



Energieffektivisering och dess påverkan på elanvändningen

En rapport framtagen på uppdrag av Svenskt Näringsliv

WSP Sverige AB

2020-04-23

Projektledare	Anna Nordling
Deltagande konsulter	Ronja Beijer Englund, Anna Boss, m.fl.
Version	2.0
Levererat datum	2020-04-23

INNEHÅLL

1	INLEDNING	4
1.1	BAKGRUND	4
1.2	SYFTE OCH OMFATTNING	4
1.3	TILLVÄGAGÅNGSÄTT	4
1.4	BEGREPPSFÖRKLARING.....	5
1.5	FÖRKORTNINGAR	5
1.6	BILDFÖRKLARINGAR.....	6
2	SLUTSATSER.....	7
3	ENERGIANVÄNDNING I SVERIGE.....	11
3.1	FRAMTIDA ELANVÄNDNING	14
3.1.1	Övergång till el av klimatskäl.....	15
4	ENERGIEFFEKTIVISERING OCH EFFEKTIVISERING AV ELANVÄNDNING	17
4.1	MÅL FÖR ENERGIEFFEKTIVISERING	18
4.2	ATT JÄMFÖRA ENERGIEFFEKTIVITET	18
4.3	ATT GENOMFÖRA ENERGIEFFEKTIVISERING	19
5	ENERGIEFFEKTIVISERING I BEBYGGELSEN	27
5.1	EL FÖR VÄRME	29
5.2	HUSHÅLLSEL.....	31
5.3	DRIFTEL	32
6	ENERGIEFFEKTIVISERING I INDUSTRIEN	35
6.1	ENERGIINTENSIV INDUSTRI	37
6.2	ICKE-ENERGIINTENSIVA SMÅ- OCH MEDELSTORA FÖRETAG.....	42
7	ENERGIEFFEKTIVISERING I TRANSPORTER.....	46
1.1	INRIKES TRANSPORTER (VÄGTRANSPORTER).....	47
1.1.1	Personbil och lätt lastbil	47
1.1.2	Tunga fordon	49
1.1.3	Förväntad energianvändning i olika scenarier.....	51
1.2	FLYG, SJÖFART OCH JÄRNVÄG	51
7.1.1	Flyg.....	51
7.1.2	Sjöfart.....	52
7.1.3	Järnväg.....	53

Bilaga 1 sidan 54

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Svenskt Näringsliv önskar en specialrapport om energieffektivisering och dess påverkan på framtida elanvändningen i Sverige. Studien skall utreda möjligheterna med energieffektivisering och hur detta påverkar elanvändningens utveckling i ett 2030, respektive, 2040/2050-perspektiv.

Svenskt Näringsliv ser ett ökande behov av el, till 2045 bedöms elanvändningen öka med 60 % vilket innebär en ökning till 200 TWh.¹ Samtidigt pågår insatser för energieffektivisering på många nivåer i samhället och i alla sektorer. På en övergripande nivå satte Sveriges regering tillsammans med Moderaterna, Centerpartiet och Kristdemokraterna (del i energiöverenskommelsen) år 2016 ett mål att Sverige 2030 ska ha 50 % effektivare energianvändning jämfört med 2005² och inom EU finns mål på energieffektivisering med 32,5 % till 2030 jämfört med prognos³. Utifrån det svenska målet har Energimyndigheten fått regeringsuppdrag att ta fram strategier för energieffektivisering för olika sektorer, ett arbete som just påbörjats.⁴

1.2 SYFTE OCH OMFATTNING

Studien syftar till att främst ge en sammanfattande bild av befintligt material som kvalitativt beskriver energieffektivisering och hur åtgärder för energieffektivisering kan jämföras mellan exempelvis olika anläggningar inom en sektor. I den mån det har varit möjligt har även uppskattade kvantitativa potentialer för energieffektivisering som finns i det svenska samhället inom olika sektorer presenterats. Potentialerna anges till år 2030 och i ett 2040/2050-perspektiv, och de sektorer som inkluderas är bebyggelsesektorn (byggnader, bostäder, service och datacenter), industrisektorn samt transportsektorn. Samtliga potentialer är tagna från befintlig litteratur och befintliga studier som WSP anser är de mest tillförlitliga källorna i Sverige idag, kompletterat med intervjuer och branschkontakter.

1.3 TILLVÄGAGÅNGSÄTT

WSP har gjort en omfattande kartläggning av befintliga studier gällande energieffektivisering i Sverige, både hur det har sett ut historiskt och hur det förväntas utvecklas framöver. De studier som identifierats har varit exempelvis offentlig litteratur i form av böcker, sektoröverskridande studier samt avhandlingar och forskningsrapport. WSP har även fört diskussioner med branschrepresentanter och tagit del av branschspecifikt material. Denna litteratur har refererats till i rapporten. Utöver offentliga studier har WSP genomfört och dragit lärdom av en rad energikartläggningar vilka inte refereras till specifikt i rapporten, men erfarenhet har använts för att bedöma det offentliga material som studerats.

För att skapa en djupare förståelse för vissa rapporter har WSP gjort uppföljande intervju via telefon eller mail med ett urval av författare av beaktade rapporter. Diskussioner har även förts med

¹ Svenskt Näringsliv "Högre elanvändning år 2045. Samhällsutvecklingen och klimatomställningen kräver mer el", 2019.
https://www.svensktnaringsliv.se/fragor/miljo-energi-klimat/hogre-elanvandning-ar-2045-samhallsutvecklingen-och-klimatomställ_746596.html

² Regeringskansliet "Överenskommelse om Sveriges mål för energieffektivisering", 2016.

<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2016/11/overenskommelse-om-sveriges-mal-for-energieffektivisering/>

³ Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/2002 av den 11 december 2018 om ändring av direktiv 2012/27/EU om energieffektivitet.

⁴ Regeringskansliet "Uppdrag att formulera sektorsstrategier för energieffektivisering", 2017.

<https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2017/08/uppdrag-att-formulera-sektorsstrategier-for-energieffektivisering/>

representanter för olika branschorganisationer. Någon längre fördjupade intervjuer och resonemang kan ses i Bilaga 1.

1.4 BEGREPPSFÖRKLARING

Det är inte ovanligt att det uppstår förvirring och förväxling när energieffektivisering tas upp till diskussion. Därför sammanfattas här ett antal begrepp.

Energibesparing

Energibesparing är ett *absolut mått* på hur mycket energi (ex. MWh) som kan minskas vid exempelvis en viss åtgärd.⁵

Energieffektivisering

Energieffektivisering är ett *relativt mått* på hur effektiv tex. en process är, eller hur mycket effektivare den skulle kunna bli, givet en viss åtgärd (ex. MWh per kg).⁶

Effekt

Effekt åsyftar till den momentant tillförda energin i tidsskalan sekund. Energin är den sammanlagda effekttillförseln över en timme, med enheten Wh. En ugn som kräver effekten 1 kW och som är påslagen en timme kräver då alltså energitillförseln 1 kWh.

Energianvändning

Energi används för olika ändamål och i olika branscher och tillförs alltid med en energibärare. En primär energibärare är exempelvis solljus, vind och vatten medan den energi som exempelvis tillförs en industri i form av elektricitet eller fjärrvärme benämns sekundär energibärare. En sekundär energibärare är omvandlad från en primärenergi.

Elanvändning

El är en energibärare.

1.5 FÖRKORTNINGAR

BNP	Bruttonationalprodukt
MWh	Megawattimme
TWh	Terawattimme

⁵ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

⁶ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

1.6 BILDFÖRKLARINGAR



Slutsats



Observera



Energieffektivisering



Tekniksprång

2 SLUTSATSER

Svenskt Näringsliv presenterade hösten 2019 en bedömning att Sveriges elanvändning väntas öka kraftigt under kommande årtionden, 60 % till 2045. Det innebär en ökning av elanvändningen till 200 TWh.⁷ Energieffektivisering ingick i bedömningen via underlag från NEPP⁸. I NEPP:s studie uppskattades effektiviseringen av el till 3-4% per år i Sverige mätt som elanvändning i förhållande till BNP.

Efter att befintlig litteratur kring energieffektivisering tillsammans med intervjuer och kompletterande branschmaterial tagits i beaktande är slutsatsen från denna studie att en kontinuerlig effektivisering av elanvändningen inte väntas överstiga de 3-4% per år i Sverige, mätt som elanvändning i förhållande till BNP, som via NEPP:s studie ingår i Svensk Näringslivs bedömning. Övriga studier och undersökningar som analyserats har sällan angett energieffektivisering i termer av effektivisering av elanvändningen, utan oftast endast total energi. I de fall effektiviseringen av elanvändningen har uppskattats har den legat lägre än de nivåer som NEPP uppskattat. För att inte underskatta effektivisering av elanvändningen har WSP valt att dra slutsatsen just att effektivisering av elanvändningen inte överstiger 3–4 % (mätt som elanvändning i förhållande till BNP). Att bedömningen ligger över den historiska energieffektiviseringen av elanvändningen på 2–3 % i förhållande till BNP, är på grund av antagande om att effektiviseringsansträngningarna kommer att öka något som följd av ökat fokus på resurshushållning, energi och klimat. Detta har antagits av NEPP, men även lyfts av Energimyndigheten i diskussioner. **3-4 % per år** skulle ackumulerat motsvara **26-34 % från 2020 till 2030** eller **53-64 % från 2020 till 2045**.

Alla satsningar på energieffektivisering leder inte till besparing av el. Det beror delvis på tillväxt, att ökad och ny produktion, fler människor med mera, kräver el och annan energi. En annan faktor är övergång till el från andra energibärare, vilket sparar energi exempelvis i form av fossila bränslen i transportsektorn eller tillförd värme i bebyggelse men ökar den faktiska elanvändningen.

WSP:s slutsats baseras på befintliga studier och material och utgår framförallt från den inriktning och de incitament för energieffektivisering som finns i dagsläget. Flera källor framhåller att ökade incitament för energieffektivisering är avgörande för att uppnå en större andel av den tekniska potential för energieffektivisering som finns men inte införlivas på grund av brist på lönsamhet, bristande kunskap med mera. Exempel kan ges från industrin där incitament som driver ökade investeringar ger möjlighet att realisera en större del av den tekniska potentialen för energieffektivisering som finns, då kontinuerlig modernisering av processer oftast innebär att processerna görs mer effektiva. Ett annat exempel är Byggföretagen som bedömer en stor teknisk potential för energieffektivisering, men brist på lönsamhet och kortsiktighet i kalkyler lyfts som särskilda orsaker till att den tekniska potentialen inte nås i dagsläget.

Nedan ges utdrag från befintlig litteratur, intervjuer och branschmaterial som motiverar slutsatserna.



NEPP bedömer att effektiviseringen av elanvändningen kommer att uppgå till 3–4 % per år framöver, vilket avser minskning av elintensiteten mätt som elanvändning i förhållande till BNP. NEPP räknar med en frikoppling (decoupling) mellan elanvändning och ekonomisk tillväxt.

⁷ Svenskt Näringsliv "Högre elanvändning 2045. Samhällsutveckling och klimatomställning kräver mer el", 2019.

⁸ Elanvändningen i Sverige 2030 och 2050, slutrapport till IVA Vägval el, NEPP, oktober 2015.

- ✓ NEPP⁹ bedömer att den framtida elanvändningen i Sverige kommer att öka till 190 TWh år 2045, vilket inkluderar effektivisering av elanvändningen på 3–4 %, mätt som elanvändning i förhållande till BNP, vilket nämnts ovan. IVA bedömer att elanvändningen kommer att öka till mellan 200 och 220 TWh 2045¹⁰, men specificerar inte potentialen för effektivisering av elanvändningen. Svenskt Näringslivs bedömning¹¹ på 200 TWh ligger mellan de bedömningar som görs i IVA och NEPP.
- ✓ Vid diskussioner av vilken potential som finns för energieffektivisering i olika branscher och hur den påverkar framtida elanvändning är det viktigt att särskilja vad som är elanvändning i befintliga och beprövade processer och vad som är ökad elanvändning på grund av tekniksprång som krävs för att uppnå fossilfrihet och som ofta innebär en omställning till elektrifierade processer och därmed en ökad elanvändning.
- ✓ Bostäder/service och industri står för 95 % av elanvändningen i Sverige. Sett till effektivisering av den befintliga elanvändningen kommer utvecklingen inom dessa sektorer har störst påverkan på den framtida elanvändningen. Elanvändningen inom transportsektorn är låg i jämförelse varför effektivisering av dagens elanvändning endast påverkar elanvändningen inom sektorn marginellt. Detta säger dock inget om hur potentialen för effektivisering av den totala energianvändningen ser ut i respektive sektor. Inte heller hur den framtida elanvändningen kommer att förändras då det finns andra faktorer än effektivisering av elanvändningen som påverkar det framtida behovet av el.
- ✓ En övergång till eldrivna processer och tekniker (ex. en elmotor) innebär ofta i sig en energieffektivisering sett till total energi, däremot inte en effektivisering av elanvändningen. En övergång till eldrivna processer och tekniker driver istället mot en ökad elanvändning.
- ✓ Ökade incitament för energieffektivisering ger möjlighet att realisera en större del av den tekniska potentialen för energieffektivisering som finns.
- ✓ När transportsektorns omställning och framför allt övergång till eldrift summeras i termer av energieffektivisering blir siffrorna höga, exempelvis upp till 71 % energieffektivisering till 2050 (jämfört med 2017) för personbilar och lätt lastbil, Potentialen för energieffektivisering av förbränningsmotorer är dock betydligt lägre, 16 % till 2030 och därefter förväntas ingen ytterligare energieffektivisering.

Det här ger dock ingen besparing eller effektivisering av elanvändningen, utan istället en ökning av elanvändningen med samma motivering som tidigare nämnts, effektiviseringen kommer av en övergång från fossila bränslen till energieffektiv elektrifierad teknik (elmotor). Trafikverket spår i en ny studie att elanvändningen i transportsektorn kommer att öka från en låg nivå till 17 TWh till 2050, NEPP uppskattar en ökning till drygt 19 TWh år 2045.

