



HINDER FÖR ELEKTRIFIERING

Rapport framtagen av WSP på uppdrag av Naturvårdsverket

WSP Sverige AB

2021-02-19

| | |
|----------------------|---|
| Kund | Naturvårdsverket Besök: Virkesvägen 2, 120 30 Stockholm Tel: +46 10 7225000 |
| Kontaktperson | Katarina Wärmark, Naturvårdsverket Katarina.warmark@naturvardsverket.se |
| Konsult | WSP Sverige AB 121 88 Stockholm-Globen Besök: Arenavägen 7 Tel: +46 10 7 225 000 |
| Projektledare | Sirje Pädam Sirje.padam@wsp.com |
| Deltagande konsulter | Marie Holmlund, Ronja Beijer Englund, Claes af Burén |
| Version | Slutrapport |
| Levererat datum | 2021-02-19 |
| Uppdragsnummer | 10312995 |

INNEHÅLL

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INLEDNING | 7 |
| 1.1 | SYFTE OCH MÅL | 7 |
| 1.2 | AVGRÄNSNINGAR | 7 |
| 1.3 | METOD | 8 |
| 1.4 | RAPPORTENS DISPOSITION OCH LÄSGUIDE | 8 |
| 1.5 | FÖRKORTNINGAR | 9 |
| 1.6 | BILDFÖRKLARINGAR | 9 |
| 2 | DET SVENSKA ELSYSTEMET | 10 |
| 2.1 | KRAFTSLAG OCH ELPRODUKTION | 10 |
| 2.2 | ELNÄTET | 12 |
| 2.2.1 | Elnätsverksamhet | 12 |
| 2.2.2 | Nätkoncession | 13 |
| 2.2.3 | Tillståndsprocessen | 13 |
| 2.3 | ENERGILAGER | 15 |
| 3 | IDENTIFIERING OCH VÄRDERING AV HINDER | 16 |
| 3.1 | STORA HINDER | 18 |
| 3.2 | MELLANSTORA HINDER | 31 |
| 3.3 | MINDRE HINDER | 36 |
| 4 | SLUTORD | 44 |
| 5 | LITTERATURFÖRTECKNING | 48 |

SAMMANFATTNING

Sveriges långsiktiga klimatmål är att nå netto-noll utsläpp av växthusgaser senast år 2045. De senaste åren har förväntningarna på elektrifieringen ökat för att nå detta mål, och flera scenarier pekar på ökad efterfrågan på el, och det på relativt kort tid.

WSP har fått i uppdrag av Naturvårdsverket att undersöka de hinder som i dagsläget hejdar energisektorn från att kunna bidra till en ökad användning av el i transport- och i industrisektorn.

Syftet med rapporten är att kartlägga och värdera dessa hinder. Studiens fokus är hinder för elproduktion, elnät och energilagring. I studien studeras hinder för elektrifiering utifrån ett framtida tänkt elsystem som redan klarat övergången till 100 % förnybart. Detta innebär att kärnkraften har avvecklats och att kraftvärmen lyckats uppnå 100 % förnybar elproduktion, dvs. att bränsleproblematiken är löst. I hinder för energilager inkluderas de hinder som uppstår när energilager används av elnätsbolagen i sin verksamhet.

Resultatet av studien är tänkt att bidra till Naturvårdsverkets underlag till regeringens nästa klimathandlingsplan och för Energimyndighetens arbete med hållbar elektrifiering samt styrmedelsanalyser inom energi- och miljöområdet.

Metod för genomförandet av studien är i stora drag kvalitativ, med en informationsinsamling som delats upp i en initial litteraturstudie samt en kompletterande enkätstudie. Vidare innehåller enkätstudien frågor där respondenterna ombetts värdera hur betydelsefulla de olika hindren är för dem.

Litteraturstudien baseras främst på rapporter och artiklar från myndigheter och intresseorganisationer inom elektrifieringsområdet. Inom ramen för den kompletterande delen har en enkät skickats ut till 17 nyckelaktörer, som representerar elnätsbolag, energibolag, aktörer för laddinfrastruktur, bransch- och intresseorganisationer samt myndigheter.

De hinder som beskrivs i studien härrör både från litteraturstudien och från enkätundersökningen. De är presenterade efter dess upplevda storlek hos respondenter till enkäten. Eftersom hindrens storlek är upplevda hinder av ett mindre urval aktörer har WSP valt att göra en grov kvantifiering i tre övergripande kategorier; stora hinder, medelstora hinder och mindre hinder.

Rapporten tar avstamp i en kort genomgång av det svenska elsystemet (kap 2). Efter detta presenteras beskrivning och värdering av identifierade hinder (kap 3), vilka finns kort sammanfattade i nedanstående tabell. Hindrets benämning och storlek följs av de område hindret berör samt dess geografiska utbredning.

| Indentifierade hinder | Hindrets område | Hindrets geografiska utbredning |
|--|---|---|
| Stora hinder | | |
| Kapacitetbegränsningar i elnät | Stam-, region- och lokalnät | Storstadsregioner, södra Sverige samt enskilda geografiska punkter med energiintensiva industrier |
| Markkonflikter | Stam-, region- och lokalnät Elproduktion Energilagring | Storstadsregioner, speciellt elområde 2 |
| Långa tillståndprocesser | Stam-, region- och lokalnät | Hela Sverige |
| Svårförutsägbara kommunala veton | Vindkraft | Hela Sverige |
| Intäktreglering | Stam-, region- och lokalnät | Hela Sverige |
| Otydligheter i befintliga och framtida regelverk | Stam-, region- och lokalnät Energilagring | Hela Sverige |
| Brist på marknadsmässiga förutsättningar för systemtjänster | Stam-, region- och lokalnät | Hela Sverige |
| Mellanstora hinder | | |
| Otydlighet kring regleringen av energilagring | Energilagring | Hela Sverige |
| Brist på smart laddinfrastruktur | Energilagring | Glesbygd |
| Brist på tillförlitliga effektprogosverktyg | Stam-, region- och lokalnät | Hela Sverige |
| Bristande samarbete och kommunikation mellan elnätsbolag, elproducenter och myndigheter | Stam-, region- och lokalnät Elproduktion | Hela Sverige |
| Mindre hinder | | |
| Kortsiktiga föränderliga styrmedel för produktion | Stam-, region- och lokalnät Elproduktion | Hela Sverige |
| Osäkerhet kring ny teknik | Stam-, - region-, - och lokalnät Elproduktion Energilagring | Hela Sverige |
| Bristande kunskap, förståelse och intresse för el- och effektrelaterade samband från elanvändare | Elnät Elproduktion | Hela Sverige |
| Missriktade styrmedel till solcellsparker | Solkraft | Hela Sverige |
| Kompetensförsörjning | Generellt applicerbar | Hela Sverige |
| Anpassning till EU-lagstiftning | Elproduktion Elnät | Hela Sverige |
| Odynamisk prissättning på el | Stam-, region- och lokalnät | Hela Sverige |
| Svaga incitament för utbyggnad och uppgradering | Vattenkraft | Befintlig vattenkraft, Dalarna och uppåt samt Västra Götaland och Uppsala |

Den ökade elektrifieringen i Sverige står inför flera stora utmaningar. Såväl distribution som produktion av fossilfri el behöver säkras. Närmast i tid behöver ett väl fungerande elnät säkerställas och framöver finns även ett stort behov av utbyggnad av fossilfri elproduktion. De flesta av dagens elproduktionsanläggningar kommer att behöva förnyas helt eller delvis fram till 2045, samtidigt som ytterligare elproduktionskapacitet behöver tillkomma för att tillgodose elbehovet i det fossilfria Sverige.

Identifierade stora hinder

Kapacitetsbegränsningar i elnätet är ett hinder som kommit upp från flera olika håll. Flera aktörer uttrycker även en oro för att kapacitetsbristen på sikt kan leda till effektbrist.

Markkonflikter är ett annat hinder för utbyggnad av elnät och speciellt vindkraftverk. Påverkan på totalförsvarets verksamhet, hög konkurrens om mark i planlagda områden, rivaliserande natur- och kulturvärden orsakar konflikter som upplevs som stora hinder.

För att samhället ska klara omställningen till fossilfrihet anses att **tillståndsprocesserna** för framför allt elnätsubbyggnad behöver kortas avsevärt. Det är också ett hinder att utkomsten av en prövningsprocess i många fall är oförutsägbar. **Oförutsägbara kommunala veton** är en omständighet som har framkommit som problematiska speciellt vid nyetablering av vindkraft.

För elnätsbolagen uppges **intäktsregleringen** vara ett hinder med avseende på att dessa ger små eller inga incitament att långsiktigt investera i elnäten. Utan ekonomiska incitament att investera blir elnätsbolagen tvungna att göra tuffare prioriteringar för elnätsstärkningar samtidigt som långsiktiga elnätsinvesteringar riskerar att utebli.

Otydliga ram- och regelverk är andra hinder som upplevs som stora. Detta eftersom de sänker investeringsviljan bland aktörerna, hämmar utvecklingen av nya produkter och tjänster samt kan bidra till utdragna tillstånds- och domstolsprocesser. Förutom osäkerhet kring enskilda regelverk kan också osäkerhet kring framtida utformning av regelverk utgöra ett hinder för elektrifiering då det kan hämma den tekniska utveckling som är nödvändig för effektiv nät drift och nätplanering. Resultaten från enkätundersökningen visar på flera områden där lagstiftningen är otydlig.

Vidare nämns även **brist på marknadsmässiga förutsättningar för systemtjänster** som ett stort hinder.

Energibranschen bygger och förvaltar samhällskritisk infrastruktur med ett stort kapitalbehov och ofta långa tidshorisonter. Branschen är därmed beroende av långsiktiga spelregler från samhället, likväl som att bygga långsiktigt förtroende för sina verksamheter. Likaså finns ett stort behov av att bättre samordna och renodla skatter, stöd och styrmedel för en effektivare styrning mot de energi- och klimatpolitiska målen.

1 INLEDNING

Sveriges långsiktiga klimatmål är att nå netto-noll utsläpp av växthusgaser senast år 2045. Elektrifiering har lyfts fram som en viktig åtgärd på vägen mot det målet i både Fossilfritt Sveriges färdplaner och i Naturvårdsverkets underlag till regeringens klimathandlingsplan (Fossilfritt Sverige, 2020; Naturvårdsverket, 2019). Elektrifiering i exempelvis processindustrin och av fordonsflottan - istället för fossila eller förnybara bränslen – kan gynna både svenska klimatmål och bidra till minskade utsläpp av kväveoxider och partiklar samt förbättrad luftkvalitet i städer.

De senaste åren har förväntningarna på elektrifieringen ökat och flera scenarier pekar på ökad efterfrågan på el, och det på relativt kort tid. Denna efterfrågan på el är också geografiskt annorlunda spridd än idag, såväl som tidpunkten för behovet över dygn och säsong.

WSP har fått i uppdrag av Naturvårdsverket att undersöka de hinder som i dagsläget hejdar energisektorn från att kunna bidra till en ökad användning av el i transport- och i industrisektorn.

Vad är elektrifiering?

Elektrifiering kan kort sammanfattas som att försörja något med el. Mer specifikt brukar elektrifiering syfta på ett byte från en energiform till just el, exempelvis när bilar som drivs på bensin elektrifieras för att drivas på el istället för fossila bränslen.

1.1 SYFTE OCH MÅL

Syftet med uppdraget är att kartlägga och värdera hinder inom energisektorn för en ökad användning av el i transport- och industrisektorn, där hinder kan handla om tekniska och fysiska begränsningar, om ekonomiska faktorer samt informations- och beteenderelaterade hinder. Studiens fokus är hinder för elproduktion, elnät och energilagring. Målet med studien är att besvara de två centrala frågeställningarna:

1. Vad säger litteraturen och aktörerna om hinder för elektrifiering inom energisektorn? Aktörerna är t.ex. myndigheter, branschorganisationer, elproducenter och elnätsföretag och övriga intressenter, exempelvis branschföreningar.
2. Hur bedömer aktörerna omfattningen av de hinder de identifierat?

Resultatet av studien ska kunna vara underlag till Naturvårdsverkets underlag till regeringens nästa klimathandlingsplan och för Energimyndighetens arbete med Hållbar elektrifiering samt styrmedelsanalyser inom energi- och miljöområdet.

Vad är ett hinder?

Hinder kan beskrivas som någonting som stoppar, försenar eller gör det svårare att genomföra något. I uppdraget har hindren delats upp efter storlek i stora, medelstora och mindre hinder baserat på hur nyckelaktörer i branschen bedömt dem.

1.2 AVGRÄNSNINGAR

Fokus för denna studie är hinder inom energisektorn och inte hinder som berör transportsektorn eller industriföretag (ex. fordon, batterier, elektriska installationer i industrier).

I studien studeras hinder för elektrifiering av industri och transporter utifrån ett framtida tänkt elsystem som redan klarat övergången till 100 % förnybart. Detta är något som genomsyrat metoden, dvs. att respondenterna har ombetts ta följande förutsättningar i beaktande:

- Kärnkraften har avvecklats.

- Kraftvärmens har uppnått 100 % förnybar elproduktion, dvs. bränsleproblematiken är löst.

När det gäller energilagring har hinder relaterade till efterfrågefleksibilitet avgränsats bort. I hinder för energilagring inkluderas de hinder som uppstår när energilagring används av elnätbolagen i sin verksamhet.

1.3 METOD

WSP:s metod och genomförandeplan för uppdraget har utgått från syfte och målsättning med studien. Metod för genomförandet av studien har i stora drag varit kvalitativ, med en informationsinsamling som delats upp i två delar. Dessa två delar var en initial litteraturstudie och en kompletterande enkätstudie. Vidare innehöll enkätstudien frågor där respondenterna ombads värdera hur betydelsefulla och stora de olika hindren är för dem. Respondenterna ombads att ta i beaktande att avgränsningen för uppdraget avser ett framtida tänkt elsystem som redan klarat övergången till 100 % förnybart, dvs. kärnkraften har avvecklats och kraftvärmens bränslen inte är ett problem, se beskrivning under avgränsningar. Frågeformulär och förslag på respondenter stämades av med den referensgrupp som var knuten till uppdraget. I referensgruppen ingick, förutom representanter för Naturvårdsverket även Energimyndigheten.

Litteraturstudien baserades främst på rapporter och artiklar från myndigheter och intresseorganisationer inom elektrifieringsområdet i Sverige såsom Energimyndigheten och Svenska kraftnät, men även nyhetsartiklar och vetenskapliga rapporter. Enkäten skickades ut till 17 nyckelaktörer, varav 14 inkom med svar. Bland respondenterna ingick elnätbolag, energibolag, aktörer för laddinfrastruktur, bransch- och intresseorganisationer samt myndigheter. Elnäts- och energibolagen valdes ut både för att få en geografisk spridning mellan respondenterna, men även för att få en spridning med avseende på storlek. Eftersom enkätunderlaget var baserat på representanter från hela branschen faller det naturligt att de olika aktörerna såg olika hinder för sin verksamhet. Beroende på perspektiv och funktion i elsystemet kan en aktörs hinder utgöra en annan aktörs möjligheter.

I enkäten har respondenterna ombetts värdera varje hinder på en skala 1–10, där 10 var högst. Eftersom hindrens storlek har bedömts av ett mindre urval aktörer har det inte ansetts lämpligt att generalisera bedömningarna i enkätens semikvantitativa skala. Respondenternas värderingar har varit underlag till en indelning av hindren i tre grupper: stora hinder, medelstora hinder och mindre hinder. Kategoriseringen har baserats på en sammanvägning av respondenternas värderingar och i de fall svar saknats från någon aktörsgrupp har WSP:s egna bedömning, baserat på tidigare erfarenheter, av hindrets storlek och påverkan använts, utifrån fem aktörsperspektiv. Aktörsperspektiven har utgjorts av elnätbolag, elproducenter, myndigheter, branschorganisationer och elanvändare såsom aktörer för laddinfrastruktur men även industrin.

1.4 RAPPORTENS DISPOSITION OCH LÄSGUIDE

De hinder som beskrivs i studien är presenterade efter dess upplevda storlek hos respondenter till enkäten. Rapporten speglar därför inte nödvändigtvis WSP:s bedömning. För de hinder som inte framkommit i enkäten har dock WSP uppskattat hindrets storlek baserat på tidigare erfarenhet. Eftersom hindrens storlek är upplevda hinder, som är bedömda av ett mindre urval av aktörer har WSP valt att göra en kategorisering av hindren som stora hinder, medelstora hinder och mindre hinder.

1.5 FÖRKORTNINGAR

CO_{2e} Koldioxidekvivalent

FM Försvarsmakten

FMV Försvarets materielverk

FOI Totalförsvarets forskningsinstitut

GWh Gigawattimme

kWh Kilowattimme

MWh Megawattimme

1.6 BILDFÖRKLARINGAR



Elnät



Elproduktion



Energilager

2 DET SVENSKA ELSYSTEMET

Ett välfungerande svenskt elsystem är en förutsättning för att uppnå Sveriges högt ställda mål om klimatneutralitet till 2045 samt en 100% förnybar elproduktion till 2040. I det här kapitlet ges en översikt av nuläget och hur det svenska elsystemet är uppbyggt, hur det fungerar, vilka aktörer som är involverade i elsystemets utveckling samt en genomgång av energilagrar.

Vad är förnybar och fossilfri el?

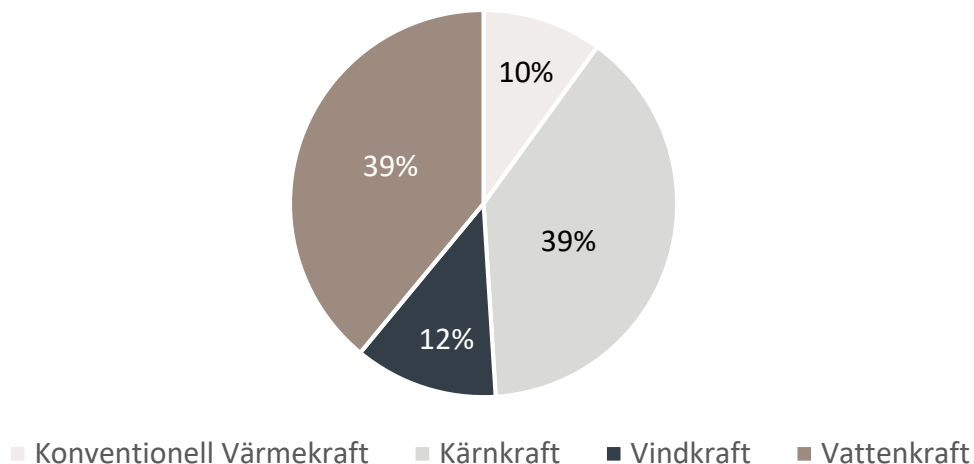
Förnybar el kommer från energikällor som i snabb takt förnyas sig och som inte tar slut, i alla fall inte beräknas att göra det på miljoner år. Grunden för nästintill alla förnybara energikällor är solen, mer specifikt solstrålningen. De energikällor som därmed anses som förnybara är sol-, vind-, vatten-, geotermisk, bio- och vågenergi. Vågkraft, eller tidvattenkraft, är den enda kraftkällan som inte får sin energi direkt ifrån solen utan snarare från månens gravitation. Kärnkraft är fossilfri men räknas inte som förnybar då uranet som används för att producera elen är en ändlig resurs. I svensk kontext så är sol, vind och vatten de främsta förnybara energikällorna.

2.1 KRAFTSLAG OCH ELPRODUKTION

Vad är ett energibolag?

Energibolag är företag som producerar energi, exempelvis el och fjärrvärme, samt erbjuder olika typer av energitjänster.

