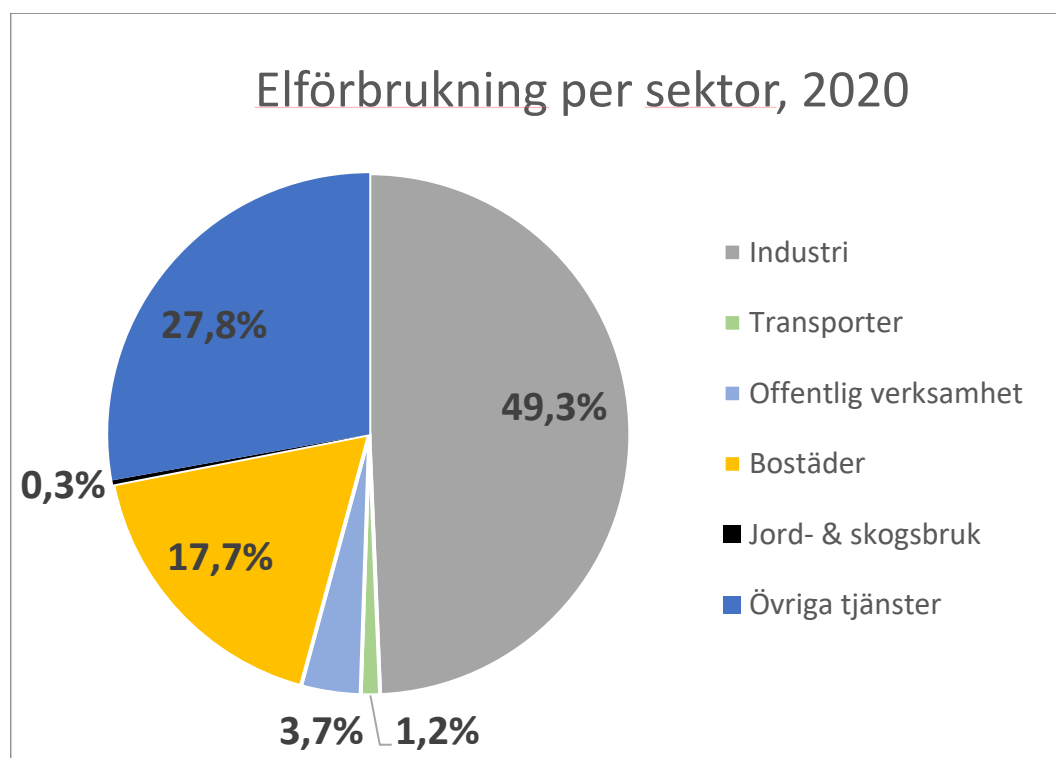
Nulägeskartläggningen samt prognoser för framtida el- och effektbehov syftar till att ge värdefull information till regionala och lokala aktörer vid planering för ett balanserat och robust energisystem.

Denna analys är genomförd av Glava Energy Center på uppdrag av Länsstyrelsen Värmland och uppdraget bestod i att ta fram och analysera:

- dagens elproduktion, elanvändning och effektbehov i Värmland
- prognoser till 2030 för elproduktion, elanvändning och effektbehov
- scenarier för elanvändning och effektbehov till 2040
- estimerat behov av ny elproduktion i länet till 2040 för att skapa ett balanserat elsystem som möter länets framtida elanvändning
- en sammanställning av kända nätutbyggnadsplaner

Vart tar elen vägen?

År 2020 förbrukade Värmland totalt 6 168 GWh el över året. Figur 1 visar hur den totala elförbrukningen fördelades mellan olika sektorer.



Figur 1. Varje sektors andel av totala elförbrukningen i Värmland år 2020 visat i procent.

Industri

I Värmland finns det flertalet större industrier som har energikrävande processer. Behovet av el ser olika ut beroende på vilken sorts industri det handlar om. Men många av processerna i de värmländska industrierna drivs med hjälp av el, vilket gör att industrisektorn står för en stor del av den totala årliga elförbrukningen. Med en förbrukning på 3 043 GWh representerade industrisektorn 49,3 procent av Värmlands totala elförbrukning 2020 som visas i figur 1. Den generella utvecklingen inom industrierna är att insatser sker både för att minska de fossildrivna processerna och att effektivisera de energikrävande processerna. Reduceringen av andelen fossildrivna processer innebär i sin tur en ökad elektrifiering eftersom många alternativ till fossildrivna processer går på el. Vissa industrier kan även effektivisera sina processer genom elektrifiering då eldrivna processer kan vara mer effektiva och innebära mindre förluster än andra alternativ.

Transport

Transporter stod för 73 GWh, 1,2 procent, av Värmlands totala elförbrukning år 2020 (figur 1). Transportsektorn har de senaste åren hamnat alltmer i fokus när det kommer till elförbrukning, då elfordon på allvar börjat konkurrera på marknaden. Andelen elbilar i fordonsflottan ökar i snabb takt samtidigt som EU börjar ställa mer krav på transportsektorn för att nå ett klimatneutralt Europa år 2050⁵. Utöver att elfordon är mera klimatvänliga, så är de även mer effektiva vilket beror på att elmotorerna tillvaratar en större andel energi än en vanlig förbränningsmotor^{6 7}.

Bantrafiken, exempelvis gods- och persontåg, konsumerar stora mängder el eftersom en stor del av de värmländska banorna redan är elektrifierade. Endast en bana, mellan Kil och Torsby, är fossildriven i nuläget. Enligt beräkningar i denna rapport stod bantrafiken för 86 procent av transportsektorns elförbrukning 2020.

I transportsektorn ingår även arbetsmaskiner. Arbetsmaskiner är ett samlingsbegrepp för elektriskt drivna maskiner och verktyg som används inom exempelvis jordbruk, byggsektorn och industri. Här ingår bland annat elektriska truckar, gräsklippare och traktorer.

Övriga tjänster

Övriga tjänster förbrukade 1 716 GWh el, vilket representerar 27,8 procent av den totala elförbrukningen i Värmland 2020 (figur 1). I sektorn övriga tjänster ingår elförbrukning från diverse områden som exempelvis kontor, lager, detaljhandel, restaurangverksamhet, serviceverksamhet och databehandling.

Bostäder

Bostäder förbrukade 1 092 GWh el, vilket representerar 17,7 procent av totalen i Värmland 2020 (figur 1). Många hushåll och fastigheter förbrukar stora mängder el vid uppvärmningen, då man vanligtvis använder till exempel värmepumpar för att höja inomhustemperaturer. Även all dagliga apparater i bostäder, exempelvis köksapparater, diskmaskiner, tvättmaskiner och torktumlare förbrukar mycket el när de används.

Jord- och skogsbruk

Jord- och skogsbruk stod för cirka 0,3 procent av den totala elförbrukningen i Värmland 2020 och förbrukade 16 GWh el. I sektorn ingår elförbrukning från jordbruk, skogsbruk och fiske.

⁵ Europeiska Rådet, "Fit for 55".

⁶ Fuel Economy, "Where the Energy Goes: Electric Cars".

⁷ Fuel Economy, "Where the Energy Goes: Gasoline Vehicles".

Offentlig verksamhet

Offentlig verksamhet förbrukande 228 GWh el, vilket representerar 3,7 procent av Värmlands totala elförbrukning (figur 1). I sektorn inkluderas elanvändning från offentlig verksamhet inom exempelvis utbildning, forskning, försvar, hälso- och sjukvård, avfallshantering, vattenverk samt gatu- och vägbelysning.

Distributionsförluster

När el transporteras genom elledningar och kablar förloras en del av den totala elenergin. Generellt ger en längre transportsträcka större överföringsförluster, även kallat distributionsförluster. För att minska förlusterna i elnätet är det fördelaktigt att förbruka elen så nära produktionskällan som möjligt. När distributionsförluster beräknas används ofta en schablon på 8 procent som läggs på den totala elförbrukningen, vilket också används i denna analys. Därav bör den tillförda elen vara 8 procent högre än den totala elförbrukningen för att systemet ska gå jämt upp. Andelen kan dock både öka och minska beroende på väderförhållanden. Vid lägre temperaturer och höga vindhastigheter minskar motståndet i ledningarna och därmed även energiförlusterna. Värt att notera är att industriellt mottryck inte beräknas ha några förluster då elen konsumeras direkt på plats i industrin.

Nätutbyggnadsplaner

Värmlands elnät består av sju delar med olika elnätsägare: Ellevio, Karlstads El- och Stadsnät, Kristinehamns Elnät, Filipstad Energinät, Näckåns Elnät, Arvika Teknik och Vattenfall Eldistribution. En dialog har skett med varje enskild elnätsägare om elnätets befintliga status, samt framtida nätutbyggnadsplaner. På lokalnätetsnivå finns inga större hinder för mindre installationer av elproduktion eller för etableringar med lägre elförbrukning. Historiskt sett har nätägarna identifierat och snabbt åtgärdat de flaskhalsar som uppstått. Detsamma gäller för regionnätet.

Den största begränsningen med elnätskapaciteten ligger i nuläget på stamnätetsnivå, alltså i det så kallade transmissionsnätet som löper genom hela landet. Värmland är främst begränsat utifrån kapaciteten i Borgvik, som är stamnätets koppling mot Värmland. Det finns begränsningar för större ökning i uttag från stamnätet i Borgvik men begränsningen gäller främst ökad inmatning i Borgvik. Svenska Kraftnät har därför satt ett tak för hur mycket produktion som kan tas emot i stamnätet.

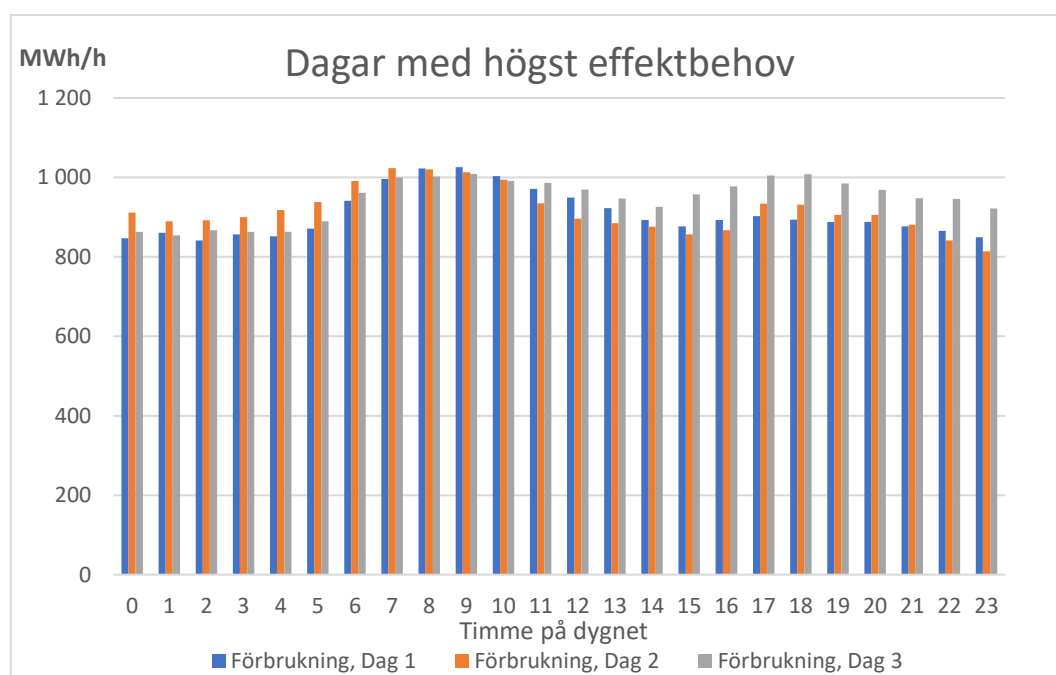
Enligt Svenska Kraftnät planeras investeringar och åtgärder genomföras så att överföringskapaciteten kan öka kring decennieskiftet. Underliggande region- och lokalnät påverkas av taket fram tills att begränsningen är åtgärdad.

I tillägg till stamnätsproblematiken finns även regionnätskapacitetsutmaningar. Dessa två delar har sammantaget därför medfört att regionnätsägaren Ellevio har begränsat ny, eller utökad, produktionseffekt till max 1 MW i norra och västra Värmland, samt max 5 MW i ”centrala” Värmland (Grums, Kil, Forshaga, Karlstad, Hammarö). I östra Värmland är kapacitetsförutsättningarna något bättre, så där finns ingen specifik MW-gräns.

Vidare har Svenska Kraftnät nyligen aviserat att det kommer vara utmanande även med större uttagsökningar från stamnätet i Borgvik. Detta gäller till i början av 2030-talet då planerade förstärkningsåtgärder planeras vara på plats. I regionnätet finns generellt sett en del ytterligare kapacitet när det gäller uttagsmöjligheter. Sammanfattningsvis är det utmanande en tid framåt när det gäller större uttagsökningar men många uttagsökningar bedöms kunna hanteras.

När på dygnet behövs elen som mest?

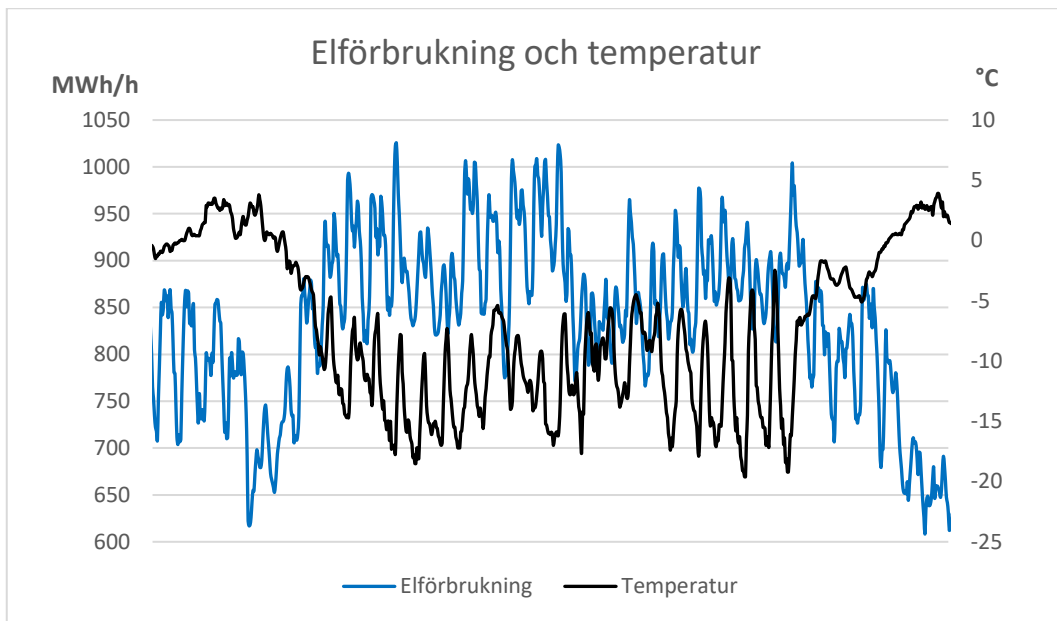
Hittills har rapporten fokuserat på hur mycket el olika sektorer förbrukar under ett år. Men vid vilka specifika tillfällen är trycket som högst på elnäten? När är effektbehovet som störst i Värmland under året? Effektbehovet kan synliggöras genom en närmare titt på kortare tidsintervall, timme för timme, de dagar under året då elförbrukningen är som störst. Enheten för effekt är vanligtvis megawatt (MW), men i denna analys mäts effektbehovet i megawattimmar per timme (MWh/h) och beskriver hur mycket el i genomsnitt som behöver tillföras elnätet under en timme.