⁹ Färdplan fossilfri el, analysunderlag med fokus på elanvändningen, NEPP, 2019

¹⁰ IVA, Vägval Klimat, 2020

¹¹ Svenskt Näringsliv "Högre elanvändning år 2045. Samhällsutvecklingen och klimatomställningen kräver mer el", 2019.

https://www.svensktnaringsliv.se/fragor/miljo-energi-klimat/hogre-elanvandning-ar-2045-samhallsutvecklingen-och-klimatomställ_746596.html

- ✓ Scenarier analyserade av Värmemarknad Sverige visar på total minskning av levererad el för uppvärmning på 32–55 % (7–12 TWh) från 2016 till 2050, trots ökad yta, vilket motsvarar effektivisering av el på 45–64 % sett till levererad el per kvadratmeter.¹² Scenarierna från Värmemarknad Sverige utgör underlag i NEPP:s analyser. Värme och kyla kan använda olika energibärare. En energieffektivisering sett till energi levererad till en byggnad kan ske genom att installera värmepump. Ersätter den direktverkande elvärme leder det till elbesparing, men ersätter det fjärrvärme eller bränsle till egen panna leder det till ökad elanvändning. Energipriser och krav i exempelvis Boverkets byggregler är faktorer som styr val av värme- och kylsystem.
 - ✓ Hushållsel och driftel i bebyggelse uppskattas av NEPP effektiviseras omkring 2 % respektive 2,1–2,75 % per år mellan 2013 och 2050. Trots det beräknas elanvändningen öka med 3 TWh respektive 20 TWh av andra skäl.
 - ✓ Ett arbete inriktat på effektivisering i befintlig bebyggelse är Renoveringsstrategin.¹³ Där har beräknats att energieffektivisering i befintliga flerbostadshus, skolor och kontor i olika scenarier kan leda till *energi*besparing mellan 10–30 % från 2020 till 2050 medan *e*/besparing ackumulerat under samma tid bedöms vara betydligt lägre, 3 % i referensscenariot och i andra scenarier har elanvändningen beräknats både öka respektive minska med 6 %.¹⁴ Detta är alltså siffror som gäller ackumulerat under perioden och för befintligt bestånd.
 - ✓ Den energiintensiva industrin som står för mer än 70 % av den totala elanvändningen i industrin och har pga. höga energikostnader alltid haft starka incitament att jobba med energieffektivisering. Potentialen för energieffektivisering i stödprocesser för den energiintensiva industrin är inte försumbar, men den stora besparingspotentialen finns i de energiintensiva produktionsprocesserna även om branschrepresentanter menar att de fossila processer som används idag redan utvecklats och effektiviserats under lång tid.
- De tekniksprång som väntas för att uppnå fossilfrihet innebär ofta en övergång till elektrifierade processer som i sin tur är mer energieffektiva, men innebär en ökad elanvändning och alltså inte en effektivisering av elanvändningen. Ett exempel på det är HYBRIT, en satsning på omställning från kol till vätgas i stålindustri syftande till klimatomställning, vilket i vissa avseenden kan ses som energieffektivisering, men leder till ökad elanvändning.
- ✓ Flera källor nämner att incitamenten för energieffektivisering i den icke-energiintensiva industrin är lägre. Orsaker som nämns är att bland annat att de sällan är i kontinuerlig drift, att kunskap om energieffektivisering är otillräcklig, inga yttre krav ställs på ökad energieffektivitet och konkurrens om begränsade resurser inom företaget.

¹² Värmemarknad Sverige "Resultatblad 2 Uppdaterade energiscenarier", 2018.

http://www.varmemarknad.se/pdf/Uppdat_energiscenarier.pdf

¹³ Energimyndigheten och Boverket "Underlag till den tredje nationella strategin för energieffektiviserande renovering", 2019

¹⁴ CIT "Nuläge och framtids scenarier av renovering av byggnadsbeståndet – en analys i HEFTIG Underlag till Boverkets och Energimyndighetens långsiktiga renoveringsstrategi", 2019

- ✓ Efter att första perioden för lagen om energikartläggningar av stora företag snart slutförts bedömer Energimyndigheten att genomförd energieffektivisering kommer att hamna på ungefär 1 % per år (effektivisering av företagets totala energianvändning) utöver "business as usual" i de företag som omfattas. Vidare bedömer Energimyndigheten att det kommer att se likadant ut en tid framöver. Om "business as usual" motsvarar vad som av NEPP¹⁵ benämns som historisk effektivisering av elanvändningen om 2–3 % per år mätt som elanvändning i förhållande till BNP, så innebär Energimyndighetens resonemang att ytterligare ansträngningar kommer att öka effektiviseringen av energi i stort framöver, men inte specificerat förväntan på effektivisering av elanvändningen.
- ✓ Enligt en utvärdering¹⁶ av företag som tagit del av stöd för energikartläggning i icke-energiintensiva små och medelstora företag (som pågick 2010–2014) står energianvändningen i stödprocesser för 53 % av den totala energianvändning och potentialen för energieffektivisering är också störst i stödprocesser, endast 22 % av potentialen återfinns i produktionsprocessen. De icke-energiintensiva små och medelstora företagen står för 30 % av industrins totala energianvändning vilket bör tas i beaktande när potentialen för energieffektivisering diskuteras.

Den tekniska årliga potentialen för dessa företag uppgick till 11 % av dessa industriers totala energianvändning. Samma utvärdering¹⁷ visar dock på att endast cirka 53 % av föreslagna åtgärder för energieffektivisering genomförs, vilket innebär en potential på runt 6 % av företagets årliga totala energianvändning. Värt att poängtera är att denna studie baseras på potentialen som återfinns år 2010. De stödprocesser som kan antas använda elenergi är pumpning, tryckluft, ventilation och belysning. Dessa stödprocesser använde 25 % av den totala energianvändningen.

¹⁵ Elanvändningen i Sverige 2030 och 2050, slutrapport till IVA Vägval el, NEPP, oktober 2015.

¹⁶ Ex-post impact and process evaluation of the swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises, Paromonova och Thollander, Linköpings Universitet, 2016

¹⁷ Ex-post impact and process evaluation of the swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises, Paromonova och Thollander, Linköpings Universitet, 2016

3 ENERGIANVÄNDNING I SVERIGE

Den tillförda energin i Sverige uppgick år 2017 till 565 TWh, och elanvändningen till 126 TWh (exkl. överföringsförluster) samma år.¹⁸

I Figur 1 och Figur 2 illustreras och presenteras såväl den tillförda energin i Sverige, fördelat på olika energislag, som den slutliga energianvändningen fördelat på olika energislag för respektive sektor (Bostäder och service, industri och transportsektor).

Den totala elanvändningen om 126 TWh år 2017 (exkl. överföringsförluster) fördelades enligt:

- Bostäder och service: 73 TWh
- Industrin: 50 TWh
- Transportsektorn: 3 TWh



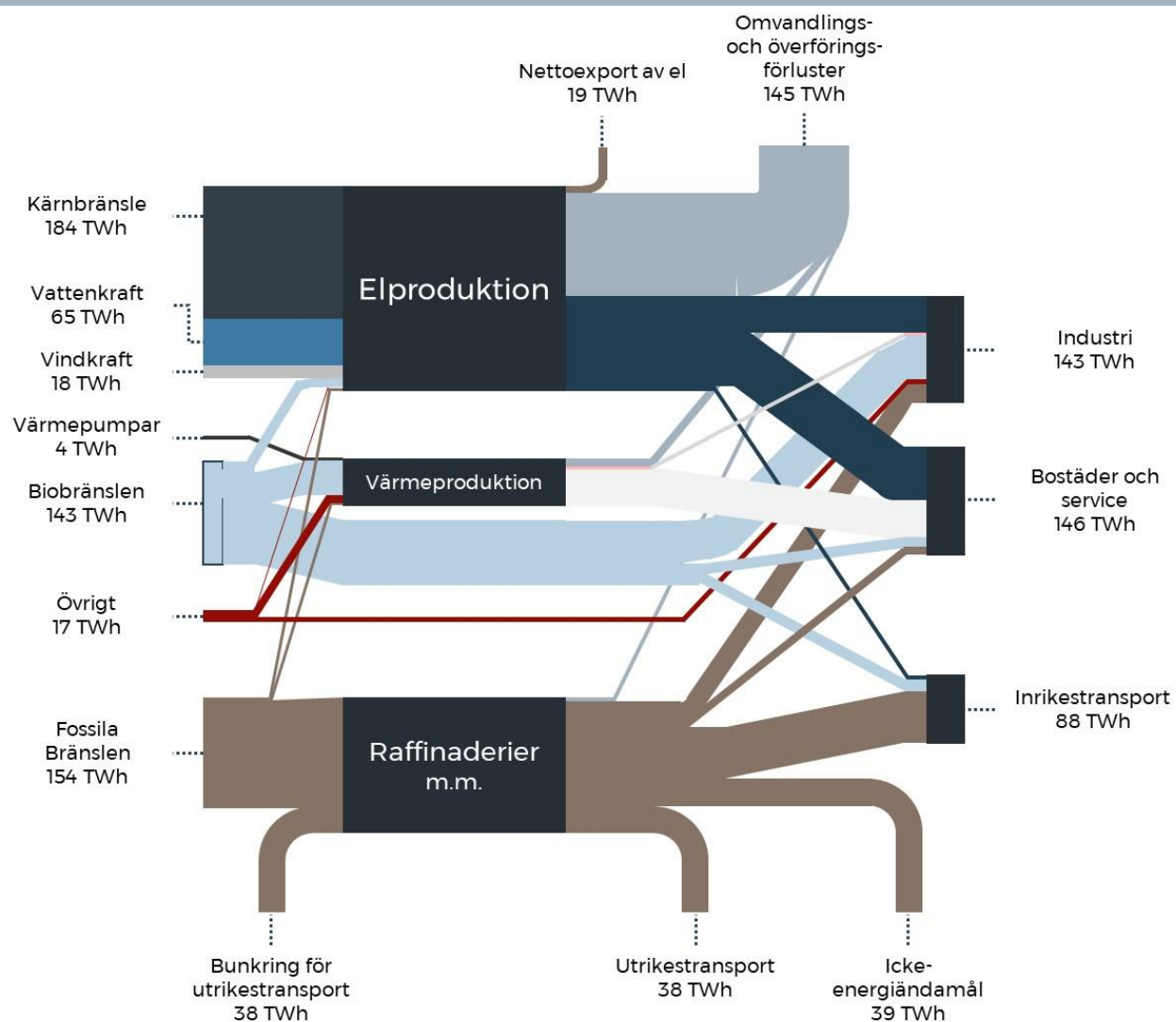
Som illustreras i Figur 1 och Figur 2 står sektorerna industri och bostäder/service för 95 % av Sveriges totala elanvändning. Sett till potentialen för effektivisering av enbart elanvändningen i termer av absolut besparing av el kommer utvecklingen inom dessa sektorer att vara avgörande för det framtida behovet av el. Elanvändningen inom transportsektorn är låg i jämförelse varför effektivisering av elanvändningen endast påverkar elanvändningen inom sektorn marginellt.

Detta säger dock inget om hur potentialen för effektivisering av den totala energianvändningen ser ut i respektive sektor. Inte heller hur den framtida elanvändningen kommer att förändras då det finns andra faktorer än effektivisering av elanvändningen som påverkar det framtida behovet av el.



Faktorer som påverkar det framtida behovet av el, utöver effektivisering av elanvändningen, är exempelvis en övergång till elektrifierad teknik (som exempelvis elmotor) och tekniksprång (se avsnitt 3.1). Här kommer utvecklingen inom transportsektorn, som i stor utsträckning går mot en ökad omställning till eltransport, att spela en stor roll för det framtida behovet av el även om andelen el till inrikestransporter idag är låg. Även omställning mot elektrifierad teknik inom industrin och bostäder/service (bebyggelse) kommer att påverka den framtida elanvändningen i Sverige.

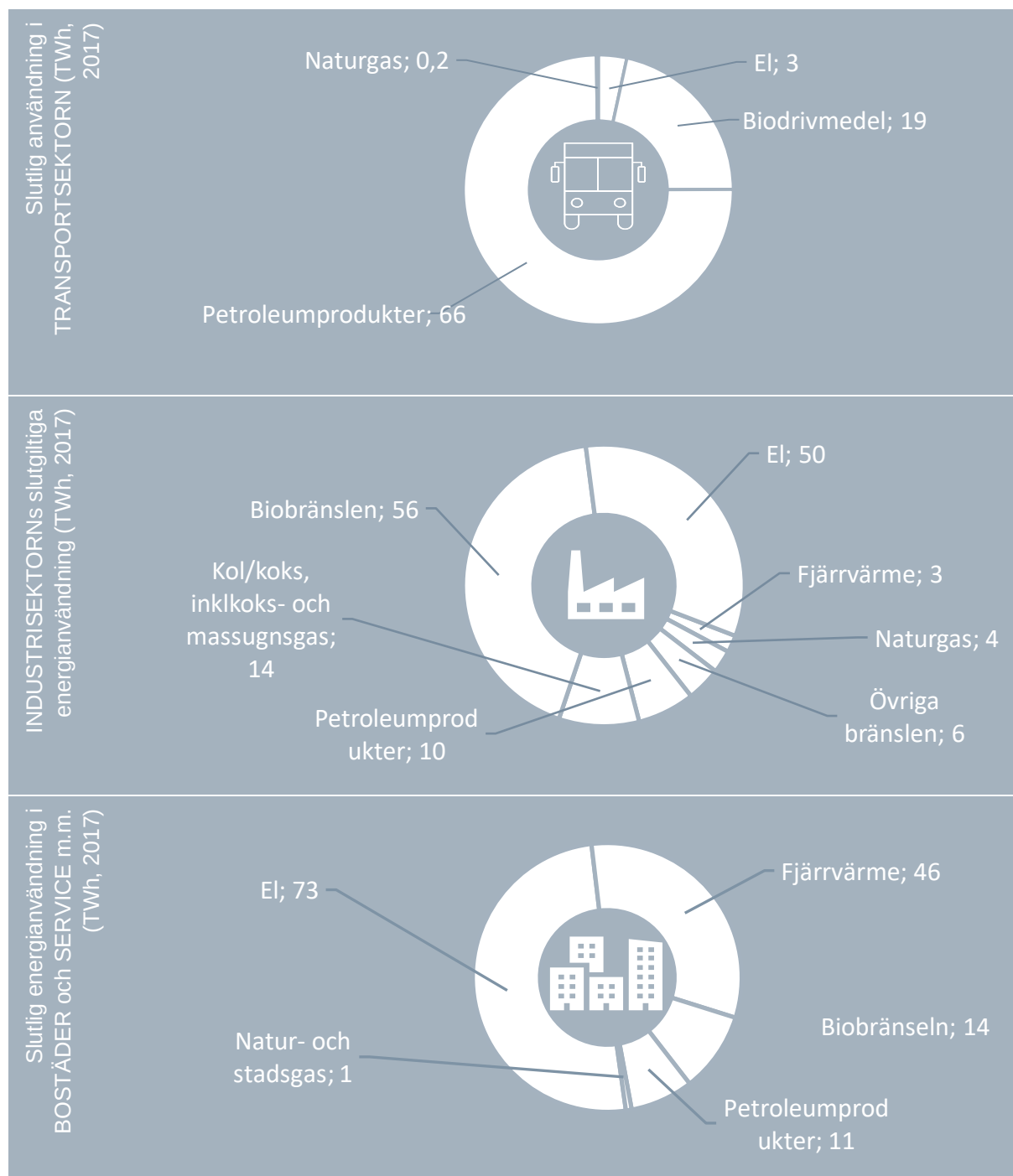
¹⁸ Energiläget 2019, en översikt, Energimyndigheten, 2019.