Andel av elproduktion Sverige 2019



Figur 1. Svensk elproduktion 2019, med en total elproduktion på 165 TWh. Solkraft ingår inte då andelen är för liten i förhållande till de övriga kraftslagen. (Energimyndigheten, 2020)

Den svenska elproduktionen 2019 uppgick till 165 TWh, vilket är en ökning med cirka 4 % jämfört med 2018. Vidare minskade elanvändningen i Sverige 2019 med 3 TWh jämfört med året dessförinnan, vilket föranledde en större nettoexport av el. Jämfört med 2018 producerades 20 % mer el från vindkraft som stod för 12 % av den totala elproduktionen, vilket har att göra med den fortsatta utbyggnaden av vindkraft

i kombination med mycket vind. I Figur 1 visas andelarna av den svenska elproduktionen för 2019. Värt att notera är att el genererad från solkraft ej finns med i figuren då andelen är för liten i förhållande till de övriga kraftslagen. Energiföretagen uppskattar emellertid att produktionen av solkraft uppgick till 0,6 TWh år 2019, vilket är nära 0,4 % av elproduktionen (Energiföretagen, 2020a).

Det svenska elsystemet består idag av olika kraftslag som kan kategoriseras utifrån planerbarhet och förnybarhet. Andelen icke-planerbara kraftslag är ökande i det svenska elsystemet. Här innebär planerbarhet att bränslet kan ökas respektive minskas för att få mer eller mindre elproduktion baserat på efterfrågan. Exempel på planerbara kraftslag är värmekraft, vattenkraft och kärnkraft. Exempel på icke-planerbara kraftslag är vindkraft och solkraft. Som nämndts tidigare ingår vindkraft, solkraft, vattenkraft och värmekraft i begreppet förnybar el. Värmekraft kan både vara förnybar och icke-förnybar då det förekommer användning av biomassa i värmekraftverk (förnybart kraftslag), såväl som torv och kol (icke-förnybara kraftslag).

Det svenska elsystemet innehåller en växande del av förnybara och icke-planerbara kraftslag. Jämfört med 2018 producerades 20 % mer el från vindkraft år 2019, som 2019 stod för 12 % av den totala elproduktionen. Sedan 2016 har även nätanslutna solcellsanläggningar ökat med 420 %, vilket 2019 innebär en totalt installerad effekt om 45 MW, vilket motsvarar 0,4% av elproduktionen (Energimyndigheten, 2020).

Värmekraften använder främst biomassa som bränsle, men även en viss andel eldningsolja, kol och torv. **Kärnkraften** använder radioaktivt bränsle som genom atomklyvning under kontrollerade former ger upphov till värme. Gemensamt för värmekraft och kärnkraft är att värmen ger upphov till att vatten gör ett fasskifte från flytande form till ånga och förs genom en turbin som roterar och genererar el. Kärnkraften förutsätts i denna studie vara avvecklad.

Vattenkraften genererar el genom att den potentiella energin genom höjdskillnader omvandlas till kinetisk energi med hjälp av en turbin. Anledningen till att vattenkraft är ett planerbart kraftslag är de vattenmagasin som lagrar vatten från nederbörd. Vattenkraften behöver alltså inte generera elektricitet så fort det regnar utan lagringen av vatten på en högre höjd innebär att vattenkraftsdammar kan likställas med stora batterier där el genereras vartefter den behövs. Denna egenskap gör att vattenkraften kan bidra med understödande åtgärder i elsystemet såsom frekvensreglering. Dessa tillhandahålls av vattenkraftverk genom att dessa anpassar sin produktion till förutsättningarna för icke-planerbara kraftslag. Den största delen av vattenkraftens kapacitet finns framförallt i norra Sverige. Det är främst där som de större vattenkraftverken återfinns medan det är i södra Sverige som majoriteten av de mindre vattenkraftverken finns. Idag så används ungefär 85 % av Sveriges vattendrag för vattenkraft.

Gemensamt för de icke-planerbara kraftslagen är att elproduktionen styrs helt av tillgången på vind respektive sol och alltså inte på efterfrågan av elektricitet.

Vindkraft genererar el genom att låta rotorblad rotera i vinden som genom en generator utviner el. Den nödvändiga vinden uppstår när uppvärmd luft stiger i ett område och måste ersättas av ny luft från ett annat område. Detta för att utjämna tryckskillnader då luften strävar efter jämvikt. Vindkraftverken är relativt väl utspridda men är främst belägna i mellersta Sverige. Vindkraftsbranschen har en relativt lång erfarenhet och mognad vilket har bidragit till att allt från byggnadsprocessen till olika affärsmodeller har utarbetats och förfinats över åren. Denna utveckling tillsammans med det stora antalet aktiva aktörer inom branschen har tryckt ner kostnaderna väsentligt och bidragit till en ökning av vindkraftskapacitet i Sverige.

Solkraften har ökat i Sverige de senaste åren i och med sjunkande priser för teknologin samt korta ledtider. Solkraft genererar el genom att omvandla solens strålning med hjälp av fotovoltaik. Idag står takbaserad solkraft för den största delen av nya etableringar. Anledningen är att anläggningar på tak anses mer lönsamma än solcellsparkar i dagsläget. Detta grundar sig i sin tur i den nuvarande utformningen av ekonomiska styrmedel och regelverk. Exempelvis är anläggningar vars effekt inte

överskrider 255 kW befriade från energiskatt. I regeringens budgetproposition för 2021 föreslås att denna effektgräns bör höjas till 500 kW. Vidare finns det möjlighet för villaägare att göra ROT-avdrag vid installation av solpaneler (Skatteverket, u.å.). Det finns dock ett par rena solcellsparker i Sverige, exempelvis i Linköping, och fler planeras.

2.2 ELNÄTET

Det svenska elsystemet är sedan den första november 2011 uppdelat i fyra elområden; elområde 1 i norr till elområde 4 i söder. Elpriset varierar mellan de olika elområdena och bestäms av tillgång och efterfrågan på el, vilket i sin tur bestäms av mängden lokalproducerad el i respektive elområde och den fysiska överföringskapaciteten i kraftledningarna. Dessa prisskillnader ger upphov till, och ska stimulera en ökad lokal elproduktion och ge incitament till elproducenter att öka sin lokala elproduktion.

I Sverige är idag en stor del av våra förnybara kraftslag, så som vind- och vattenkraft, belägna i de norra elområdena. I normalfallet produceras mer el i dessa elområden än vad som förbrukas. I de sydliga elområdena råder motsatt förhållande. Detta ger upphov till en export och import av el mellan elområden. I Figur 2 ses indelningen i de fyra elområdena från norr till söder. Det svenska elnätet är även sammanlänkat med övriga Norden, Tyskland, Polen och Litauen. Under förutsättningen att det finns tillräcklig nätkapacitet i ett elområde kan el handlas över nationsgränser. Därav påverkas

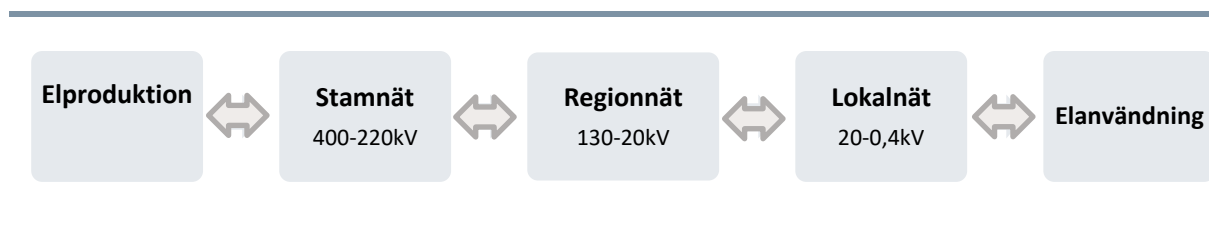
exempelvis elpriset i elområde 4 i större utsträckning av priserna i Danmark än i elområde 1.



Figur 2. Sverige är marknadsmässigt indelat i fyra elområden från norr till söder och fysiskt indelat i spänningsnivåer.

2.2.1 Elnätsverksamhet

Det svenska elsystemet har en fysisk indelning beroende på hur hög spänning en kraftledning har, från stamnät som har den högsta spänningen ner till lokalnät med den lägsta spänningen. Mellan dessa spänningsnivåer finns transformatorer som omvandlar spänningen och konverterar den för att matcha anslutande spänningsnivå. När elen går från produktion till användning justeras elektronerna för att färdas upp- och nedför kraftledningar. I figuren nedan ges en ungefärlig spänningsnivå i den fysiska indelningen som görs i stamnät, regionnät och lokalnät.



Vad är elnätsbolag?

Elnätsbolag är det företag som äger och underhåller elnätet inom ett geografiskt område och kategoriseras beroende på dess funktion vilket i sin tur är relaterat till dess storlek. Elnätsbolagen är naturliga monopol, vilket innebär att konsumenter inte fritt kan välja vilket bolag som levererar elen de köper.

2.2.2 Nätkoncession

Nätkoncession är ett tillstånd av Energimarknadsinspektionen (Ei) om att bedriva elnätsverksamhet. Det är Ei som beslutar huruvida organisationer som ansökt om tillstånd ska accepteras eller avslås. Syftet med detta är att Ei ska säkerställa att enbart organisationer med lämplighet att bedriva elnätsverksamhet ska få göra det.

Olika typer av nätkoncession

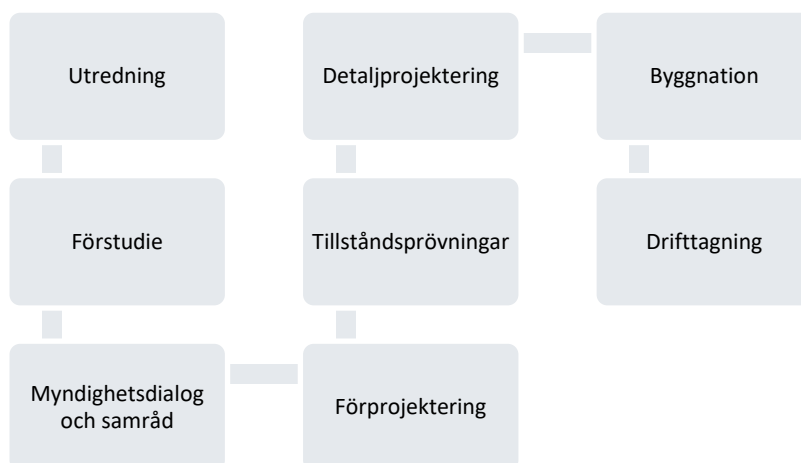
Nätkoncession för område är aktuellt för lokalnät och gäller inom ett geografiskt avgränsat område. Företag som har nätkoncession för område behöver inte ansöka på nytt när en ny elledning ska byggas. Det innebär också att företaget har monopol på elinfrastrukturen i området. Idag finns 300 områdeskoncessioner i Sverige.

Nätkoncession för linje är aktuellt för kraftledningar som byggs inom regionnät och stamnät (kallas även transmissionsnät). Dessa linjer faller inte under de geografiskt avgränsade områdena då de tillhör en annan spänningsnivå, och en ny ansökan behöver göras för varje ny elledning som ska byggas.

Undantaget från koncessionsplikt är exempelvis en anslutning till en bostad. Anslutningen fram till elmätaren i en bostad, industri, produktionsanläggning eller fastighet regleras av koncessionspliktiga elnät men inte efter detta. Det innebär att elsystemet som finns "bakom mätaren" inte regleras av nätkoncession och är därav ett icke koncessionspliktigt nät (IKN).

2.2.3 Tillståndsprocessen

Utbyggnaden av elnät inom ramen för linjekoncession tar tid och resurser i anspråk. Enbart det svenska stamnätet är idag 17 000 km. En ansökan om linjekoncession görs hos Energimarknadsinspektionen (Ei) men involverar även dialog med andra myndigheter såsom kommuner och länsstyrelser, samt fastighetsägare och skogsägare (SVK, 2020). Rätten att bygga ledning tas av Ei i samråd med Lantmäteriet (SVK, 2017). Ei beslutar om aktören är lämplig att bedriva elnätsverksamhet och beslutar om den planerade dragningen är effektiv. Lantmäteriet reglerar rätten att dra kraftledningar över anspråkstagen mark och kräver ofta en miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Vid godkännande kontaktas mark- och fastighetsägare för kompensation.



Figur 3. Tillståndprocessen vid utbyggnad av elnät.

Omfattande investeringsbehov för att möta framtidens elbehov

Investeringsplaner kan sättas långsiktigt vilket är positivt för att kunna möta de stora förändringar näringslivet står inför, och ge tillräckligt långa och stora volymer för entreprenörer på marknaden för fältpersonal ska hinna planera och bemanna kompetens för utvecklingen av elnätet. En ökad långsiktighet ger även elnätsföretagen bättre förmåga att skapa en mer förutsägbar och mindre ryckig prisutveckling för kunderna. En viktig del av detta är att beräkna framtidens produktion och distribution av el för att möta framtidens behov. Prognosen för den framtida svenska elanvändningen vilar på många antaganden kopplade till hur snabbt elektrifieringsprocessen går, ekonomisk tillväxt och framtida teknikutveckling. År 2016 uppskattade IVA (IVA, 2016) att den svenska årliga elanvändningen år 2050 skulle uppgå till 128–165 TWh. De senaste prognoserna pekar dock på att elanvändningen kommer att öka betydligt mer än så. I en beräkning gjord av Svenskt Näringsliv 2019 gjordes bedömningen att den årliga elanvändningen i Sverige skulle uppgå till 240 TWh år 2045, vilket är en ökning med cirka 60% jämfört med elanvändningen idag. Den största delen av ökningen kommer av elektrifiering av tillverkningsindustrin och transportsektorn (Svenskt Näringsliv, 2019). I slutet av januari 2021 publicerade Fossilfritt Sverige sin vätgasstrategi som tyder på ytterligare elbehov jämfört med tidigare prognoser för att klara av vätgasproduktionen.

Den årliga kostnaden för reinvesteringar för att bibehålla kapaciteten i befintliga nät beräknas uppgå till cirka 15 miljarder SEK under många år framöver. Därutöver tillkommer investeringar för att möta det framtida kapacitetsbehovet (Svenskt Näringsliv, 2020). Liksom gällande det framtida elbehovet tenderar storleksordningen på de planlagda elnätsinvesteringarna justeras upp. I Svenska kraftnäts senaste Systemutvecklingsplan för perioden 2020-2029 ökar den totala investeringsvolymen från 45 till 60 miljarder SEK, jämfört med investeringsplanen för perioden 2018-2027 (SVK, 2019b). Under tidsperioden 2021–2050 beräknas den sammanlagda investeringskostnaden i elnäten uppgå till omkring 440–520 miljarder SEK (Energiföretagen, 2020b).

De årliga systemkostnaderna för den svenska elproduktionen väntas gradvis öka i takt med att gamla produktionsanläggningar kräver underhåll och nya investeringar görs i förnybar produktion. Beroende på sammansättningen av kraftslagen i den framtida elproduktionen uppgår den totala investeringskostnaden fram till år 2045 till 560–630 miljarder SEK (NEPP, 2019). Det är dock troligt att investeringskostnaden blir ännu högre.

2.3 ENERGILAGER

Elsystemet måste vara i balans på sådant sätt att elproduktionen motsvarar elbehovet i varje given tidpunkt. Större inslag av icke-planerbara kraftslag och begränsningar i överföringskapaciteten mellan elområden ökar behovet av att kunna reglera elnätsbalansen.

Energilager innebär att man lagrar energi för att kunna använda den vid ett annat tillfälle än produktionstillfället (VINNOVA, 2012). Detta gör att energilager kan fungera som reservkraft och för att optimera elsystemet under de tider på dygnet då efterfrågan är som störst. Det finns många olika energilagringstekniker, däribland batterier, pumpvattenkraft, tryckluft och svänghjulslagring. Valet av lagringsteknik påverkas, förutom den önskade funktionen av lagringen, av faktorer såsom kostnader, kapacitet, effektivitet och teknisk respektive ekonomisk livslängd (IVA, 2015).

Hinder för energilager relaterade till efterfrågefleksibilitet ligger utanför avgränsningarna i denna rapport, enbart hinder som uppstår när energilager används av elnätsbolagen i sin verksamhet inkluderas.

3 IDENTIFIERING OCH VÄRDERING AV HINDER

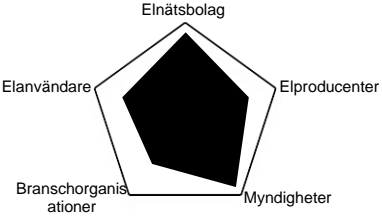
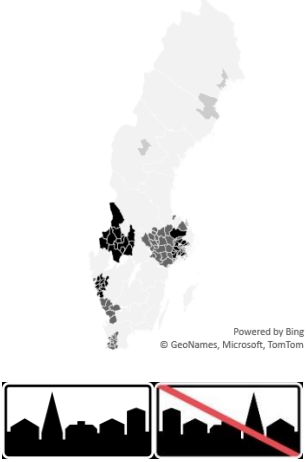




Möjligheterna till en ökad elektrifiering i Sverige påverkas av ett antal hinder. I detta kapitel beskrivs resultatet av kartläggningen av hinder som har genomförts i detta uppdrag. Kapitlet omfattar, dels hinder beskrivna i litteraturen, dels hinder som tagits upp i enkätstudien. Hindren har sedan kvantifierats grovt och sorterats in i kategorierna (1) Stora hinder, (2) Medelstora hinder och (3) Mindre hinder.

De hinder som framkommit i enkätstudien har kvantifierats av respondenten, vilket syftar till att visa hindrets betydelse för respondenterna och baseras på deras värdering. WSP har därefter gjort en bedömning av kvantifieringen och kompletterat den när det har varit tillämpligt.

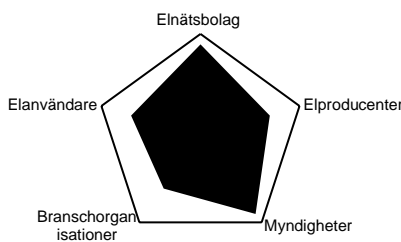


Hindren presenteras i storleksordning, där storleksordningen är en sammanvägning och uppskattning baserat på de inkomna enkätsvaren. Varje hinder har sedan sorterats och kategoriserats in efter om hindret har en stor, mellanstor eller mindre påverkan.

Samtliga hinder har gemensamt att de utgör utmaningar för en ökad elektrifiering och Sveriges förmåga att uppnå landets klimatmål.