Figur 2. Effektbehovet i MWh/h över dygnets timmar de tre dagarna med störst behov år 2021 i Värmland.

De tre högsta topparna i effektbehov år 2021 i Värmland uppstod under januari och februari månad. Vid dessa tillfällen var effektbehovet som störst under året. Figur 2 visar dygnskurvorna för de tre dagarna under 2021 med störst behov. Det största effektbehovet under 2021 uppstod en vardag klockan 9 på förmiddagen och låg på 1 026 MWh/h. De tre olika dagarna med högst effektbehov ser ungefär likadana ut, förutom det faktum att dag 3 hade en något högre elförbrukning under eftermiddag/kväll.

Effektbehovet mäts hos elförbrukaren och exkluderar därmed distributionsförluster. Behovet är generellt som högst på förmiddagen under vardagar, när privatpersoner slår på sina hushållsapparater, industrin har startat, lokaler och bostäder ska värmas upp och så vidare.

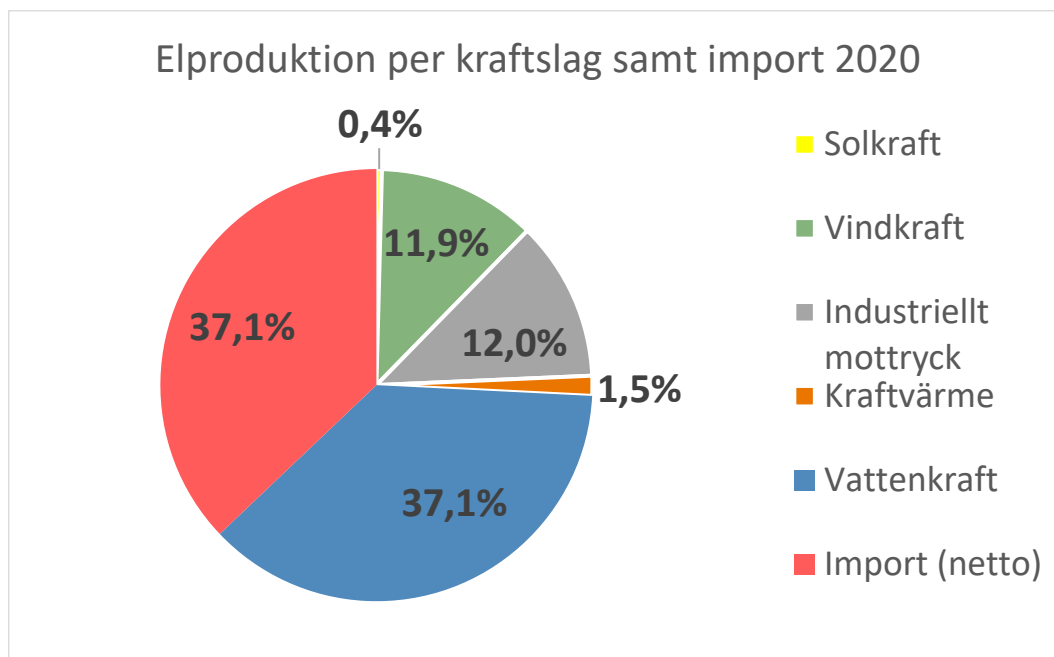


Figur 3. Effektbehovet i MWh/h under en 30-dagarsperiod på vintern jämfört med temperaturen.

Figur 3 visar ett förhållande mellan elförbrukning och utomhustemperatur. Under årets högsta effekttopp i Värmland sjönk utomhustemperaturen till cirka -18 grader. Med lägre temperaturer ökar uppvärmningsbehovet, vilket skulle kunna medföra att eldrivna uppvärmningsmetoder bidrar till det höga effektbehovet. Även om det finns många parametrar som påverkar effektbehovet i Värmland så visar sig temperatur och effektbehov ha en tydlig korrelation.

Hur producerar vi vår el?

Elproduktionen i Värmland utgår från fem olika kraftslag, utöver den inhemska elproduktionen tillkommer import av el från olika kraftslag till det värmländska elnätet. Figur 4 visar hur elproduktionen i Värmland fördelades över de olika kraftslagen samt import år 2020. Nedan följer även en beskrivning av respektive kraftslag och dess roll i den värmländska elproduktionsmixen.



Figur 4. Elproduktion per kraftslag samt import i Värmland år 2020.

Vattenkraft

En stor del av Värmlands el, 2 471 GWh, kommer från vattenkraft och 2020 stod vattenkraften för 37,1 procent av den tillförda elen (figur 4). Förutom att den är förnybar så är vattenkraften också ofta reglerbar vilket betyder att den till skillnad från vind- och solkraft går att justera i effekt vid olika tidpunkter. Vanligtvis ökas effekten när elpriset är högt eller när förbrukningen är hög.

Vattenkraften har dock vissa begränsningar. Den är till exempel beroende av hur mycket regn som fallit samt kan bara byggas vid älvar med lämpliga vattenmängder. Vattenkraften har redan byggts ut i stor utsträckning i Värmland och enligt intervjuer med elproducenter och andra aktörer i länet är satsningar på nya större vattenkraftverk osannolika.

Samtidigt saknar många svenska småskaliga vattenkraftverk moderna miljövillkor, det vill säga tillstånden har inte beslutats med stöd av miljöbalken och de är äldre än 40 år. Riksdagen har beslutat om en nationell plan för omprövning av vattenkraftverk som innebär att små vattenkraftverk i Sverige ska få sina villkor omprövade av mark- och miljödomstolarna så att de uppfyller

kraven i EU:s vattendirektiv⁸. Detta kan medföra en begränsning av den småskaliga vattenkraften i Värmland i framtiden. Däremot skulle effektiviseringar och ombyggnationer kunna göra så att det går att få ut mer elproduktion från de befintliga storskaliga vattenkraftverken.

Kraftvärme

Med sina 99 GWh el stod kraftvärmen för 1,5 procent av den totalt tillförda elen i Värmland 2020 (figur 4). Kraftvärme utgår från en fjärrvärmeproduktion, alltså en avsiktlig produktion av värme till byggnader och hushåll. Kraftvärmeverk producerar el från bränslen som exempelvis biomassa i form av träflis och hushållssopor. Efter utvinnandet av el transporteras överskottsvärmen in i fjärrvärmenätet som inte kräver lika höga temperaturer.

Vindkraft

Vindkraften spelar en viktig roll i Värmlands energimix och stod för 11,9 procent av den tillförda elen 2020 med en total produktion på 793 GWh (figur 4).

Precis som många andra kraftslag så kan inte vindkraft byggas var som helst utan kräver platser med bra vindförhållanden och gles bebyggelse. Vindhastigheterna är högre på högre höjder och därför är vindkraftverk flera hundra meter höga och byggs ofta på berg.

Vindkraften är inte reglerbar och producerar bara el när det blåser vilket skapar utmaningar för både elnätet samt försörjningen av effektbehovet vid de tillfällen då det behövs som mest el. Däremot är vindkraft jämförelsevis billig, har låga växthusgasutsläpp och går att bygga ut snabbt. Framtida utbyggnaden av vindkraft i Värmland analyseras vidare i kapitlet ”Hur ser framtiden ut” nedan.

Solkraft

Solkraften stod med sina 27 GWh för en liten del, cirka 0,4 procent, av elen som tillfördes det värmländska elnätet år 2020 (figur 4). Solenergi är ett kraftslag som ökat kraftigt de senaste åren. På nationell nivå år 2021 hade antalet nyinstallationer av elnätsanslutna solcellsanläggningar ökat med 46 procent jämfört med året innan⁹. Den viktigaste anledningen till utvecklingen är de minskade produktionskostnaderna för solcellsmodulerna. Lönsamheten har blivit så pass stor att intresset för att investera i solceller har växt både bland offentliga aktörer, näringsliv, organisationer och privatpersoner. Ytterligare en faktor som talar för solkraftens framgång är att den är lätt implementerbar i och kompatibel

⁸ Havs- och vattenmyndigheten, ”Regeringens beslut och prövningsgrupper”.

⁹ Energimyndigheten, ”Kraftig ökning av installerade solcellsanläggningar”.

med elsystemet. Det går snabbt att sätta solparker i drift, bland annat eftersom processerna är relativt korta.

Industriellt mottryck

Industriellt mottryck stod för 12,0 procent, eller 798 GWh av den tillförda elen 2020 i Värmland (figur 4). Inom vissa processindustrier produceras ofta värme i form av ånga, som en väsentlig del av tillverkningsprocessen. Genom att öka trycket på ångan kan man med hjälp av en ångturbin också producera el. Detta kallas för industriellt mottryck och kan ses som ett helt eget kraftslag där elen normalt konsumeras inom industrin själv och minskar behovet av köpt el.

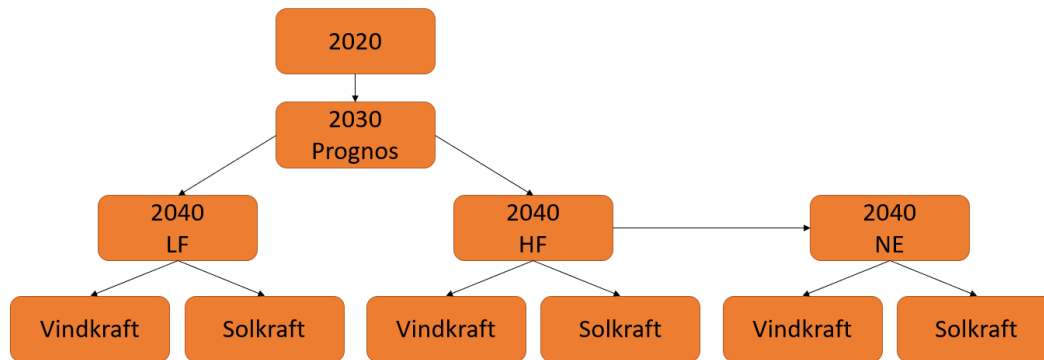
Att producera el genom industriellt mottryck har många fördelar då produktionen ofta baseras på avfallsbränslen, som uppstår i processen. Däremot är kraftslaget helt beroende av att det finns en industri med stort värmebehov i form av ånga. Detta innebär att det inte går att förlita sig på någon stor framtida utbyggnad.

Import (netto)

Värmlands elproduktion år 2020 motsvarade 62,9 procent av länets årliga elförbrukning inklusive distributionsförluster. Ur ett helårsperspektiv importerades 37,1 procent av elen, 2 469 GWh (figur 4). Import och export av el är något som sker momentant i elnätet då näten i Europa är hopkopplade. Det är alltså inte säkert att all el som produceras i Värmland förbrukas i samma område. Vilket betyder att den mängd el som importerats till Värmland kan vara större än 37,1 procent då näten inte är geografiskt begränsade på det viset. Importen och exporten utgår enbart från Värmlands elbalans i den här rapporten. Att importera el från andra områden i Sverige är i sig inget stort problem men det är värt att notera att Värmland inte bidrar med tillräcklig elproduktion jämfört med den el som konsumeras i länet för att nå ett hållbart energisystem. Dessutom blir det mindre förluster i elnäten om elen som används produceras lokalt. Importen sker framför allt från de norra delarna av Sverige men viss import sker även från Norge och andra län. Anledningen till beskrivningen ”Import (netto)” är att Värmland egentligen både exporterar el vid överproduktion och importerar el vid brist men vid olika timmar på året. Nettoimporten beskriver all importerad el minus all exporterad el sett över året.

Vad bygger prognos och scenarier på?

Utöver att beskriva nuläget blickar denna el- och effektanalys för Värmland också in i framtiden. I Figur 5 visualiseras prognos- och scenarieuppbyggnad.



Figur 5. Visualisering av prognos- och scenarieuppbyggnad.

Inom ramen för arbetet har en prognos för länets förbrukarsektorer och produktionslag år 2030 tagits fram. Prognosen utgår från redan kända utbyggnadsplaner för Värmlands elnät och diverse kraftslag samt rapportförfattarnas beräkningar och intervjuer med olika aktörer. Dessutom har tre möjliga scenarier för elförbrukningen tagits fram med fokus på år 2040, ett lågförbrukningsscenario (LF), ett högförbrukningsscenario (HF) och ett nyetableringsscenario (NE). Även när det gäller fördelningen av kraftslag i elproduktionen har två scenarier tagits fram. Ett scenario där vindkraften byggs ut i större utsträckning än vad som uttrycks i den nationella vindkraftstrategin, och ett scenario där solkraften ökar över de nationella målen.

I avsnitten nedan beskrivs på ett översiktligt plan hur arbetet med framtidsanalys gått till. En djupgående metodbeskrivning kan hittas i Bilagor.

Om framtidens elförbrukning

Elförbrukningen har varit relativt konstant i många år både i Sverige och i Värmland vilket gör det svårt att spå hur framtiden kommer se ut. Därför har det i denna rapport tagits fram tre framtida scenarier för elförbrukning.

De olika sektorerna har antagits vara konservativa i sin elektrifiering i lågscenariot men progressiva i hög- och nyetableringsscenariot. Dessutom antas att internationella och nationella mål, som direkt eller indirekt ska bidra till ökad elektrifieringen i Värmland, nås i högförbrukningsscenariot.

Om framtidens elproduktion

När det gäller elproduktionen skapades scenarier för hur elproduktionen kan tillgodose elbehoven i elförbrukningsscenarierna LF, HF och NE. Två olika elproduktionsscenarier, ett solkraftscenario och ett vindkraftscenario, skapades för förbrukningsscenarierna LF, HF och NE. Elproduktionen för att förse NE-scenariots behov antogs vara samma som för HF. Ett kraftvärmescenario undersöktes och intervjuer med olika aktörer resulterade i slutsatsen att en större utbyggnad av kraftvärme är osannolik med befintlig lönsamhet och teknik. Framtidens kraftvärme i Värmland förklaras vidare i kapitlet ”Hur ser framtiden ut?”.