Figur 1. Energiflödeskarta över energianvändningen i Sverige.¹⁹

¹⁹ Energiläget 2019, en översikt, Energimyndigheten, 2019.

Slutlig energianvändning i de olika sektorerna transportsektorn, industrisektorn och bostads- och servicesektorn visas i de tre figurerna nedan.

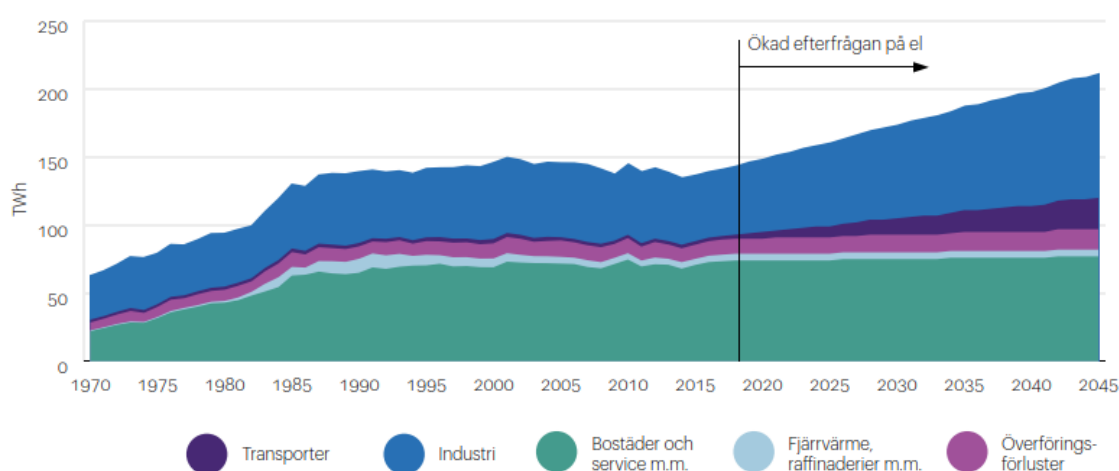


Figur 2. Slutlig energianvändning fördelat på sektorerna bostäder och service, industri och transport.²⁰

²⁰ Energiläget 2019, en översikt, Energimyndigheten, 2019.

3.1 FRAMTIDA ELANVÄNDNING

Den framtida elanvändningen förväntas öka i Sverige från dagens nivå på ca 140 TWh (eller 126 TWh exklusive förluster) till mellan 200 och 220 TWh 2045²¹ enligt IVA och till runt 190 TWh enligt NEPP²². Den bedömda ökningen enligt NEPP inkluderar en kontinuerlig effektivisering av elanvändningen på ca 3–4% mätt som elanvändningen i förhållande till BNP. IVA har inte specificerat energieffektiviseringspotentialen. Figur 3 illustrerar den bedömda ökade elanvändningen inom olika sektorer, även om den exakta elanvändningen vid slutet av år 2045 varierar något i bedömningarna. Svenskt Näringslivs bedömning²³ på 200 TWh ligger mellan med de bedömningar som görs av IVA och NEPP.



Figur 3 Förväntad ökad elanvändning, baserat på underlag från IVA²⁴ och NEPP²⁵.

Den ökade elanvändningen i samhället kommer att ske stegvis genom en kontinuerlig övergång till el från andra bränslen men också genom tekniksprång. Vid diskussioner av vilken potential som finns för energieffektivisering i olika branscher och hur den påverkar framtida elanvändning är det därför viktigt att särskilja vad som är elanvändning i befintliga och beprövade processer och vad som är ökad elanvändning på grund av dessa tekniksprång som krävs för att uppnå fossilfrihet och som ofta innebär en omställning till elektrifierade processer.

Enligt NEPP är energieffektivisering den enskilt viktigaste påverkansfaktorn på elanvändningen framåt. Övriga påverkansfaktorer som samtliga förväntas påverka elanvändningen mot en ökad användning är befolkningsökningen, BNP-utvecklingen, strukturförändringar och teknikgenombrott.²⁶

²¹ IVA, Vägval Klimat, 2020

²² Färdplan fossilfri el, analysunderlag med fokus på elanvändningen, NEPP, 2019

²³ Svenskt Näringsliv "Högre elanvändning år 2045. Samhällsutvecklingen och klimatomställningen kräver mer el", 2019. https://www.svensktnaringsliv.se/fragor/miljo-energi-klimat/hogre-elanvandning-ar-2045-samhallsutvecklingen-och-klimatomställ_746596.html

²⁴ IVA, Vägval Klimat, 2020

²⁵ Färdplan fossilfri el, analysunderlag med fokus på elanvändningen, NEPP, 2019

²⁶ Elanvändningen i Sverige 2030 och 2050, slutrapport till IVA Vägval el, NEPP, oktober 2015.

3.1.1 Övergång till el av klimatskäl

Sveriges riksdag har tagit beslut om ett klimatpolitiskt ramverk för Sverige som säger att Sverige senast 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, och efter det ska negativa utsläpp uppnås.²⁷ Formuleringen nettoutsläpp innebär att utsläpp kan kvarstå för vilka kompletterande åtgärder och avskiljning och lagring av koldioxid tillåts, men de faktiska utsläppen inom Sverige ska minska med minst 85 % jämfört med 1990²⁸. För att nå detta mål har nu ett stort antal branscher i Sverige tagit fram klimatfärdplaner för hur den egna branschen ska nå detta mål. Många klimatåtgärder innebär tekniksprång som inte sällan innebär en övergång till elektricitet.

Vid diskussioner av vilken potential som finns för energieffektivisering i olika branscher och hur den påverkar framtida elanvändning är det därför viktigt att särskilja vad som är elanvändning i befintliga och beprövade processer och vad som är ökad elanvändning på grund av dessa tekniksprång som krävs för att uppnå fossilfrihet och som ofta innebär en omställning till elektrifierade processer.

De processer som idag ännu inte finns tillgängliga (så som exempelvis HYBRIT, CCS och elektrifiering av ugnar i järn- och stålindustrin samt cementindustrin) är alla exempel på sådana tekniksprång som kommer att implementeras inom industrin i framtiden av andra skäl än som en energieffektiviseringsåtgärd, nämligen för att minska påverkan på klimatet. Dessa tekniker är tänkta att utnyttja el som primärenergi och kommer givetvis att använda el så effektivt som möjligt, det är däremot inte meningsfullt att tala om energieffektivisering av tekniker som ännu inte är implementerade eller ens färdigutvecklade. Först när en process är implementerad och fungerar som tänkt är det meningsfullt att effektivisera tekniken.

En annan åtgärd som innebär en ökad elanvändning är övergången till en större andel elektrifierad fordonsflotta inom transportsektorn.

För att sätta den uppskattade elanvändningen för denna typen av tekniksprång i relation till dagens elanvändning ges nedan en kort sammanfattning av några potentialer för denna typ av elanvändning till 2040/2050. Mer detaljer kan läsas i avsnitt 5 (Bebyggelse), avsnitt 6 (Industri), avsnitt 0 (Transport).

- Järn- och stålindustrin - HYBRIT: 15 TWh ökad elanvändning, Elektrifiering av ugnar: 2 TWh ökad elanvändning
- Gruv- och mineralindustrin - 1–2 TWh ökad elanvändning (ex. elmotorer)
- Cementindustrin - CCS: 2 TWh ökad elanvändning, CemZero, elektrifiering av ugnar: 4–5 TWh ökad elanvändning
- Metallindustri - Byta ut fossila bränslen mot bibränslen eller el: 0–0,5 TWh
- Raffinaderi - 1,6–2,1 TWh (Vätgas genom elektrolys: 1–1,5 TWh, CCS: 0,6 TWh)
- Kemiindustrin - 4,2–22,3 TWh (CCS: 0,18–0,27 TWh, CCU: 4–22 TWh)
- Övergång till elektrifiering i transportsektorn - Från dagens elanvändning (2017) på 0,06 TWh uppskattar Trafikverket att elanvändningen kommer att öka till mellan 7–17 TWh år 2040. Denna siffra gäller person- och godstransporter. Siffrorna kan jämföras med uppskattningar som görs i NEPP:s studie där elanvändningen förväntas öka till 7 TWh år 2030 och till drygt 19 TWh år 2045.²⁹

²⁷ https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/arende/betankande/ett-klimatpolitiskt-ramverk-for-sverige_H401MJU24

²⁸ Naturvårdsverket "Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk". <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhall/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Sveriges-klimatlag-och-klimatpolitiska-ramverk/>, uppdaterad 12 december 2019.

²⁹ Färdplan fossilfri el, analysunderlag med fokus på elanvändningen, NEPP, 2019

Ytterligare tillkommande elanvändning kan förväntas till följd av annan utveckling utöver klimatskäl. Följande är exempel på det:

- Datacenter - Ung bransch på tillväxt där nya anläggningar väntas leda till ökande elanvändning, 3 TWh till 2030 och ytterligare 4 TWh till 2045³⁰. Energieffektivisering pågår parallellt med utbyggnad
- Kyla - Behov av komfortkyla kan väntas öka till följd av ett varmare klimat

³⁰ Sköldberg, H. och Rydén, B. "Färdplan fossilfri el – analysunderlag med fokus på elanvändningen", 2019. NEPP.

4 ENERGIEFFEKTIVISERING OCH EFFEKTIVISERING AV ELANVÄNDNING

Energieffektivisering och energibesparing är två begrepp som innebär att befintlig energianvändning (eller energiomvandling) används på ett effektivare sätt för att minska energianvändningen eller för att få ut mer nytta av befintlig energianvändning. Vid genomgång av detta avsnitt är det viktigt att förstå skillnaden mellan dessa två begrepp; *energieffektivisering* och *energibesparing*.



Energieffektivisering är ett relativt mått på hur effektiv tex. en process är, eller hur mycket effektivare den skulle kunna bli, givet en viss åtgärd (ex. MWh per kg). Detta bör inte förväxlas med energibesparing som är ett absolut mått (ex. MWh).³¹

Det är också viktigt att särskilja *energianvändning* och *elanvändning*. Energi används för olika ändamål och i olika branscher och tillförs alltid med en energibärare. En primär energibärare är exempelvis solljus, vind och vatten medan den energi som exempelvis tillförs en industri i form av elektricitet eller fjärrvärme benämns sekundär energibärare. En sekundär energibärare är omvandlad från en primärenergi.



Den tillförda energin i Sverige uppgick år 2017 till 565 TWh, medan elanvändningen uppgick till 126 TWh (exkl. överföringsförluster) samma år.³²

I denna rapport är energieffektivisering som påverkar elanvändningen i fokus, men det är inte alltid att potentialen för energieffektivisering eller energibesparing i litteratur anges specifikt för elanvändningen utan oftast ges potential för hela den totala energianvändningen i en sektor.



Den totala elanvändningen om 126 TWh år 2017 (exkl. överföringsförluster) fördelades enligt:

- ***Bostäder och service: 73 TWh***
- ***Industrin: 50 TWh***
- ***Transportsektorn: 3 TWh***

Sett till potentialen för effektivisering av enbart elanvändningen i termer av absolut besparing av el kommer utvecklingen inom sektorerna bostäder/service och industri att vara avgörande för det framtida behovet av el. Elanvändningen inom transportsektorn är låg i jämförelse varför effektivisering av elanvändningen endast påverkar elanvändningen inom sektorn marginellt. Detta säger dock inget om den totala energieffektiviseringspotentialen, inte heller utvecklingen av elanvändningen som beror på även andra faktorer.

³¹ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

³² Energiläget 2019, en översikt, Energimyndigheten, 2019.

4.1 MÅL FÖR ENERGIEFFEKTIVISERING

Sveriges regering tillsammans med Moderaterna, Centerpartiet och Kristdemokraterna (del i energiöverenskommelsen) satte år 2016 upp målet att Sverige 2030 ska ha 50 % effektivare energianvändning jämfört med 2005³³. Inom EU finns mål på energieffektivisering med 32,5 % till 2030 jämfört med prognos³⁴.

Sveriges mål om 50 % effektivare energianvändning från år 2005 är ett relativt mål som innebär 50 % mindre tillförd energi i förhållande till BNP. Inom energieffektiviseringsdirektivet från EU krävs dock att varje medlemsland ska uppnå energibesparing i absoluta termer av slutlig energianvändning på minst motsvarande 0,8 % per år från 2021 fram till 2030, vilket alltså är ett mål för energibesparing enligt tidigare definition och inte ett energieffektiviseringsmål.³⁵

De mål för energieffektivisering som finns gäller alltså energianvändningen och energieffektivisering, och inte specifikt elanvändningen.

4.2 ATT JÄMFÖRA ENERGIEFFEKTIVITET

Eftersom energieffektivisering är ett relativt mått så finns det olika sätt att uttrycka energieffektivisering vilket är viktigt att ha i beaktande vid jämförelse av olika siffror.

När enskilda åtgärder diskuteras innebär energieffektivisering oftast att mindre energi används för att uträtta samma arbete eller producera samma vara, dvs. att utbytet av varje insatt kilowattimme (kWh) ökar. Det är viktigt att hålla isär olika energieffektiviseringsbegrepp. Även om stora insatser för enskilda energieffektiviseringsåtgärder sker, exempelvis minskad elanvändning per ton producerad vara, leder det inte alltid till en *besparing* av el, beroende på om den producerade mängden också förändras. På nationell nivå kan energieffektivitet kvantifieras som energianvändning i förhållande till BNP; för att nå en energibesparing behöver energieffektiviseringen alltså vara högre än BNP-tillväxten. Sveriges energieffektiviseringsmål skulle teoretiskt kunna nås utan en enda energibesparingsåtgärd, om BNP dubblas genom aktiviteter som istället inte använder någon energi alls.