Varje hinderbeskrivning inleds med tabell som kort ger information om vilket hinder som avses samt en symbol för vilket område som påverkas. Nedan ges en förklaring till hur varje hinder har illustrerats och beskrivits i tabellerna.

| Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|--|---|--|
|  |  |  |
| <p>Varje hinder har värderats. Värderingen har illustrerats i ett "spindeldiagram" med fem aktörsperspektiv. Elnätsbolag, elproducenter, myndigheter, branschorganisationer och elanvändare. Diagrammet baseras på en sammanvägning av respondenternas värderingar och WSPs bedömning om hur stor påverkan hindret har utifrån de fem perspektiven. Ju mer välfylld figuren är desto större påverkan upplever respektive aktör att hindret har. Detta gäller både i stort och inom varje aktörsperspektiv.</p> | <p>Varje hinder har även, där det är tillämpligt, illustrerats om det finns några geografiska skillnader. Markerade områden visar där hindret har större påverkan. Hindrets påverkan graderas efter färg där svart och grå färg beskriver den största respektive minsta påverkan. Om hindret är spritt över hela landet har detta illustrerats genom att markera hela landet. Om den största påverkan återfinns i storstadsregioner eller på glesbygden har detta illustrerats med en bild som beskriver storstadsregion eller glesbygd högst upp i vänstra hörnet av kartan.</p> | <p> Hindret påverkar främst stam-, region- och lokalnät. och därmed möjligheten att överföra elen.</p> <p> Hindret påverkar främst elproduktionen såsom vind-, sol-, vatten- och värmekraft samt möjligheterna att öka denna.</p> <p> Hindret påverkar främst energilagring</p> |

3.1 STORA HINDER

| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|---|---|--|--|
| Kapacitetsbegränsningar i elnät |  |  <small>Powered by Bing © GeoNames, Microsoft, TomTom</small> |  Stam-, region- och lokalnät |
| <p>Kapacitetsbegränsningar i elnätet är ett upplevt hinder främst av elnätsbolagen och myndigheter, där begränsningarna finns främst på stam- och regionnät. Flera andra aktörer uttrycker även en oro för att kapacitetsbristen på sikt kan leda till effektbrist. Hindret upplevs mer akut i storstadsregionerna och i södra Sverige (elområde 3 och 4) då hindret främst uppstått pga. flaskhalsar orsakade av en hög efterfrågan på el. Det finns dock även exempel på flaskhalsar orsakade av elöverskott vilket då hindrar nyetablering av elproduktion, ex. vind- och solkraft. Osynkroniserade tillståndprocesser för ny elproduktion kan också leda till att kapacitetsbegränsningar blir ett alltmer framträdande hinder även utanför storstadsregionerna där man planerar stor vindkraftutbyggnad, företrädesvis elområde 2 i norra Sverige.</p> | | | |

Förtydligande

Generellt måste elen användas i samma stund som den produceras. Eleffekten som produceras i svenska kraftstationer behöver därför, genom adekvat dimensionerade kraftledningar, överföras från produktionsplats till användare. Här krävs att överföringskapaciteten är rätt dimensionerad för dagens behov, men även att planering för utbyggnad och justering av maximal överföringskapacitet görs så att kraftledningarna kan överföra framtida eleffektbehov.

Vad är en flaskhals och vad innebär det?

Flaskhals innebär att den befintliga överföringskapaciteten understiger effektbehovet som ska kunna överföras i den befintliga kraftledningskabeln för att möta ett behov. Dessa flaskhalsar kan utan förstärkning ge upphov till effektbrist.

- 1) Effektbrist**, dvs. produktionen räcker inte till vid vissa tillfällen. Detta kommer att inträffa främst vindstilla vinterdagar då vindkraften inte producerar.
- 2) Kapacitetsbrist** i elnätet, vilket kan innebära att el inte kan överföras från produktionsanläggningarna till elkonsumenterna.

Från enkätundersökningen såväl som i litteratur framkommer att kapacitetsbristen är olika akut och därmed utgör olika stort hinder beroende på geografisk placering i landet. Störst hinder upplevs kapacitetsbristen ha i södra Sverige och i storstadsregionerna där mest förbrukning sker. Figur 2 visar de svenska elområden, där snittet mellan elområde 2 och elområde 3 idag har några av de mest framträdande flaskhalsarna, men flaskhalsar finns även mellan elområde 3 och elområde 4. Tidigare studier som WSP gjort på området visar denna problematik finns i elnätet idag på alla nät nivåer, vilket även bekräftas i enkätundersökningen. Flaskhalsar har hittills främst uppträtt vid tidpunkter då det är hög efterfrågan på el men exempel finns även vid elöverskott. Om flaskhalsen uppstår på grund av hög efterfrågan på el innebär detta en försämring av möjligheter att transportera el via omkringliggande

ledningar, där flaskhalsar uppkommer i fler nät. Utan tillräcklig elnätskapacitet hindras industrier och transporter från att elektrifieras, varför kapacitetsbrist i elnätet påverkar hur snabbt omställningen kan ske. Om flaskhalsen istället uppstår vid elöverskott kan etablering av ny elproduktion inte möjliggöras. Exempel på när detta har skett finns i närtid i Värmland där nätbolaget Ellevio tvingats sätta stopp för anslutning av ny elproduktion över 1 MW vilket påverkar vind- och solkraftsaktörer. För att kunna hantera begränsad nätkapacitet föreslår enkätrespondenter bland annat utökade möjligheter till villkorade avtal gällande kapacitetsuttag och en tydlighet gällande vad som är tillåtet. Enkätrespondenter ger även förslag på att elområdena skulle behöva omformas för att möjliggöra styrning närmare flaskhalsarna.

Flexibilitetslösningar ligger utanför studiens avgränsningar

Flexibilitetsresurser – ett komplement till traditionell nätutbyggnad

Den traditionella metoden med nätutbyggnad behöver kompletteras med flexibilitetsresurser, så som efterfrågefleksibilitet, flexibel produktion och lagring. Dessa resurser skulle i vissa fall kunna ersätta nätutbyggnad, eller åtminstone fördröja behovet. Följande utredning är avgränsad till att inte inkludera hinder för efterfrågefleksibilitet, men nämns bör att det saknas tydliga spelregler gällande hur efterfrågefleksibilitet ska uppkomma, finansieras och nyttjas. Från elnätsbolagens håll finns uppfattningen att Ei fokuserar på marknadsbaserade lösningar utan skyldigheter som både begränsar möjligheten till anslutning av nya kunder och ökade effektuttag från befintliga kunder. Regelverk och avtalsformer skulle istället behöva utvecklas så att de både är marknadsbaserade samt tillåter lösningar som krävs för att upprätthålla säkerhet i elleveransen. I Ei:s handlingsplan (Ei, 2020a) ges förslag på hur ett system av så kallade flexibilitetsmarknader på lokal, regional och nationell nivå kan utformas på ett effektivt sätt.

Fallstudie: Kartläggning av hur planerade nätinvesteringar avhjälpas kapacitetsbrist i elnätet

Kapacitetsbrist i elnäten har på flera håll i landet begränsat regional tillväxt och klimatomställning. På uppdrag av Energimarknadsinspektionen har Sweco kartlagt i vilken utsträckning planerade nätinvesteringar avhjälpas befintliga kapacitetsbrister i det svenska elnätet med en tidshorisont till 2030.

Kartläggningen visar en varierad bild av kapacitetsläget i Sverige med regioner från akut brist till förhållandevis bra kapacitetssituation. Många områden påverkas av kapacitetsbristen mellan elområde 2 och elområde 3. I Stockholm och Uppsala bedöms situationen som "röd" men hanteras på kort sikt genom alternativa lösningar, såsom tjänster för nätkapacitetsreserv, flexibilitetsmarknader, villkorade avtal och undantag från regelverk. På ett generellt plan avhjälpas planerade nätinvesteringar befintliga kapacitetsbrister.

| Område | Situation 2020 | Situation 2025 | Situation 2030 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Stockholm | ● | ● | ● |
| Uppsala | ● | ● | ● |
| Malmö | ● | ● | ● |
| Västerås | ● | ● | ● |
| Luleå | ● | ● | ● |
| Skellefteå | ● | ● | ● |
| Östersund | ● | ● | ● |
| Gotland | ● | ● | ● |
| Västkusten | ● | ● | ● |
| Södermanland/ Östergötland | ● | ● | ● |

Figur 4: Sammanfattande bedömning av kapacitetsläget för uttag år 2020, 2025 och 2030 utifrån kända planerade investeringar.

I kartläggningen framkommer även att

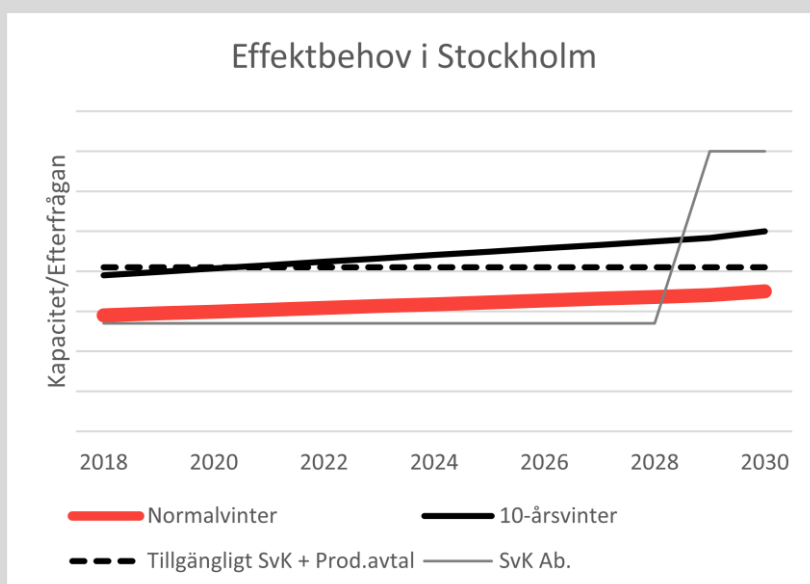
- Många förfrågningar för ökade uttag har olika grad av säkerhet och kan snabbt påverka kapacitetsläget
- Lokal produktion har stor påverkan på kapacitetssituationen
- Områden med tillgänglig nätkapacitet och som lämpar sig för etablering av vindkraft bokas snabbt
- Vikten av kommunikation mellan aktörer och en proaktiv planering för hantering av framtida projekt
- Det finns en utmaning för nätägare att hantera snabb nyetablering på transmission- och regionnätetsnivå

En överväldigande riskfaktor för kapacitetsläget är huruvida planerade investeringar genomförs i tid (Sweco, 2020).

Fallstudie: Kapacitetsbegränsningar i elnätet – ett hinder för Stockholms elektrifiering

Överföringskapaciteten till Stockholm är idag begränsad och utgör därmed ett hinder för en fortsatt elektrifiering i staden. Stockholms Handelskammare har tillsammans med WSP i "Elbrist kortsluter Sverige – så hindras jobben, bostäderna och den gröna omställningen av elbristen" analyserat kapacitets- och effektbristen i Stockholm.

Studien visar att stamnätet som levererar effekt till Stockholm inte kommer att vara fullt utbyggt förrän närmare 2030 samtidigt som en väntad befolkningstillväxt på 11 % under kommande tioårsperiod. Vidare planeras konstruktion av elva nya tunnelbanestationer, en elektrifiering av transportsektorn samt en högre efterfrågan på serverhallar vilket skulle öka stadens effektbehov kraftigt. Konsekvenserna av detta är att effektbristen fram till 2030 kan ge ett produktionsbortfall på 200-900 miljarder kronor i Stockholmsregionen, hota utbyggnaden av T-banan och bromsa elektrifieringen av transportsektorn.

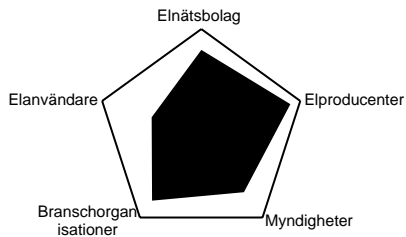




Figur 5. WSPs analys och omarbetade illustration över effektbehovet i Stockholm. Illustrationen visar prognosticerat effektbehov under en normalvinter respektive vid temperaturer motsvarande en 10-årsvinter, samt planerad nätkapacitet efter elnätsinvesteringar i Stockholm län (Svk Ab).

Utifrån Stockholms handelskammares åtgärdsförslag kan de största hindren för Stockholms fortsatta elektrifiering sammanfattas:

- Kapacitetsbegränsningar i elnätet
- Otillräcklig lönsamhet och låg konkurrenskraft för fjärr- och kraftvärmeproduktionen.
- Kundkollektivet har för svag ställning i förhållande till elnätsmonopolet, där kunder upplever en osäkerhet och brist på transparens när det gäller att teckna nytt, eller utöka befintligt, elnätsabonnemang.
- Långa tillståndsprocesser
- Saknas en blocköverskridande effektöverenskommelse. En sådan bör svara på bl.a. hur effektbehovet ska säkerhetsställas i alla delar av Sverige på lång sikt.

Detta ökade effektbehov är inte bara begränsat till huvudstaden, utan många av de större städerna ser ett ökat effektbehov på grund av urbaniseringen (Stockholms Handelskammare,

| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|--|-----------|---|---|
| <p>Markkonflikter</p>  | |  <p>Powered by Bing © GeoNames, Microsoft, TomTom</p> |  <p>Stam-, region- och lokalnät, Elproduktion, Energilagring</p> |
| <p>Markkonflikter tas upp som ett större hinder av flera aktörer, men främst av elproducenter, och utgör ett hinder för utbyggnad av elnät och vindkraftverk, såväl som etablering av laddinfrastruktur och placering av energilagring. Hindret återfinns i hela landet, men vissa geografiska skillnader finns. Hög konkurrens om planbelagda områden skapar i regel markkonflikter i söder och storstadsregioner, medan konflikterande natur- och kulturvärden orsakar konflikter i norr. Därutöver kan acceptansnivån för nyetableringar och utbyggnader skilja sig inom län och variera med befolkningstätheten.</p> | | | |

Förtydligande

Begränsad fysisk framkomlighet

Att utföra elnätsarbeten, oavsett om det handlar om att dra nya ledningar eller reparation och utbyggnad av befintliga, förutsätter tillgängliga markytor inom de områden där behovet finns. Ett hinder för att utföra arbete på elnät idag är således kopplat till begränsad fysisk framkomlighet, särskilt eftersom de områden där effektbehovet är som störst även sammanfaller med mest bebyggelse. Framkomligheten och den faktiska tillgången på mark i områden där effektbehovet är som störst inverkar på teknikutformningen och påverkar i förlängningen förutsättningarna för att kunna upprätthålla leveranssäkerheten i nätet.

Målkonflikt

Ökad elektrifiering och tillhörande markanspråk för elnätsrelaterat arbete är samtidigt förknippade med en del målkonflikter då befintliga boendemiljöer, riksintressen, natur- och kulturvärden behöver tas i beaktande. I tillståndsprövningen av en ledning väger varje enskilt lokalt intresse tungt. Exempelvis drar man inte luftledningar in i storstadsområden, då detta antas inverka på invånarnas boendemiljö (SvK, 2019a). Här blir valet av tekniskt utförande alltid markkabel, vilken har försvårande tekniska egenskaper för elnätsföretagen att hantera och som påverkar förutsättningarna att upprätthålla leveranssäkerheten i elnätet. På liknande sätt uppger aktörer inom laddinfrastruktur att markåtkomst kan vara ett hinder för placeringen av energilagring, då dessa kräver stora ytor. Hård konkurrens om markytor och konflikterande markintressen försvårar även etablering av energilagring i nära anslutning till laddningsplatser, vilket sedermera utgör ett särskilt hinder för elektrifieringen av fordonsflottan. När vindkraftsproduktionen förläggs i norra delen av landet, vilket prognoser pekar på, tillkommer markkonflikter med renskötseln och friluftslivet.

Höga magnetfältsvärden

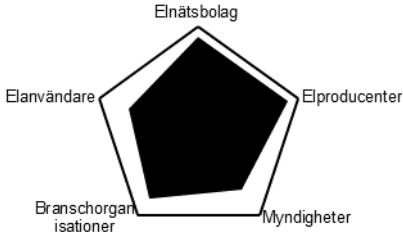


Vid tillståndsprövning av elnätsarbete kräver Miljöbalken att nätkoncessionsägaren redovisar vilket magnetfältsvärde ledningen väntas alstra. Detta följer av att det finns ett maxvärde för rekommenderad exponering av magnetiska fält. Redovisningen ska bland annat innehålla vilka magnetfältsvärden som uppmäts i bebyggelsen i anslutning till ledningen samt i områden där människor skulle kunna vistas i anslutning till ledningen. Om ledningen är i nära anslutning till andra ledningar ska, förutom ledningens enskilda bidrag, den kumulativa effekten av alla ledningars magnetfältsvärden redovisas (Ei, 2018). I områden med stort effektbehov kan elektrifieringen därför hindras av att nya kabelledningar inte får dras

på vissa sträckor där det rekommenderade maxvärdet redan är nått och där det är trångt med kabelutrymme.

Påverkan på totalförsvarets verksamhet

Försvarmakten (FM) har tillsammans med Elsäkerhetsverket utrett *elektromagnetiska störningars försvårande för totalförsvarets intressen och anläggningar*. Detta har gjorts med stöd av Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Försvarmaktens radioanstalt (FRA) och Försvarets materielverk (FMV). I anslutning till solkraftsanläggningar har det utretts hur utrustning som är viktig för totalförsvarets verksamhet påverkats av elektromagnetiska störningar. Detta gäller inte enbart solcellsanläggningar utan även elvägar och platser med trådlös laddning av elfordon. Här har det identifierats att utrustning som störs främst är radiosamband och signalspaning. Detta då alla komponenter i berörda områden inte täcks av eller testas enligt belagd standard (Elsäkerhetsverket, 2020). Det kan exempelvis bero på att vissa komponenter inte är harmoniska med EMC-direktivet (Elsäkerhetsverket, u.å.).

Höga objekt har en påverkan på totalförsvarets verksamhet, vilket innebär att FM har rätt att uttala sig i projekt som kan anses påverka dess verksamhet. Här åsyftas objekt högre än 20 meter utanför eller 45 meter innanför sammanhållen bebyggelse. Påverkan kan bero på att FM har skjutfält, övningsområden, flygplatser eller andra anläggningar i anslutning till områden där vindkraft planeras, vilket kan ha en negativ påverkan på FM:s verksamhet och försämra säkerhetsläget i Sveriges närområde (Försvarmakten, 2020). Vidare kan signalspaning störas av havsbaserade vindkraftverk. I samband med att FM:s budget kommer att växa från 29 miljarder 2020 till 89 miljarder 2025 (SVT, 2020) innebär det flertalet nya regementen och en nationell upprustning med mer verksamhet. Det finns en tydlig målkonflikt mellan utbyggd vindkraft och utvidgning av FM:s verksamhet, men försvaret har fått ett regeringsuppdrag att utreda möjligheterna för samexistens mellan försvaret och vindkraft för att överbygga denna målkonflikt. Som exempel kan ges förstärkningsradar vid vindkraftsparker

| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|---|---|---|--|
| Långa tillståndprocesser |  |  |  Stam-, region- och lokalnät |
| <p>Långa tillståndprocesser upplevs som ett stort hinder av samtliga aktörer. Elnätsbolag och elproducenter har dock skattat hindret högre än både myndigheter och aktörer inom laddinfrastruktur vilket kan bero på att de påverkas mer direkt av hindret. Hindret återfinns i alla delar av landet. Endast aktörer inom laddinfrastruktur uppger att det finns regionala skillnader i tiden för tillståndprocessen.</p> | | | |

Förtydligande

Långa tillståndsprocesser i utbyggnaden av elnät är ett tydligt hinder för elektrifiering, vilket bekräftas av enkätundersökningen. Tillståndsprocessen innefattar i regel både *ledtid* och *koncessions-handläggning*. Genomsnittstiden för koncessionshandläggning är cirka ett år, men där enskilda projekt kan ta mellan sju månader och tre år beroende på komplexitet. Ledtider kan dock uppgå till tio år, där leddid är den tid det tar från att utbyggnaden planeras till att ledningen finns på plats. Att ledtiderna ofta är långa kan bero på flera anledningar.

Hög administrationsbörda

Efter att beslut gällande ansökan om nätkoncession fattats kan det behövas dispenser och tillstånd från andra berörda myndigheter. Detta innebär att administrationsbördan ökar och att det kan innebära dubbelarbete.

Olika beslutsramar hos regionala myndigheter

Olika bedömningar av myndigheter med samma funktion kan förekomma beroende på geografisk placering och vilka resurser som finns tillgängliga. Det kan exempelvis bero på att olika myndigheter applicerar olika processer.

Förlängda remisstider

Intressenter kan kräva att remisstider förlängs för att kunna inkomma med svar. Detta påverkar hela processen och förlänger den.