Så gick analysen till

Detta avsnitt förklarar på ett sammanfattande och översiktligt plan hur analysen har genomförts. En djupgående metodbeskrivning kan hittas i Bilagor.

Nuläge 2020

För att kunna sja om Värmlands framtida energisystem så genomfördes en nulägesanalys baserad på år 2020. Data för Värmlands årliga elförbrukning och elproduktion togs från Länsstyrelserna Energi- & klimatsamordnings (LEKS) energistatistik¹⁰. Då WSP har gjort en energibalans över Värmland, och inte en elbalans, skiljer sig systemgränserna på tillförd el. Den stora skillnaden ligger vid det industriella mottrycket som i en energibalans ses som en omvandling av energi snarare än tillförd energi eftersom man använder sig av andra bränslen för att i slutändan producera el. I denna analys ses det industriella mottrycket som tillförd energi.

Elförbrukningen delades in i tre sektorer, nämligen industri, transport och övrigt. Den inhämtade datan användes för att sätta upp ett nuläge, för alla sektorer utom transporten. Transportsektorns elförbrukning togs i stället fram genom en egen beräkningsmodell. Utöver de tre sektorerna antas distributionsförluster stå för 8 procent¹¹ utöver den totala elförbrukningen i Värmlands elnätssystem.

I beräkningsmodellen för transportsektorns elförbrukning delades transporter in i vägtrafik, bantrafik och arbetsmaskiner. Vägtrafiken avser personbilar, lätta och tunga lastbilar, samt bussar. I bantrafiken ingick både person- och godstågstrafik i länet.

En nulägesanalys utfördes även på Värmlands effektbehov år 2021. Data för effektbehov levererades från Värmlands sju elnätsbolag i form av timdata på

¹⁰ LEKS, ”Energistatistik”.

¹¹ Rehn, ”KOMMUNAL & REGIONAL ENERGISTATISTIK 2020. Användarhandledning.”

elförbrukning och elproduktion över året. För att analysera det nuvarande behovet av eleffekt studerades tre dagar med de högsta peakarna över året.

Prognos 2030

Efter nuläget var färdigställt fastställdes en prognos på elförbrukning och elproduktion i länet till år 2030. Prognosen på elproduktion utgår exempelvis från kända utbyggnadsplaner på vindkraft, utvecklingstakt för solceller på byggnader, planerade solparker och vattenkraftens utveckling. För elförbrukningen i länet utgår prognosen delvis från intervjuer med stora elkonsumenter inom industrin, utvecklingsscenario i hushåll- och servicesektorn i elområde 3 (SE3) från Svenska Kraftnäts långsiktiga marknadsanalys¹² samt denna rapporters transportberäkningar.

Transportsektorns beräkningar utgick från antal elektrifierade fordon i Värmland 2020. Fordonstyper som inkluderades i beräkningen var personbilar, lätta lastbilar, tunga lastbilar, bussar och tåg. Elektrifieringstakten av de olika fordonsslagen skiljer sig från varandra, exempelvis är bantrafiken redan år 2020 i hög grad elektrifierad. År 2030 tros 15 procent av all tung transport vara elektrifierad¹³, lätta lastbilar antas ha samma elektrifieringsgrad. Laddbara personbilar uppgår till cirka 27 procent av den totala personbilsflottan. Andel elektrifierade bussar ligger på 33 procent¹⁴, där en tredjedel av dem drivs av vätgas.

Framtidsscenarioer 2040

Från år 2030 fram till 2040 togs det fram ett låg-, hög- och nyetableringsscenario för länets elförbrukning. Utvecklingen för de olika scenarierna inom industrisektorn utgick även där från intervjuer med stora elkonsumenter. Hushåll och service följer Svenska Kraftnäts höga och låga utvecklingsscenario i SE3. Transportsektorn utgår från ett högscenario med hög elektrifiering för att möta ett klimatneutralt Europa år 2050¹⁵. Elektrifieringstrenden i lågscenariot är inte lika stark. Andel vätgasdrivna av elektrifierade bussar och tunga lastbilar antogs vara samma i respektive scenario.

För länets framtida elproduktion vid år 2040 lades en grundnivå av elproduktion från olika kraftslag som går i linje med nationella mål, vindbruksplaner och generella trender för olika kraftslag. Mot bakgrund av grundnivåerna gjordes två olika produktionsscenario, ett vindscenario och ett solscenario, utifrån de tidigare nämnda förbrukningsscenarioerna.

¹² Jonsson m.fl., ”Långsiktig marknadsanalys 2021”.

¹³ Power Circle, ”Elektrifiering och laddning av tunga transporter”.

¹⁴ Luman, ”All Aboard Europe’s Electric Bus Revolution”.

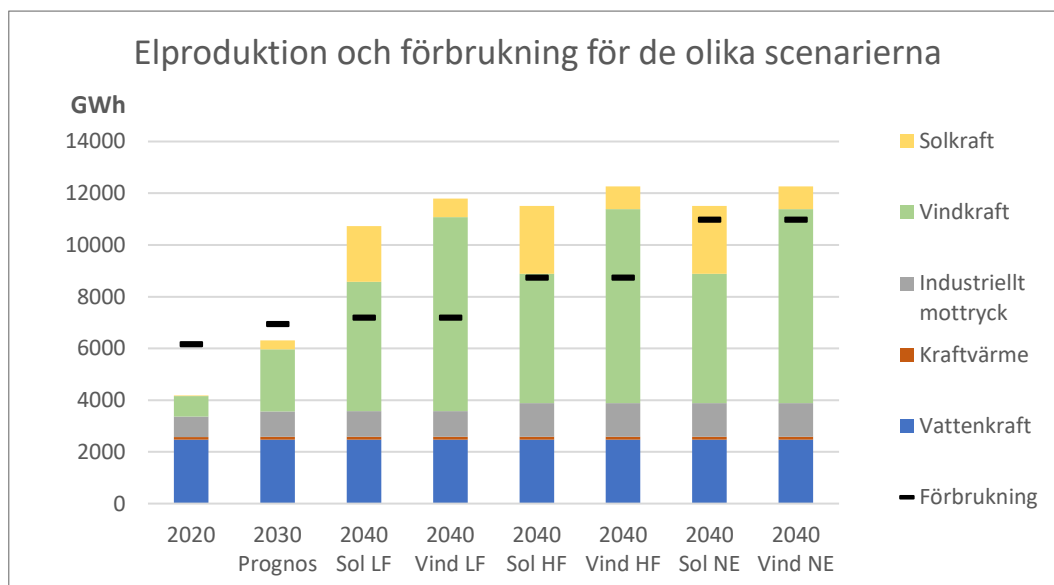
¹⁵ Europeiska Rådet, ”Fit for 55”.

I den nationella strategin för hållbar vindkraftsutbyggnad¹⁶ resonerar Energimyndigheten tillsammans med Naturvårdsverket om hur vindkraftens utbyggnad borde delas upp på de olika länen i Sverige. Där nämns att 5 TWh årlig elproduktion från vindkraft ska komma från Värmland år 2040. Efter diskussion med olika aktörer och myndigheter antogs detta vara ett minimum för Värmland 2040. I vindkraftscenariot antogs produktionen från vindkraft vara högre med kraftfullare turbiner och fler ansökningar.

¹⁶ Statens energimyndighet, "Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad".

Hur ser framtiden ut?

El- och effektanalysen för Värmland sammanfattas i Figur 6. Figuren ger en översiktlig bild över elförbrukningen och elproduktionen som nuläge år 2020, som prognos för år 2030 och som scenarier för 2040, nedbrutet i ett lågförbrukningsscenario LF, ett högförbrukningsscenario HF och ett nyetableringsscenario NE. LF, HF och NE är i sin tur uppdelade i ett vindkraftscenario och ett solkraftscenario.

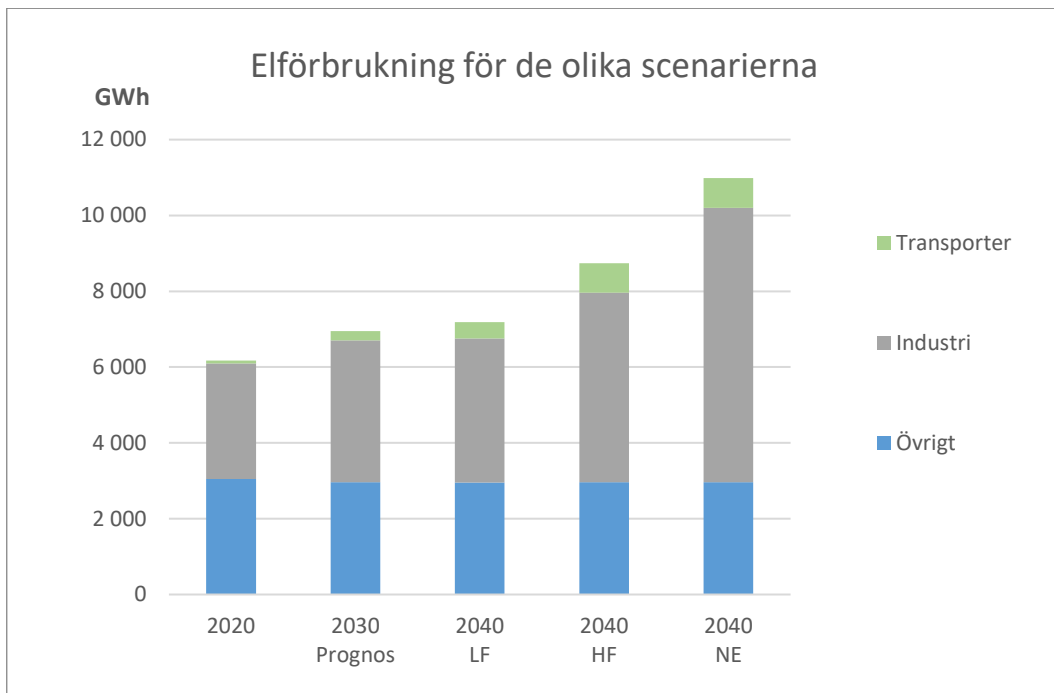


Figur 6. Total årlig elförbrukning och elproduktion från olika kraftslag sett till nuläge 2020, prognos 2030 och framtidsscenarier 2040.

Framtidens elförbrukning i Värmland

Hur fördelas den framtida totala elförbrukningen mellan olika sektorer? I detta avsnitt redogörs för elförbrukningen inom olika sektorer 2020, enligt prognosen 2030 samt enligt högförbrukningsscenariot HF, lågförbrukningsscenariot LF och nyetableringsscenariot NE 2040.

För att underlätta framtidsanalysen skapades sektorn ”Övrigt” som summerar elförbrukningen av bostadshus, offentlig verksamhet, jordbruk, skogsbruk och övriga tjänster som exempelvis kontor, lager, detaljhandel, restaurangverksamhet, serviceverksamhet och databehandling.



Figur 7. Årlig elförbrukning inom olika sektorer 2020, enligt prognosen 2030 och scenarier 2040.

Framtidens elförbrukning kommer vara högre än nuvarande elförbrukning. I Figur 7 visualiseras elförbrukningens utveckling från 2020 till prognosen 2030, samt vidare till förbrukningsscenario LF, HF och NE vid 2040. Enligt prognosen ökar elförbrukningen från cirka 6,2 TWh år 2020 till 6,9 TWh 2030, vilket är en ökning på 13 procent. Beroende på låg- eller högscenariot till år 2040 ökar förbrukningen till 7,2 respektive 8,7 TWh, det vill säga en ökning på cirka 16 procent eller 42 procent jämfört med 2020. I scenariot NE är förbrukningen 11 TWh, vilket innebär en ökning med cirka 78 procent jämfört med nuläget.

Utvecklingen för Övrigt ligger relativt stabilt, med en marginell minskning fram till år 2040. De främsta anledningarna till trenden för sektorn är att elapparater effektiviseras samtidigt som den framtida befolkningens mängden förväntas öka.

Industrin går mot en tydlig ökning i elförbrukning, både till 2030 och hög- och nyetableringsscenariot 2040, i lågscenariot stannar utvecklingen av något. Det finns flera anledningar till att industrin ökar sin elförbrukning. En är att många industrier vill effektivisera och elektrifiera processer som i dagsläget exempelvis använder bränslen som uppvärmning. I dessa fall går industrier över till att i stället använda el, som både är lätthanterlig och bidrar till minskade energiförluster. Industrier ser ofta också ett mervärde i att byta ut fossila bränslen mot förnybar energi. Det kan också tillkomma framtida nyetableringar, nya industrier som placerar sin verksamhet i Värmland och som konsumerar el.

I nyetableringsscenariot har antagen industriutveckling baserats på intervjuer med aktörer inom industrin. Det kan därifrån konstateras att industrier med stor

elförbrukning skulle kunna placeras i Värmland. Storleksordningen på de nya större nyetableringarna ligger tillsammans på cirka 2,4 TWh årlig elförbrukning. Jämförelsevis så ligger Northvolts batterifabrik i Skellefteå på 2 TWh¹⁷, H2 Green Steels gröna ståltillverkning på 12 TWh¹⁸ och HYBRIT 15 TWh¹⁹.

Den sektor som ser den största procentuella utvecklingen vad gäller elförbrukningen är transportsektorn. Även i lågförbrukningsscenariot LF förväntas transporter stå för en betydande del av den totala ökningen av elförbrukningen. EU arbetar för målet att vara klimatneutralt vid år 2050. Bland annat ska exempelvis personbilar med förbränningsmotor inte få säljas från och med år 2035²⁰. I högförbrukningsscenariot HF samt NE kan därmed en hastig elektrifiering av alla fordonstyper väntas efter 2030 i syfte att uppnå klimatmålet. Även i lågförbrukningsscenariot LF rör sig utvecklingen mot en större andel elektrifierade fordon, men inte i samma takt.