I Tabell 1 ges exempel på nyckeltal som kan användas för att jämföra energianvändning.

Tabell 1. Nyckeltal för att jämföra energianvändning.³⁶

Nyckeltal för att jämföra energianvändning	
Yta	kWh/(m ² , år) Energikostnad/m ²
Person	kWh/(person, år) Energikostnad/person
Luftomsättning	kWh/(m ³ , år) kWh/(m ³ , s)
Produkt	kWh/kg Energikostnad/förädlingsvärde

³³ Regeringskansliet "Överenskommelse om Sveriges mål för energieffektivisering", 2016.

<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2016/11/overenskommelse-om-sveriges-mal-for-energieffektivisering/>

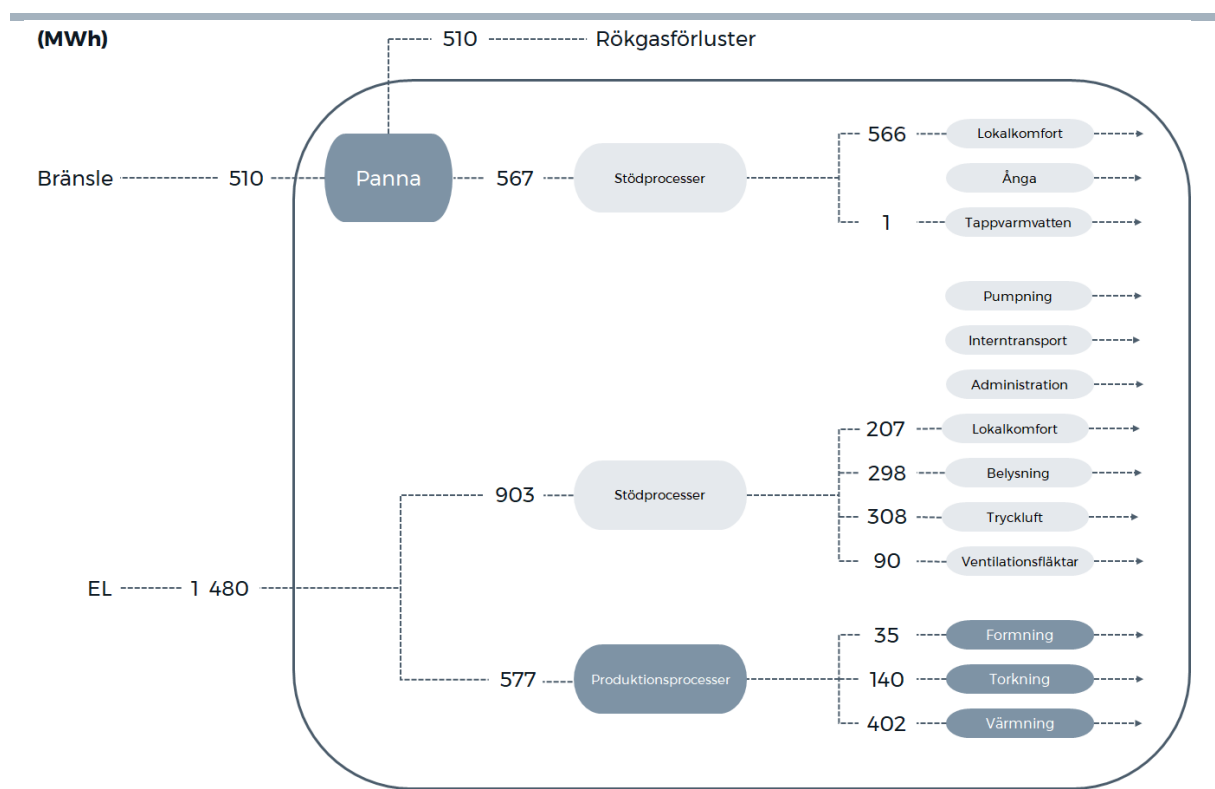
³⁴ Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/2002 av den 11 december 2018 om ändring av direktiv 2012/27/EU om energieffektivitet.

³⁵ http://www.energimyndigheten.se/globalassets/energieffektivisering/_lagar-och-krav/eneffdirektivet/uppdatering-av-energieffektiviseringsdirektivet-2018.pdf

³⁶ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

Det är ofta besvärligt att använda nyckeltal för att jämföra energianvändning mellan olika företag. I de fall en jämförelse ändå görs med hjälp av nyckel måste det säkerställas att nyckeltalen har tagits fram på samma sätt vad gäller exempelvis avgränsningar mellan processer och fördelning av energi mellan olika processer.

Ett annat vanligt sätt att jämföra energianvändning är det s.k. enhetsbegreppet, där jämförelsen görs separat för stödprocesser (eller produktionsprocesser i en industri). För att möjliggöra en jämförelse av energianvändningen mellan olika processer är det bra att som stöd ta fram en energibalans över en anläggnings samtliga processer. Ett exempel på en sådan energibalans för en industri med båda produktionsprocesser och stödprocesser ges i Figur 4.



Figur 4. Exempel på energibalans i en tillverkningsindustri, dvs. ett företags energitillförsel och energianvändning uppdelat på olika processer och system.

4.3 ATT GENOMFÖRA ENERGIEFFEKTIVISERING

För att energieffektivisering ska ske krävs, utöver teknisk potential, att det finns någon form av incitament. Att det är lönsamt är naturligtvis ett viktigt incitament. Dessutom är kunskap om vad som är energieffektivt viktigt. Därför finns olika styrmedel och stödprogram, krav och märkningssystem.

EU ställer krav på energianvändande produkter för att förbjuda de mest energikrävande och samt marknadsföra de som ligger i framkant genom energimärkning.³⁷ Ekodesignkrav finns framtagna för ett stort antal produktgrupper och fler är under förhandling. EU-kommissionen räknar med att ekodesign- och energimärkningskrav beslutade fram till våren 2018 ska spara 537 TWh el år 2020 inom EU (exklusive pannor och varmvattenberedare vilka till största delen använder andra energibärare). Det motsvarar 19 % elbesparing av total slutlig elanvändning inom EU. Observera att detta inte avser en besparing utifrån läget just nu, utan är en samlad bedömning av tillkommande besparing jämfört med ett scenario där dessa regelverk inte skulle finnas. Ekodesigndirektivet och energimärkningsförordningen omfattar omkring 60 produktgrupper i ett brett spektrum från konsumentprodukter såsom tvättmaskiner och kaffebryggare såväl som fastighetsprodukter som pannor och belysning och industriella ugnar och svetsutrustning.

Boverkets byggregler³⁸ sätter gränser för tillåten energianvändning i nya byggnader och byggnader som genomgår renovering, i förhållande till yta. Där finns också faktorer för värdering utifrån olika energibärare, såsom el, fjärrvärme och olika bränslen.

Det finns också frivilliga energi- och miljömärkningssystem för att marknadsföra och underlätta val av produkter eller byggnader med lägre energianvändning. Ekonomiska styrmedel omfattar bland annat energiskatt och olika bidrag för att genomföra effektiviseringsåtgärder, exempelvis Energisteget.

Som nämns ovan är ett vanligt sätt att jämföra energianvändning att separat jämföra energianvändning i olika stödprocesser (eller produktionsprocesser för en industri). Tio stödprocesser och dess syfte presenteras kort i Tabell 2 och med ytterligare information om förslag på åtgärder för genomförande av energieffektivisering i dessa processer i efterföljande text.

Tabell 2. De tio stödprocesserna och dess syfte.

Stödprocess	Syfte
Ventilation	Ventilera lokaler för att uppfylla krav på luftkvalitet avseende ex. luftföroreningar och värme
Lokalkomfort (Lokalvärme/ Lokalkyla)	Lokalvärme och lokalkyla är två olika stödprocesser då de har olika syfte. De benämns ofta tillsammans lokalkomfort då de är aktiviteter för att uppnå önskad temperatur (värme/kyla) i en lokal
Belysning	Förbättra och anpassa ljusstyrkan i en lokal efter behov
Pumpning	Transportera vätska
Tryckluft	Framställa luft av högt tryck
Ånga	Framställa ånga vid det tryck som krävs för den aktuella processen
Tappvarmvatten	Reglera temperaturen i tappvarmvatten
Internttransport	Transportera varor och produkter, färdiga och i arbete
Administration	Sköta administration i ett företag

Ventilation har som syfte att i lokaler uppfylla krav på luftkvalitet avseende ex. luftföroreningar och värme.³⁹

Energieffektivisering av ventilation avser dels minskad elanvändning genom optimerad styrning och effektivare fläktar och motorer. Dels avser det minskad tillförsel av värme (och kyla) genom återvinning

³⁷ Energimyndigheten "Energimärkningsförordningen", 2018, webbsida uppdaterad 2019-06-12, <https://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/jag-ar-saljare-eller-tillverkare-av-produkter/ekodesign-energimarkning-och-ce-markning/energimarkning/energimarkningsforordningen--detta-sager-lagen/>

³⁸ Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR. BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2019:2

³⁹ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

av värme från utgående ventilationsluft. I många fall när energianvändning för ventilation anges i litteratur är det elanvändningen som åsyftas då användning av värme anges som en egen kategori. Exempel på energibesparande åtgärder är att se över möjligheten att separera ventilationssystem (för en industri kan det innebära att separera allmän ventilation, särskild ventilation och processventilation) och anpassa ventilation efter användning, undersöka eventuella läckor i luftkanalsystem och isolera luftkanaler som har mer än tio grader i temperaturskillnad mot omgivningen.⁴⁰



Energieffektivisering av ventilation

Ventilation står för omkring 10 % av energianvändning i de små och medelstora företag som tog del av energikartläggningscheckar (stöd som pågick mellan år 2010–2014) och **energibesparingspotentialen för ventilation uppskattas i dessa företag vara cirka 26 %⁴¹**, men andelen av energianvändningen för ventilation är troligtvis lägre för en energiintensiv industri. Ventilationsfläktar stod för 19 % i kontor och 36 % i skolor av driftelen enligt mätning från 2005–2006⁴².

Lokalkomfort (Lokalvärme/Lokalkyla) är olika aktiviteter för att uppnå önskad temperatur i en lokal. Generellt kan sägas att lokalvärme är en stödprocess som i **industrin** inte använder mycket el. Direktverkande elradiatorer som eventuellt används bör bytas mot effektivare system. För en industri står lokalkyla för en väldigt liten del av den totala energianvändningen. I **bebyggelse** står värme för den största delen av energianvändning. Den del av energianvändningen för värme som utgörs av el står för 27 % av total elanvändning i bebyggelse⁴³. 22 TWh el användes för uppvärmning 2016.⁴⁴

En lokal kan både värmas och kylas med hjälp av ventilationssystemet, men lokalkomfort och ventilation separeras som olika stödprocesser eftersom dess syfte skiljer sig åt.⁴⁵ Vanligast är att värme distribueras via vattenburet system från central värmekälla i fastigheten. Även direktverkande elradiatorer förekommer. Energieffektivisering genom förbättringar i klimatskal (isolering, fönster m.m.) kan ge stora besparingar av byggnadens värmebehov. För att minska kylbehov är solavskärmning en möjlighet. Som beskrivet ovan om ventilation är värmeåtervinning ett annat sätt att effektivisera och minska byggnadens värmebehov. Trots att värmebehovet och total levererad energi minskar till följd av värmeåtervinning, kan det dock medföra en ökad elanvändning på grund av ventilationssystemets utformning. Andra åtgärder för energieffektivisering av system för lokalvärme och lokalkyla är att utreda temperaturkrav i lokaler och styra temperaturen till den tid då det finns ett behov.⁴⁶ I industrier kan finnas möjligheter att minska behovet av externt levererad energi genom att återvinna värme från processer till att värma andra utrymmen och i lokaler med behov av både värme och kyla kan återvinning eventuellt ske mellan systemen.

⁴⁰ Energieffektivisering i företag, en vägledning för bästa teknik, Energimyndigheten, 2017

⁴¹ Energieffektivisering i företag, en vägledning för bästa teknik, Energimyndigheten, 2017

⁴² Energimyndigheten "Energien i våra lokaler. Resultat från Energimyndighetens STIL2-projekt", 2010

⁴³ Färdplan fossilfri el - analysunderlag med fokus på elanvändningen, NEPP, 2019

⁴⁴ Värmemarknad Sverige <http://www.varmemarknad.se/index.htm>

⁴⁵ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

⁴⁶ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

Behovet av levererad energi kan också minskas genom effektivare energiomvandling från levererad energibärare till värme. Exempelvis är nya värmepumpar effektivare än äldre modeller, varför ett byte kan väntas ge minskad levererad energi och elbesparing.

Om lokalvärme erhålls med direktverkande elradiatorer bör dessa bytas ut mot effektivare system, exempelvis fjärrvärme eller värmepump för att minska elbehovet. Att byta ut en panna (exempelvis oljepanna) innebär ofta en energieffektivisering sett till byggnadens behov av levererad energi, men beroende på vilken värmekälla som väljs istället riskerar behovet av el istället att öka.



Energieffektivisering vid valet mellan fjärrvärme och värmepump

När det gäller valet mellan fjärrvärme och värmepump (eller kombinationer därav) finns flera aspekter av energieffektivisering att överväga. Sett till den enskilda byggnaden, med oförändrat nettovärmebehov, blir behovet av levererad energi mindre med en värmepump än med fjärrvärme, men behovet av el blir större. Ett val av värmepump framför fjärrvärme innebär för byggnaden:

- *ingen* effektivisering sett till byggnadens *nettovärmebehov*
- effektivisering och besparing av till *byggnaden levererad energi*
- *negativ* effektivisering av till *byggnaden levererad el* (alltså ökning av elanvändningen)

Relaterat till detta finns också följd effekter på energisystemet utanför byggnaden. Fjärrvärmesystem använder el i produktion och distribution, vilket minskar om fler väljer bort fjärrvärme, men el produceras också i anslutning till, och beroende av, fjärrvärmeproduktion (kraftvärme), varför även *tillförseln* av el minskar om fjärrvärme väljs bort i byggnader. Värmepumpar istället för fjärrvärme leder sammanfattningsvis till minskning av till enskild byggnad levererad energi, men ökning av elanvändning och potentiell minskning av tillförd el i anslutande energisystemet. Valet är beroende av kostnader för de olika energislagen och investeringskostnader, men även av utformning av energikrav i Boverkets byggregler och andra system för energi- och miljöcertifiering av byggnader. Nu gällande byggregler (BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2019:2)⁴⁷ föreskriver gränser för energianvändning i bostäder och lokaler per kvadratmeter där tillförd el viktas med en primärenergifaktor 1,6 och tillförd fjärrvärme med en primärenergifaktor 1,0. Det innebär att en byggnad har lättare att uppfylla kravet med värmepump än med fjärrvärme, förutsatt att värmepumpens värmefaktor (COP) överstiger 1,6. Ändringar i byggreglerna planeras att införas 1 juli 2020⁴⁸ med viktningsfaktorer 1,8 för el respektive 0,7 för fjärrvärme, vilket (om ändringarna, nu på remiss inom EU, godtas) kommer att medföra styrning mot mindre värmepumpar och mindre elanvändning jämfört med dagens regelverk.