Långa ledtider innebär att det tar tid innan dagens kapacitetsbrister kan åtgärdas (Regeringen, 2019) och för elnätsföretagen innebär de långa tillståndsprocesserna att deras förmåga att hinna bygga ut elnätet för att möta framtida efterfrågan försvåras. Långa ledtider kan även utgöra ett hinder för utbyggnaden av laddinfrastruktur och således elektrifieringen av transportsektorn, då långa ledtider i ett visst geografiskt område kan medföra att aktörer väljer att investera i områden där ledtiden är kortare.

Det är viktigt att beslutsunderlagen för utbyggnad av elnät och elinfrastruktur är grundliga, men det kan i processen uppstå situationer med målkonflikter som kan innebära väldigt långa ledtider. Ett exempel på sådan målkonflikt kan vara om klimatmålens behov av elektrifiering ställs mot miljömål där ledningar berör platser med stort naturvärde.

Tillståndsprocesser som hinder för etablering av vattenkraft

Vattendirektivet är en EU-lagsstiftning som anger principerna för hållbar vattenpolitik och som har implementerats i svensk lagstiftning genom Miljöbalken. Vattendirektivet genom Miljöbalken både begränsar och förbjuder utbyggnad av vattenkraft och uttrycker explicit att det inte är tillåtet att etablera vattenkraftsverksamhet i Sveriges nationalälvar. Dessa inkluderar exempelvis Torneälven och Kalixälven. Därtill förbjuds även vattenkraftverksamhet i flertalet andra vattenområden (Regeringen, 2018). I dessa skyddade vattendrag så uppgår potentialen till ungefär 24 TWh (Svensk Energi, 2015). Att vattenkraft är förbjudet i dessa skyddade vattendrag medför att viss elproduktionspotential går förlorad för att istället ge utrymme för andra prioriterade miljömål. Här föreligger en målkonflikt mellan biologiska miljövärden och klimatmålen genom en ökad elektrifiering.

Tillståndsprocesser som hinder för industrier

I Sverige finns ett flertal större industrianläggningar där omställning av bränsleanvändning från fossila bränslen till el drastiskt kan minska svenska växthusgasutsläpp. Större industrianläggningar kan idag vara egna producenter av el, där huvudsyftet är att täcka den stora interna elanvändningen. Denna el kallas industriellt mottryck. Detta innebär att industrin kan agera som en prosument. Elledningar mellan produktionsplats och användningsplats eller anslutningspunkt till elnätet regleras dock av ellagen (Regeringen, 1996). Det innebär i många fall en kostnads-, tids- och kunskapskrävande process för både berörda företag och tillsynsmyndigheter. Detta utan att det tillförs någon nytta utan snarare en samhällsekonomisk förlust. Här har en utredning föreslagit att ledningar som saknar extern kund ska

undantas från detta regelverk. Detta skulle innebära en förenkling för många företag och i slutändan underlätta elektrifieringen.

Fallstudie: Järn- och stålindustrins elektrifiering – ett ökat behov av el med 55 TWh

Den svenska järn- och stålindustrin är en viktig basindustri och stor exportindustri. Den svenska järn- och stålindustrin släpper ut ca 6 miljoner ton koldioxid per år, där användningen av kol för reduktion i masugnprocessen står för den största delen (85 %). Utöver detta ger även värmning och värmebehandling upphov till koldioxidutsläpp (12 %) samt råvaror och tillsatsämnen (3 %) (Naturvårdsverket, 2020a).

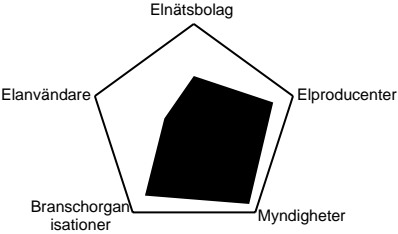

Senaste åren har ett antal initiativ presenterats där elektrifiering är ett av de sätt som kan göra branschen fossilfri. Reduktionspotentialen är väldigt hög samtidigt som den kan öka ytterligare då projektet sätter press på andra internationella aktörer att förändra sina tillverkningsprocesser. Initiativet kommer därmed att utgöra en viktig pusselbit för att Sverige skall nå klimatmålet om netto-noll utsläpp 2045.

LKAB, SSAB och Vattenfall driver tillsammans HYBRIT, ett världsunikt projekt för att göra ståltillverkningen i Sverige fossilfri. Projektet syftar till att elektrifiera ståltillverkningsprocessen genom att använda vätgas, för att förädla järnmalmen. Detta skulle således fasa ut kolet som används idag för samma process. Vätgasen skall produceras av fossilfri el genom en process som kallas elektrolys. Elektrolys innebär att el används för att via en redoxreaktion skapa vätgas (IVA, 2019).

För att möjliggöra en fullskalig förädling baserat på vätgas förväntas elbehovet öka med totalt ca 80 TWh motsvarande hälften av Sveriges nuvarande elproduktion. Enbart LKAB planerar att investera upp till 300 miljarder för att möjliggöra 55 TWh och detta tekniksprång (LKAB, 2020).

LKAB har angett att stora hinder för denna omställning är:

- Tillgången på el som kommer krävas, både i form av ökad produktion och ökad överföringskapacitet till företagets produktionsanläggningar.
- Ett tekniskt hinder är industrialiseringen av vätgasframställning
- Tillståndsprocesser
- Tillgång till kompetent personal

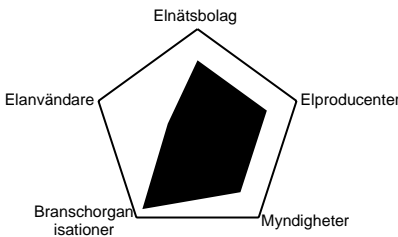


| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|---|-----------|---|----------|
| <p>Svårförutsägbara kommunala veton</p>  | |  | |
| <p>Svårförutsägbara kommunala veton är ett hinder som påverkar elproducenter vid vindkraftsetableringar men är ett hinder som nämns i enkätsvaren av såväl myndigheter som andra elproducenter. Hindret ger upphov till ekonomisk osäkerhet för vindkraftsproducenter och är ett hinder som är spritt över hela landet.</p> | | | |

Förtydligande

Svårförutsägbara tillståndsprövningar och kommunala veton kan påverka var och hur vindkraftverken får byggas och utgör ett hinder på grund av en potentiellt begränsad utbyggnadstakt. I tidigare studier har flera företag nämnt att det idag är svårare att få tillstånd enligt Miljöbalken eller på grund av Miljöbalken. Specifikt anses det ha blivit svårare att få tillstånd för vindkraftverk i områden där det förekommer fåglar och att tillämpningen har skiftat mot en mer strikt sådan. Det kommunala självstyret, men även Miljöbalken ger kommuner rätt till kommunala veton vid vindkraftsetableringar. På grund av kommunala veton har tillståndprocess och handläggningstider förlängts. Ett stort hinder för fortsatt utbyggnad av vindkraft består av den ekonomiska osäkerheten för vindkraftsprojektörer som det kommunala vetot innebär vilket även tas upp av respondenter i enkätundersökningen. Eftersom förutsättningarna kan ändras sent i processen riskerar bolag satsa stora pengar på projekt som sedan läggs ner.

Nationell strategi för hållbar vindkraftsutbyggnad

År 2018 tog Naturvårdsverket och Energimyndigheten tillsammans ett initiativ för att ta fram en nationell strategi för hållbar vindkraftsutbyggnad. Strategin, som lämnades för beslutsfattning till Miljömålsrådet i slutet av januari 2021, behandlar bland annat den kommunala vetorätten. I strategin ingår ett förslag på att upphäva den kommunala tillstyrkan så som den är utformad idag. En ny bestämmelse om att tillstyrkansbeslut utgör ett krav för tillståndsprövning föreslås istället, vilket kan innebära en tidigarelagd beslutsfattning i tillståndsprövningsprocessen och ingen mer klarhet för vindkraftsprojektörerna (Naturvårdsverket, 2020b). Under hösten 2020 tillsatte regeringen en utredning som ska se över möjligheten att ta bort kravet i Miljöbalken på kommunal tillstyrkan av vindkraftsanläggningar. Utredningen ska lämna sitt betänkande senast den 30 juni 2021 men till dess utgör tillståndsprövningsprocesserna genom vissa av de krav som ställs enligt Miljöbalken, ett hinder för en vidare utbyggnad av vindkraftverk i Sverige och därtill en utökad elektrifiering (NEPP, 2020) (Sweco, 2014).

| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|---|---|--|---|
| <p>Intäktsregleringen</p> |  |  <p>Powered by Bing</p> |  <p>Stam-, region- och lokalnät</p> |
| <p>Intäktsregleringen är ett hinder som skattats högt av branschorganisationer inom energibranschen, men även av elnätsbolagen, elproducenter och myndigheter. Detta hinder gäller för elnätsföretag i såväl södra som norra Sverige. Det som avses med hindret är bland annat att det saknas incitament att investera och en för låg tillåten intäkt tvingar fram tuffare prioriteringar av elnätsinvesteringar vilket leder till att investeringar skjuts på framtiden. Det är också enligt elnätsföretagen tufft att möta effektivitetskraven som Ei ställer genom för låga värden i normprislistan.</p> | | | |

För elnätsbolagen uppges dagens intäktsreglering vara ett hinder med avseende på de låga intäkterna som ger små eller inga incitament att långsiktigt investera i elnäten. Utan ekonomiska incitament att investera blir elnätsbolagen tvungna att göra tuffare prioriteringar för elnätsstärkningar samtidigt som långsiktiga elnätsinvesteringar riskerar att utebli.

Energimarknadsinspektionen (Ei) sätter intäktsramarna för elnätsverksamheten. Anledningen till att Ei sätter intäktsramar grundar sig i att elnätsbolagen är naturliga monopol. För att inte bolagen ska utnyttja sin monopolställning genom att ta ut för höga priser styrs verksamheten genom att Ei sätter tak för tillåten avkastning. Dock har dessa intäktsramar de senaste åren varit orsak till många och omfattande domstolsprocesser. Ei anser att regelverket kring dessa intäktsramar har saknat en tillräcklig tydlighet kring vad som anses som en rimlig avkastningsnivå vilket har bidragit till en stor osäkerhet hos elnätsföretagen. Om denna intäktsreglering inte tydliggörs så skulle det kunna utgöra ett hinder för den utökade elektrifieringen. Den osäkerhet som uppstår hos elnätsföretaget, och i slutändan även för deras kunder, kan försvåra investeringsprocessen (Ei, 2017). Under hösten 2020 har Ei tagit fram en handlingsplan för det uppdrag som Ei fick av regeringen i oktober 2019 att analysera kapacitetsbristen i elnätet ur fler perspektiv. I handlingsplanen, som i dagsläget är ute på remiss fram till mars 2021, görs bedömningen att intäktsramarna inte utgör något ekonomiskt hinder för investeringar i god leveranssäkerhet, men att den i sin nuvarande form inte är teknik- och lösningsneutral. Detta innebär att intäktsregleringen t ex ger svaga incitament att investera i lösningar för flexibilitet. Lösningar för flexibilitet ligger dock utanför denna studies avgränsningar. Därför har Ei lämnat ett lagändringsförslag om att införa effektiviseringskrav på totalkostnaderna som kan ha betydelse för *hur mycket* nätkomponenter som nätföretaget investerar i, dvs. det kan få en styrande effekt mot att nätföretagen inte överdimensionerar sina anläggningar. Detta skulle öka incitamenten för andra investeringar än traditionella nätinvesteringar för att öka elnätets kapacitet, exempelvis genom att köpa upp flexibilitetstjänster.

Utformningen av normvärdeslistan

Normvärdeslistan är beräknade värden för olika typer av elanläggningstillgångar. Intäktsramarna beräknas utifrån elnätsföretagets kapitalkostnader och löpande kostnader, där anläggningstillgångarna ligger till grund för kapitalkostnadsposten (Ei, 2010). Detta gör att normvärdeslistan har stor betydelse

för intäktsramen och i förlängningen för elnätsföretagets avkastning. Investeringskostnader som överskrider normvärdena innebär att företagets anläggningstillgångar - och i förlängningen intäktsram – nedvärderas. Att använda sig av normvärden för att uppskatta anskaffningsvärdet ställer stora krav på att normvärdena revideras regelbundet. I annat fall kan elnätsbolagen både under- och överkompenseras i relation till hur de faktiska elnätsinvesteringarna utvecklas. Nuvarande indexeringsvärden har fått kritik för att inte återspegla den verkliga prisutvecklingen för eldistributionsanläggningar (Ei, 2017) och beskrivs även som ett hinder bland elnätsföretagen i enkätundersökningen. För låga normvärden försvårar elnätsföretagens möjligheter att göra lönsamma investeringar, vilket kan leda till att företagen inte investerar mer än vad som är ytterst nödvändigt. Att kostnader för forskning och utveckling inte får ingå i intäktsramen medför även att många elnätsbolag inte har möjlighet att bedriva den typen av verksamhet som säkrar framtida elförsörjning.

Flexibilitetslösningar ligger utanför studiens avgränsningar

Incitament för flexibilitetslösningar

Ett vanligt förekommande hinder som togs upp av majoriteten av enkätrespondenterna, men som faller utanför fokusområdet för denna rapport, handlar om de svaga incitament att investera i flexibilitet som nuvarande intäktsreglering ger upphov till.

| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|---|-----------|-----------------------|---|
| Otydligheter i befintliga och framtida regelverk | | | <p>Stam-, region- och lokalnät, Energilagring</p> |
| <p>Otydligheter i befintliga och framtida regelverk skattas som ett hinder av elnätsbolagen i hela Sverige, men även elproducenter och branschorganisationer upplever detta. Otydligheter avser framförhållning för byggnation, där enkätrespondenter nämner att det är oklart var gränsen går mellan god framförhållning och byggnation på spekulation. Så kallad "luftbokning" nämns specifikt som en otydlighet som behöver ses över, dvs. bokning av kapacitet som har gjorts i fler nät utan möjlighet att avboka och släppa före andra i kön. Både gällande prioriteringsordning och luftbokning har Ei kommit med rekommendationer i den handlingsplan som nu är ute på remiss (Kapacitetsutmaningen i elnätet).</p> | | | |

Förtydligande

Otydliga ram- och regelverk utgör ett hinder för elektrifiering i att det sänker investeringsviljan bland aktörerna, hämmar utvecklingen av nya produkter och tjänster samt kan bidra till utdragna tillstånds- och domstolsprocesser. Förutom osäkerhet kring enskilda regelverk kan också osäkerhet kring framtida utformning av regelverk utgöra ett hinder för elektrifiering då det kan hämma den tekniska utveckling som är nödvändig för effektiv nätdrift och nätplanering. Enkätundersökningen visar på flera områden där lagstiftningen är otydlig.

Tröskeeffekter

Tröskeeffekter innebär att finansiering av större utbyggnader huvudsak faller på den första kunden, dvs. den aktör (elproducent eller elkonsument) som ger uppbehov till ett behov av en utbyggnad av elnätet, vilket medför att ingen aktör vill ansluta till ett sådant nät. Att reglerna kopplade till tröskeeffekter upplevs otydliga kring huruvida kommun och region står för exploateringskostnaderna, om kostnaden tas ut vid marktillträde och hur den fördelas på tillkommande kunder bidrar till att förstärka tröskeeffekterna och hämma utbyggnaden av elnätet.

Säkerhetsskyddslagen

Säkerhetsskyddslagen påverkar i huvudsak de ledningar och stationer som är på de högsta spänningsnivåerna och/eller matar elanvändare som bedriver verksamhet som måste skyddas. Vilken information som kan utbytas med vilka samt vilken information som måste hanteras fullt ut på ett säkerhetsklassat sätt kan vara svårtytt, vilket enkätundersökningen bekräftar. Med en svårtydd tillämpning av säkerhetsskyddslagen uppstår flera hinder. Då parterna blir för försiktiga med att ge ut uppgifter kopplade till kraftsystemet hämmas en effektiv planering av kraftsystemet. Lämnar parterna å andra sidan ut för mycket information, vilken sedermera kan bli offentlig genom offentlighetsprincipen, finns risken att säkerhetsklassade uppgifter röjs. För en effektiv planering behövs tydlighet hur elnätsbolag, regioner och kommuner kan utbyta information om säkerhetsklassad infrastruktur.

Tekniskt helhetsansvar för kraftsystemet

Som tidigare nämnt i avsnitt 2.2.1 *Elnätsverksamhet* är det svenska elnätet uppdelat i lokal-, region- och stamnät. I Sverige äger Svenska kraftnät stamnätet, medan regionnäten i stor utsträckning ägs av energibolagen. Lokalnäten ägs av mindre aktörer. Totalt finns drygt 170 nätägare i Sverige. Det är nätägaren som ansvarar för distributionen av producerad el till elanvändare via elnäten. I dagens regelverk framgår tydligt att nätkoncessionshavare får neka nyanslutningar och utökade abonnemang till befintliga kunder vid särskilda skäl, såsom kapacitetsbrist. Ei (Ei, 2020a) har dock i sin handlingsplan ytterligare förtydliganden gällande denna ansvarsfördelning vid kapacitetsbrist.

Bland projektets enkätsvar framkom att regelverket och ansvarsfördelningen i den långsiktiga, övergripande planeringen av kraftsystemets funktion upplevs otydlig samt att det finns en brist på en gemensam planering av infrastrukturen. Otydlig ansvarsfördelning mellan och inom nät blir hinder för nyinvesteringar i elnätet, förstärkningar i befintligt nät samt investeringar i energilager då frågorna blir hängandes i luften när ingen är drivande part. Här gör Ei (Ei, 2020a) bedömningen att nätföretagen på olika spänningsnivåer behöver samordna sina nätutvecklingsplaner i större utsträckning så att analyserna samråder med analyser av prognoser och antaganden för ökad förbrukning, produktion och dylikt.

Luftbokningar

Det finns osäkerheter i Ellagen vad avser vilken effekt som en elnätskund har rätt att ta ut över tid, dvs. hur länge en kund har rätt att ta ut den effekt som avtalats vid nyanslutning. Det finns idag flera exempel på elnät som har outnyttjad effekt som är uppbokad men inte använda av befintliga kunder, så kallad luftbokning. Energiföretagen Sveriges initiativ "Samling för nätkapacitet" har lyft just luftbokningar som en av de viktigaste åtgärderna för att lösa kapacitetsbristen i elnätet (Energiföretagen Sverige, 2019).

Enkätundersökningen visar även på att luftbokningarna skapar en ekonomisk osäkerhet om kommande behov av nätkapacitet, om de uppkommer till följd av att kunder avtalar om större kapacitet än vad de sedan väljer att utnyttja, exempelvis vid etablering av serverhallar (Tigerstedt, 2020).

I sin handlingsplan bedömer Ei bland annat att det finns anledning att låta beräkningar av ledig kapacitet i elnätet utgå från nätets faktiska fysiska belastning, som även tar hänsyn till sammanlagringseffekter, dvs. inte den avtalade belastningen (Ei, 2020).

| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|--|-----------|-----------------------|------------------------------------|
| <p>Brist på marknadsmässiga förutsättningar för systemtjänster</p> | | | <p>Stam-, region- och lokalnät</p> |
| <p>Brist på marknadsmässiga förutsättningar för handel av systemtjänster upplevs som ett hinder främst för elproducenter, elnätsbolagen och branschorganisationer.</p> | | | |

Förtydligande

Systemtjänster är tjänster som bidrar till kraftsystemets stabilitet och verkar genom att säkerställa exempelvis nödvändiga marginaler och nätets överföringskapacitet. Systemtjänsterna kan kategoriseras i frekvensrelaterade systemtjänster (stamnät) och icke-frekvensrelaterade systemtjänster (region- och lokalnät). Utvecklingen mot större inslag av icke-planerbara kraftslag i kraftsystemet innebär ett ökat behov av systemtjänster för att bibehålla systemdriften (SvK, 2019a). Bristande marknadsförutsättningar för att tillhandahålla och köpa upp systemtjänster på region- och lokalnätetsnivå bidrar till att de producenter som idag tillhandahåller systemtjänster genom produktionen, såsom kärnkraft och vattenkraft, inte ersätts för systemtjänsten. Därigenom ges svaga ekonomiska incitament för fortsatt drift och underhåll, vilket vid nedläggning ökar behovet av systemtjänster ytterligare. Höga inträdesbarriärer med avseende på exempelvis tillåten budstorlek kan utgöra hinder för mindre aktörer under rådande marknadsformer. Aggregatorer, som för samman flera mindre resurser av laster eller producerad el, skulle kunna fungera för att sänka inträdesbarriärer på befintliga marknader och göra det möjligt för fler mindre aktörer att bidra med balanserande systemtjänster. I Ei:s handlingsplan (Ei, 2020a) görs bedömningen att det kan finnas argument för att upprätta regionala och lokala marknadsplatser för systemtjänster för att hantera flaskhalsproblematik.