Framtidens elproduktion i Värmland

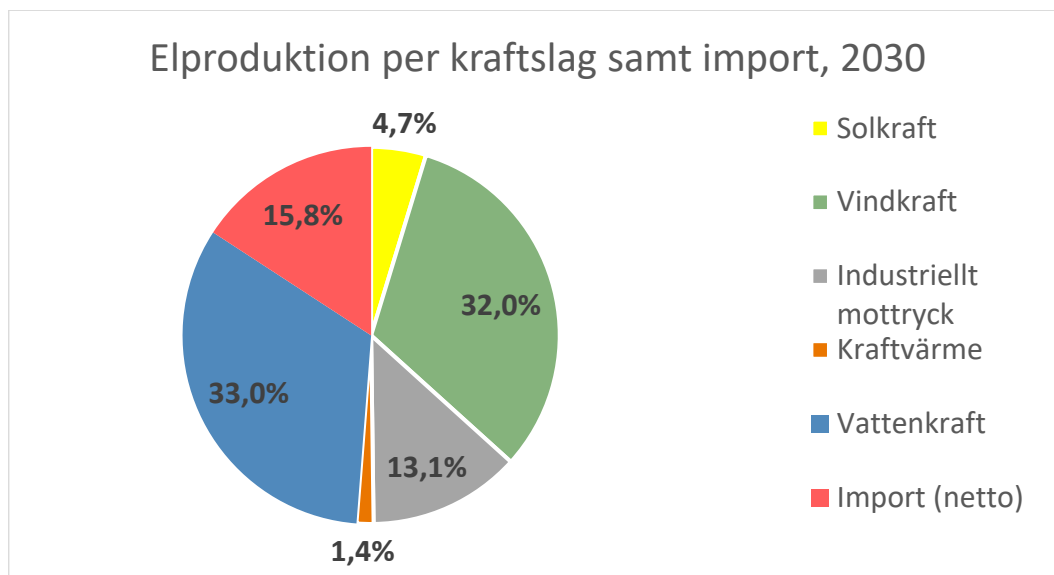
I detta avsnitt redogörs för en prognos för hur elproduktionen i Värmland fördelas över de olika kraftslagen och hur stor elimporten är år 2030. Visualisering av fördelningen för elproduktionen över kraftslagen samt importen av el presenteras i Figur 8.

¹⁷ SVT och Gitz, ”Storsatsningar på tung industri i norr kräver mer el än vad Luleälven producerar”.

¹⁸ Riksdagsförvaltningen, ”Elleveranser i Norrbotten Interpellation 2020/21”.

¹⁹ HYBRIT, ”21 juni 2021 - HYBRIT”.

²⁰ Europeiska Rådet, ”Fit for 55”.



Figur 8. Elproduktion per kraftslag i Värmland samt import för prognosen år 2030.

Vattenkraftens utveckling i Värmland

Som tidigare beskrivet så är det tämligen osannolikt att det skulle ske någon utbyggnation av vattenkraften i Värmland. Därav antas i prognosen att vattenkraften tillför 2,5 TWh även år 2030, vilket resulterar i 33,0 procent av totalen (figur 8). Den småskaliga vattenkraften ska prövas och riskerar i vissa fall att läggas ner till följd av de miljöprövningar som ska ske. Större vattenkraftverk har en potential att effektiviseras i framtiden, vilket medför att den totala utvecklingen för vattenkraften antas vara konstant fram till 2040.

Kraftvärmens utveckling i Värmland

I prognosen för 2030 står kraftvärmens för 1,4 procent av nätets tillförda el, vilket är 0,1 TWh (figur 8). Det finns en potential för ökad kraftvärme i Värmland. Flertalet fjärrvärmeanläggningar finns som skulle kunna byggas om till kraftvärme, dock är det en process som kostar mycket pengar och gör lönsamheten svår att argumentera för. I många fall skulle det krävas att hela förbränningssystemet byts ut då det kräver mycket högre temperaturer för att producera el från värme.

Eftersom den stora majoriteten av kraftvärmeverken i Värmland befinner sig i Karlstad antas det att elproduktionen från verken utvecklas i samma takt som befolkningen i Karlstad tills verken når sin maximala produktion. Därefter står utvecklingen stilla.

Vindkraftens utveckling i Värmland

I prognosen producerar vindkraften cirka 2,4 TWh år 2030, vilket motsvarar 32,0 procent av den tillförda elen (figur 8).

Värmland har goda förutsättningar för ökad elproduktion från vindkraft då det råder goda vindförhållanden i länet. Den nationella strategin för hållbar vindkraftsutbyggnad¹⁶ bör ses som ett minimum och därav antas Värmland uppnå minst 5 TWh el från vindkraft i alla scenarier 2040. Detta gör att vindkraften blir den dominanta produktionskällan och kan stå för upp till 64 procent av elproduktionen i Värmland 2040 beroende på scenario (figur 6). För att möjliggöra detta krävs dock investeringar i elnätet så att överföringskapaciteten ökar.

För att detta ska hända så krävs det att den genomsnittliga turbinstorleken ökar med minst 25 procent till år 2035 samtidigt som installationstakten är densamma som i dag. Enligt denna rapportens vindkraftscenario är elproduktionen från vindkraft i Värmland 7,5 TWh år 2040, vilket skulle kräva en ökad turbinstorlek på cirka 91 procent samt en ökad installationstakt med 30 procent till 2035. Det skulle innebära en turbinstorlek på cirka 10 MW vilket anses rimligt enligt diskussion med vindkraftprojektörer och med hänvisning till den nationella vindkraftsstrategin.

Det finns flera begränsande faktorer som påverkar vindkraftsprojekteringen i Värmland, så som kommunal tillstyrkan och militärt lågflygningsområde. Dessa faktorer undersöks inte på djupet i denna analys.

Solkraftens utveckling i Värmland

Solkraften antas ta en allt större roll i Värmlands energisystem i framtiden. Att utvecklingen bromsats in något i Värmland, vilket även kan påverka utvecklingen framöver, beror främst på tre faktorer. För det första medför begränsningar för inmatad effekt till stamnätet att nya större solparker inte kan sättas i drift i vissa delar av Värmland förrän kapacitetsbegränsningen har blivit åtgärdad. För det andra har hela produktionssektorn för solceller drabbats av förseningar, vilket har gjort det svårt att få tag i de solmoduler och komponenter som beställs. Den tredje orsaken är att efterfrågan är mycket högre än utbudet för de företag som installerar solceller. Därav förväntas utbyggnadstakten för solkraft vara relativt konstant fram till år 2030, förutom solparken på Värmlandsnäs som planeras att sättas i drift 2027²¹ och solparken i Filipstad som planeras vara på plats 2024²².

I Figur 8 visas att solkraften prognosticeras stå för 4,7 procent av den totalt tillförda elen till nätet år 2030, då den producerar 0,4 TWh el årligen. Efter att kapaciteten i stamnätet utökats antas Värmland arbeta för det nationella målet att 10 procent av den totala elförbrukningen förses med solel. Enligt solkraftscenarierna för 2040 överskrider detta mål då produktionen landar på 2,6

²¹ Sveriges Radio, ”Här planeras Sveriges största solkraftspark”.

²² SENS, ”SENS går vidare med en av Sveriges största solkrafts- och batteripark, signerar markavtal om 23 hektar med Filipstads kommun”.

TWh som motsvarar cirka 20 procent av den totala elproduktionen i Värmland (figur 6).

Utvecklingen av industriellt mottryck i Värmland

Det industriella mottrycket prognosticeras att tillföra 1 TWh el till nätet år 2030, vilket är 13,1 procent av totalen (figur 8). Värmland har många industrier och även en del industriellt mottryck, men på grund av beroendet av industrin har inte någon djupgående framtidsanalys av detta kraftslag genomförts. Det industriella mottrycket sätts i ett konstant förhållande mot industrins utveckling av elförbrukningen. Därav skiljer sig elproduktionen mellan de olika förbrukningsscenarierna. Beroende på förbrukningsscenario och scenario för kraftslagsutveckling så står det industriella mottrycket för 8 till 11 procent av den totala elproduktionen år 2040.

Importens utveckling i Värmland

År 2030 har importen till länet enligt prognosen minskat från och med nuläget till att vara 15,8 procent av den tillförda elen till nätet, vilket är 1,2 TWh (figur 8). Den största anledningen till minskningen är utbyggnationen av vindkraften. Även solkraftens utveckling har bidragit till att Värmland importerar mindre el över året. Som visas i Figur 6 så har Värmland även gått från att vara nettoimportör av el till nettoexportör i varje scenario år 2040.

Framtidens elnät

Stabila och kraftfulla elnät är en förutsättning för att säkerställa tillgången till el i Värmland i framtiden. Inom ramen för denna el- och effektanalys har dialog förts med varje enskild elnätsägare om elnätets befintliga status och framtida nätutbyggnadsplaner. Generellt sett ansågs utmaningarna för utbyggnaden av elnätet möjliga att tas an men laddinfrastruktur höjdes som ett möjligt problem på grund av de stora effekterna som krävs. Som nämnts tidigare så är elnätet i Värmland främst begränsat utifrån stamnätets kapacitet i Borgvik. Detta tillsammans med utmaningar i regionnätskapaciteten har gjort att regionnätsägaren Ellevio har satt vissa begränsningar för ny eller utökad produktionseffekt på olika områden i länet. Enligt Svenska Kraftnät planeras investeringar och åtgärder genomföras så att överföringskapaciteten kan öka kring decennieskiftet. Underliggande region- och lokalnät är även dom påverkade av taket fram tills att begränsningen är åtgärdad.

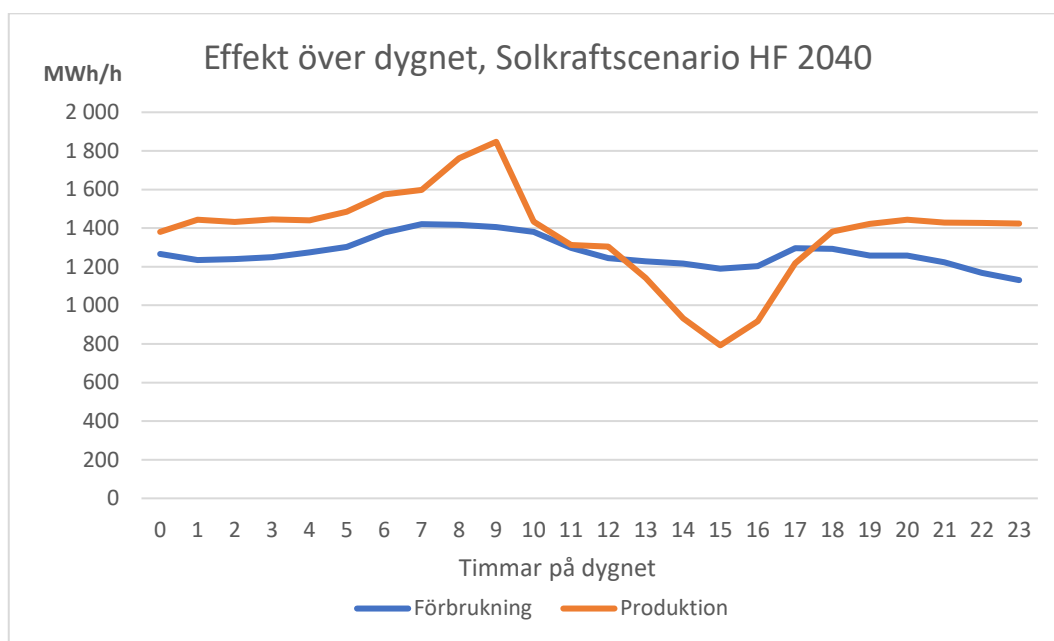
Enligt elnätsägare är det svårt att sja upp emot 20 år fram i tiden och utbyggnadsplaner för 2040 är inte aktuella i dagsläget. Däremot jobbar elnätsägare kontinuerligt med förfrågningar och planeringar för framtida behov av utbyggnad. De kan inte genomföra utbyggnader av elnätet baserat på scenarion eller spekulationer då kostnader för utbyggnad kan lastas på nuvarande kunder om

anslutningarna inte fylls upp i samma takt som utbyggnaden. Framtida utbyggnadsplaner kommer alltså uppkomma vid mer konkreta förslag.

Framtidens flexibilitet och lagring

Flexibilitet och lagring är ämnen som flitigt diskuteras för att ta sig an framtidens utmaningar. Flexibilitet kan diskuteras på både förbrukar- och produktionssidan. Med förbrukarflexibilitet menas att elkonsumenter flyttar sin förbrukning till tidpunkter då elbehovet är lågt. Exempelvis kan det vara att personer laddar sina elbilar under natten, eller att stora industrier tidsmässigt flyttar sin produktion några timmar om det är möjligt. Produktionsflexibilitet innebär svårigheter för vissa kraftslag, speciellt när det gäller solkraft och vindkraft, men passar andra kraftslag bättre. Exempelvis är vattenkraft ett kraftslag med stor potential till produktionsflexibilitet. Av Värmlands 600 MW vattenkraft är ungefär 200–300 MW flexibel, vilket öppnar upp möjligheten att samköra flexibla och icke-flexibla kraftslag i framtiden.

För att se hur framtidens produktion förser framtidens elbehov, exklusive distributionsförluster, sätts solkraftscenariot HF mot högförbrukning en kall vardag år 2040 i Figur 9.

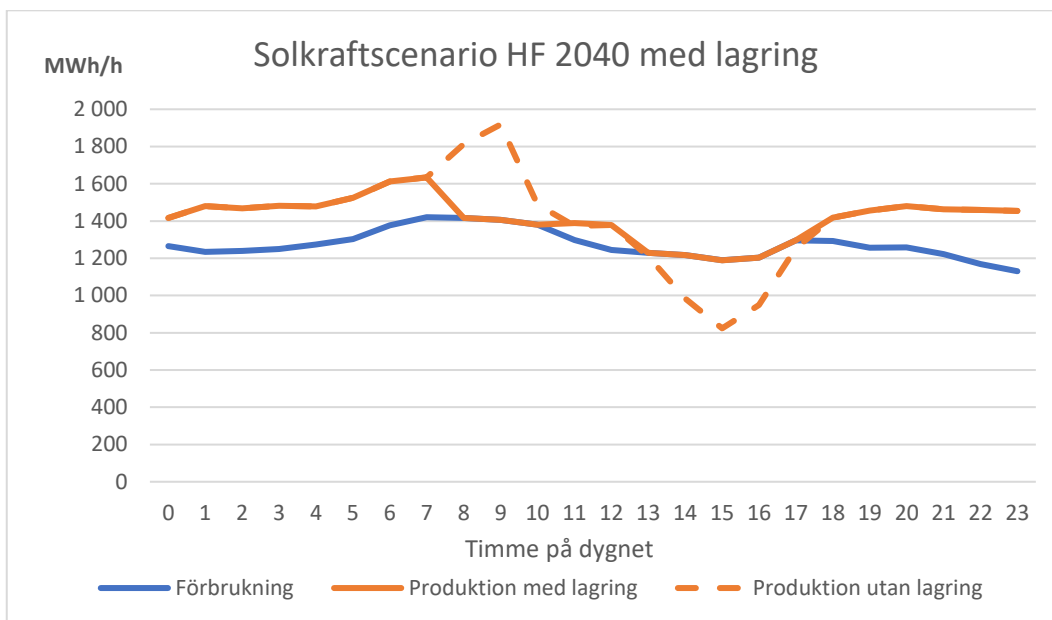


Figur 9. Förbrukning över dygnet, en kall vinterdag, år 2040 i Värmland, samt produktionen från solkraftscenariot HF samma dag.