Likande resonemang kan föras avseende energiomvandling och tillförsel av kyla. Effektivisering kan ske om det är möjligt att använda frikyla (exempelvis genom ökad ventilation nattetid när det är kallare

⁴⁷ Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR. BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2019:2

⁴⁸ Boverkets författningssamling "Boverkets föreskrifter om ändring i Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BFS 2020:xx BBR XX", EU-anmälan. <https://www.boverket.se/contentassets/929102d4a011446daf0ad4d5d6f544d0/bfs-2020-xx-boverkets-byggregler---eu-anmalan.pdf>

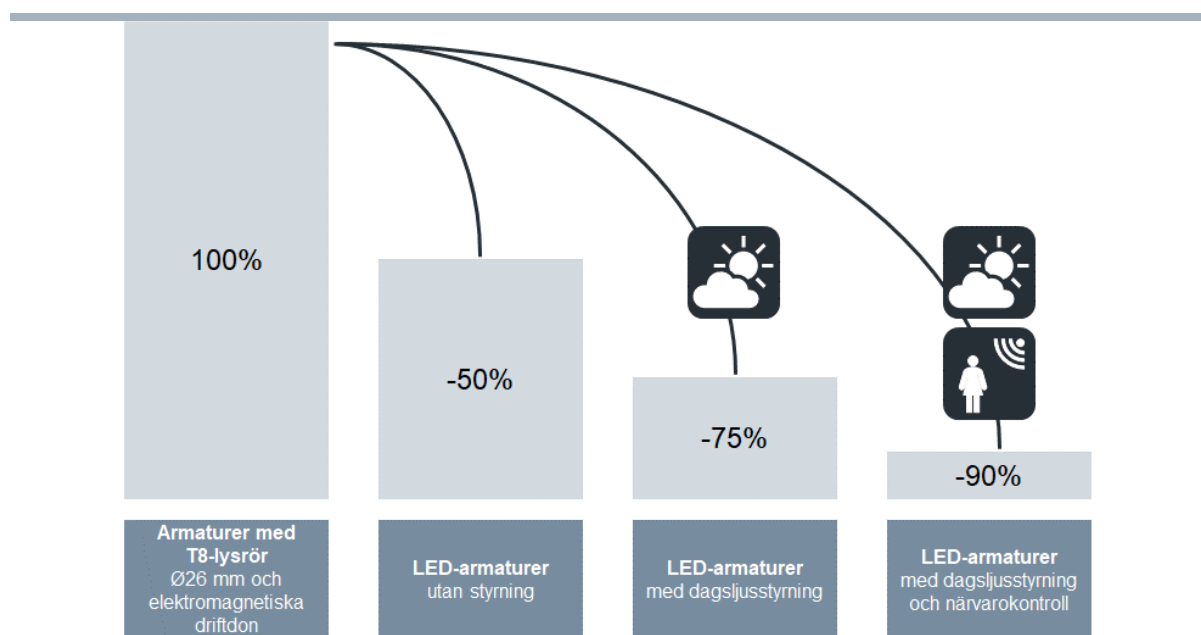
ute). Därutöver kan kylbehov tillgodoses med eldriven kylmaskin, fjärrkyla eller även värmedriven kylmaskin.

Olika scenarier för utveckling av värmebehov, energiomvandling och energitillförsel har beskrivits och beräknats av bland annat forskningsprojektet Värmemarknad Sverige⁴⁹, se även Bilaga 1. Besparing av el för värme beräknas i de olika scenarierna till mellan 32–55 % eller 10–15 TWh från 2016 till 2050.

Belysning har som syfte att i en lokal förbättra och anpassa ljusstyrkan efter det behov som finns. I små och medelstora företag som tog del av energikartläggningscheckar (stöd som pågick mellan år 2010–2014) står belysning för cirka 11 % av den totala energianvändningen.⁵⁰

Totalt sett har Energimyndigheten inom projektet *Belysningsutmaningen* som slutrapporterades 2018⁵¹ uppskattat belysningens energianvändning i Sverige till 11 TWh år 2016.

Potentialen för energieffektivisering av belysning är stor och exempel på olika potentialer kan ses i Figur 5.



Figur 5. Potential för energieffektivisering för belysning. Förslaget är baserat på ett cellkontor men kan även appliceras på liknande anläggningar. Motsvarande besparingspotential för T5-installationer är 10–15 % lägre.⁵²

Den totala energianvändningen för belysning kan, utöver att byta ut ineffektiv armatur mot mer energieffektiva alternativ, även effektiviseras genom att styra belysning och se till att onödig belysning stängs av, exempelvis nattetid.⁵³

⁴⁹ Värmemarknad Sverige <http://www.varmemarknad.se/index.htm>

⁵⁰ *Energieffektivisering i företag, en vägledning för bästa teknik*, Energimyndigheten, 2017

⁵¹ Energimyndigheten "Belysningsutmaningen Redovisning uppdrag om en nationell kraftsamling inom belysningsområdet" 2018. ER 2018:09

⁵² *Energieffektivisering i företag, en vägledning för bästa teknik*, Energimyndigheten, 2017

⁵³ *Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel*, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

Belysning omfattas av EU:s ekodesignkrav som beskrivits tidigare om energianvändande produkter. Krav har uppdaterats och ska gälla från 2021.⁵⁴



Energieffektivisering av belysning

Teknisk potential för elbesparing av belysning bedömdes i Energimyndighetens projekt *Belysningsutmaningen* vara **upp till 50 % eller 5,8 TWh** om all belysning byts ut mot bästa möjliga teknik. Störst är potentialen inom bebyggelse, 4 TWh varav 2,8 TWh härrör till lokaler. Den tekniska potentialen för energieffektivisering av belysning inom den svenska industrin är 1,3 TWh elektricitet från referensåret 2016. En snabb utveckling som skett under de senaste åren av belysningsteknik, främst genombrott för LED, är avgörande för dessa bedömningar.

Pumpning är en stödprocess med syfte är att transportera vätska så som exempelvis avloppsvatten i en byggnad eller processvatten i en industri.

Mycket vatten åtgår i en svensk **industrianläggning** och energianvändningen för vissa industrier är därför stor. 10 TWh el uppskattas användas för pumpning i svensk industri, vilket motsvarar 18 % av den totala elanvändningen. För den totala energianvändningen i svenska industrier kan energi för pumpning uppgå till mellan 25-50 %. Ett minskat energibehov för pumpning kan därför generera stora energibesparingar.⁵⁵

Den största potentialen för energieffektivisering av pumpning i en befintlig **industrianläggning** återfinns oftast i förluster i rörsystemen, men åtgärder för att minska dessa förluster är svåra att genomföra. Pumpförlusterna är oftast mindre men åtgärder för att minska pumpförlusterna i en svensk **industrianläggning** visar på potentialer runt 30 % minskad elanvändning (3 TWh) då nästan enbart elmotorer används för driften av pumpen. Dessa åtgärder handlar främst om att endast använda pumpar när det är nödvändigt samt att justera dimensionering, förutom att installera energieffektiva motorer och energieffektiv reglering av flödet.⁵⁶

Tryckluft är en stödprocess med syfte att framställa luft av högt tryck. 1,7 TWh el uppskattas av Energimyndigheten att åtgå för tryckluft inom **den svenska industrin** vilket motsvarar 3 % av den totala elanvändningen. Motsvarande siffra är för verkstadsindustrin 8 % (0,6 TWh) och den totala energianvändningen för icke energiintensiva företag överstiger sällan 10 %.

Tryckluften har en stor betydelse och är en nödvändig process i nästan alla **industrier**. Vid en förenkling av ett industriellt tryckluftssystem kan sägas att det består av kompressor, tork, stamnät och slutligen användare av framställd tryckluft. Torkning av tryckluft görs i syfte att undvika ex. korrosion i distribuering och användning av tryckluft.⁵⁷

⁵⁴ KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EU) 2019/2020 av den 1 oktober 2019 om fastställande av krav på ekodesign för ljuskällor och separata drivdon i enlighet med Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/125/EG och om upphävande av kommissionens förordningar (EG) nr 244/2009, (EG) nr 245/2009 och (EU) nr 1194/2012

⁵⁵ *Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel*, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

⁵⁶ *Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel*, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

⁵⁷ *Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel*, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

En av de vanligaste åtgärderna för energieffektivisering av tryckluftssystem i en industri är att använda vattenburen värmeväxlare för kylning av kompressorer. Andra exempel på rutiner och åtgärder för energieffektivisering av tryckluftssystem är⁵⁸:

- Eftersom det innebär stora förluster att komprimera luft (endast 5–10 % av den tillförda elenergin blir användbar tryckluft) är en första åtgärd för energieffektivisering av tryckluftssystem att undersöka alternativ till tryckluft.
- Använd varvtalsstyrd kompressor (istället för kompressor med på- och avlastfunktion) om kompressorn har ett variabelt tryckluftsuttag.
- Sänk om möjligt arbetstrycket i systemet. Omkring 8 % av elanvändningen minskas för varje bar som trycket sänks (gäller mellan 5 och 10 bar).
- Styr kompressorerna mot behov och stäng av kompressorn vid arbetsdagens slut.

Enligt Energimyndigheten⁵⁹ är läckage på 20–50% vanliga varför införande av rutiner för att minska läckage blir viktiga och snabbt en lönsam åtgärd. Regelbunden läckagesökning är exempel på en sådan rutin. Om ett minskat läckage av tryckluften på 20 % skulle kunna uppnås skulle det innebära en minskad elanvändning på 20 % (0,3 TWh).

Ett ångsystem för att producera ånga finns i många industrier och inkluderar fyra delar: 1) pannor, 2) ångdistributionssystem, 3) ånganvändare och 4) ångkondensatåterföringssystem. **Error! Reference source not found.**

Tappvarmvatten som stödprocess innebär att temperaturen i varmvatten regleras att hålla en minsta temperatur (50°C) och en högsta temperatur (65°C). Den lägsta tillåtna temperaturen kommer av att minska risken för tillväxt av bakterien Legionella som kan orsaka luftvägssjukdomen legionärssjuka (en typ av lunginflammation) och den högsta temperaturen kommer av skållningsrisken.⁶⁰

Ur ett svenskt perspektiv finns två huvudsakliga tekniker för att värma tappvarmvatten; ackumulerad beredare, 2) genomströmningsberedare. En ackumulerad beredare används i hus med egen panna. Alternativet genomströmningsberedare används i de flesta fjärrvärmeanslutna byggnader. I svenska industrier används båda alternativen. Rekommenderad temperatur för en varmvattenberedare är 60°C och för en genomströmningsberedare 55°C.

Eftersom det finns en rekommenderad lägsta temperatur är en typisk åtgärd för minskad energianvändning för tappvarmvatten att se över behovet.⁶¹ En annan inriktning är att minska förluster från varmvattencirkulationen, förluster som ibland kan vara stora.⁶²

Internttransport är en stödprocess med syfte att transportera råvaror och produkter (både färdiga och i arbete). I en industri är internttransport väsentligt för den dagliga verksamheten och exempel på utrustning som utför internttransport i en industri är rullband, kranar och truckar.⁶³

⁵⁸ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

⁵⁹ Energieffektivisering i företag, en vägledning för bästa teknik, Energimyndigheten, 2017

⁶⁰ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

⁶¹ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

⁶² <https://omvarldsbevakning.bygggtjanst.se/contentassets/ed64f0be09954312a9984d843439338c/vvc-ledningar-och-energieffektivisering---sammanfattning-till-kund-nv.pdf>

⁶³ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

Den energi som används för internttransport kan variera, men diesel och el är vanligt. En energieffektiviseringsåtgärd är att övergå till eldrift av exempelvis truckar och optimerad placering av lager och körrutt för att minimera internttransporten.⁶⁴

Administration är en stödprocess som behövs i alla företag och innefattar bland annat energianvändning för datorer och servrar såväl som kaffemaskiner och mikrovågsugnar. Den totala energianvändningen för administration utgör en mindre del av den totala energianvändningen i ett företag.⁶⁵

⁶⁴ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

⁶⁵ Energieffektivisering. Energikartläggning, energiledning och styrmedel, Thollander et al, Studentlitteratur, 2019

5 ENERGIEFFEKTIVISERING I BEBYGGELSEN

Med bebyggelse avses byggnader för bostäder och service. Den energi som används i bebyggelsen avser energi för värme, hushållsel och driftel. Driftel inkluderar här, i enlighet med de källor som använts, verksamhetsel för service samt fastighetsel (inklusive el för kyla) för både service och bostäder. Det finns en rad åtgärder för energieffektivisering inom bebyggelsen. 2013 använde bebyggelse 71 TWh el, varav el för värme 19 TWh, hushållsel 21 TWh och driftel 31 TWh.⁶⁶



Störst potential för energieffektiviserande åtgärder finns i samband med genomförande av omfattande renovering som krävs på grund av byggnadens och dess systems åldrande. Att då inkludera åtgärder för effektivisering ger mindre marginalkostnader än om de skulle genomföras enskilt.

Energimyndigheten och Boverket har tagit fram ett underlag till nationell strategi (den tredje) för energieffektiviserande renovering. Denna utgör ett förslag till regering och även för rapportering till EU enligt direktivet om byggnaders energiprestanda⁶⁷. Här har tagits fasta på "fönster" för energirenovering i samband med andra åtgärder som krävs i åldrande byggnader. Det beskrivs att det för flerbostadshus finns en renoveringscykel på omkring 40 år men att det också finns en renoveringsskuld varför många byggnader från 50- till 80-talet behöver omfattande renoveringar under kommande 10–20 år. För skolor finns även behov att förbättra inomhusmiljö och för kontor kan finnas potential i samband med byte av hyresgäst om typ av verksamhet förändras.