Flexibilitetslösningar ligger utanför studiens avgränsningar

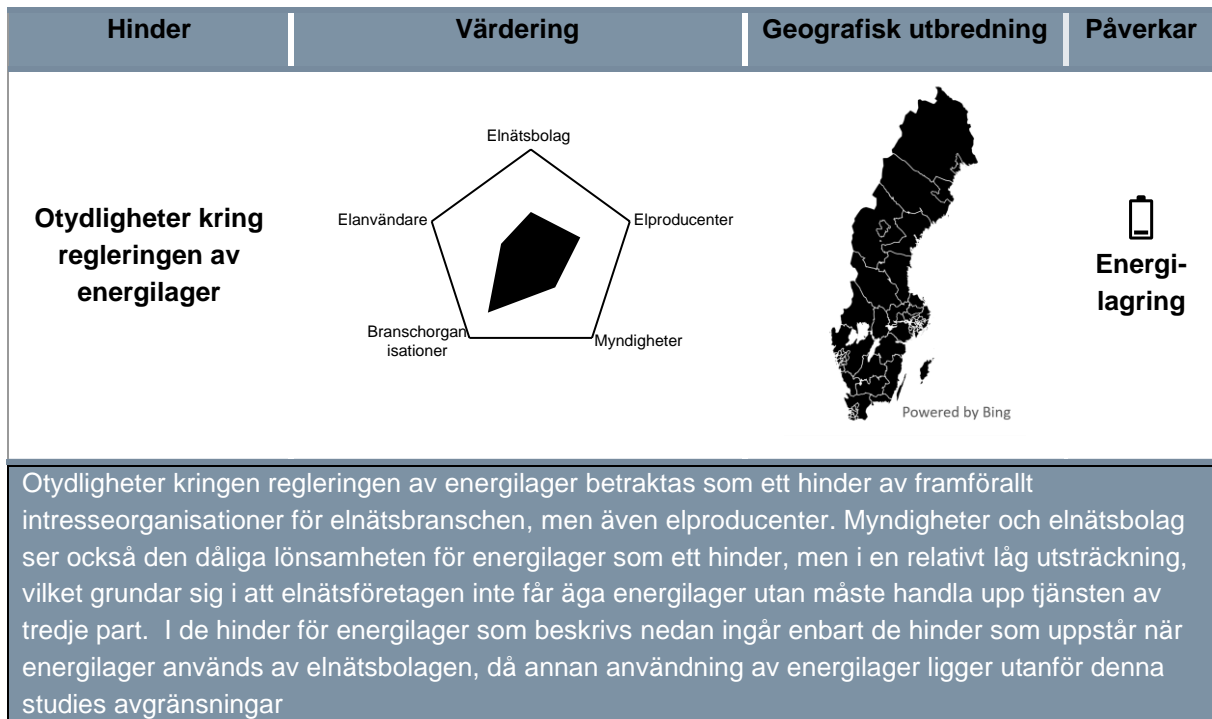
Brist på marknadsmässiga förutsättningar för flexibilitetslösningar

Som nämnts tidigare har majoriteten av enkätrespondenterna nämnt hinder kopplade till flexibilitetslösningar, vilket ligger utanför avgränsningarna för föreliggande studie. Förutom det som nämnts tidigare, svaga incitament att investera i flexibilitet och systemtjänster med nuvarande intäcksreglering, så saknas det i dagsläget ekonomiska incitament och kunskap bland privatpersoner för att investera i teknik som möjliggör flexibel elanvändning. Flexibilitet i elnätet är ett brett område som bland annat innefattar prissättning, nätutnyttjande och efterfrågefleksibilitet, och kan vara reglermedel för att hantera en ökad andel intermittent elproduktion.

Elkunderna debiteras vanligtvis månadsvis och får då en elräkning som består av en elhandelsfaktura och en elnätsfaktura. Elhandelsfakturan uppger det totala elpriset, elcertifikatkostnaden och moms. Elnätsfakturan uppger abonnemangs- och överföringskostnaden samt energiskatt och moms (Energimarknadsbyrån, 2020). Många gånger har elanvändarna tecknat fasta elprisavtal, vilket innebär att de lämnas oberörda av spotpriset vid specifika leveranstimmar och därmed har mindre ekonomiska incitament att ändra sitt beteende (Holmberg, 2012). För elnätsbolagen utgör detta ett hinder då deras kostnader huvudsakligen är fasta kostnader, vilket gör det svårt att ge

elnätskunderna rena ekonomiska incitament att ändra sitt konsumtionsbeteende utifrån den debitering de ser på elräkningen. Kostnadsbesparingen är marginell för elanvändaren medan insatsen att ändra sitt beteende uppfattas som betydligt större. Bristande förståelse för omfattningen av de investeringar som måste till för att möta ökad efterfrågan blir ett hinder för elektrifieringen då energi- och elnätsbolagen inte ges ekonomiska eller tekniska förutsättningar att möta de utmaningar som uppkommer till följd av ökad efterfrågan.

3.2 MELLANSTORA HINDER



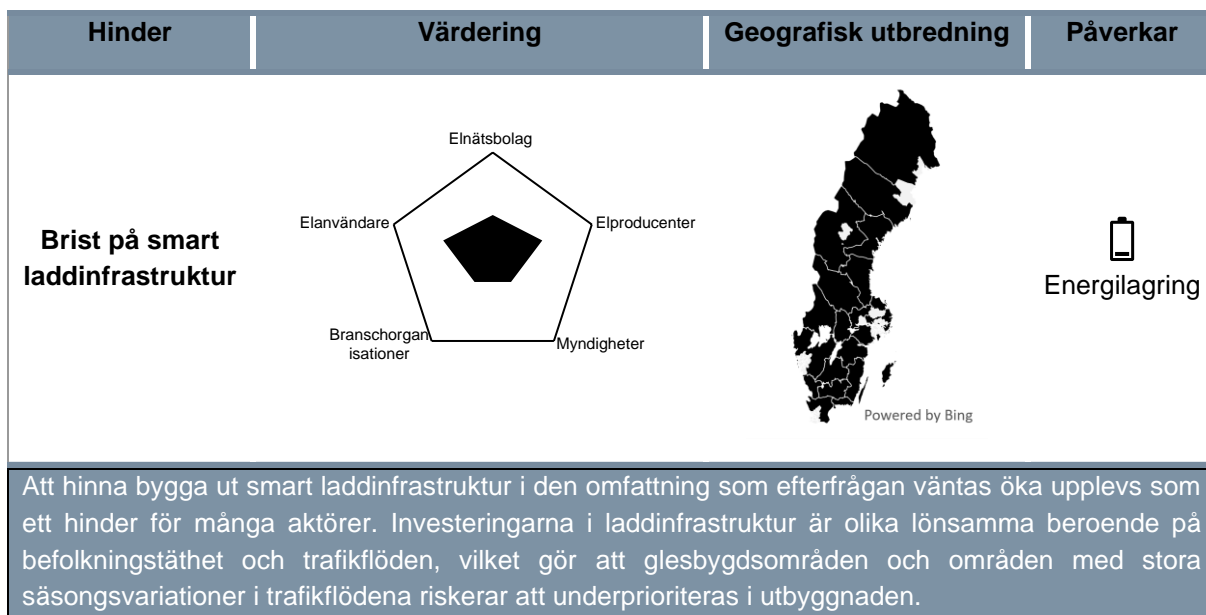
Förtydligande

Studiens avgränsning gällande energilagring

I hinder för energilagring inkluderas de hinder som uppstår när energilagring används av elnätsbolagen i sin verksamhet. Hur energilagring kan användas som flexibilitet, och vilken aktör som kommer att göra det, ingår alltså inte i detta uppdrag. Detta hinder beskriver därför enbart hur energilagring kan användas av elnätsbolag.

Det finns flera olika sätt att lagra energin och teknikutvecklingen går mycket snabbt. I dagsläget finns det få alternativ till vattenkraften för lagring under längre tidsperioder, såsom från sommar till vinter, utan det handlar snarare om timmar eller möjligen dygn. Lagring kan dock vara en framtida potentiell lösning för elnätsägare att klara av en elektrifiering och högre andel förnybar elproduktion. Ett hinder som har upplevts av vissa aktörer är dock att i Ellagen (1997:857), och enligt intentionerna i EU-kommissionens lagförslag *Ren energi för alla i Europa*, eller som det också kallas – *Ren energipaketet*, är det inte tillåtet för elnätsägare att bedriva vare sig produktion eller att använda lagring, exempelvis batterier bortsett från under specifika omständigheter (EU, 2019) (Regeringen, 1996). Detta är ett hinder då en lösning och möjliggörare för elektrifieringen inte är tillåten idag för elnätsägare, vilket också lyfts i enkätundersökningen. Respondenterna betraktade inte energilagringen i sig som ett hinder, utan snarare avsaknaden på marknadsmässiga incitament att investera i dem samtidigt som de saknar

äganderätten. Ansvarsfördelningen mellan elanvändare och elnätsbolag är otydlig och skiljer sig mellan kommuner och nätbolag. Utan äganderätt blir aktörerna tvungna att förlita sig på ledig kapacitet hos tredje part, vilket ger upphov till en beroendeställning som i sig sågs som ett hinder av vissa elnätsaktörer. Det kan dock finnas målkonflikter inbäddat i att ta bort hindret. Om elnätsägare skulle ha möjligheten att använda lagring så skulle denna potentiella tjänst försvinna från marknaden vilket inte behöver vara kostnadseffektivt. Ett förslag på hur ett system av flexibilitetsmarknader kan uppkomma, finansieras och nyttjas på lokal, regional och nationel nivå ges i Ei:s handlingsplan (Ei, 2020a).



Förtydligande

Vid en omfattande elektrifiering av samhället kommer transportfordon att stå för en stor del av det tillkomna effektbehovet. Beroende på storleken på fordonen krävs olika laddningseffekt och laddningsstrategier, både med avseende på laddningsfrekvens, laddningstid och positionering. Utbyggnaden sker i dagsläget i större utsträckning i tätbefolkade områden i form av icke-publika laddpunkter, det vill säga vid bostaden eller arbetsplatsen. Det är även vid icke-publika laddpunkter majoriteten av den överförda energin sker. Publika laddpunkter är också av stor betydelse för att öka rörligheten men även för att skapa förtroende för laddfordon. Med varierat intresse bland nätägare och andra aktörer att främja laddinfrastruktur kan det vara svårt för initiativtagare att få tillgång till attraktiva lägen. Utbyggnaden av infrastruktur kan särskilt försenas i områden med mycket glesbebyggelse och/eller stora säsongsvariationer i trafikflödet på grund av lägre lönsamhet jämfört med storstadsregioner och områden med stora trafikflöden. Med många olika tekniska lösningar och en snabb ökning i efterfrågan på av laddningsbara fordon riskerar utbyggnaden av laddinfrastrukturen att inte hinna byggas ut i motsvarande utsträckning som efterfrågan ökar, vilket i sig blir ett hinder för elektrifiering av särskilt fordonsflottan.

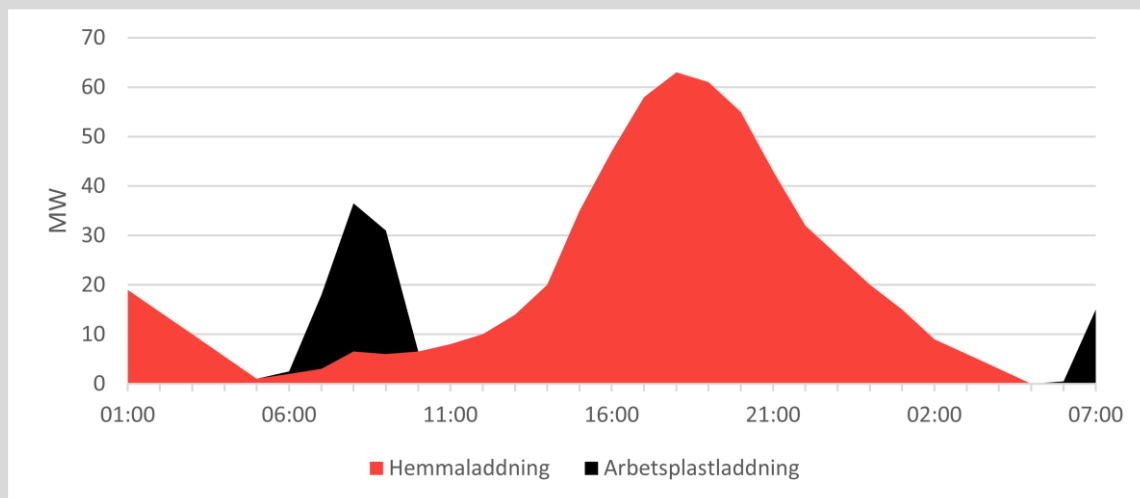
Fallstudie: Elektrifiering av transportsektorn i Stockholm - Ett hinder för elektrifiering av Stockholm (WSP, 2018)

En fullständig elektrifiering av transportsektorn innebär att fossila bränslen helt ersätts med el. Detta involverar en omställning för såväl personbilar och tvåhjulringar som lastbilar och bussar. Tekniken som kan möjliggöra en sådan omställning finns redan idag, dock så behöver denna kompletteras av både ekonomiska incitament samt stödjande infrastruktur.

Idag så består Stockholms läns personbilsflotta av ungefär 6 % laddbara fordon varav 1 % är rena elfordon, motsvarande siffror för Stockholms kommun är 5 % och 1 %. Andelen lastbilar som drivs på el i Stockholms län ligger på försvinnande 0,02 %. Med grund i dessa siffror så är det tydligt att det finns en stor potential för att elektrifiera transportsektorn i Stockholm.

En ökning av antalet elbilar i Stockholm skulle väsentligt öka elförbrukningen, se figur nedan för en uppskattning av effektbehovet för personbilar i Stockholm 2030. En ökad andel elbilar kräver även ett ökat antal laddningspunkter i Stockholm. Idag finns det knappt 2000 laddningspunkter och målet till 2030 är att det skall finnas 15 000–25 000 laddningspunkter för att ligga i linje med EU:s rekommendation om en publik laddare per 10 elfordon.

En fullständig elektrifiering av transportsektorn i Stockholm skulle minska utsläppen väsentligt, ge bättre luftkvalitet, minska buller samt skapa energitrygghet med minskat beroende av importerade bränslen.



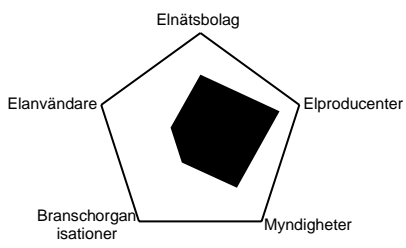

Figur 6. WSPs analys och omarbetade illustration över effektbehovet för personbilsladdning i Stockholm 2030.

Det största hindret för en fullständig elektrifiering av transportsektorn i Stockholm har traditionellt sett varit en oro och osäkerhet kring tillgången av laddinfrastruktur. Mer specifikt, tillgången till laddpunkter samt att dessa har tillräcklig effekt. Bortsett från dessa så utgör följande punkter även hinder för en elektrifiering av transportsektorn, där den sista berör energisektorn:

- Begränsat urval av elfordon samt begränsad räckvidd
- Högre inköpspris för ett elfordon jämfört med fordon med förbränningsmotor
- Ny teknik för elektrifiering av bussflottor och lastbilar
- Begränsad transmissionskapacitet in till Stockholm

Respondenter till studien underströk att det finns osäkerheter om hur Covid-19 kommer att leda till beteendeförändringar och en osäkerhet kring framtida transportbehov och laddning. Kommer t ex fler att jobba hemifrån och vad ställer det för krav på laddning samt tillgång till egen bil?

För att snabba på elektrifieringsprocessen efterfrågar vissa branschorganisationer och myndigheter tvingande krav på fordonstillverkare, alternativt kraftigare skatteväxling och därmed en högre tillåten elförbrukning. Genom att Regeringen, tillsammans med berörda aktörer inom transport- och infrastruktursektorn, tar initiativ att ingå en dialog med EU i frågan kan man enas om ett teknikval för internationella transporter, exempelvis kopplat till vätgasinfrastruktur och teknikval för elvägar. Infrastrukturen för tunga fossilfria transporter kan därigenom standardiseras. Långa ledtider med dels påbörjade investeringar som ska fullföljas samt utveckling av nya fordonsmodeller kräver att politiker sätter långsiktiga krav som är hårda men förutsägbara. En påskyndad elektrifiering av fordonsflottan och utbyggnad av tillhörande infrastruktur skulle förbättra elnätsföretagens möjligheter att mer aktivt matcha ledig kapacitet.

| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|---|---|---|---|
| <p>Brist på tillförlitliga effektprognosverktyg</p> |  |  <p>Powered by Bing</p> | <p>Stam-, region- och lokalnät</p> |
| <p>Brist på tillförlitliga effektprognosverktyg är ett hinder som främst tas upp av elnätsbolag, elproducenter och myndigheter.</p> | | | |

Förtydligande

Processen med att uppföra en ny ledning utgår alltid från en behovskartläggning, oavsett nätnivå. Behovsanalysen är absolut nödvändig, då den ligger till grund för koncessionsansökan och medföljande anslutningsplikt. En styrande aspekt i behovsanalysen är effektbehovet, huruvida det är permanent eller temporärt och vilka tekniska lösningar som måste till för att möta behovet. Effektbehovet styr även vilka ytterligare funktionskrav och utökade krav från Energimarknadsinspektionen (Ei) som måste mötas. Flertalet respondenter främst från elnätsägarna känner i dagsläget att det saknas tillförlitliga effektprognosverktyg med rimlig noggrannhet och de pekar även på att detta leder till svårigheter att hantera effektbalansen och därmed reglera eventuell över- och underproduktion.