Eftersom Värmland enligt respektive kraftslagsscenario är nettoexportörer av el på en årlig basis visar Figur 9 att elproduktionen är större än elförbrukningen stora delar av exempeldygnet. Detta trots att det är ett dygn med högt effektbehov under år 2040. Det finns dock timmar då hela behovet inte kan tillgodoses, vilket också gäller för vindkraftscenariot.

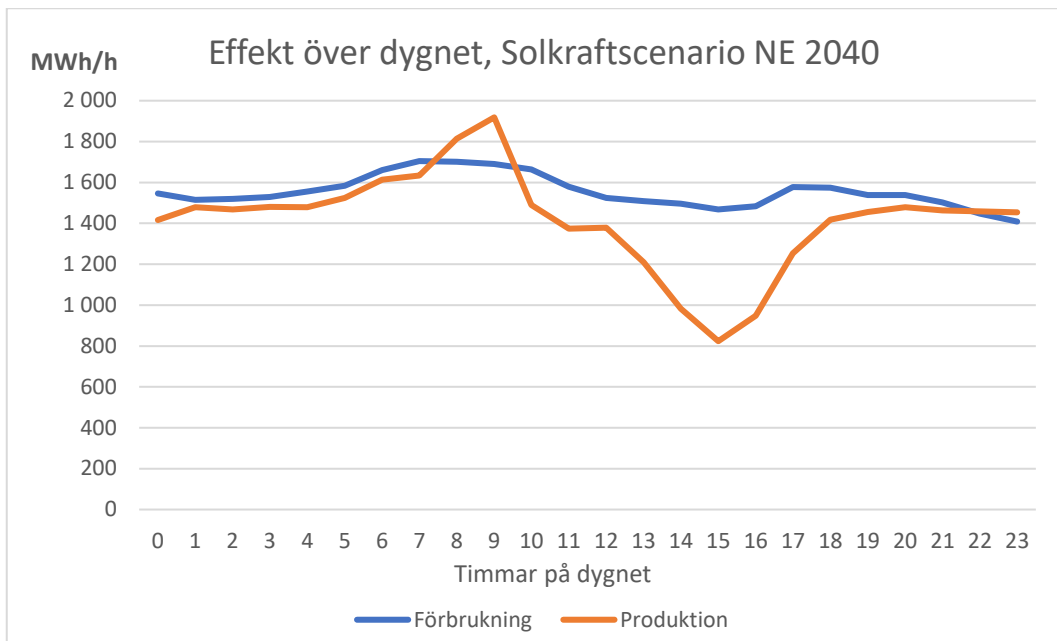
För att Värmland ska nå ett hållbart energisystem i framtiden krävs det antingen någon typ av flexibilitet eller lagring av energi. Figur 10 visar samma dag med

lagring av överproducerad el på förmiddagen som distribueras under eftermiddagen. I detta exempel flyttas cirka 900 MWh el, vilket är ungefär 3 procent av kraftslagets totala elproduktion den dagen. Samma möjlighet skulle även kunna ges med hjälp av den flexibla vattenkraften, om den delen av vattenkraften medvetet stänger av sin produktion under vissa timmar och körs vid tillfällen då behovet inte förses.



Figur 10. Förbrukning och produktion, en kall vinterdag, 2040 i Värmland med lagring av el från överskottsproduktion.

I Figur 11 ses effektbehovet under ett dygn år 2040 i scenariot NE, samt elproduktionen i solkraftscenariot. Vid jämförelse med högförbrukningsscenario så ökar nyetableringarna effektbehovet till en nivå där förbrukningen de kallaste dagarna knappt genererar någon export av el alls. Det gäller även för vindkraftscenariot. För kalla perioder är det då ännu viktigare med flexibilitet och lagring om Värmland ska sträva mot ett hållbart energisystem.



Figur 11. Förbrukning över dygnet vid stora nyetableringar, en kall vinterdag, år 2040 i Värmland. Samt produktionen från solkraftscenariot NE samma dag.

Slutsats och diskussion

Svårt att sia om industrins utveckling

Det är väldigt svårt att sia om i framtiden och linjär utveckling av industrisektorn kan därför ge en skev bild av verkligheten. I intervjuer med industrier ansågs en ökning i elförbrukning på mellan 0 procent och 40 procent vara en god uppskattning för befintlig industri. Den största orsaken till det stora spannet var elpriset som för tillfället är volatilt och oförutsägbart. Detta gör det svårt för industrier att säkerställa vinst på investeringar som ökar elförbrukningen.

Medeleffekter kan ge en osäker bild

Vid analys av effektbehovet användes data på timbasis, vilket betyder att varje timme är ett medelvärde på effekten. Då effekt är momentant och ögonblickligt kan det ske stora variationer på både elförbrukning och elproduktion inom den timmen. Det kan exempelvis förekomma att effektbehovet är väldigt stort under någon minut för att sedan vara lågt resterande del av timmen. När timmen summeras visas ett medelvärde som döljer det stora effektbehovet. Därav kan de redovisade värdena för effektbehovet vara något lägre än det maximala effektbehovet som i verkligheten uppstår.

Temperaturen påverkar effektbehovet

Som nämnts tidigare i denna rapport påverkar temperaturen effektbehovet. Eftersom en undersökning av framtida temperaturer inte gjorts i denna analys så har temperaturen inte tagits i beaktning i framtida beräkningar. Det är dock viktigt att komma ihåg då det kan bli mycket högre effektbehov och därmed elbehov i framtiden om det skulle bli mycket kalla vintrar och/eller år.

Sol- och vindkraft möjliggör nyetableringar

Stora nyetableringar som förbrukar mängder med el attraheras av områden med billig el. Därav har Norrland blivit ett fokusområde för större nyetablerade industrier. Då Värmland befinner sig i SE3 är det svårare att vara attraktiva i nuläget med de nivåer elpriserna ligger på idag. Vind- och solkraftscenariot 2040 visar dock på ett överflöd av el sett över året, då Värmland exporterar stora mängder el. Om något av elproduktionsscenarierna blir verklighet öppnar det upp möjligheter för just stora nyetableringar med hög elförbrukning att se länet som attraktivt.

Vindkraft kan täcka upp en stor del av elbehovet

En av vindkraftens stora fördelar är att den går att bygga ut snabbt och kraftslaget kan därmed hjälpa till att täcka upp en stor del av elbehovet i Värmland.

Summeras alla vindkraftverk som ej är i drift men som har fått tillstånd beviljat så kan de producera totalt nästan 2 TWh/år. Det är nästan lika mycket el som vattenkraften producerar i dagsläget. Turbinstorleken i dagsläget är i genomsnitt på cirka 5 MW men förväntas öka till cirka 10 MW inom en snar framtid. Detta går att jämföra med havsbaserad vindkraft som redan i dag har turbiner på upp till 20 MW. Denna turbinutveckling kan ses som en stor möjliggörare för vindkraften i Värmland.

Som nämnts ovan är kommunalt veto en av de vanligaste orsakerna till avslag för vindkraftsprojekt. Olika aktörer ser ofta positivt på elproduktion men många förlitar sig på att elen produceras någon annanstans och vill helst inte ha kraftverken i sitt närområde. En viktig del för framtiden vad gäller alla kraftslag är dialoger och samverkan med alla påverkade tidigt i processen samt att ha rätt information lättillgänglig för att minska risken för felaktig information, antaganden och myter. Politiken och samhället som helhet har en stor roll att spela när det kommer till jämförandet av olika kraftslag. I stället för att utesluta de kraftslag man inte föredrar så är det viktigt att se alla kraftslag som centrala beståndsdelar för ett hållbart energisystem i Värmland och Sverige. Värmland behöver mer el snabbt och det löser inget kraftslag på egen hand.

Snabbare utveckling av solkraft i framtiden

Solkraftens framtid är svår att prognosticera och sätta upp scenarier för då flertalet faktorer påverkar utfallet. Faktorer så som komponentbrist, installatörsbrist och begränsningar i elnätet sätter käppar i hjulet för att förse den stora efterfrågan som finns på marknaden, vilket uppmärksammats ovan. På grund av stamnätsproblematiken och utmaningar i regionnätskapaciteten har regionnätsägaren Ellevio satt en begränsning för ny och utökad produktionseffekt på 1 MW i norra och västra Värmland. Denna begränsning påverkar egentligen enbart större projekt, då 1 MW-parker som tumregel tar upp cirka 1 hektar yta. Därav kan utvecklingen av solcellsinstallationer i teorin fortsätta för exempelvis bostäder och fastigheter som håller sig under denna gräns. I en framtid där komponentbristen inte längre är något problem och utbildningstakten för installatörer ökar så finns det en möjlighet att solkraftens utveckling kan trappas upp i ett tidigare skede än vad prognosen säger.

Inte troligt med stora serverhallar i Värmland

Enligt många analyser kommer serverhallar bli en helt egen elslukande sektor i framtiden på grund av den stora digitaliseringen som sker och har skett länge. Däremot är det relativt osannolikt att serverhallar skulle placeras i Värmland när det finns billigare el och ”gratis” kylning längre perioder på grund av lägre temperaturer i norra Sverige.

Kapacitet i elnätet är en förutsättning

I diskussion med Värmlands elnätsbolag framgick att det inte finns några större hinder för utbyggnad i lokalnäten men det betyder inte att det inte kommer uppstå problem i framtiden. Inom ramen för denna analys gjordes ingen djupgående undersökning av hur elnätet påverkas av ökad produktion och konsumtion. Men för att kunna nå ett elsystem med exempelvis 7,5 TWh vind i Värmland behöver det finnas tillgänglig kapacitet i nätet. Så även om viljan från aktörer finns så är elnätet en begränsande faktor. Om det skulle ske förseningar i elnätsutbyggnaden, specifikt bearbetningen av kapacitetsbegränsningen i Borgvik, skulle utbyggnaden av större installationer av förnybara kraftslag fördröjas i Värmland och förskjuta produktionsscenarierna framåt i tiden.

Framtida möjlighet för vätgasproduktion

Vätgas anses vara en viktig beståndsdel för att realisera den hållbara elektrifieringsresa som inletts i Sverige. I Värmland finns gott om transporter och industrier som skulle kunna växla om bränslen till vätgas. Under produktion av vätgas krävs stora mängder el och därför kan den framtida elförbrukningen påverkas mycket av hur mycket vätgas som behövs. Samtidigt är priset på vätgas kopplat till elpriset vilket ger stor osäkerhet kring den framtida vätgasproduktionen. Det finns andra alternativ som kan komma att konkurrera med vätgas i framtiden som inte förbrukar mycket el, exempelvis biogas. I denna rapport finns vätgas med som en del i både industrins och transportsektorns elförbrukning.

Regionala skillnader i elförbrukning spelar roll

I diskussionerna om framtidens elförbrukning är de flesta inställda på minst en fördubbling jämfört med dagens värden. Sett till vissa resultat i andra framtidsblickande rapporter är detta en sanning på nationell nivå. Enligt framtidsrapporterna ser utvecklingen dock olika ut beroende på vilket område i Sverige som analyseras.

Exempelvis beror den stora ökningen av elförbrukningen i Sverige på de nya etableringarna i Norrland som är extremt energikrävande. I Värmland finns ännu inga kända planer på något liknande som HYBRIT och H2 Green Steel i storleksordningen. Även Svenska Kraftnäts långsiktiga marknadsanalys 2021 pekar på att elförbrukningen i hela SE3 inte överstiger en ökning på 40 procent fram till 2040. Det är alltså viktigt att ha i åtanke att den stora procentuella ökningen av Sveriges elförbrukning inte är jämnt fördelat över elområde och län.

Nytableringar påverkar elförbrukningen signifikant

Det högförbrukningsscenario HF som tagits fram i denna rapport utgår från utvecklingstakten för befintlig industri i Värmland med marginal för mindre nytableringar. Men högförbrukningsscenario byggs inte utifrån att stora elförbrukare, liknande HYBRIT, Northvolt, CemZero och H2 Green Steel i norr, etablerar sig i Värmland. Större nytableringar tas istället upp i scenario NE. I scenario NE har det genom samtal med aktörer lagts till en förbrukning på cirka 2,4 TWh. Trots en relativt stor ökning i elförbrukning, i förhållande från scenario HF, så kan det räcka med att en nytablering likt H2 Green Steel eller HYBRIT tillkommer i Värmland så har den totala elförbrukningen ökat med över 200 procent utifrån nuläget. Därav finns det stora osäkerheter kring hur högt det maximala taket för elförbrukning sätts i framtiden och är helt beroende på vilka aktörer som etablerar sig i länet vilket är svårt att förutspå.

Något att också ha i beaktning gällande de norra delarna av Sverige, som Värmland importerar el ifrån, är att de kommer konsumera större mängder el till följd av nytableringar där. Mindre mängd el kommer därav distribueras till Värmland. Detta innebär att utöver den ökande egenförbrukningen av el i framtiden, så bör man även tänka på att Värmland behöver ersätta den el som redan importerats i nuläget med el från egenproduktion i länet för att nå ett hållbart energisystem.

Framtida arbeten och rekommendationer

Elpriset är ett återkommande och genomgående orosmoment för de flesta aktörer och personer som rapportförfattarna varit i diskussion med. Priset påverkar nästan alla beslut som fattas angående elförbrukningen. Därför är det viktigt att i framtida arbeten titta närmare på utvecklingen av elpriset och ta fram bra prognoser.

Då ingen djupare analys av elnätens utveckling i Värmland gjordes i denna rapport är det viktigt att belysa i framtida arbeten. Elnäten är en förutsättning som måste tillgodoses för att en större utbyggnad av förnybar energi ska vara möjlig i framtiden. Det är inte bara elproduktionen som är beroende av nätkapaciteten, även stora elförbrukare är beroende av kapaciteten i nätet.

Det kan vara viktigt att i framtida arbeten göra en grundligare undersökning av sektorerna Bostäder och Övriga tjänster. Elförbrukningen från dessa sektorer förväntas sjunka i framtiden men de står för en stor del av elförbrukningen i dagsläget. Därför kan mindre förändringar i beteende göra stor skillnad i förbrukning vilket skapar en osäkerhet för framtiden. Ett exempel kan vara ifall många bostäder och kontor installerar nya luftvärmepumpar för att kyla lokalerna på sommaren, åtgärder som kan öka förbrukningen markant.