Hinder som begränsar potentialen för energieffektivisering kan vara kunskapsbrist, bristande lönsamhet eller investeringskapital och i vissa fall konflikt med bevarandeskydd.

Inom arbetet med renoveringsstrategin har tre scenarier för renovering av befintliga flerbostadshus, kontor och skolor tagits fram och i simuleringsverktyget Heftig beräknat energibesparing till 2050. I simuleringsverktyget görs beräkningar baserade på åtgärdspaket som alla bedömts som lönsamma, åtminstone under vissa omständigheter. Byggnadsbeståndet som beräkningarna omfattar använde sammanlagt cirka 16 TWh el referensåret 2020.

⁶⁶ IVA "Framtidens elanvändning – En delrapport IVA-projektet Vägval el", 2016

⁶⁷ Energimyndigheten och Boverket "Underlag till den tredje nationella strategin för energieffektiviserande renovering", 2019



Energieffektivisering enligt Renoveringsstrategin (befintlig bebyggelse)

Scenario: Business as usual

I ett "business as usual"-scenario enligt arbetet med renoveringsstrategin är beräkningar baserade på vad fastighetsägare beskriver att de gör i dagsläget för energieffektivisering och på befintliga styrmedel. Extrapolerat till 2050 ger beräkningarna i genomsnitt 15 % energibesparing från 2020 till 2050. Större delen av detta är värme. **Besparingen av el är mindre, 3 %**; för flerbostadshus ses till och med en liten ökning i elanvändning med 0,9 %, för skolor elbesparing på 5,5 % och för kontor elbesparing på 13,1 %.⁶⁸

Scenarier: Ökad energieffektivisering

I arbetet med renoveringsstrategin finns också två scenarier som bygger på högre grad av energieffektivisering i de byggnader som har högst energianvändning, enligt energideklarationer motsvarande klass E-G med effektivisering på 30 % eller 50 % (sett till energianvändning per kvadratmeter) i hälften av dessa byggnader. Detta bedöms också realistiskt, men kräver utökade incitament. Totalt sett ger de olika scenarierna spann för energibesparing i befintlig bebyggelse på ungefär 10–30 % till 2050.⁶⁹ Scenarierna är uppbyggda på olika paket av renoveringsåtgärder och beroende på vilka typer av åtgärder som faktiskt genomförs kan utfallet sett till besparing av el skilja kraftigt. Det lägre scenariot av ökad energieffektivisering ger sammanlagt i flerbostadshus, skolor och lokaler en **ökning av elanvändning med 5,9 %** medan scenariot med mest omfattande renovering ger en **minskning av elanvändning med 5,6 %**, beräknat utifrån underlagsrapport från CIT.⁷⁰ Att elanvändningen inte minskar i samma omfattning som total energianvändning, eller till och med ökar, beror främst på att åtgärdspaket i ett scenario inkluderar installation av frånluftsvärmepumpar i flerbostadshus och ventilationsåtgärder för skolor.

Nya byggnader använder mindre energi per kvadratmeter än befintligt bestånd. Dock är det befintligt bestånd som fortsatt kommer att stå för den största ytan och den största energianvändningen under kommande år till 2045/2050. Exempelvis bedömer Boverket i en utredning från 2018 att behovet av nya bostäder kommer att vara 51 000 stycken per år under 2020–2025⁷¹, att jämföra med antal befintliga bostäder 4,9 miljoner (vid slutet av 2018)⁷²

Inom IVA:s projekt *Ett energieffektivt samhälle* genomfördes en studie om hinder och möjligheter relativt målet att nå en halverad energianvändning till 2050, rapporterad 2012⁷³. Den ger inte en kvantifiering av potentialen eller bedömning av vilken nivå som är trolig, utan fokuserar på ett givet mål

⁶⁸ CIT "Nuläge och framtidsscenarier av renovering av byggnadsbeståndet – en analys i HEFTIG Underlag till Boverkets och Energimyndighetens långsiktiga renoveringsstrategi", 2019

⁶⁹ Energimyndigheten och Boverket "Underlag till den tredje nationella strategin för energieffektiviserande renovering", 2019

⁷⁰ CIT "Nuläge och framtidsscenarier av renovering av byggnadsbeståndet – en analys i HEFTIG Underlag till Boverkets och Energimyndighetens långsiktiga renoveringsstrategi", 2019

⁷¹ Boverket "Behovet av nya bostäder 2018-2025", 2018, rapport 2018:24

⁷² SCB "Bostadsbestånd" <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/boende-byggande-och-bebyggelse/bostadsbyggande-och-ombbyggnad/bostadsbestand/>

⁷³ IVA "Energieffektivisering av Sveriges bebyggelse Hinder och möjligheter att nå en halverad energianvändning till 2050 – Ett arbete inom IVA:s projekt Ett energieffektivt samhälle", 2012

– halverad energianvändning per areaenhet till 2050 jämfört med 1995. Bedömning gjordes att det **finns teknisk potential att uppnå målet, men att det skulle vara svårt att uppnå en halvering** på grund av ekonomiska och affärsmässiga hinder, särskilt för bostäder.



Energieffektivisering enligt Byggföretagen

I en intervju med Byggföretagen⁷⁴ framhålls att sektorn bostäder och service vill bidra till att nå Sveriges energimål och minska sin energianvändning i absoluta tal med 50 % från 2005 till 2045, vilket innebär 74 TWh. Detta omfattar all energianvändning och Byggföretagen driver inte frågor om vilka energibärare som används. Dock nämns en förhoppning att kunna frigöra kapacitet i form av el då transformation mot ny elanvändning väntas i andra sektorer. Byggföretagen bedömer att den tekniska potentialen för energieffektivisering är stor, men trycker på att det skulle behövas ytterligare incitament för energirenoveringar för att nå närmare den tekniska potentialen. Särskilt lyfts bristande lönsamhet och kortsiktighet i kalkyler. Beräkningar av livscykelkostnader med längre perspektiv förordas. Ekonomiska incitament, exempelvis genom att ge bidrag för mellanskillnad vid renovering för att uppnå större energibesparing är en idé.

5.1 EL FÖR VÄRME

Energianvändning för uppvärmning och tappvarmvatten, räknat som använd energi (nettoenergi) per kvadratmeter bostäder och lokaler har haft en minskande trend. Enligt en studie inom Fossilfritt Sverige⁷⁵ har under perioden 1995–2016 nettoenergianvändningen årligen effektiviserats med 0,2-0,8 kWh/m² för småhus, flerbostadshus och lokaler. Ytterligare kostnadseffektiv effektivisering bedöms finnas så att totala behovet av uppvärmning skulle kunna minska även med hänsyn till befolkningsökning.⁷⁶

Scenarier för utveckling av värmemarknaden har studerats i ett tvärvetenskapligt forskningsprojekt, *Värmemarknad Sverige*, under ledning av Profu. Fyra olika scenarier har formulerats med olika antaganden om utveckling som ger spridning både i nivå på framtida energianvändning och fördelning av olika energibärare såsom el och fjärrvärme⁷⁷. Mer information om analyserna finns i Bilaga 1.

⁷⁴ Birgitta Govén, Byggföretagen, telefon 2020-04-20.

⁷⁵ Fossilfritt Sverige "Färdplan för fossilfri konkurrenskraft. Uppvärmningsbranschen", 2018

⁷⁶ SKL "Fortfarande miljarder skäl att spara! Potential för energieffektivisering i Kommunernas och landstingens byggnader", 2016

⁷⁷ *Värmemarknaden i Sverige – en samlad bild*, Värmemarknad Sverige, 2014



Energieffektivisering av el för värme

Total levererad energi till byggnader för uppvärmning var 85 TWh, varav 22 TWh el, år 2016. I de fyra scenarierna från Värmemarknad Sverige beräknas **levererad el minska till nivåer som motsvarar besparingar på 9–36 % till 2030 och 32–55 % till 2050⁷⁸**. Detta är en minskning trots ökning i ytor och det inkluderar energieffektivisering både i byggnaden (t.ex. bättre klimatskal) och i energiomvandling (t.ex. effektivare värmepumpar) samt förändringar av energibärare. **Effektivisering av elanvändning för uppvärmning per kvadratmeter uppvärmd yta beräknas till 45–64% till 2050** för de olika scenarierna utifrån Värmemarknad Sveriges data.

I NEPP:s rapporter *Elanvändningen i Sverige 2030 och 2050⁷⁹* och *Färdplan fossilfri el⁸⁰*, se sammanfattning i Bilaga 1, har ett referensscenario som utgår från en utveckling ungefär mitt i de intervaller som ges av Värmemarknad Sverige när det gäller elanvändning för uppvärmning.

Åtgärder för att energieffektivisera när det gäller värme omfattar dels att minska nettobehovet av värme i en byggnad genom åtgärder i klimatskal exempelvis tilläggsisolering av fasad och vind och byte av fönster och dörrar, injustering av värmesystem samt återvinning av värme i ventilation (FTX). För tappvarmvatten kan effektivisering göras med effektivare teknik i exempelvis blandare och åtgärder i varmvattencirkulation. Den andra delen handlar om att effektivisera energiomvandlingen, såsom att byta ut system med direktverkande el mot värmepumpar eller byta till effektivare värmepumpar. När det gäller energiomvandling kan det också handla om att byta system mellan olika energibärare, exempelvis mellan egen panna, fjärrvärme eller värmepump (el), vilket påverkar energieffektivitet i andra delar av energisystemet och kan leda till både ökad och minskad elanvändning lokalt i byggnaden. Se även texten om värme och kyla i kapitel 4.3, att genomföra energieffektivisering.

⁷⁸ Värmemarknad Sverige "Resultatblad 2 Uppdaterade energiscenarier", 2018.
http://www.varmemarknad.se/pdf/Uppdat_energiscenarier.pdf

⁷⁹ *Elanvändningen i Sverige 2030 och 2050, slutrapport till IVA Vägval el*, NEPP, 2015

⁸⁰ *Färdplan fossilfri el - analysunderlag med fokus på elanvändningen*, NEPP, 2019

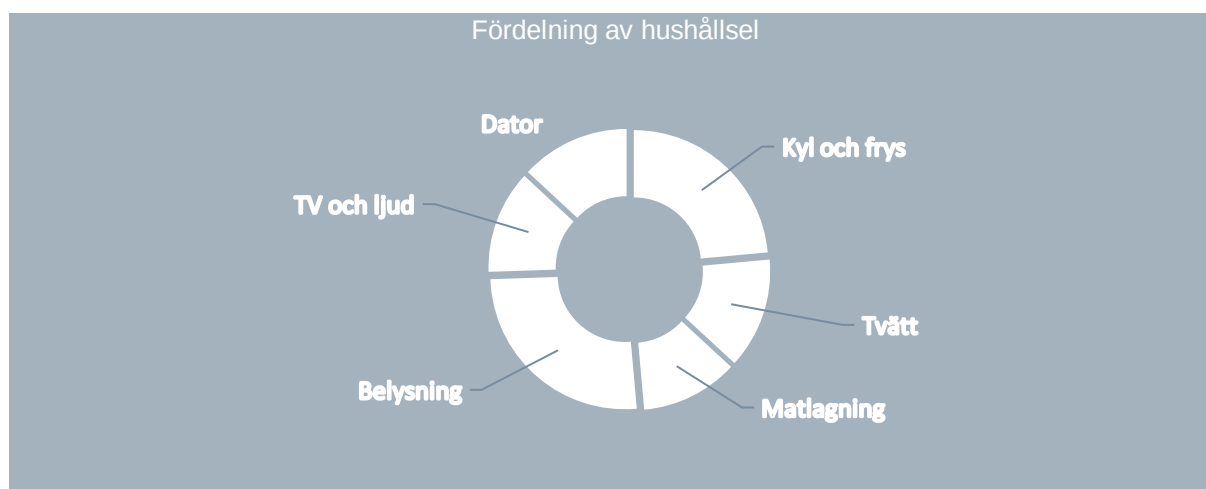
5.2 HUSHÅLLSEL



Energieffektivisering av hushållsel

NEPP har i sina beräkningar⁸¹ räknat med en **energieffektivisering på 2,0 % per år för hushållsel**, ungefär samma i samtliga scenarier. Detta utgår från att nya apparater blir alltmer energieffektiva och att det byts ut successivt. Här ligger bedömning av energieffektiviseringen högre än den varit historiskt, 1,5 % i genomsnitt 1970–2013. Under perioden från 2013 till 2050 som studien omfattar kan denna **effektivisering av elanvändning summeras till 53 % eller 11 TWh besparing**. Trots det beräknar NEPP att användningen av hushållsel ökar med 3 TWh under perioden till följd av andra faktorer, exempelvis befolkningsutveckling och hushållens ekonomi.

Ett omfattande mätprojekt genomfördes under 2005–2008 på uppdrag av Energimyndigheten där el till olika användningsområden i bostäder mättes.⁸² Från data i slutrapporten ges fördelning av hushållsel enligt Figur 6. Bedömning av besparingspotential gjordes också, totalt motsvarande 20–60 % av hushållselen. Störst potential för energieffektivisering bedömdes finnas i belysning, kyl och frys samt datorer. Rapportens data får tolkas med försiktighet då de är över tio år gamla.



Figur 6. Fördelning av hushållsel, från mätning i 400 hushåll genomförd 2005–2008.⁸³

Belysning stod, när mätningen enligt ovan genomfördes, för cirka 26 % av hushållselen. Sedan dess har effektiviseringar av belysning skett. Inom *Belysningsutmaningen* har Energimyndigheten bedömt att el till belysning i bostäder minskat från ungefär 3,5 TWh till 2,6 TWh mellan 2010 och 2016.⁸⁴ Att effektiviseringar genomförts behöver inte betyda att potentialen minskat. När mätningarna genomfördes föreslogs åtgärder att byta till exempelvis kompaktlysrör, men sedan dess har LED-

⁸¹ Se Bilaga 1.