Omställningen går snabbare än vad elnäten kan byggas ut och osäkerhet i effektprognosverktyg kan bidra till både under- och överdimensionerade investeringar i elnätet bland elföretagen. Tidigare har nämnts att det finns en osäkerhet kring vilket ansvar som följer på lång sikt av elnätsföretagens avtal om effekt med befintliga kunder, och att det finns flera exempel på elnätsföretag som hanterat denna osäkerhet genom att ha stora marginaler i nätplaneringen (så kallad luftbokning). Bristande underlag från regioner, kommuner och större elanvändare om framtida effektbehov bidrar till att prognoser blir mer osäkra och saknar en rimlig noggrannhet, vilket inverkar negativt på elnätsföretagens möjlighet att dimensionera infrastrukturen i den omfattning som en omfattande elektrifiering av samhället kräver. I Ei:s handlingsplan (Ei, 2020a) har Ei bland annat föreslagit att det på grund av problematiken med luftbokningar finns anledning att låta beräkningar av ledig kapacitet utgå från nätets faktiska fysiska belastning, som även tar hänsyn till sammanlagringseffekter, dvs. inte den avtalade belastningen.

| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|--|-----------|------------------------|--|
| <p>Bristande samarbete och kommunikation mellan elnätsbolag, elproducenter och myndigheter</p> | | <p>Powered by Bing</p> | <p>Stam-, region- och lokalnät, Elproduktion</p> |
| <p>Bristande samarbete och kommunikation mellan olika aktörer i kraftsystemet är ett övergripande hinder, främst upplevt av elproducenter och myndigheter.</p> | | | |

Förtydligande

Samarbetet mellan kommuner/regioner, elnätsbolag och energibolag kan emellanåt vara bristfällig vilket upplevs som ett övergripande hinder från flertalet respondenter. Anledningen kan vara att dessa bolag känner att kommuner har bristande förståelse kring bland annat effektproblematik. Detta skapar då ett hinder för elektrifieringen då friktion uppstår i samarbetet mellan dessa aktörer samt att det uppstår en risk i att elnät och elproduktion inte utvecklas i linje med framtida efterfrågan i kommunen. Samarbetet kan kännas trögt och i slutändan bidra till att nödvändiga tillståndsprocesser, beslut och investeringar antingen tar längre tid än nödvändigt eller uteblir. Exempelvis kan detta beröra samarbete mellan nya etableringar av infrastruktur eller nya användare som kräver samarbete mellan båda aktörerna för att nå en kostnadseffektiv och snabb lösning. Då kommunala tillväxtplaner åtskiljs från elnätutvecklingsplanen och kommunikationen mellan energibolag och kommuner brister, finns risk för kapacitets- och effektbrist, som i sin tur utgör hinder för elektrifiering. Bristande samarbete och kommunikation mellan elnätsägare och kommuner kan även bidra till fler markkonflikter och konflikter gällande olika typer av infrastrukturer om kommunernas översikts- och energiplan inte överensstämmer.

I Ei:s handlingsplan (Ei, 2020a) bedömer Ei att kommuner och regioner, såväl som andra aktörer, bör ha ett stort intresse i att informera nätföretagen i ett tidigt skede gällande planerade anslutningar och på så sätt delta i ett tidigt skede i samrådsprocessen när nätföretagen tar fram nätutvecklingsplaner. (Ei, 2020a) har i samma handlingsplan analyserat hur förfrågningar om nyanslutningar av förbrukning ska hanteras vid nätkapacitetsproblem och om det kan finnas skäl att införa någon form av prioriteringsordning vid anslutning av olika typer av anläggningar och funktioner.

Samarbete mellan olika elnätsföretag

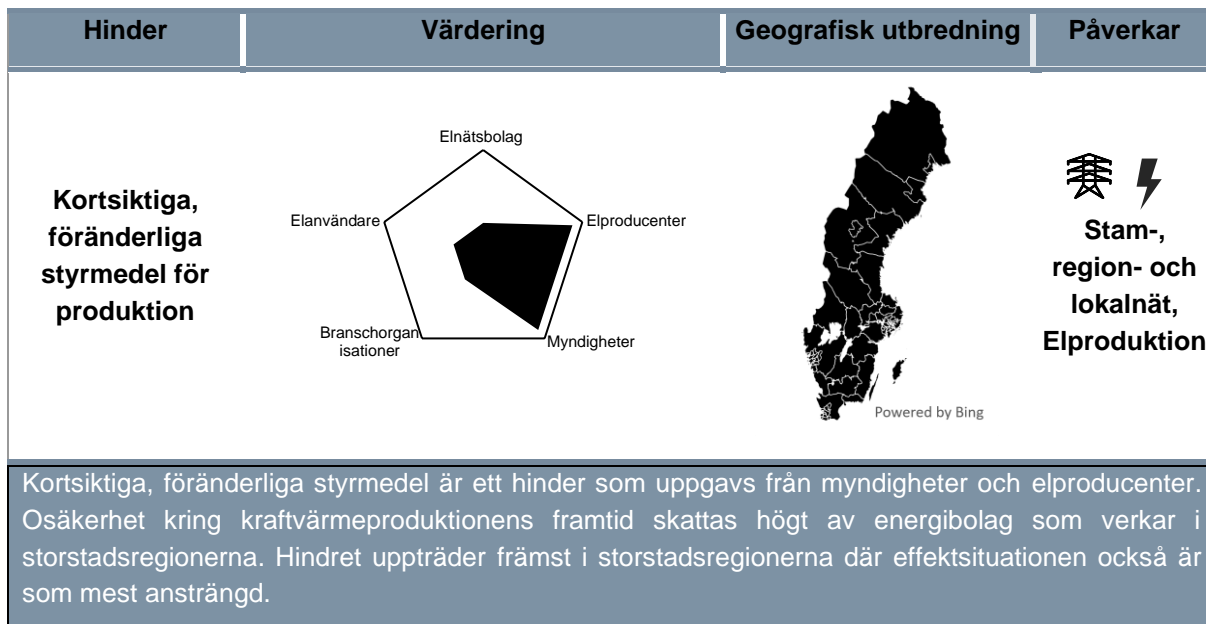
Lokalnätsägare finner att det är svårt att skapa prognoser för framtiden då många av problemen uppkommer i regionnäten och/eller stamnäten (de större överliggande elnätet). För att möjliggöra tillförlitliga prognoser så är en ökad transparens genom hela elnätskedjan nödvändig. Den bristfälliga transparensen är ett hinder för elektrifieringen då lokalnätsägarna är de som ligger närmast kund och med bristfälliga prognoser så följer bristfällig planering, investering och beslut som kan missgynna en elektrifiering.

Gränsöverskridande samarbete

Vid tillförsel av el från energikällor, som ofta är icke-planerbara, uppkommer underskott under vissa tillfällen. Underskotten som framför allt kan uppkomma under vintertid då användningen generellt är högre kommer att behöva täckas. Detta kan ske med flexibilitetstjänster (som lämnats utanför denna studie) eller en större import av el. För att underlätta internationell handel med el förutsätts ett större

samarbete ske med närliggande länder, inte minst de nordiska länderna. Ett gynnsamt samarbete förutsätter effektivt utbyte av information, data och erfarenheter. Om effektiva kanaler för sådant samarbete inte finns i tillräckligt stor skala, eller om Nordiska ministerrådets elmarknadsforum inte är tillräckligt välutarbetat så kan detta orsaka ett hinder för en framtida elektrifiering (Energimyndigheten, 2019) (Regeringen, 2020).

3.3 MINDRE HINDER



Förtydligande

Styrmedel kan ta sig olika uttryck och vara av administrativ, ekonomisk eller informativ natur. Styrmedel verkar genom att de exempelvis ger incitament för energibolagen att investera i vissa produktionsmetoder framför andra, något som på sikt påverkar kraftsystemets utformning. Om styrmedlen plötsligt ändrar riktning och omfattning skapas en ekonomisk osäkerhet hos investerare, vilket är någonting flera respondenter upplever som ett hinder i den långsiktiga planeringen för framtida investeringar i elnät och elproduktion.

Styrmedel har positiva effekter i att vissa omställningsprocesser forceras och politiska mål uppfylls. Detta gör även utformningen av styrmedlen kritisk då de även kan ge snedvridningseffekter som kraftsystemet inte är utrustad att hantera. De svenska nyckelstyrmedlen för energitillförsel återfinns i energi- och koldioxidskatten, avfallsförbränningskatt, utsläppsrättssystemet, elcertifikatsystemet, initiativ för vindkraft samt stöd till solenergi (Regeringen, 2020). Att dessa nyttjas kraftslagsvis och inte tar hänsyn till kraftslagets övriga funktioner i kraftsystemet utgör ett hinder, eftersom systemfunktionen riskerar att försvinna utan att bli ersatt. Detta kan leda till effektbrist.

Osäkerhet kring kraftvärmeproduktionens framtid

I regioner med kapacitetsbrist fyller kraftvärmens idag en systemfunktion och bidrar till den lokala effektbalansen, framförallt i storstäder. Kraftvärmens beskattas genom en mängd olika styrmedel, exempelvis genom beskattning av insatsbränslen och fastighetsbeskattning. Under 2019 genomfördes lagändringar gällande beskattning vid förbränning av fossila bränslen i kraftvärmeverk och under 2020 gjordes ytterligare lagändringar kring beskattningar på förbränning av avfall (Ei, 2020a). Förbränningskattsutredningen som gjordes bedömde att dessa ändringar riskerade att resultera i en minskad lönsamhet för dessa anläggningar. Det understryks av respondenter i enkätundersökningen

att med nuvarande marknadsförhållanden krävs långa körtider för att kraftvärmeverk ska vara lönsamma. En minskad lönsamhet riskerar att leda till att färre nyinvesteringar eller reinvesteringar görs. Detta skulle då återigen ställa högre krav på överföringskapaciteten till regioner där kraftvärme tas ur bruk från andra delar av nätet. Det är osäkert huruvida kraftvärme kommer ges några ekonomiska stöd i framtiden och särskilda uppgörelser har behövts i Stockholm, Uppsala och Malmö för att klara av rådande effektsituation.

Kraftvärme bistår inte bara med effekt och elektricitet ut på elnätet utan genererar också värme till fjärrvärmenätet. Under flera år har regelverken som påverkar bebyggelsen anses av t.ex. elproducenter vara mer gynnsam mot uppvärmning med el jämfört med andra uppvärmningsformer såsom fjärrvärme. Efter revideringar har konkurrensneutraliteten mellan värmepumpar och fjärrvärmen ökat men är ett arbete som fortsätter där Boverket i samverkan med Statens Energimyndighet under 2020 fått i uppdrag att utreda kompletterande krav i byggreglerna för att bl.a. säkerställa att konkurrensneutraliteten mellan hållbara, icke-fossilbränslebaserade, uppvärmningssystem inte snedvrids av bl.a. reglerna om undantag för förnybar energi som alstras inom byggnadens tomtgräns. (Regeringskansliet, 2020 b).

Detta slår även igenom när det kommer till olika miljöcertifieringar. Här finns en målkonflikt eftersom elektrifiering av uppvärmning skulle kunna leda till ett skifte från framförallt fjärrvärme, för enskilda hushåll, mot värmepumpar eller annan eldriven uppvärmning. Det finns ytterligare en målkonflikt kring ökad eldriven uppvärmning, nämligen minskad efterfrågan på värme från kraftvärmeverken. Eftersom kraftvärmeverken producerar både el och värme resulterar minskad efterfrågan på värme från kraftvärmeverk också en minskad elproduktion. Sammanfattningsvis skulle en elektrifiering av uppvärmning inte bara öka behovet ut av el, utan även potentiellt kunna minska elproduktionen.

Värdering av fjärrvärme och eluppvärmning

Vid klimatvärdering av fjärrvärme och bioenergi är Greenhouse Gas Protocol en vanlig metod. Klimatvärderingen görs då genom att mängden energi multipliceras med energibärarens emissionsfaktor. Denna värderingsmetod lägger kritisk vikt vid hur emissionsfaktorn värderas och innebär att utsläppen allokeras till energin och inte avfallsbehandlingstjänsten. Därigenom premieras eluppvärmning, som oftast beräknas utifrån nordisk elmix, framför andra uppvärmningsformer.

| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|---|-----------|------------------------|---|
| <p>Osäkerhet kring ny teknik</p> | | <p>Powered by Bing</p> | <p>Stam- region- och lokalnät, Elproduktion, Energilagring</p> |
| <p>Främst branschorganisationer och myndigheter anger att osäkerhet kring ny teknik, antingen för egen del eller hos andra aktörer inom kraftsystemet, utgör ett hinder för elektrifieringen. Osäkerheten kan grunda sig i ointresse, okunskap eller att tekniken inte är beprövad i kommersiell skala.</p> | | | |

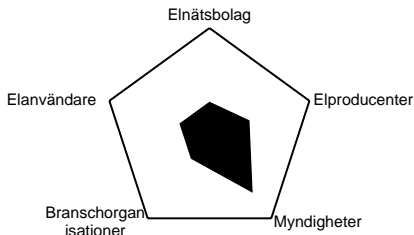
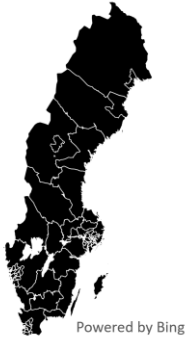

Förtydligande

Osäkerhet kring ny teknik som inte anses beprövad, kan leda till att beslut och investeringar läggs på framtiden. Detta skapar då ett hinder för elektrifieringen som är i behov av att nya investeringar görs och nya innovativa lösningar används (Industrins Reformagenda, 2020).

Exempelvis så möter oftast "early adopters" (de som först använder ny teknik och nya metoder) en högre kostnad och en större risk än vad "late adopters" (de som väntar med att använda en ny teknik eller metod tills den är beprövad) gör. Detta grundar sig i att till en början så kan vissa brister i tekniken eller önskade effekter bidra till kostnader som går att undvika för de som väntar med användandet av tekniken tills dess att de är lösta. Detta skapar ett hinder i linje med de nämnda ovan. Nya lösningar/investeringar som krävs för elektrifieringen får inte ett tillräckligt snabbt genomslag (Sweco, 2014).

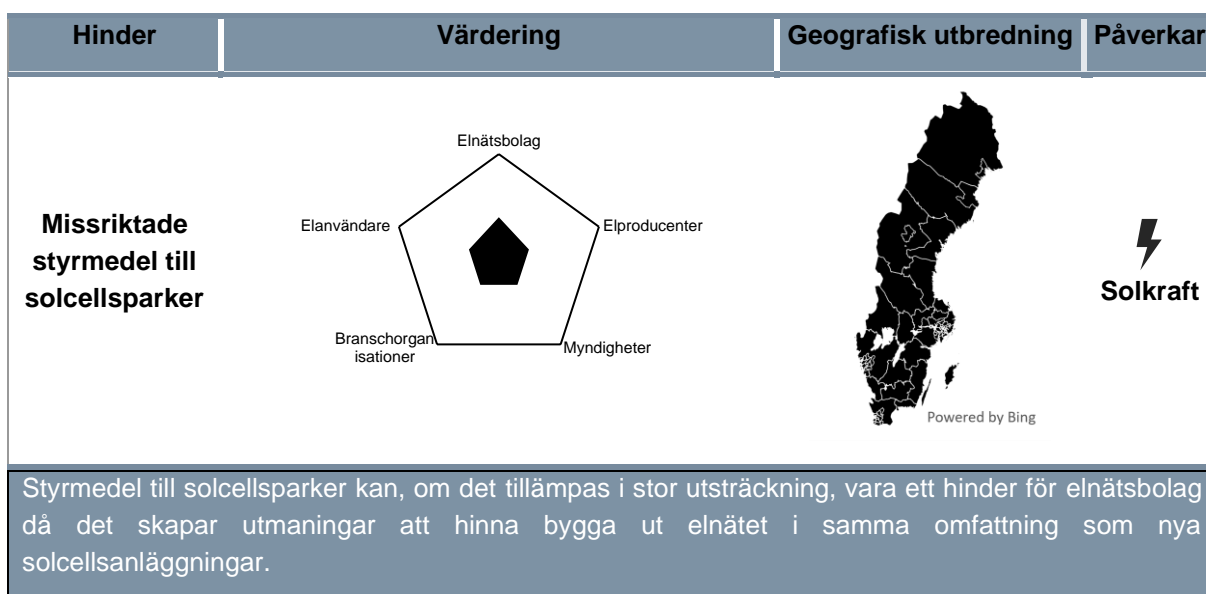
Fallstudie: Industrialisering av vätgasproduktion

Vätgas kan framställas utifrån en rad olika råvaror, däribland förnybar elektricitet, biomassa och befintliga biproduktströmmar av vätgas inom industrin. Detta ger upphov till flera möjliga lagrings- och distributionsalternativ för en storskalig systemlösning (Wallmark, et al., 2014). Merparten av den vätgas som produceras idag härrör från fossil naturgas och fossilt kol. Vätgasproduktionen är huvudsakligen lokal och det sker begränsat med internationell handel (Energiforsk, u.d.). Att kunna framställa vätgas till ett konkurrenskraftigt pris ses som en av de större utmaningarna med att industrialisera vätgasframställningen. Världens största vätgasproduktionsanläggning finns i Fukushima, Japan, och har en installerad effekt på 10 MW. Produktionen baseras på vattenelektrolys och framställningen får el från en tillhörande solcellsanläggning på 20 MW samt från elnätet (Toshiba Energy, 2020). Sverige har inlett ett pilotprojekt för storskalig vätgasproduktion i Luleå, som ett led i HYBRIT. Pilotprojektet innefattar en elektrolysanläggning på 4,5 MW (Vattenfall, 2019). Pilotprojektfasen pågår mellan år 2021–2023 och är att betrakta som en deletapp av HYBRIT-projektet för att kunna elektrifiera järn- och stålindustrin. Den påföljande demonstrationsfasen är tänkt att bedrivas i industriell skala och beräknas ha ett sammantaget effektbehov i storleksordningen 400–600 MW (Hybrit Development AB, 2020).

| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|--|---|---|---|
| Bristande kunskap, förståelse och intresse för el- och effektrelaterade samband från elanvändare |  |  Powered by Bing |  Elnät, Elproduktion |
| Många elnätsaktörer men främst myndigheter ser bristande kunskap, förståelse och intresse bland elanvändare som ett hinder för elektrifieringen. | | | |

Förtydligande

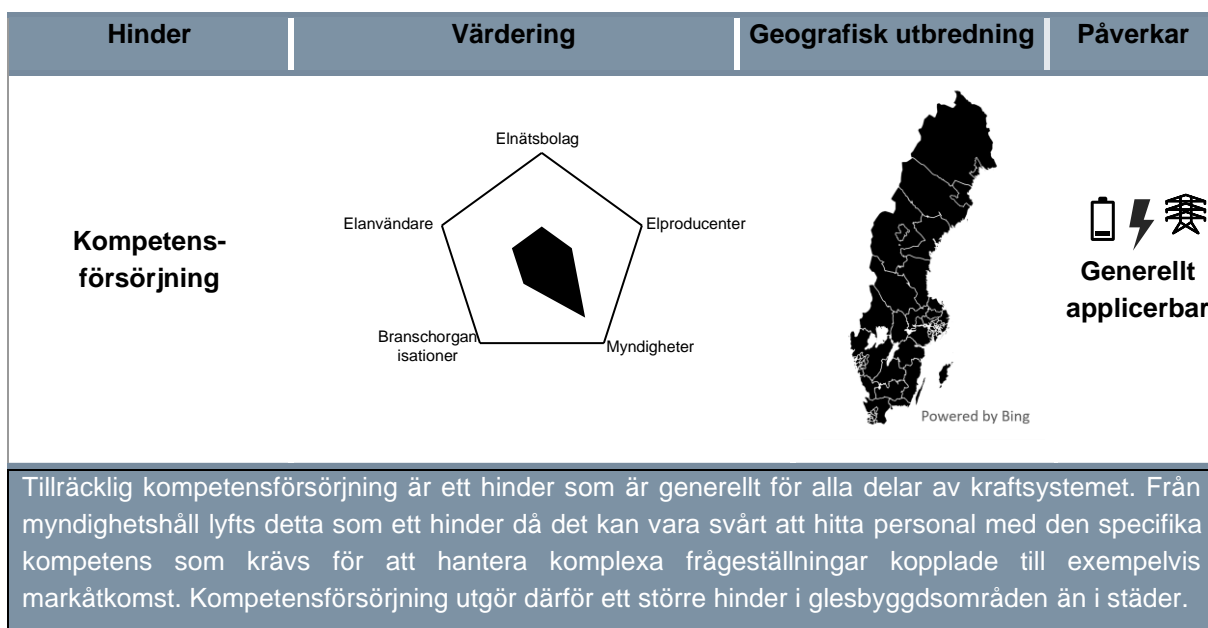
Aktörer inom elindustrin har både kännedom och intresse för el- och effektrelaterade samband, men dessa och tillhörande ekonomiska och tekniska förutsättningar är inte lika givna för allmänheten. Att information kopplad till tillstånd, regler och bidrag sällan finns samlade på ett och samma ställe försvårar för intresserade att veta vart de ska vända sig med frågor. Bristande kommunikation mellan elnätsföretagen och elnätskunden gör att elnätskunderna många gånger inte är medvetna om hur deras konsumtionsmönster påverkar belastningen på elnätet och vilka hinder som finns förknippade med ökad elanvändning.