Elnätet kan ta tid att bygga ut och det finns begränsningar som inte tagits i beaktning i denna analys. Det skulle därför behövas en djupare analys för hur elnätet påverkas av ökad produktion och konsumtion för att kunna göra en än mer realistisk bild av Värmlands framtida elsystem.

Bilaga A - Metod

I bilagorna hittas en mer detaljerad metodbeskrivning av vissa beräkningar, indatatabeler samt ytterligare resultat som påverkat val av grafer som tagits upp i rapporten. Nomenklatur ses i tabell 1.

Tabell 1. Nomenklatur för beräkningar.

Symbol	Förklaring	Enhet
ω	Specifik energiförbrukning för ett visst fordonsslag	Wh/km
$\acute{\omega}$	Specifik energiförbrukning per ton	Wh/bruttoton, km
S	Genomsnittlig körsträcka ett fordon kör per år	km/for don
η	Verkningsgrad	%
L	Andel fordon som laddar med en viss typ av laddning, snabb eller långsam. Ändras beroende på laddprofil.	%
Xn	Andel av en fordonstyp som är elektrifierad vid ett specifikt år	%
xH2	Andel av en elektrifierad fordonstyp som körs på vätgas	%
m	Vikt	ton

Beräkningar för transportsektorn

Vägtrafik

För beräkning av vägfordonens elförbrukning år 2020 användes data som ses i tabell 2.

Vid laddning av fordonen finns två olika profiler, planerad och oplanerad, vilket skiljer sig hur fordon laddas och under vilka tider på dygnet. Andelen av fordon som använder långsam och snabb laddning i de två olika profilerna ses i tabell 3. Verkningsgraden för laddningen av fordon inkluderar förluster från laddning,

motor och körning. Verkningsgraden för långsam laddning sätts till 74 procent²³, snabb laddning 77 procent²³, fordon som drivs på vätgas sätts till 40 procent^{24 25}.

Tabell 2. Indata för fordon i vägtrafiken.

Fordonstyp	Specifik energiförbrukning [Wh/km]	Genomsnittlig körsträcka [km/fordon]	Antal fordon
Personbil	123	10 830	156 597
Lätt lastbil	277	13 280	17 921
Tung lastbil	1 110	82 800	2 750
Buss	993	52 970	460

Tabell 3. Planerad och oplanerad laddprofil, samt hur laddningstyper fördelats på de två profilerna.

Fordonstyp	Planerad långsam laddning [%]	Planerad snabb laddning [%]	Oplanerad långsam laddning [%]	Oplanerad snabb laddning [%]
Personbil	80	20	80	20
Lätt lastbil	80	20	70	30
Tung lastbil	70	30	55	45
Buss	60	40	40	60

Personbilar delas upp i rena elbilar och laddhybrider. Laddhybrider antas köra 20 procent av den totala körsträckan på el. Vid beräkning av personbilars elförbrukning för långsam och snabb laddning år 2020 användes Ekvation 1. Då det tillkommer fjärrtrafik av personbilar vid vissa veckor på året antas den snabba laddningens elförbrukning öka med 14 procent över året utifrån intervju med aktörer. Ökningen då lades på för den specifika typen av laddning för personbilar.

Ekvation 1

$$E_{personbilar} = \frac{(Antal\ bilar * X_{el,2020} * S + Antal\ bilar * X_{ladd,2020} * S * 0,2) * \omega * L}{\eta_{laddning}}$$

Vid beräkning av långsam och snabb laddning för lätt lastbil, tung lastbil och buss år 2020 användes Ekvation 2.

²³ Channegowda, Pathipati, och Williamson, ”Comprehensive review and comparison of DC fast charging converter topologies”.

²⁴ Kristensson, ”Två steg mot effektivare bränsleceller”.

²⁵ IEA, ”Electrolysers – Analysis”.

Ekvation 2

$$E_{fordonstyp} = \frac{Antal\ fordonstyp * X * S * \omega * L}{\eta_{laddning}}$$

För att kalkylera elförbrukningen från fordon som körs på vätgas användes Ekvation 3.

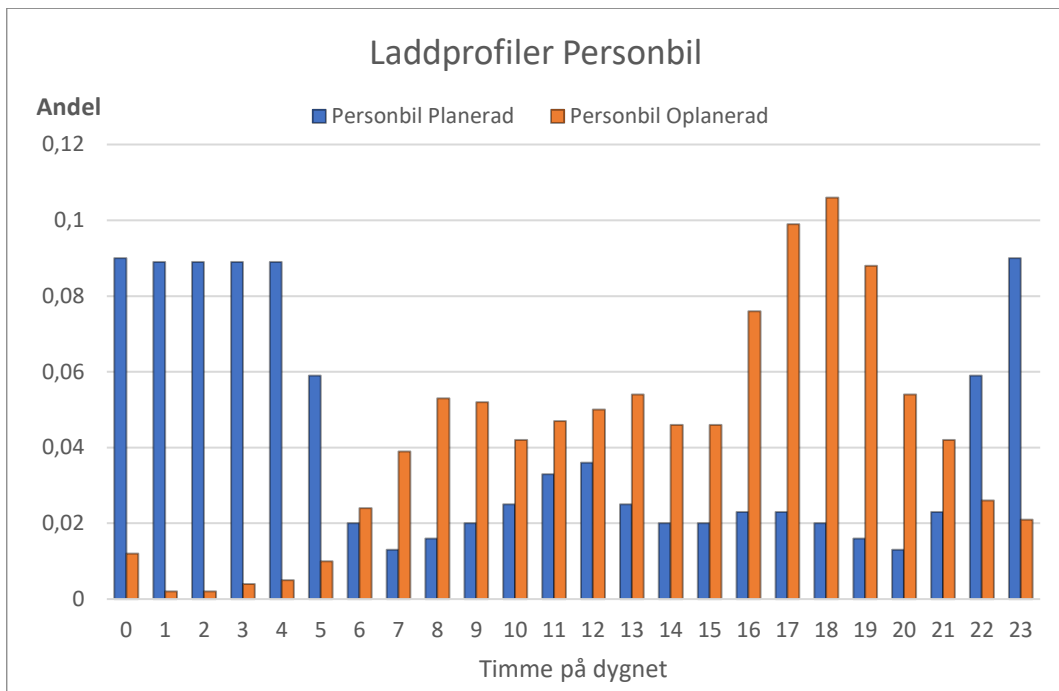
Ekvation 3

$$E_{fordonstyp,H2} = \frac{Antal\ fordonstyp * X * x_{H2} * S * \omega}{\eta_{H2}}$$

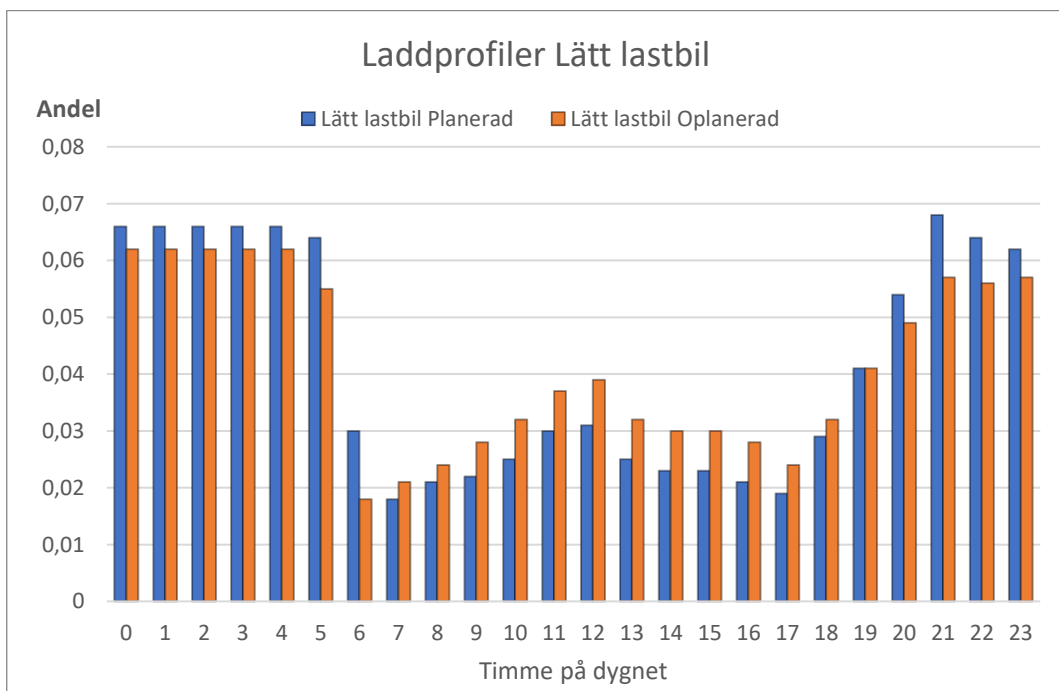
För framtida år har utvecklingen på elektrifieringen av ett fordonsslag tagits fram med hjälp av rapporter och nyttillkomna direktiv från exempelvis Europeiska Rådet. I HF och NE antas att Värmlands fordonssflotta följer en utveckling som resulterar i en full elektrifiering till år 2050, för att möta EU:s vision om ett klimatneutralt Europa 2050. I LF däremot så följer Värmland delvis direktiven, men har en tröghet i systemet som gör att fossila fordon dröjer sig kvar längre på marknaden till följd av att fordons livslängder utnyttjas till fullo.

För att ta fram effektbehovet från vägtrafiken användes laddprofiler för de olika fordonstyperna som ses från Figur 12 till figur 15. Laddprofilerna grundas i profilerna från Karlstads El- och stadsnäts rapport²⁶, med vissa gjorda justeringar. Den årliga elförbrukningen från vägtrafiken delades upp från årsbasis till ett genomsnitt för elförbrukningen per dygn över året. För att simulera ett extremfall med låga temperaturer antogs förbrukningen öka med 35 % över det specifika dygnet. Förbrukningen delades sedan upp över dygnets timmar utifrån laddprofilerna. I fallet med högst effektbehov användes profilen med oplanerad laddning. Profilen med planerad laddning användes för fallet med lägre effektbehov. Elbehovet från fordon som kör på vätgas antogs ligga konstant över dygnet.

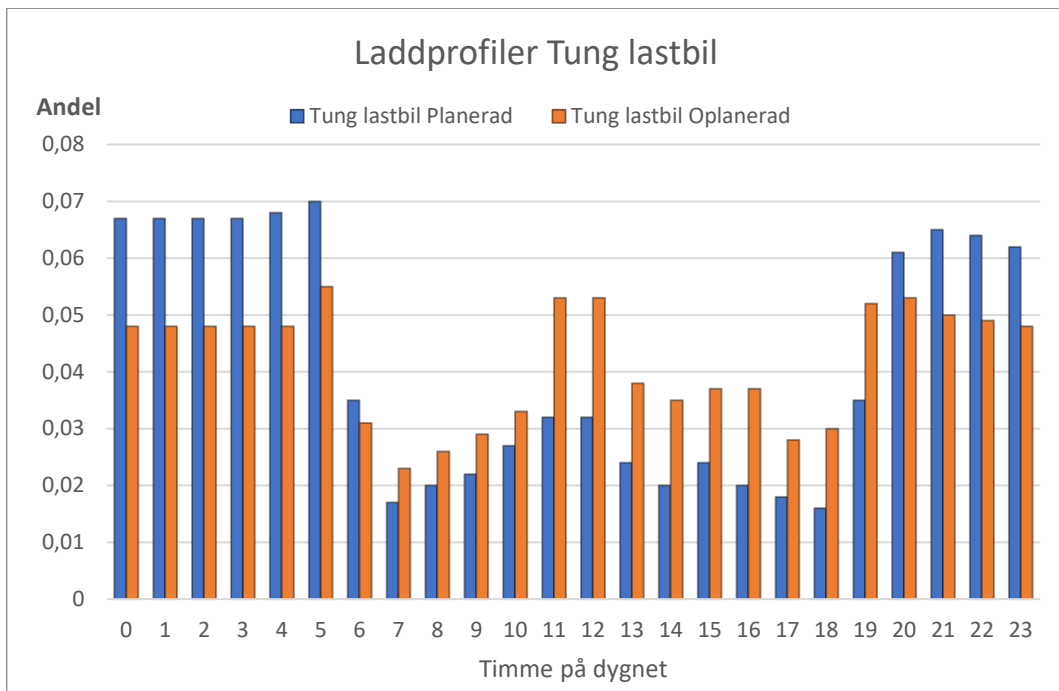
²⁶ Blomqvist, Nyholm, och Haraldsson, "Framtida elbehov inom Karlstads el- och stadsnäts nätområde".



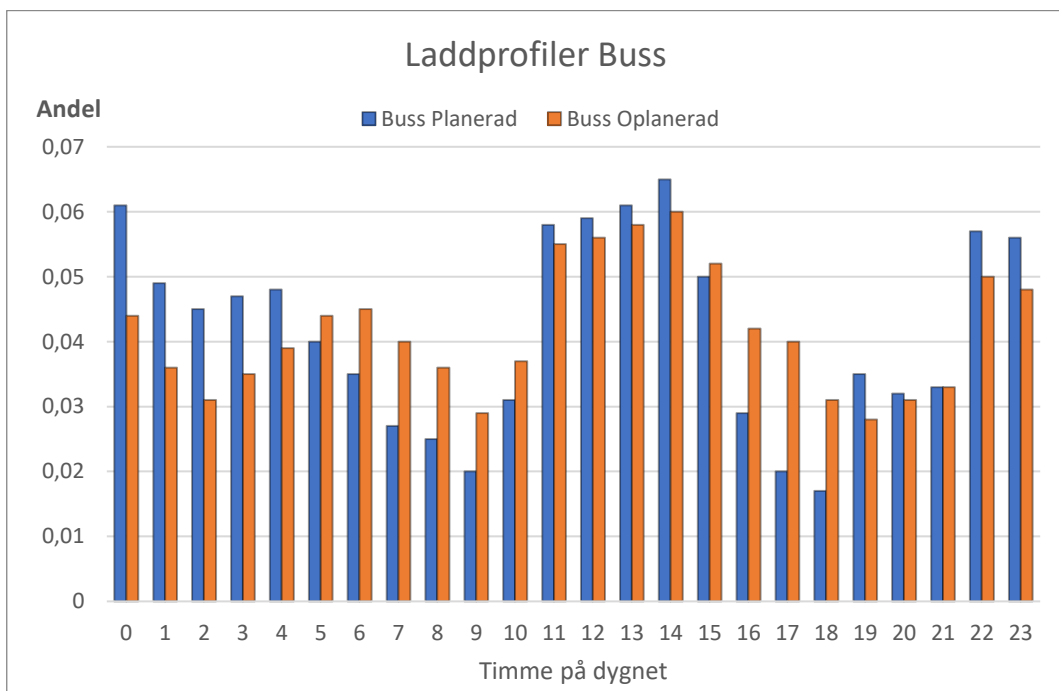
Figur 12. Andelen personbilar som laddar vid olika timmar på dygnet för planerad och oplanerad laddprofil.