⁸² Zimmermann, J.P. "End-use metering campaign in 400 households In Sweden Assessment of the Potential Electricity Savings", 2009. Enertech/Energimyndigheten

⁸³ Zimmermann, J.P. "End-use metering campaign in 400 households In Sweden Assessment of the Potential Electricity Savings", 2009. Enertech/Energimyndigheten

⁸⁴ Energimyndigheten "Belysningsutmaningen Redovisning uppdrag om en nationell kraftsamling inom belysningsområdet" 2018. ER 2018:09

tekniken slagit igenom vilket ger ytterligare potential. Belysningsutmaningen bedömer att potentialen för energieffektivisering av belysning i bostäder jämfört med 2016 kan ge **1,2 TWh elbesparing, ungefär 47 %**. I samma rapport skrivs att belysningsbranschen uppskattar utbytestakten till 30 år. Görs uppskattningen att potentialen införlivas under 30 år, innebär det **2,1 % effektivisering av belysningens elanvändning per år**.

5.3 DRIFTEL



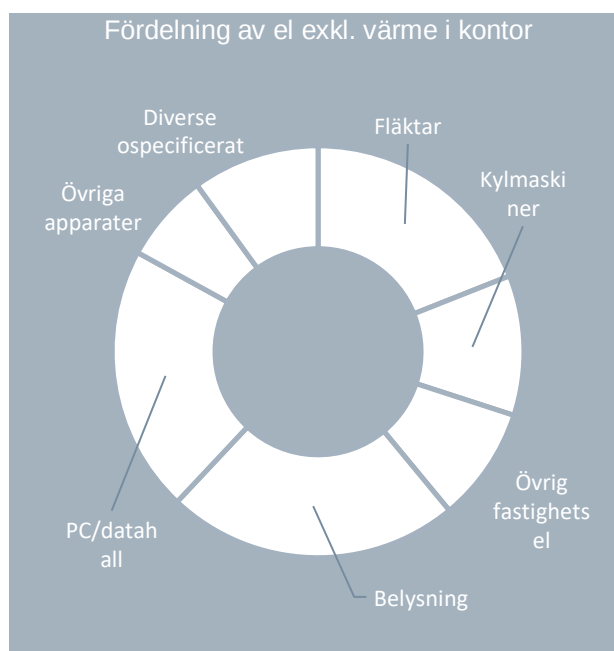
Energieffektivisering av driftel

NEPP har i sina beräkningar⁸⁵ räknat med en **effektivisering på 2,1 - 2,75 % per år för driftel i servicesektorn**, i olika scenarier. I likhet med hushållsel är denna antagna effektivisering högre än den historiska, 1,6 % per år 1970–2013. Driftel avser här verksamhetsel i lokaler samt fastighetsel i lokaler och bostäder. Under perioden från 2013 till 2050 som studien omfattar kan denna **effektivisering av elanvändning summeras till 54–64 % eller 17–20 TWh besparing**. Trots det beräknar NEPP att användningen av driftel ökar med 20 TWh under perioden till följd av andra faktorer, exempelvis lokalyta, ny verksamhet (se datacenter nedan) och Sveriges ekonomi

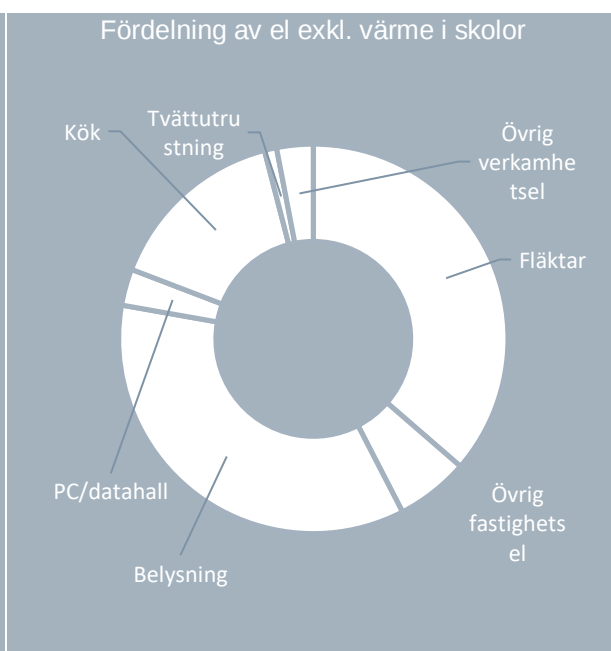
De största användningsområdena för driftel är ventilation och belysning. Därutöver utgör exempelvis kyla för kontor och verksamhetsel för olika typer av lokaler också väsentliga delar, bland annat datorutrustning (främst kontor) och kök (skolor och vård). I Figur 7 och Figur 8 visas fördelning av el till kontor respektive skolor från mätning i studien STIL2, från 2005 respektive 2006.⁸⁶ Mätningen är gammal så fördelningen får tolkas försiktigt men kan ändå ge en fingervisning om vilka delar som är betydande.

⁸⁵ Se Bilaga 1.

⁸⁶ Energimyndigheten "Energin i våra lokaler. Resultat från Energimyndighetens STIL2-projekt", 2010



Figur 7. Fördelning av el från mätning i kontor 2005.



Figur 8. Fördelning av el från mätning i skolor 2006.

Energieffektivisering kan uppnås både genom byte och uppgradering till nyare effektivare produkter och genom att optimera användningen (exempelvis tids- eller behovsstyrning) och underhålla system (särskilt system för distribution av kyla, värme och ventilation).

Belysning står för en betydande del av driftel. Som exempel kan belysning i ett kontorsföretag stå för uppemot 50 % av den totala energianvändningen.⁸⁷ Inom Belysningsutmaningen⁸⁸ uppskattades **potentialen för elbesparing för belysning i lokaler uppgå till 2,8 TWh eller 59 %** jämfört med användningen 2016 (4,9 TWh). I samma rapport skrivs att belysningsbranschen uppskattar utbytestakten till 30 år och att modernare belysning främst sätts in när den gamla går sönder i många lokaler och industri. Därmed uppskattas att potentialen införlivas under 30 år, vilket innebär **2,9 % effektivisering av belysningens elanvändning per år**.

Ventilationsfläktar stod för 19 % i kontor och 36 % i skolor enligt mätning från 2005–2006⁸⁹. Om det antas att potentialen är enligt bedömning från små och medelstora företag⁹⁰ innebär det uppskattningsvis en potentiell **elbesparing på 2,2 TWh**.

Datacenter är en ung bransch på tillväxt där nya anläggningar väntas leda till ökande elanvändning. Detta ingår i analysen av driftel som NEPP har gjort. NEPP:s rapport *Färdplan fossilfri el*⁹¹ gör antagande att elanvändning i serverhallar i Sverige kommer att öka med 3 TWh till 2030 och ytterligare 4 TWh till 2045.

⁸⁷ Energieffektivisering i företag, en vägledning för bästa teknik, Energimyndigheten, 2017

⁸⁸ Energimyndigheten "Belysningsutmaningen Redovisning uppdrag om en nationell kraftsamling inom belysningsområdet" 2018. ER 2018:09

⁸⁹ Energimyndigheten "Energin i våra lokaler. Resultat från Energimyndighetens STIL2-projekt", 2010

⁹⁰ Energieffektivisering i företag, en vägledning för bästa teknik, Energimyndigheten, 2017

⁹¹ Sköldberg, H. och Rydén, B. "Färdplan fossilfri el – analysunderlag med fokus på elanvändningen", 2019. NEPP.



Energieffektivisering av datacenter

I mars 2019 offentliggjorde EU-kommissionen en förordning med nya krav på energianvändning, ekodesignkrav, för servrar och datalagringsprodukter⁹².

Effektivisering som krävs enligt detta väntas leda till besparingar på cirka 9 TWh per år senast 2030 inom EU i jämförelse med om det inte införs. **Det motsvarar 7 % år 2030** i förhållande till total elanvändning. En överslagsberäkning baserad på samma relativa utveckling i Sverige som i EU ger en förväntad **besparing av el i svenska datacenter på 1,5–2 TWh till 2030** jämfört med om krav inte skulle införas.

Ekodesignkraven ska gälla nya produkter och påverkar inte direkt eventuell energieffektivisering av befintliga produkter. Inom ramen för denna utveckling väntas åtgärder för effektivisering av kylning i datacenter stå för den största andelen och minska i andel från cirka hälften till cirka en tredjedel 2030.⁹³

⁹² Europeiska unionens officiella tidning "Kommissionens förordning (EU) 2019/424 av den 15 mars 19 om fastställande av ekodesignkrav för servrar och datalagringsprodukter enligt Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/125/EG och om ändring av kommissionens förordning (EU) nr 617/2013"

⁹³ Europeiska unionens officiella tidning "Kommissionens förordning (EU) 2019/424 av den 15 mars 19 om fastställande av ekodesignkrav för servrar och datalagringsprodukter enligt Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/125/EG och om ändring av kommissionens förordning (EU) nr 617/2013"

6 ENERGIEFFEKTIVISERING I INDUSTRI

Den svenska industrin använder omkring 143 TWh energi årligen varav cirka 50 TWh är el⁹⁴. Ungefär 70 % av industrins totala energi används i den energiintensiva industrin, och resterande 30 % används i de icke-energiintensiva små och medelstora företagen.⁹⁵



MIVA⁹⁶ bedömer att incitamenten för energieffektivisering historiskt sett varit högre i den energiintensiva industrin än inom verkstads- och tillverkningsindustrin pga. de högre energikostnaderna. En annan orsak till de lägre incitamenten för energieffektivisering inom den icke-energiintensiva verkstads- och tillverkningsindustrin är att de sällan är i kontinuerlig drift.

Även IVA:s projekt "Ett energieffektivt samhälle"⁹⁷ drog liknande slutsatser gällande incitament för energieffektivisering och varför inte lönsam energieffektivisering alltid sker inom industrin. IVA sammanfattade detta i fyra punkter:

- Konkurrens om begränsade resurser inom företaget, vad gäller såväl tid som pengar, och att kärnverksamhet prioriteras
- Kunskap om energieffektivisering är otillräcklig eller saknas
- Ekonomiska kalkyler tar inte hänsyn till livscykelkostnader och investerings- respektive driftbudgetar ligger i olika delar av ekonomisystemet.
- Inga yttre krav ställs på ökad energieffektivitet, vare sig från kunder, ägare eller myndigheter

Underhåll och förbättringar av såväl produktionsprocesser och stödprocesser, samt produktionsplanering är åtgärder som genomförs kontinuerligt i samtliga industrier. Dessa åtgärder leder i sig oftast till en ökad energieffektivitet tack vare att man vid modernisering, ny- och reinvestering ser till att göra processerna mer effektiva. Incitament som driver ökade investeringar i en industri gör det därmed möjligt att realisera en större del av den tekniska potentialen för energieffektivisering som finns.

Energieffektivisering av stödprocesser finns för samtliga industrier, men energianvändningen för stödprocesser står för en större del av de icke-energiintensiva industriernas totala energianvändning. För energiintensiva industrier är potentialen i stödprocesserna inte försumbar, men den stora besparingspotentialen finns i de energiintensiva produktionsprocesserna.

⁹⁴ Energiläget 2019, en översikt, Energimyndigheten, 2019.

⁹⁵ Ex-post impact and process evaluation of the swedish energy audit, Paromonova och Thollander, Linköpings Universitet, 2016

⁹⁶ Energieffektivisering av Sveriges industri, Hinder och möjligheter att nå en halverad energianvändning till 2050, Ett arbete inom IVA:s projekt Ett energieffektivt samhälle, IVA, 2013

⁹⁷ Energieffektivisering av Sveriges industri, Hinder och möjligheter att nå halverad energianvändning till 2050, IVA, 2013



Energieffektivisering enligt NEPP

Effektivisering av elanvändningen bedöms av NEPP⁹⁸ uppgå till 3–4 % per år framöver, vilket avser minskning av elintensitet mätt som elanvändning i förhållande till BNP. Att bedömningen ligger över den historiska effektiviseringen på 2–3 %, är pga. antagande om att effektiviseringsansträngningarna väntas öka något som följd av ökat fokus på resurshushållning, energi och klimat. Här kan också nämnas att NEPP räknar med en frikoppling (decoupling) mellan elanvändning och ekonomisk tillväxt, d.v.s. att energieffektivisering leder till att elanvändningen kan minska även då BNP ökar. För industrin har i NEPP:s arbete ingen branschspecifik energieffektiviseringspotential tagits fram. Läs mer om NEPP:s arbete i Bilaga 1.

Energikartläggningar av stora företag genomförs just nu och Energimyndigheten är nu (våren 2020) inne på övergången mellan den första och den andra perioden av lagen om energikartläggningar av stora företag. 75 % av de företag som omfattas av lagen om energikartläggningar av stora företag hade slutfört sin energikartläggning under de första tre åren och totalt använde dessa företag 188 TWh energi per år. En stor del av dessa företag var industrier, men någon uppgift om hur stor andel av industrins totala energianvändning på omkring 143 TWh⁹⁹ som inkluderas här har inte erhållits. Kostnadseffektiva besparingsåtgärder som identifierats omfattar 6,8 TWh, d.v.s. knappt 4 % potentiell minskning i total energianvändning hos företagen.¹⁰⁰ Energimyndigheten¹⁰¹ väntar sig att den totala identifierade effektiviseringen för rapporterade åtgärder kommer att öka något ytterligare när de totalt fyra åren av den första perioden sammanställs. Dessutom finns fler åtgärder definierade som aldrig rapporterats till Energimyndigheten. Något som Energimyndigheten menar kan öka potentialen är åtgärder som kan betraktas som samhällsekonomiskt lönsamma som genom incitamentsprogram som exempelvis Energisteget¹⁰² (nytt stöd för energieffektivisering i industrin) genomförs så ökar potentialen. Resultatet från Energisteget tas fram under våren 2020 men fram till skrivandets stund har de företag som sökt investeringsstöd för *implementering* av energieffektiviseringsåtgärder kalkylerat att generera besparingar på 0,18 TWh/år. De företag som har sökt medel för *projektering* har en kalkylerad energibesparingspotential på 0,44 TWh/år.¹⁰³ Viktigt att poängtera är att den potential som avses här är all typ av energieffektivisering, inte bara effektivisering av elanvändningen.

⁹⁸ *Elanvändningen i Sverige 2030 och 2050, slutrapport till IVA Vägval el*, NEPP, oktober 2015.

⁹⁹ *Energiläget 2019, en översikt*, Energimyndigheten, 2019.

¹⁰⁰ Energimyndigheten "EKL 2020–2023" Workshop om energikartläggning 15 oktober 2019.