Förtydligande

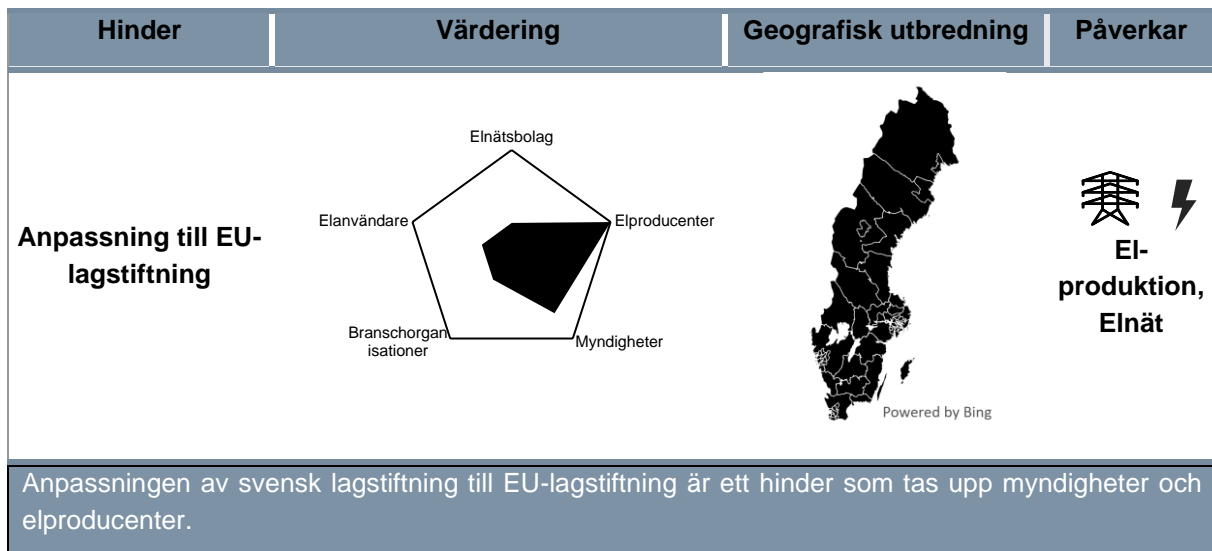
De styrmedel som tidigare nämnts för solkraft, under avsnitt 2.1, har påverkan på utvecklingen för solkraft i Sverige. Återbetalningstiden för en solcellspark är 15 till 20 år, vilket är längre än för jämförbara investeringar i vindkraft.

Utformningen av styrmedlen riktat mot solkraft, samt den tillhörande långa återbetalningstiden, utgör därmed ett potentiellt hinder för investeringar i solkraftsparker. Solcellsparker har lägre installationskostnader än takbaserade solceller på grund av storskalighetsfördelar och med en potentiellt ökad lönsamhet så kan antalet solcellsparker komma att öka. (NEPP, 2020). Det kan då uppstå en tidsmässig obalans mellan tiden det tar att ansluta nya solcellsanläggningar och tiden att få nya elnätsutbyggnader beviljade, vilket skapar utmaningar för elnätsföretagen att hinna bygga ut elnätet i samma omfattning som nya solcellsanläggningar. Om ekonomiska styrmedel riktas så att de främjar nyinstallation riskerar obalansen att förstärkas och medföra kapacitetsbrist på sikt.



Förtydligande

Ett hinder för ökad elektrifiering och elproduktion är brist på tillgång av nödvändig kompetens. Här inkluderas såväl möjligheten att finna kompetent personal såväl som att kunna locka unga till branschen (NEPP, 2020). Flera hållbara energiprojekt såsom etableringar av vindkraftsparker, förstärkningar av elnätet med mera finns oftast på landsbygd och är geografiskt utspridda runt om i landet. Projekten kräver att det finns lokal arbetskraft med nödvändig kompetens, vilket kan vara en bristvara i särskilt glesbyggsområden. Detta inkluderar inte enbart möjligheten att locka kompetens till det egna företaget utan även i form av konsulter och underleverantörer (Ejdemo, et al., 2017). Utan denna kompetens riskerar dessa projekt att försenas och/eller inte bli av.



Förtydligande

Sveriges inträde i EU år 1995 har medfört en successiv implementering av EU-direktiv i den svenska lagstiftningen. EU-direktiv är bindande och måste följas, vilket kräver att svensk lagstiftning anpassar sig för att inte strida mot EU:s regler. Det första inreklamspaketet beslutades samma år som den svenska avregleringen av elmarknaden 1996 och därefter har flera reviderade, mer detaljerade direktiv rullats ut i syfte att nå en harmoniserad europeisk elmarknad (Ei, 2020b). Implementeringen av EU-lagstiftningen är dock komplex och för energi- och elnätsbolagen kan den vara handlingsförlamande då vissa verksamhetsområden är strikt reglerade, medan andra relaterade områden inte behandlas av lagstiftningen. Tillståndsprocessen blir mer komplex och blir ett hinder för elektrifiering.

Taxonomiförordningen

För att nå klimatmålen genom en elektrifiering behöver de elproducerande teknologierna vara hållbara och förnybara. EU arbetar i nuläget fram en ny taxonomiförordning som ställer specifika krav på vilka investeringar som kan klassificeras som hållbara. Här kan nämnas att svenska vattenkraftverk eventuellt inte kommer att benämnas som hållbara utan att vidare miljöanpassningar implementeras samt att de specifika krav som ställs på vattenregleringen i dessa vattenkraftverk skulle minska dessa. De specifika krav det handlar om påverkar vattenkraftverkens förmåga att balansera kraftsystemet och utgör ett hinder för integrationen av både vind- och solkraft. Det råder även osäkerhet om kraftvärmeverk som använder biobränslen kommer att klassificeras som hållbara. Taxonomin kommer styra vart hållbara investeringar kommer gå och om dessa missgynnar de viktiga och fossilfria produktionssätt som Sverige har idag så skapas ett hinder för elektrifiering. Exempelvis skulle taxonomin kunna leda till att elproducenter inte investerar i vattenkraft (Langer, et al., 2020) (Håkansdotter & Morfeldt, 2020). Vidare skulle en sådan omklassificering av hållbara investeringar även kunna bidra till att flera aktörer inom energisektorn måste styra bort från nuvarande planer vilket kan bli kostsamt samtidigt som det kan sätta stopp för andra viktiga investeringar för elektrifieringen.

- **Begränsad elektrifiering**

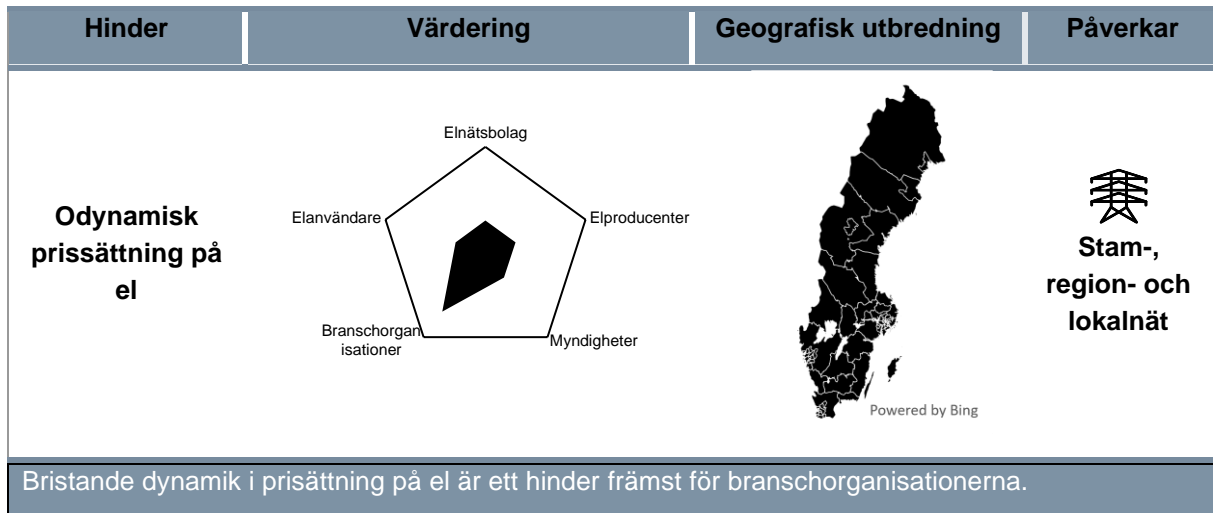
En klassificering av vattenkraftverk som icke-hållbara skulle i längden påverka företag som dels väljer att investera i kraftslaget, detta då det kan föreligga svårigheter att säkra investering för projekt. Detta skulle innebära att baskraft skulle riskera att försvinna till förmån för andra kraftslag.

- **Kapacitetsproblematik**

Kraftvärmeproduktion finns oftast lokalt, i nära anslutning till städer. En minskad lokal produktion som sker med hjälp av kraftvärmeverk i storstäder kan innebära att en redan stor kapacitetsproblematik blir än större.

- **Frekvensreglering**

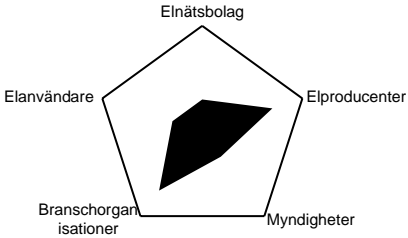

Minskad andel vattenkraft i Sverige, som står för 40% av årlig elproduktion, skulle innebära en försämrad frekvensreglering i det svenska elsystemet och påverka elsystemet i stort om kraftslaget skulle minska.



Förtydligande

Elnätstariffer är avgifter som elanvändare betalar för att nyttja elnätet. Tariffstrukturen i Sverige ser olika ut beroende på spänningsnivå, men kan huvudsakligen delas upp i *effektbaserade* (kr/kW), *energibaserade* (kr/kWh) eller en kombination av båda. På högre spänningsnivåer tenderar tariffen vara effektbaserad, vilket innebär att prissättning för användningen av elnätet utgår från energianvändningen under en bestämd period. På lägre spänningsnivåer tenderar tariffen vara energibaserad, vilket innebär att kundens kostnad baseras på energiuttaget. Varje elnätsbolag har rätt att utforma sin egen tariffstruktur (Ei, 2020c). Utöver elnätstariffen betalar elanvändaren även en energiskatt, vilket är en punktskatt som tas ut som en fast kostnad av elanvändningen.

För elnätsbolagen är den nuvarande tariffstrukturen ett hinder då endast en liten del av prissignalerna på överliggande nät når elanvändaren. Detta beror till stor del på att tarifferna på regions- och lokalnätetsnivå är legalt förbjudna att vara geografiskt differentierade. Alla prissignaler från överliggande nät blir då medelvärdesviktade (Ei, 2020c). För elnätsbolagen är tarifferna inte kostnadsreflekterande då deras faktiska kostnader för belastningen är tidsberoende. Prissättningen är ett hinder i hela landet. Prissättningen skapar få ekonomiska incitament för elanvändare att anpassa sin elanvändning och kan därför bidra till effektbrist på sikt. Samtidigt finns en risk för att kraftigt effektbaserade tariffstrukturer minskar incitamenten för elektrifiering och leder till att gamla beprövade tekniker, som inte nödvändigtvis går i linje med rådande klimatmål, används istället.

| Hinder | Värdering | Geografisk utbredning | Påverkar |
|--|---|--|---------------------------|
| <p>Svaga incitament för utbyggnad och uppgradering av vattenkraft</p> |  |  <p>Powered by Bing</p> | <p>Vattenkraft</p> |
| <p>Svaga incitament för utbyggnad och uppgradering av befintliga vattenkraftverk är ett hinder för elproducenterna och branschorganisationerna. Hindret berör främst de delar av landet där vattenkraften är mest utbyggd, vilket innefattar Uppsala, Västra Götaland och norr om Dalarna.</p> | | | |

Förtydligande

Incitamenten för att bygga ut och uppgradera vattenkraft är svaga. Detta visar sig genom att de flesta investeringarna som görs idag är riktade mot renovering och för att bibehålla funktion på befintliga anläggningar. De begränsade incitamenten för dessa typer av utbyggnader utgör därmed ett hinder sett till den framtida elproduktionen. Då merparten av den befintliga vattenkraften är belägen i norra Sverige samt i Uppsala, Västra Götaland och Dalarna, är hindret störst i dessa områden.

För småskaliga vattenkraftverk, som tillsammans utgör en mindre del av den installerade vattenkraftskapaciteten, är drift- och underhållskostnaderna betydligt högre än för storskaliga vattenkraftverk. De småskaliga är oftast lokaliserade i södra Sverige med andra nederbördsmonster och ligger nära konsumenterna. Kombinationen av dessa faktorer utgör ett hinder då det begränsar den småskaliga vattenkraftens framtida potential men där investerings- och driftskostnaderna kan ses som ett hinder. Dock bör nämnas att dessa småskaliga kraftverk på det stora hela är mindre effektiva i jämförelse med storskalig vattenkraft som oftast drivs under mer gynnsamma förhållanden (NEPP, 2020).

4 SLUTORD

WSP har fått i uppdrag av Naturvårdsverket att undersöka vad som i dagsläget utgör hinder för energisektorn för att kunna bidra till en ökad användning av el i transport- och i industrisektorn.

Syftet med rapporten är att kartlägga och värdera dessa hinder. Studiens fokus är hinder för elproduktion, elnät och energilagring som resurs för elnätsföretagen. Under studien har ett tjugotal hinder identifierats i såväl litteratur som i en enkätstudie, varav WSP med stöd av enkätrespondenternas bedömning av hindren har värderat sju som stora hinder, fyra som mellanstora hinder och resterande som mindre hinder. Hindrena har en påverkan på flera olika områden inom energisektorn såsom elnätsföretagens stam-, region- och lokalnät, elproducenternas förmåga att öka sin elproduktion av vind-, sol-, vatten- och värmekraft samt möjligheterna för elnätsföretagen att använda energilagring. Hindrena har även kartlagts utifrån deras geografiska utbredning eller snarare utifrån var hindret upplevs och/eller har störst påverkan i Sverige. De största hindrena reovisas i nedanstående tabell:

| Stora hinder | | | | |
|---|--|---|-----------------|---|
| Identifierade hinder | Hindrets område | Hindrets geografiska utbredning | Prioritering ** | Vilka respondenter påverkas |
| Långa tillståndprocesser | Stam-, region- och lokalnät | Hela Sverige | 1 | Alla aktörer beskriver att detta hinder är en utmaning där elnätsbolag, elproducenter och branschorganisationer värderar det högst. |
| Kapacitetsbegränsningar i elnät | Stam-, region- och lokalnät | Storstadsregioner, södra Sverige samt enskilda geografiska punkter med energiintensiva industrier | 2 | Alla aktörer beskriver att detta hinder är en utmaning där myndigheter och elnätsbolag skattar det högst. |
| Markkonflikter | Stam-, region- och lokalnät Elproduktion Energilagring | Storstadsregioner, elområde 2 | 3 | Alla aktörer beskriver att detta hinder är en utmaning där elproducenter, elnätsbolag och branschorganisationer skattar det högst. |
| Svårförutsägbara kommunala veton | Vindkraft | Hela Sverige | 4* | Hindret beskrivs som en utmaning främst av myndigheter, branschorganisationer och elproducenter. |
| Intäcksreglering | Stam-, region- och lokalnät | Hela Sverige | 4* | Hindret beskrivs SOM en utmaning av samtliga aktörer förutom elanvändare . |
| Otydligheter i befintliga och framtida regelverk | Stam-, region- och lokalnät Energilagring | Hela Sverige | 5 | Hindret beskrivs som en utmaning främst av elproducenter, elnätsbolag och branschorganisationer. |
| Brist på marknadsmässiga förutsättningar för systemtjänster | Stam-, region- och lokalnät | Hela Sverige | 6 | Hindret beskrivs som en utmaning främst av elproducenter, elnätsbolag och branschorganisationer. |

*har värderats lika högt, ** Ordningen baseras på svar från ett begränsat urval aktörer och på subjektiva bedömningar och bör tolkas med försiktighet.

Hinderna är ordnade efter hur stor utmaning de upplevs vara för elektrifieringen. Eftersom ordningen baseras på ett begränsat urval och subjektiva bedömningar bör den tolkas med försiktighet. Bland de stora hindren som beskrivs i studien finns långa tillståndsprocesser som en av de största utmaningarna enligt samtliga aktörer där elnätsbolag, elproducenter och branschorganisationer skattat hindret något högre än resterande aktörer. Därefter följer kapacitetsbegränsningar i elnät och markkonflikter som till skillnad från övriga stora hinder har en mer specifik geografisk utbredning. Gemensamt är utbredningen i storstadsregioner. Svåröversägliga kommunala veton för vindkraft och intäktsgrening för stam-, region- och lokalnät upplevs enligt studien som lika stora utmaningar. Det är samma typ av aktörer som påverkas av båda hindren bortsett från intäktsgreningens påverkan på elnätsbolagen. Otydligheter i befintliga och framtida regelverk samt brist på marknadsmässiga förutsättningar för systemtjänster påverkar främst elproducenter, elnätsbolag och branschorganisationer.

| Mellanstora hinder | | | | |
|---|---|---------------------------------|----------------|--|
| Identifierade hinder | Hindrets område | Hindrets geografiska utbredning | Prioritering** | Vilka respondenter påverkas |
| Brist på tillförlitliga effektprognosverktyg | Stam-, region- och lokalnät | Hela Sverige | 1 | Hindret beskrivs som en utmaning främst av elproducenter, elnätsbolag och myndigheter. |
| Bristande samarbete och kommunikation mellan elnätsbolag, elproducenter och myndigheter | Stam-, region- och lokalnät Elproduktion | Hela Sverige | 2 | Hindret beskrivs som en utmaning främst av myndigheter och elproducenter |
| Otydlighet kring reglering av energilagring | Energilagring | Hela Sverige | 3 | Hindret beskrivs som en utmaning främst av branschorganisationer |
| Brist på smart laddinfrastruktur | Energilagring | Glesbygd | 4 | Hindret beskrivs som en utmaning främst av elproducenter och elanvändare |

** Ordningen baseras på svar från ett begränsat urval aktörer och på subjektiva bedömningar och bör därför tolkas med försiktighet.

De mellanstora hindren påverkar sällan alla respondenter i lika stor utsträckning. Detta till skillnad från de stora hindren. Det mellanstora hinder som upplevs som den största utmaningen är brist på tillförlitliga effektprognosverktyg och påverkar främst elproducenter, elnätsbolag och myndigheter. Vidare inom området stam-, region- och lokalnät beskrivs bristande samarbete och kommunikation mellan elnätsbolag, elproducenter och myndigheter som en utmaning av myndigheter och elproducenter. Branschorganisationerna lyfter otydlighet kring reglering av energilagring som en utmaning.