Figur 13. Andelen lätta lastbilar som laddar vid olika timmar på dygnet för planerad och oplanerad laddprofil.



Figur 14. Andelen tunga lastbilar som laddar vid olika timmar på dygnet för planerad och oplanerad laddprofil.



Figur 15. Andelen bussar som laddar vid olika timmar på dygnet för planerad och oplanerad laddprofil.

Bantrafik

Bantrafiken delades in i persontåg och godståg. För att få fram bantrafikens årliga elförbrukning undersöktes vilka spår som är elektrifierade i nuläget samt hur många person- och godståg som körs dagligen²⁷, vilket redovisas i tabell 4. I framtiden antas alla sträckor vara elektrifierade och antal tåg som körs dagligen tas från Trafikverkets basprognos för 2040²⁸.

Tabell 4. Sträckor för bantrafik samt antal passerande tåg per dag i nuläget.

Sträcka	Elektrifierad	Antal persontåg	Antal godståg
Charlottenberg-Kil	Ja	29	19
Kil-Karlstad	Ja	74	24
Karlstad-Kristinehamn	Ja	60	15
Kristinehamn-Degerfors	Ja	32	17
Degerfors-Laxå	Ja	10	2
Torsby-Rottneros	Nej	24	2
Rottneros-Kil	Nej	24	4
Kil-Nykroppa	Ja	0	9
Kristinehamn-Nykroppa	Ja	2	3
Kil-Grums	Ja	20	21
Grums-Skälebol	Ja	20	21

I tabell 5 redovisas elförbrukningen för olika typer av person- och godståg²⁹. I kontakt med Trafikverket fås en genomsnittlig bruttovikt på persontåg och godståg, där persontåg har en bruttovikt på 163 ton och godståg har en bruttovikt på 985 ton.

Tabell 5. Elförbrukning för olika tågtyper.

Persontåg	Elförbrukning [Wh/bruttoton, km]
Loktåg < 130 km/tim	31,4
Loktåg > 130 km/tim	33,9
X2 < 160 km/tim	30,8
X2 > 160 km/tim	34,5
<i>Medelförbrukning</i>	<i>32,7</i>

²⁷ Trafikverket, *Åtgärdsvalsstudie Gods Värmland Del 1*.

²⁸ Lennefors, *Tågtrafik i Basprognos 2040 utifrån fastställd plan, beskrivning av trafikeringen*.

²⁹ Trafikverket, "Järnvägsnätsbeskrivning 2022".

Godståg	
Vagnlasttåg Rc/Ma-lok	19,5
Kombitåg	21,2
Godståg > 130 km/tim	30,8
<i>Medelförbrukning</i>	23,8

För att beräkna persontågens och godstågens årliga elförbrukning användes Ekvation 4 för de sträckor som är elektrifierade. Vid beräkning av framtiden inkluderas alla sträckor då de antas vara elektrifierade.

Ekvation 4

$$E_{tåg} = \text{Antal tåg} * S * m_{tåg} * \omega_{medel,tåg} * 365$$

Förbrukarsektorers utveckling

Elförbrukarsektorer delas in i industri, transport, distributionsförluster och övrigt. Elförbrukningen för nuläget har utgått från data hämtat från LEKS energistatistik. Metod för transportsektor ses i avsnittet ovan.

Industrins utveckling

Elförbrukningen för industri summerades från LEKSs statistik i indelningen ”industri och byggverksamhet”. För industrisektorns framtida utveckling användes två utgångspunkter, nämligen intervjuer med stora elförbrukare i Värmland samt Svenska Kraftnäts långsiktiga marknadsanalys 2021 där fokus på låg på elområde 3. Då intervjumaterial stämde relativt bra överens med Svenska Kraftnäts rapport antogs prognosen till 2030 efterlikna rapportens scenario ”elektrifiering förnybart” med en ökning på 23 procent.

Fram till 2040 togs det fram tre olika scenarier på industrins utveckling. Vid intervjuer med industri satte aktörerna upp ett spann för scenario LF och HF. Från intervjumaterialet och Svenska Kraftnäts scenario ”elektrifiering förnybart” och ”småskaligt förnybart” sattes utvecklingen för LF och HF. Mellan år 2030 och 2040 antogs utvecklingen i LF vara konstant och HF öka med ytterligare 33 procent. För scenario NE fördes en dialog med olika aktörer med möjliga satsningar på stora nyetableringar. Sammanlagt kunde det uppskattas att en årlig förbrukning på cirka 2,4 TWh skulle kunna tillkomma i det scenariot.

Övrigts utveckling

Elförbrukningen för övrigt summerades från LEKSs statistik i indelningarna ”jordbruk, skogsbruk, fiske”, ”offentlig verksamhet”, ”övriga tjänster”, ”småhus”, ”flerbostadshus” och ”fritidshus”.

I de kategorier som ingår i sektorn ”övrigt” gjordes det inte någon djupdykande och detaljerad analys, utan Svenska kraftnäts utveckling i SE3 för scenario ”elektrifiering förnybart” användes i HF och NE. Scenario ”småskaligt förnybart” användes för utvecklingen i LF.

Distributionsförluster

För distributionsförluster användes en rekommenderad schablon på 8 procent utifrån KRE-handboken. Distributionsförlusterna adderades som 8 procent utöver den summerade elförbrukningen för industri, transport och övrigt. För beräkning av förluster användes Ekvation 5.

Ekvation 5

$$E_{förluster} = \frac{(E_{industri} + E_{transport} + E_{övrigt})}{(1 - 0,08)} - (E_{industri} + E_{transport} + E_{övrigt})$$

Produktionsslagens utveckling

Data för årlig elproduktion per kraftslag togs från LEKSs statistik för år 2020. Siffror för samtliga kraftslags årliga elproduktion, förutom industriellt mottryck, år 2021 hämtades från regionfakta. Utvecklingen för det industriella mottrycket mellan år 2020 och 2021 antogs följa samma procentuella utveckling som industrin. Produktionsslagens årliga elproduktion i GWh från år 2020 till prognosen 2030 ses i tabell 6. Den årlig elproduktion år 2040 per kraftslag i LF och HF för vindkraft- och solkraftscenariot ses i tabell 7. I förbrukningsscenario NE är den årliga produktionen samma som i HF.

På grund av miljöprovningar på småskalig vattenkraft, den avstannade utbyggnationen av vattenkraften och effektiviseringar av befintliga vattenkraftverk antogs den årliga produktionen vara konstant i framtiden.

Då majoriteten av kraftvärmeproduktionen i Värmland sker i Karlstad antas den befintliga kraftvärmens öka i takt med Karlstads befolkningstillväxt. Ökningen fortsätter till den befintliga kraftvärmens når sitt maximala produktionstak, vilket diskuterats fram vid intervjuer med aktörer i området.

Utveckling av vindkraft i länet från nuläget till prognosen 2030 bygger på planerade byggen. I vindparker som befinner sig, eller planeras, geografiskt över länsgränser räknas enbart verk som står innanför länets gränser med i kalkylen. I scenarierna fram till år 2040 nås två olika nivåer beroende på

produktionsscenario. I solkraftscenario antogs vindkraftens utbyggnad nå de regionala målen på 5 TWh. I vindkraftscenario antogs utbyggnationen av vindkraften accelerera och nå 7,5 TWh utifrån intervjuer med aktörer inom planeringsområdet för ny vindkraft.

Solkraftens utveckling prognosticerades till 2030 utifrån den nuvarande materialbristen från leveranser, arbetskraftsbrist, tidigare utveckling av installationstakt samt planerade solkraftsparker. I vindscenario till år 2040 grundas solkraftens elproduktion från nationella mål och förbrukning i länet, där solkraften ska producera en mängd el som motsvarar 10 procent av den totala förbrukningen i länet. I solkraftscenario antogs produktionen motsvara 30 procent av den totala förbrukningen och ligga i nivå med vattenkraftens årliga elproduktion.

Det industriella mottrycket antogs vara i direkt korrelation med industrins förbrukning. Därav sattes den framtida utvecklingen av elproduktion från industriellt mottryck att öka procentuellt i takt med industrins förbrukningsutveckling.

Tabell 6. Årlig elproduktion i GWh för varje kraftslag från år 2020 till 2030.

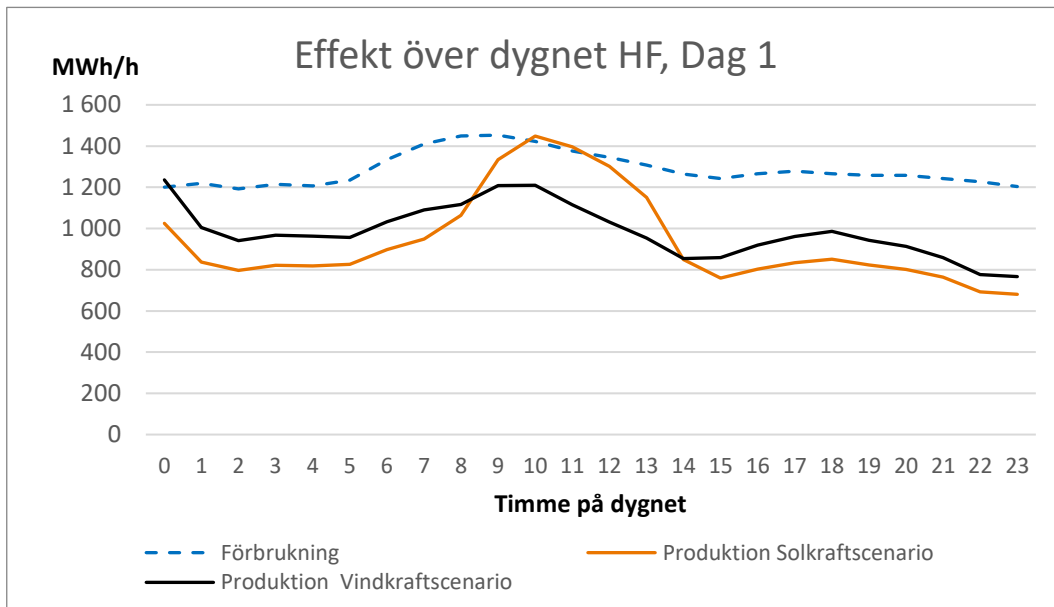
Kraftslag per år	2020	2025	2030
Vattenkraft	2 471	2 471	2 471
Kraftvärme	99	103	109
Vindkraft	793	1 949	2 399
Solkraft	27	121	353
Ind. mottr.	798	889	981

Tabell 7. Årlig elproduktion 2040 i GWh för varje kraftslag vid olika scenarion.

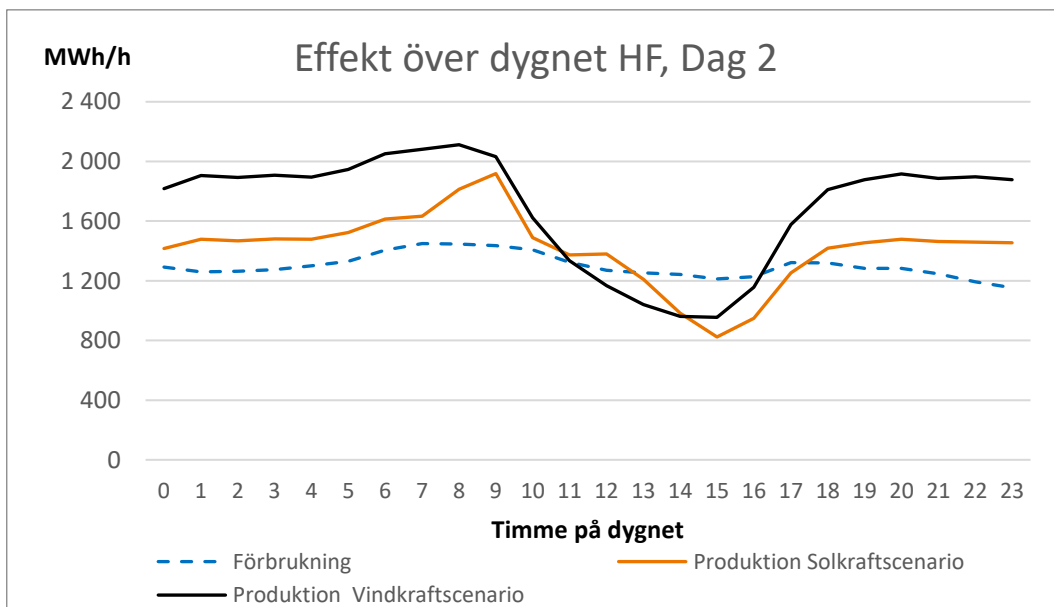
Kraftslag per Scenario	LF 2040 Vind	LF 2040 Sol	HF 2040 Vind	HF 2040 Sol
Vattenkraft	2 471	2 471	2 471	2 471
Kraftvärme	110	110	110	110
Vindkraft	7 500	5 000	7 500	5 000
Solkraft	775	2 326	874	2 621
Ind. mottr.	994	994	1 309	1 309

Bilaga B – Resultatfigurer

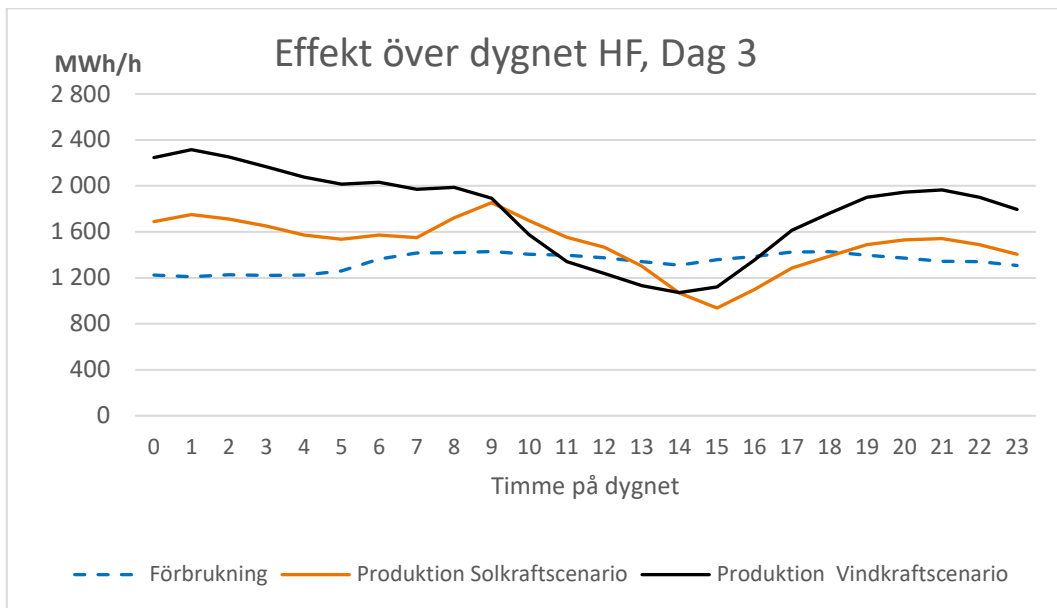
För att inte få en svårläst rapport valdes några av resultatfigurerna ut och resterande visas i stället i detta stycke.



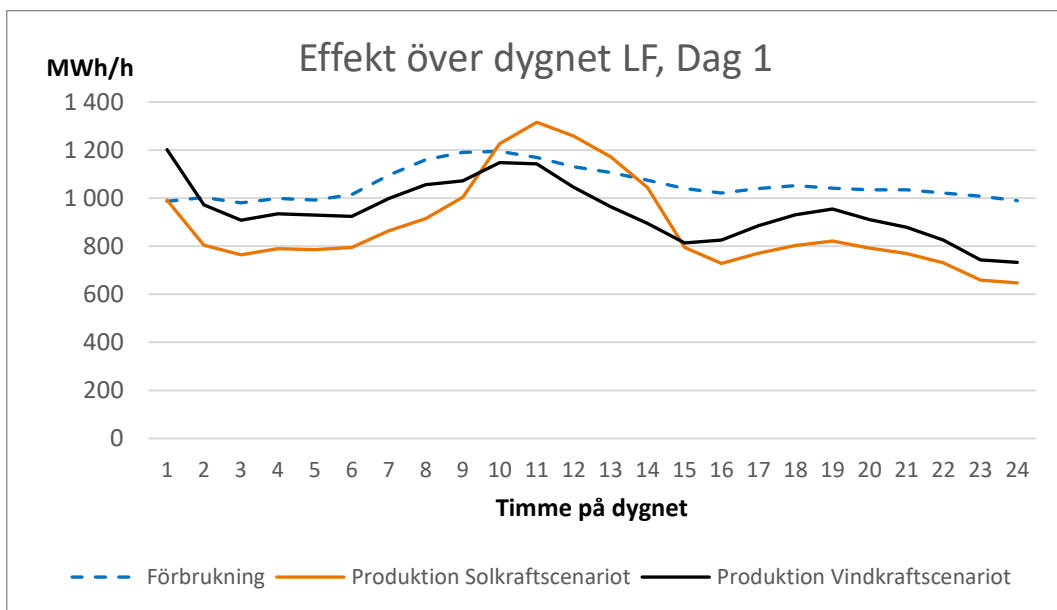
Figur 16. Effektbehov över ett dygn en kall vinterdag för HF jämfört med sol- och vindkraftscenariot.



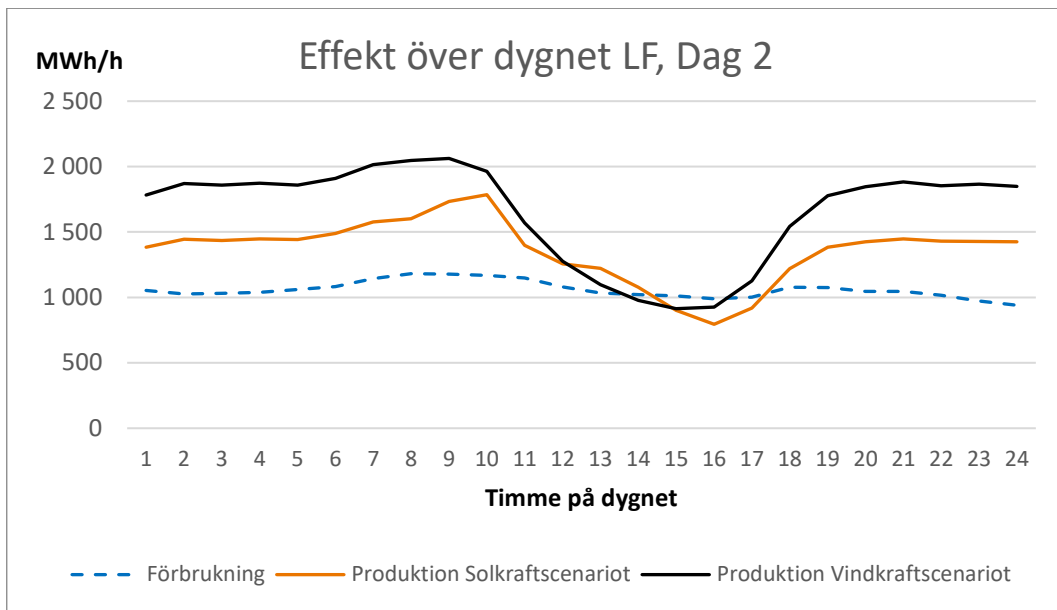
Figur 17. Effektbehov över ett dygn en kall vinterdag för HF jämfört med sol- och vindkraftscenariot.



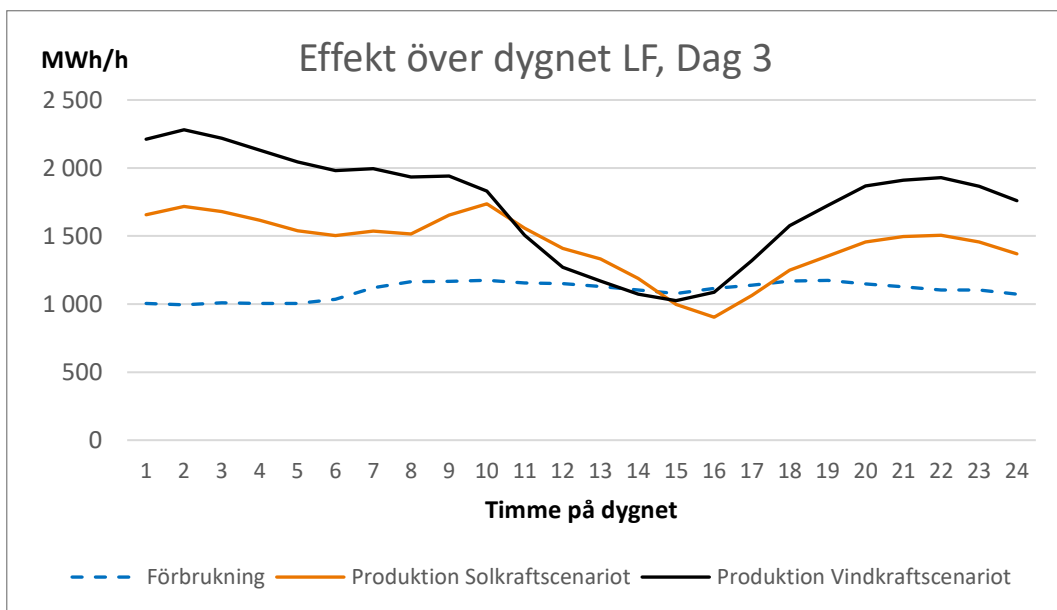
Figur 18. Effektbehov över ett dygn en kall vinterdag för HF jämfört med sol- och vindkraftscenariot.



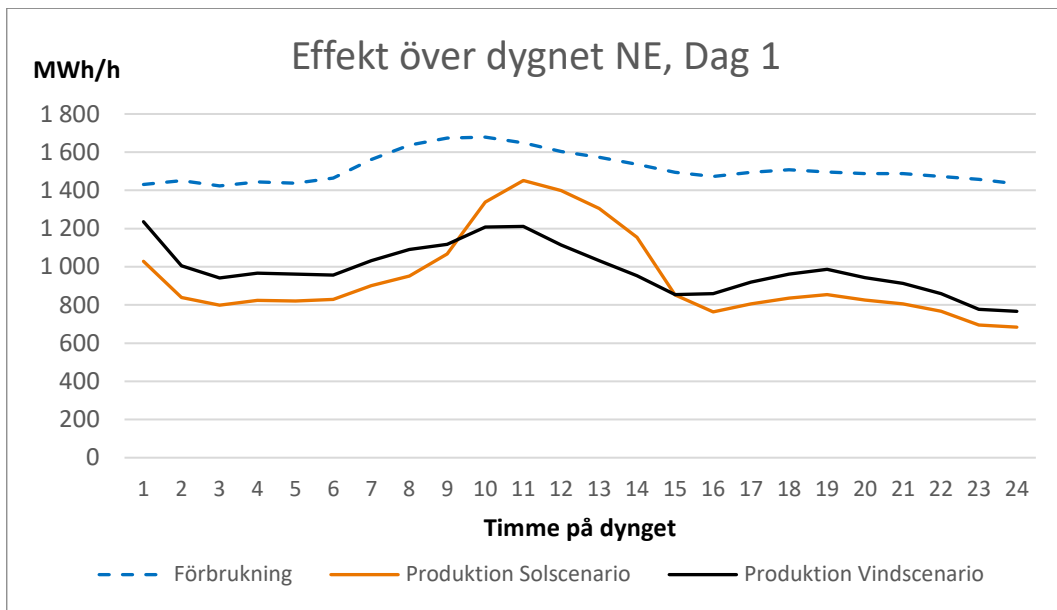
Figur 19. Effektbehov över ett dygn en kall vinterdag för LF jämfört med sol- och vindkraftscenariot.



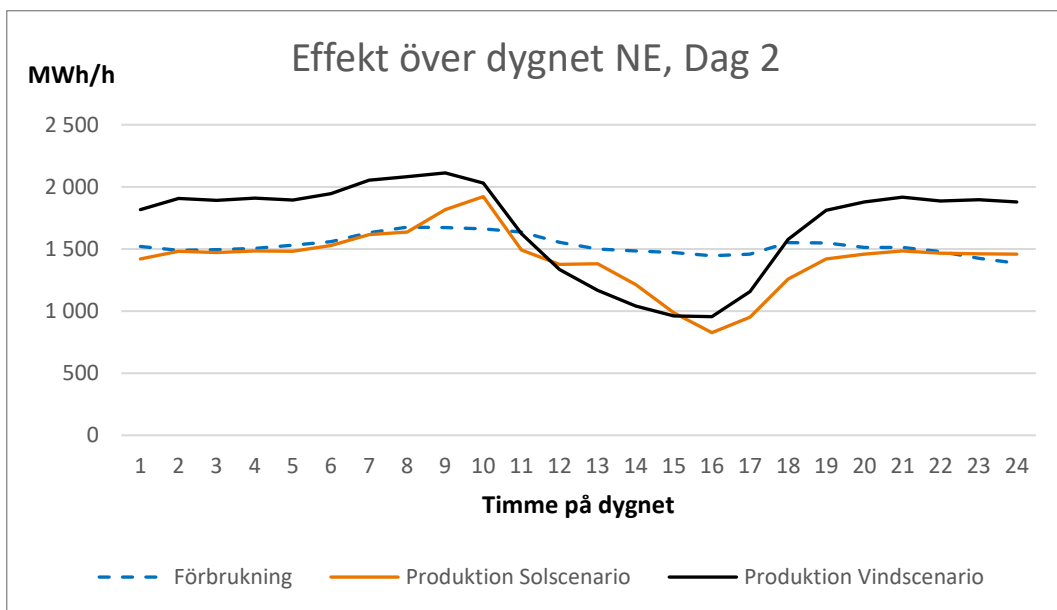
Figur 20. Effektbehov över ett dygn en kall vinterdag för LF jämfört med sol- och vindkraftscenariot.



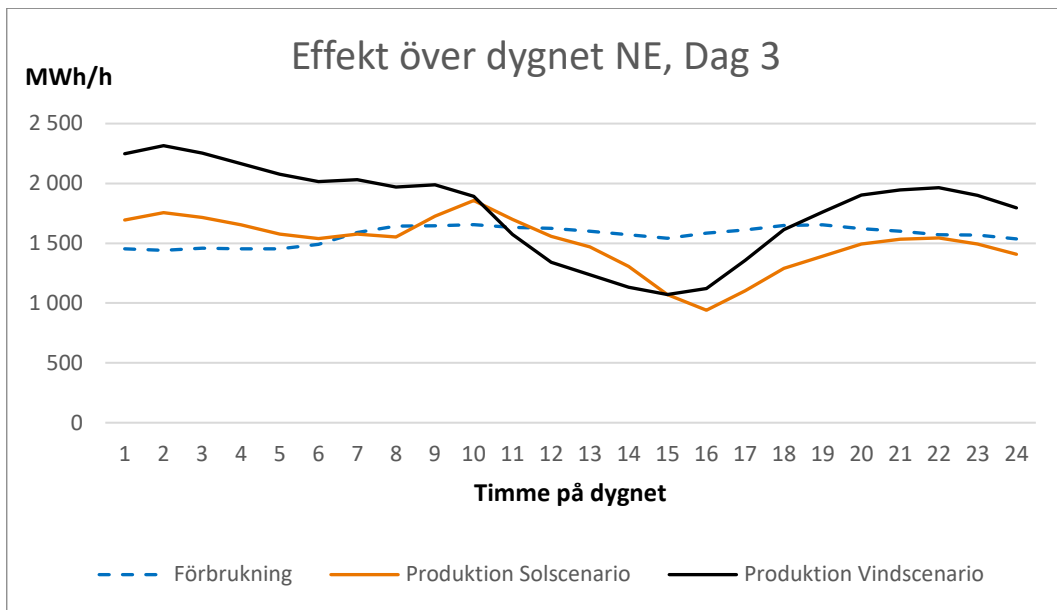
Figur 21. Effektbehov över ett dygn en kall vinterdag för LF jämfört med sol- och vindkraftscenariot.



Figur 22. Effektbehov över ett dygn en kall vinterdag för NE jämfört med sol- och vindkraftscenariot.



Figur 23. Effektbehov över ett dygn en kall vinterdag för NE jämfört med sol- och vindkraftscenariot.



Figur 24. Effektbehov över ett dygn en kall vinterdag för NE jämfört med sol- och vindkraftscenariot.



Länsstyrelsen
Värmland

Länsstyrelsen Värmland, 651 86 Karlstad, 010-224 70 00
www.lansstyrelsen.se/varmland