Mindre hinder

| Indentifierade hinder | Hindrets område | Hindrets geografiska utbredning | Prioritering ** | Vilka respondenter påverkas |
|--|---|---|-----------------|--|
| Kortsiktiga föränderliga styrmedel för produktion | Stam-, region- och lokalnät Elproduktion | Hela Sverige | 1 | Hindret beskrivs som en utmaning av elproducenter och myndigheter. |
| Anpassning till EU-lagstiftning | Elproduktion Elnät | Hela Sverige | 2 | Hindret beskrivs som en utmaning av myndigheter och som en stor utmaning av elproducenter. |
| Osäkerhet kring ny teknik | Stam-, - region-, - och lokalnät Elproduktion Energilagring | Hela Sverige | 3 | Hindret beskrivs som en utmaning av branschorganisationer och myndigheter. |
| Svaga incitament för utbyggnad och uppgradering | Vattenkraft | Befintlig vattenkraft, Dalarna och uppåt samt Västra Götaland och Uppsala | 4 | Hindret beskrivs som en utmaning av branschorganisationer och elproducenter. |
| Bristande kunskap, förståelse och intresse för el- och effekterrelaterade samband från elanvändare | Elnät Elproduktion | Hela Sverige | 5 | Hindret beskrivs som en utmaning av myndigheter. |
| Kompetensförsörjning | Generellt applicerbar | Hela Sverige | 6* | Hindret beskrivs som en utmaning av myndigheter. |
| Odynamisk prissättning på el | Stam-, region- och lokalnät | Hela Sverige | 6* | Hindret beskrivs som en utmaning av branschorganisationer. |
| Missriktade styrmedel till solcellsparker | Solkraft | Hela Sverige | 7 | Hindret beskrivs som en utmaning av elnätsbolag. |

*har värderats lika högt, ** Ordningen baseras på svar från ett begränsat urval aktörer och på subjektiva bedömningar och bör därför tolkas med försiktighet.

Studiens mindre hinder påverkar generellt sett respondenterna i låg utsträckning, med vissa undantag då respondenter sticker ut och ser dessa som en utmaning. Dessa undantag och variationer gör att även de mindre hindren kan särskiljas och rangordnas, där "Kortsiktiga föränderliga styrmedel för produktion" skattas som den största utmaningen av främst elproducenter och myndigheter. Vidare uppger elproducenter och myndigheter även att "Anpassning till EU-lagstiftning", vilket precis som föregående hinder gäller elnät och elproduktion, är något som hindrar elektrifieringen av Sverige. "Osäkerhet kring ny teknik" gäller i tillägg till tidigare nämnda problem-områden även energilagring, detta hinder är en utmaning för branschorganisationer och myndigheter. Särskiljande för "Svaga incitament för utbyggnad och uppgradering", som påverkar befintlig vattenkraft, är att det har en specifik geografisk utbredning, till skillnad från de andra mindre hindren, som gäller hela Sverige. "Bristande kunskap, förståelse och intresse för el- och effekterrelaterade samband från elanvändare" och "Kompetensförsörjning" är två hinder som endast framhävs som en utmaning av myndigheter, medan "Odynamisk prissättning på el" och "Nuvarande styrmedel till solcellsparker" pekas ut av branschorganisationer respektive elnätsbolag. En generell slutsats för de mindre hindren är att de är kopplade till elnät och elproduktion samt att det i stor utsträckning är myndigheter som upplever dessa som en utmaning.

Sammanfattningsvis har WSP i denna studie visat på ett antal upplevda hinder som idag finns i energisektorn. Det är dock viktigt att komma ihåg att det är en bransch under ständig utveckling och att denna studie därmed ska ses som en ögonblicksbild. Några medskick till det kommande arbetet med regeringens nästa klimathandlingsplan och för Energimyndighetens arbete med Hållbar elektrifiering samt styrmedelsanalyser inom energi- och miljöområdet är att ha en bred samverkan mellan branschens aktörer såsom myndigheter, elnätsbolag, elproducenter, branschorganisationer och elanvändare.

Det beror på att flera av hindrena är komplexa och påverkar olika aktörsgrupper i energisektorn samtidigt som gränsdragningen mellan dem inte är helt lätt att göra. Hindrena kräver ofta samverkan mellan flera aktörer och att det går att lösa ett flertal bidragande orsaker.

Ett hinder som är komplext är "Kapacitetsbegränsningar i elnät", ett hinder som idag utgör ett fysiskt hinder genom de flaskhalsar som finns i elnätet orsakade av skillnader mellan områden med en hög efterfrågan på el och områden med hög produktion på el. Orsaker till detta är flera. Under studien har andra stora hinder såsom osynkade eller "Långa tillståndsprocesser", "Markkonflikter" och "Intäktsregleringen" angetts samtidigt, vilket kanske kan förklaras av historiska orsaker. Historiska orsaker kan i vissa fall vara att dessa kapacitetsbegränsningar inte funnits tidigare, men att de med dagens snabba teknikutveckling, digitalisering och elektrifiering har aktualiserats. Exempelvis finns nätägare som WSP har talat med som beskriver att de under de senaste 3 åren fått fler förfrågningar på anslutningar än vad de fått under de senaste 30 åren, ett scenario som varit svårt att förutsäga.

En reflektion är att flera av de hinder som kartlagts i denna studie är hinder som varit kända under en tid. Dessa har utretts, vid behov har nya lagar stiftats och olika satsningar har genomförts som riktade incitament och ekonomiska styrmedel. Ett sådant området är t.ex. "Brist på smart laddinfrastruktur" som har uppmärksammats i flera utredningar och färdplaner. Området har även flera myndigheter inblandade som utifrån olika regeringsuppdrag ska verka för att minska detta hinder och "bygga bort" de "vita fläckarna" på kartan. Till skillnad från de andra mellanstora hindrena vars utbredning sträcker sig över hela Sverige så återfinns bristen på smart laddinfrastruktur främst på glesbygden värderas högst av elproducenter och elanvändare.

En reflektion kring de mindre hindren är att även om de av respondenterna har värderats lägre än de stora och mellanstora hindren finns här ett antal "långt hängande" hinder. Det är hinder där Naturvårdsverket och Energimyndigheten, inom sina nuvarande mandat kan verka för och då i samverkan med andra aktörer inom energisektorn.

Exempelvis det identifierade hindret "Osäkerhet kring ny teknik" kan utifrån WSPs tolkning bl.a. kopplas till Energimyndighetens uppdrag om "forskning om framtidens fordon och bränslen, förnybara energikällor och smarta elnät får stöd av oss." samt att "Energimyndigheten stöttar också affärsutveckling som gör det möjligt att kommersialisera innovationer och ny teknik, och ser till att goda lösningar kan exporteras."

5 LITTERATURFÖRTECKNING

- ABB, 2019. *Synpunkter från ABB inför Forsknings- och Innovationspropositionen*. [Online]
Available at: <https://www.regeringen.se/4ae287/contentassets/a0eb9c4e65c04da8ac944fb790142460/abb.pdf>
- Dagens Industri, 2020. *Svenska Kraftnät: Vi klarar inte elförsörjningen på egen hand*. [Online]
Available at: <https://www.di.se/debatt/svenska-kraftnat-vi-klarar-inte-elforsorjningen-pa-egen-hand/>
- Dotzauer, E., 2020. *Bristfälliga regelverk ökar belastningen på elnätet*, u.o.: Second opinion.
- Ei, 2010. *Värdering av elnätsföretagens kapitalbas i förhandlingsregleringen*. [Online]
Available at: https://www.energimarknadsinspektionen.se/Documents/Forhandsreglering_el/Viktiga_dokument/Vardering_av_elnatsforetagens_kapitalbas_i_forhandsregleringen.pdf
- Ei, 2017. *Nya regler för elnätsföretag inför perioden 2020-2023*, u.o.: u.n.
- Ei, 2018. *Magnetfält*. [Online]
Available at: <https://www.ei.se/sv/for-energiforetag/el/Natkoncession/vill-du-ansoka-om-tillstand-att-bygga-och-driva-kraftledning/magnetfalt-och-olagenhet-for-manniskors-halsa/>
- Ei, 2020a. *Kapacitetsutmaningen i elnäten*. [Online]
Available at: https://www.regeringen.se/4afc14/contentassets/8d350a3c57644a9faf9ffe7678743961/eir2020_06_kapacitetsutmaningen-i-elnaten.pdf
- Ei, 2020b. *Ren energi inom EU*. [Online]
Available at: https://www.ei.se/Documents/Publikationer/rapporter_och_pm/Rapporter%202020/Ei_R2020_02.pdf
- Ei, 2020c. *Elnätstariffer för effektivt nätutnyttjande*. [Online]
Available at: https://ei.se/Documents/Publikationer/rapporter_och_pm/Rapporter%202020/Ei_PM2020_06.pdf
- Ejdemo, T., Johansson, J. & Söderholm, P., 2017. *Möjligheter och hinder för en grön energiomställning: erfarenheter från andra regioner med lärdomar för Norrbotten*. [Online]
Available at: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1185091/FULLTEXT01.pdf>
- Elsäkerhetsverket, 2020. *Utredning av elektromagnetiska störningars försvårande för totalförsvarets intressen eller anläggningar*, u.o.: u.n.
- Elsäkerhetsverket, u.å.. *Elektromagnetiskt kompatibilitet*, u.o.: u.n.
- Energiforsk, 2019. *Underlättar förnybar energi i nätet*. [Online]
Available at: <https://energiforsk.se/nyhetsarkiv/underlattar-fornybar-energi-i-natet/>
- Energiforsk, u.d. *Vätgas - tung roll för lätt gas*. [Online]
Available at: <https://energiforsk.se/program/karnkraft-omvard-och-teknik/nyheter/karnkraftens-roll-i-energisystemet/vatgas-tung-roll-for-latt-gas/>
- Energiföretagen Sverige, 2019. *Samling för nätkapacitet*. [Online]
Available at: https://www.energiforetagen.se/globalassets/dokument/samling-for-natkapacitet/energiforetagen_samling-for-natkapacitet_print191002.pdf

- Energiföretagen, 2020a. *Elstatistik för 2019: Största nettoexporten någonsin*. [Online]
Available at: <https://www.energiforetagen.se/pressrum/pressmeddelanden/2019/elstatistik-for-2019-storsta-nettoexporten-nagonsin/>
- Energiföretagen, 2020b. *Färdplan el - för ett fossilfritt samhälle*. [Online]
Available at:
https://www.energiforetagen.se/globalassets/dokument/fardplaner/ffs_elbranschen_webb-200123.pdf
- Energimyndigheten, 2016. *Återbruk och återvinning av vindkraftverk*. [Online]
Available at: https://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/framjande-av-vindkraft/aterbruk-och-atervinning-av-vindkraftverk_webb-final.pdf
- Energimyndigheten, 2019. *100 procent förnybar el*, u.o.: u.n.
- Energimyndigheten, 2020. *2019 Rekordår för svensk elproduktion*. [Online]
Available at: <http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2020/2019-rekordar-for-svensk-elproduktion/>
- Energimyndigheten, 2020. *PM Hållbar elektrifiering: Förstudie, identifierat fortsatt arbete*, u.o.: u.n.
- EU, 2019. *Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2019/944 om gemensamma regler för den inre marknaden för el och om ändring av direktiv 2012/27/EU*, u.o.: u.n.
- Fossilfritt Sverige, 2020. *Färdplaner*. [Online]
Available at: <https://fossilfritt Sverige.se/fardplaner/>
- Försvarsmakten, 2020. *Beredskapsinsats i Östersjön och på Gotland*. [Online]
Available at: <https://www.forsvarsmakten.se/sv/aktuellt/2020/08/beredskapsinsats-i-ostersjon-och-pa-gotland/>
- Holmberg, 2012. *Konkurrens och prisbildning*. [Online]
Available at:
https://www.ifn.se/storage/ma/5d0fd45467da4bef9f8c2b48b02404d1/5d3fc5afc14f45bbbbea14c0adc94e581/pdf/A19B0CAE3DD05C3C540133E4CD27067D88E0F882/Prisbildning_Konkurrens_EI.pdf
- Hybrit Development AB, 2020. *Hybrit demonstrationsanläggning för direktreduktion av järnmalm med vätgas*. [Online].
- Håkansdotter, L. & Morfeldt, M., 2020. *Svenskt Näringsliv: Regeringen måste skydda svensk klimatomställning*, u.o.: Alltinget.
- Industrins Reformagenda, 2020. [Online]
Available at:
https://www.svemins.se/cdn.triggerfish.cloud/uploads/2020/11/industrins_reformagenda_sa_far_industrin_fart_pa_tillvaxten.pdf
- IVA, 2015. *Energilagring - Teknik för lagring*. [Online]
Available at: <https://www.iva.se/globalassets/info-trycksaker/vagval-el/vagval-el-lagring.pdf>
- IVA, 2016. *Vägval el - framtidens elanvändning*. [Online]
Available at: <https://www.iva.se/globalassets/info-trycksaker/vagval-el/vagvalel-framtidens-elanvandning-delrapport.pdf>
- IVA, 2019. *Så klarar svensk industri klimatmålen*. [Online]
Available at: https://www.iva.se/globalassets/bilder/projekt/vagval-klimat/201904-iva-vagval-for-klimatet-delrapport1-n_ver2.pdf
- Langer, P., Wahlborg, T. & Svenningsson, J., 2020. *"Nya EU-regler hot mot vår energiförsörjning"*, u.o.: Svenska Dagbladet.

- LKAB, 2020. *Frågor och svar vår nya strategi*. [Online]
Available at: https://www.lkab.com/sv/SysSiteAssets/documents/blandat/fragor-och-svar_lkab-strategi_201123.pdf
- Löfstedt, D., 2017. *Politisk osäkerhet hinder för smarta elnät*. [Online]
Available at: <https://second-opinion.se/politisk-osakerhet-hinder-smarta-nat/>
- Naturvårdsverket, 2019. *Underlag till regeringens klimatpolitiska handlingsplan, Rapport 6879*, u.o.: u.n.
- Naturvårdsverket, 2020a. [Online]
Available at: <https://naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/vaxthusgaser-utslapp-fran-industrin/>
- Naturvårdsverket, 2020b. *Nationell vindkraftsstrategi*. [Online]
Available at: <https://www.naturvardsverket.se/nationell-vindkraftsstrategi>
[Använd 13 01 2021].
- NEPP, 2019. *Färdplan el*. [Online]
Available at: <https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/sa-tycker-vi/fardplaner-fossilfritt-sverige/fardplan-el-20190802.pdf>
- NEPP, 2020. *Investeringar i förnybar kraftproduktion - Affärsmässiga drivkrafter och samhällliga ansvarsperspektiv*, u.o.: u.n.
- Nylander, I., 2019. *Företagen slår larm - svårt att hitta kompetens inom forskning*. [Online]
Available at: <https://www.di.se/nyheter/foretagen-slar-larm-svart-att-hitta-kompetens-inom-forskning/>
- Regeringen, 1996. *Ellagen (1997:857)*, u.o.: u.n.
- Regeringen, 2018. *Lagrådsremiss - Vattenmiljö och vattenkraft*, u.o.: u.n.
- Regeringen, 2018. *Vattenmiljö och vattenkraft*. [Online]
Available at:
<https://www.regeringen.se/4971fa/contentassets/ab2816f44748490081220950ef024861/vattenmiljo-och-vattenkraft-prop.-201718243>
- Regeringen, 2019. *Moderna tillståndsprocesser*, u.o.: u.n.
- Regeringen, 2020. *Sveriges integrerade nationella energi- och klimatplan*. [Online]
Available at: <https://www.regeringen.se/48edd1/globalassets/regeringen/dokument/sveriges-integrerade-nationella-energi-och-klimatplan-enligt-forordning-eu-2018-1999.pdf>
- Skatteverket, u.å.. *Du kan få skattereduktion för rotarbete*. [Online]
Available at:
<https://www.skatteverket.se/privat/fastigheterochbostad/mikroproduktionavfornybarelprivatbostad.4.12815e4f14a62bc048f41a7.html>
- Solenerginyheter, 2020. *Gränsen för energiskatt på solex höjs*. [Online]
Available at: <https://www.solenerginyheter.se/20200918/1736/gransen-energiskatt-pa-solex-hojis>
- Stockholms Handelskammare, 2020. *Elbrist kortsluter Sverige*. [Online]
Available at: <https://www.chamber.se/rapporter/elbristen-koertsluter-sverige.htm>
- Sweco, 2014. *Kvantitativ utvärdering av marknadsmisslyckande och hinder*, u.o.: u.n.
- Sweco, 2020. *Kartläggning av hur planerade nätinvesteringar avhjälper kapacitetsbrist i elnätet*, u.o.: u.n.
- Sweco, 2020. *Kartläggning av hur planerade nätinvesteringar avhjälper kapacitetsbrist i enätet*. [Online]

Available at:

<https://www.energimarknadsinspektionen.se/Documents/Projekt/Kapacitetsuppdraget/200615%20-%20Kartl%c3%a4ggning%20av%20hur%20planerade%20n%c3%a4tinvesteringar%20avhj%c3%a4lper%20kapacitetsbrist%20v%201.0.pdf>

Svensk Energi, 2015. *Potential att utveckla vattenkraften - Från energi till energi och effekt*, u.o.: u.n.

Svensk Vindenergi, u.d. *Tillståndsfrågor och hinder för vindkraftsutbyggnad*, u.o.: u.n.

Svenskt Näringsliv, 2019. *Framtidens elanvändning*. [Online]

Available at:

https://www.svensktnaringsliv.se/bilder_och_dokument/rapporter/hcywnl_kraftsamling_elforsorjning_-_policyrapportpdf_1162248.html/Kraftsamling_elforsorjning_-_policyrapport.pdf

Svenskt Näringsliv, 2020. *Kraftsamling Elförsörjning*. [Online]

Available at:

https://www.svensktnaringsliv.se/bilder_och_dokument/rapporter/hcywnl_kraftsamling_elforsorjning_-_policyrapportpdf_1162248.html/Kraftsamling_elforsorjning_-_policyrapport.pdf

SVK, 2017. *Tillstånd*. [Online]

Available at: <https://www.svk.se/natutveckling/utbyggnadsprocessen/tillstand/>

SVK, 2019a. *Teknik*. [Online]

Available at: <https://www.svk.se/natutveckling/utbyggnadsprocessen/teknik/>

SVK, 2019b. *Systemutvecklingsplan 2020-2029*. [Online]

Available at: <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2019/systemutvecklingsplan2020-2029.pdf>

SVK, 2020. *Samråd*. [Online]

Available at: <https://www.svk.se/natutveckling/utbyggnadsprocessen/samrad/>

SVT, 2020. *Riksdagen har klubbat försvarsbeslutet för 2021–2025*. [Online]

Available at: <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/riksdagen-har-klubbat-forsvarsbeslutet-for-2021-2025>

Toshiba Energy, 2020. *The world's largest-class hydrogen production, Fukushima Hydrogen Energy Research Field (FH2R) now is completed at Namie town in Fukushima.* [Online]

Available at: https://www.toshiba-energy.com/en/info/info2020_0307.htm

Wallmark, C., Mohseni, F. & Schaap, G., 2014. *Vätgasinfrastruktur*, u.o.: u.n.

Vattenfall, 2019. *Hybrit köper norsk elektrolysanläggning för att nå fossilfri stålproduktion i Luleå*. [Online]

Available at: <https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/pressmeddelanden/2019/hybrit-koper-norsk-elektrolysanlaggning-for-att-na-fossilfri-stalproduktion-i-lulea>

VINNOVA, 2012. *Lösning på lager*. [Online]

Available at: <https://www.vinnova.se/contentassets/5e1ae1a2b54f18852685550fe79bf/va-12-02.pdf>

WSP, 2018. *Eltransporter Stockholm 2030*, u.o.: u.n.

VI ÄR WSP

5.1.1.1.1.1

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