¹⁰¹ Mailkontakt Energimyndigheten, 2020-02-14

¹⁰² <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2018/nytt-stod-for-energieffektivisering-i-industrin/>

¹⁰³ Mailkontakt Energimyndigheten, 2020-02-14



Energieffektivisering enligt Energikartläggning av stora företag

Energimyndigheten bedömer att genomförd energieffektivisering till följd av energikartläggning kommer att hamna på ungefär samma nivå som under PFE (Program för energieffektivisering i energiintensiv industri som pågick fram till 2017¹⁰⁴) där en energibesparingspotential på 10 % av företagets totala energianvändning under 10 år (2004 - 2014) identifierades, dvs kumulativt ytterligare energibesparingar på 1 % per år (effektivisering av företagets totala energianvändning) utöver "business as usual" identifierats, vilket i praktiken innebär det som strukturell och autonom energieffektivisering tillsammans med generella styrmedel (som ex. skatter och utsläppshandel) leder till. Energimyndigheten bedömer också att det kommer att se likadant ut en tid framöver.

Om "business as usual" motsvarar vad som av NEPP¹⁰⁵ benämns som historisk effektivisering av elanvändningen (2–3 % effektivisering av elanvändningen per år mätt som elanvändning i förhållande till BNP) så innebär Energimyndighetens resonemang att ytterligare ansträngningar kan leda till en energieffektivisering på ytterligare 1 % (effektivisering av företagets totala energianvändning). Detta avser alltså effektivisering av den totala energianvändningen och inte enbart användningen av el, någon sådan potential har inte kunnat uppskattas.

6.1 ENERGIINTENSIV INDUSTRI

En energiintensiv industri är enligt Energimyndigheten en industri som använder 150 MWh energi eller mer per anställd och år. En elintensiv industri är enligt Energimyndigheten en industri som använder 190 MWh el för varje miljon kronor av förädlingsvärdet. En publikation på uppdrag av Energimyndigheten¹⁰⁶ och NEPP gör i princip samma grova indelning av den elintensiva industrin i Sverige, se Tabell 3.

Tabell 3. Fördelningen av industrins elanvändning år 2012¹⁰⁷, där elintensiv industri (de fyra första raderna) står för 73 % av den totala elanvändningen inom industrin.

	Andel av elanvändningen 2012
Massa- och pappersindustrin / Skogsindustrin	43 %
Järn- och stål, metallverk	15 %
Kemisk industri och läkemedelsindustrin	9 %
Gruvindustrin (utvinning av mineral)	6 %
Verkstadsindustrin*	11 %
Övrigt	16 %
Varav elintensiv industri	73 %
Totalt	100 %

* I verkstadsindustrin ingår bl.a. datorer, elektronik, telekom, maskinindustri samt fordonsindustri

¹⁰⁴ PFE, <https://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/program-och-uppdrag/avslutade-program/pfe/>

¹⁰⁵ Elanvändningen i Sverige 2030 och 2050, slutrapport till IVA Vägval el, NEPP, oktober 2015.

¹⁰⁶

[https://www.researchgate.net/publication/254420041 Effekter för den elintensiva industrin av att dessa branscher i olika grad omfattas av kvotplikt inom elcertifikatsystemet](https://www.researchgate.net/publication/254420041_Effekter_för_den_elintensiva_industrin_av_att_ dessa_branscher_i_olika_grad_omfattas_av_kvotplikt_inom_elcertifikatsystemet)

¹⁰⁷ Elanvändningen i Sverige 2030 och 2050, NEPP, oktober 2015.

Raffinaderier är energiintensiva men inte elintensiva. Enligt SPBI¹⁰⁸ har raffinaderierna alltid jobbat väldigt mycket med energieffektivisering och de allra flesta europeiska raffinaderierna (och samtliga svenska) har sedan mitten av 70-talet deltagit i ett benchmarkingsystem för energieffektivisering (den så kallade Solomonstudien). Kostnaden för energi i ett raffinaderi står för cirka 60 % av de operativa kostnaderna vilket är en förklaring till varför raffinaderierna så länge arbetet med energieffektivisering.

I petroleum- och biodrivmedelsbranschen står energianvändningen för produktion och distribution av branschens produkter för cirka 10 % av den totala energianvändningen, 90 % uppstår vid användningen av branschens produkter.¹⁰⁹ SPBI företräder nio medlemsföretag varav fem raffinaderier i Sverige¹¹⁰. Preems två raffinaderier i Göteborg och Lysekil står för cirka 80 % av den svenska raffinaderikapaciteten och 2018 uppgick den totala energianvändningen i de båda raffinaderierna till 9,6 TWh¹¹¹. Den totala energianvändningen hos St1 för året 2018¹¹² uppgick till 2,5 TWh.



Energieffektivisering i svenska raffinaderier

Eftersom raffinaderierna alltid haft starka incitament att jobba med energieffektivisering då energikostnaden är väldigt hög, tror SPBI¹¹³ att **stora delar av potentialen redan är intecknad** även om det säkert återstår viss potential. Den potential som finns för omställning till el ligger enligt SPBI främst i att ersätta inköpt energi, vilket i dagsläget främst är naturgas. Naturgas köps in när de produkter som inte går att sälja (etan, metan och vätgas) inte räcker till som internt bränsle. Inköpt naturgas skulle kunna ersättas med egenproducerad vätgas. **Den ökade elanvändningen för att producera vätgas uppskattas till 0,8 TWh¹¹⁴** vilket kan ställas i relation till en total energianvändning om cirka 12 TWh hos St1¹¹⁵ och Preem¹¹⁶ för året 2018.

Basindustrin (skogen, kemin, gruvorna och stålet¹¹⁷) har långa reinvesteringstider, 25–40 år är en uppskattning som Energimyndigheten nämner.¹¹⁸ Här finns enligt Energimyndigheten stora möjligheter att stärka processen att analysera möjligheten till resurseffektiv energianvändning, och med perspektivet att samarbeta lokalt för mesta nytta av insatt energi.

Järn- och stålindustrins årliga energianvändning uppgår till 20-25 TWh årligen¹¹⁹, där 4,4 TWh utgörs av el. Kostnad för energi har varit och kommer fortsatt att vara avgörande för tillverkning av järn- och stål varför energieffektivisering är en viktig åtgärd som inte heller kommer minska i betydelse

¹⁰⁸ Mailkontakt SPBI, februari 2020

¹⁰⁹ Färdplan för klimatneutral konkurrenskraft, Petroleum- och biodrivmedelsbranschen, januari 2020

¹¹⁰ Färdplan för klimatneutral konkurrenskraft, Petroleum- och biodrivmedelsbranschen, januari 2020

¹¹¹ https://www.preem.se/globalassets/om-preem/hallbarhet/hallbarhetsredovisning/preem_progressbook2018_sve.pdf

¹¹² https://content.st1.fi/sites/default/files/2019-07/Emas%20rapport%202018_Slutgiltig.pdf

¹¹³ Mailkontakt SPBI, februari 2020

¹¹⁴ Klimatneutral konkurrenskraft, kvantifiering av åtgärder i klimatfärdplanen, Sweco, januari 2019

¹¹⁵ https://content.st1.fi/sites/default/files/2019-07/Emas%20rapport%202018_Slutgiltig.pdf

¹¹⁶ https://www.preem.se/globalassets/om-preem/hallbarhet/hallbarhetsredovisning/preem_progressbook2018_sve.pdf

¹¹⁷ <https://www.skgs.org/om-basindustrin/>

¹¹⁸ Mailkontakt Energimyndigheten, februari 2020

¹¹⁹ Jernkontorets hemsida, <https://www.jernkontoret.se/sv/energi--miljo/energi-energiforsorjning/>, inhämtat februari 2020

framöver. Dock konkurrerar åtgärder för energieffektivisering som kräver investeringar med andra investeringar och måste därför kunna göras på kommersiella grunder.¹²⁰

I klimatfärdplanen för stålindustrin poängteras att energieffektivisering nödvändigtvis inte måste innebära en minskad total energianvändningen då ny teknik för att eliminera industrisektorns utsläpp av växthusgaser troligtvis kommer att leda till ökad energianvändning.¹²¹



Enligt klimatfärdplanen¹²² för stålindustrin är vissa processteg nära sin teoretiska gräns för energieffektivitet, då de fossila processer som används idag har utvecklats och effektiviserats under lång tid¹²³.

Två parametrar som lyfts fram¹²⁴ som extra viktiga att ta i beaktande vid diskussion av energieffektivitet inom järn- och stålindustrin;

- 1) Effekten av energieffektiviseringsarbetet märks i användningsfasen, dvs. det går åt mindre stål för en given användning ju bättre stålet är. Det kan i teorin innebära en ökad energianvändning per kilo tillverkat stål, men sett till nyttan av stålet (dvs. att mindre mängd stål används eller samma mängd stål kan användas till fler saker) kan det innebära en energieffektivisering.
- 2) När en omställning görs från fossila till fossilfria processer kommer sannolikt energianvändningen att öka, åtminstone inledningsvis. Detta då de fossila processer som används idag har utvecklats och effektiviserats under lång tid och de nya, fossilfria processerna är oprövade och behöver få tid att finslipas innan energieffektiviteten är på samma nivå som hos dagens processer.

Arbetet med energieffektivisering inom järn- och stålindustrin innefattar flera olika delar som sammantaget bidrar till en mer energieffektiv stålproduktion¹²⁵. Möjligheter finns till exempel att tillvarata restenergi från processer med höga temperaturkrav (så som exempelvis värmning) och återanvända i processer med lägre temperaturkrav (så som exempelvis torkning och fjärrvärmeproduktion). För järn- och stålindustrin, såväl som övriga industrier, är restvärme med högre temperaturer enklare att återanvända men med teknikutveckling kan allt lägre temperaturer tas tillvara.

Kontinuerligt underhåll och förbättringar av stödprocesser och produktionsplanering är två andra delar där arbete med energieffektivisering inom stålindustrin bedrivs. Energieffektivisering av stödsystem är ett arbete som ständigt pågår med energieffektivisering av system för att driva pumpar, fläktar, belysning, hydraulik och annan utrustning som behövs för processen. Potentialen för energieffektivisering, inklusive effektivisering av el, i dessa stödsystem är inte försumbar, även om de är relativt små i relation till den energi som åtgår för tillverkningsprocessen.¹²⁶ Någon specifik potential för denna energieffektivisering har inte återfunnits i källor.

Som en sista del där arbete med energieffektivisering inom stålindustrin bedrivs nämns långsiktig gemensam forskning av de varma huvudprocesserna som använder huvuddelen av energin. Här

¹²⁰ Klimatfärdplan för en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige, Jernkontoret, 2018.

¹²¹ Klimatfärdplan för en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige, Jernkontoret, 2018.

¹²² Klimatfärdplan för en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige, Jernkontoret, 2018.

¹²³ Mailkontakt Jernkontoret, 2020-03-04

¹²⁴ Mailkontakt Jernkontoret, 2020-03-04

¹²⁵ Jernkontoret hemsida: <https://www.jernkontoret.se/sv/energi--miljo/energi-energiforsorjning/>, inhämtat februari 2020

¹²⁶ Klimatfärdplan för en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige, Jernkontoret, 2018.

läggs de största resurserna för energieffektivisering.¹²⁷ Arbetet med elektrifiering av ugnar görs inom ramen för detta arbete.¹²⁸ Detta är en form av effektivisering som leder till ökad elanvändning istället för tvärtom.



Energieffektivisering i järn- och stålindustrin

Energieffektivisering är ett kontinuerligt arbete och drivs bland annat inom branschgemensam forskning. Någon specifik potential för effektiviseringar av huvudprocesser och stödprocesser har inte återfunnits i källor.



Tekniksprång inom järn- och stålindustrin

I tillverkningsprocessen för stål krävs i vissa processteg väldigt höga temperaturer och en stor del av energianvändningen inom stålindustrin kommer från den omvandlingsenergi som behövs för att uppnå dessa höga temperaturer. Vid en delvis elektrifiering av bränsleeldade värmnings- och värmebehandlingsugnar (som i dagsläget drivs med fossila bränslen) skulle **elbehovet till 2045 öka med uppskattningsvis 2 TWh**.¹²⁹

HYBRIT är ett projekt för att utveckla en helt ny processteknik som använder väte för att reducera järnmalm till järn. Med ett lyckat tekniksprång som detta skulle masugnar helt kunna fasas ut.¹³⁰ Enligt HYBRIT¹³¹ åtgår i ett principiellt svenskt referensscenario idag totalt 5,5 MWh energi (0,08 MWh olja, 5,2 MWh kol och 0,2 MWh el) för produktion av 1 ton stål (crude steel). Motsvarande siffror för HYBRIT-systemet är 4,1 MWh energi (0,6 MWh bio, 0,04 MWh kol och 3,5 MWh el). Vid nuvarande produktionsnivåer innebär HYBRIT-tekniken ett **uppskattat ökat elbehov på cirka 15 TWh**.¹³²

Gruv-, mineral- och metallindustrins totala energianvändning idag är runt 6 TWh/år där elanvändningen står för 60 % (3,6 TWh). Dagens energianvändning består till en viss del av fossila bränslen för maskindrift och interna transporter, fordon och tunga arbetsmaskiner för brytning, lastning mm samt uppvärmning i gruvorna. El används idag främst framför allt i transportarbeten, lyftarbeten, processer i anriktningsverk och i en del av processtegen.

Branschen har redan kommit långt i sitt arbete att byta ut dieseldrivna motorer till eldrivna. Dessa områden kategoriseras av branschen som *internt transporter* och *maskindrift*. Som exempel kan ges processer för malning, krossning och anrikning som idag är i princip 100 % eldrivna, och arbetet med att elektrifiera pågår ständigt.¹³³

¹²⁷ Jernkontoret hemsida: <https://www.jernkontoret.se/sv/energi--miljo/energi-energiforsorjning/>, inhämtat februari 2020

¹²⁸ Mailkontakt Jernkontoret, 2020-03-04

¹²⁹ *Klimatneutral konkurrenskraft – kvantifiering av åtgärder i klimatfärdplaner*, Sweco, januari 2019

¹³⁰ *Klimatfärdplan för en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige*, Jernkontoret, 2018.

¹³¹ HYBRIT, Summary of findings from HYBRIT Pre-Feasibility Study 2016-2017, inhämtad från Hybrits hemsida, januari 2020

¹³² *Klimatfärdplan för en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige*, Jernkontoret, 2018.

¹³³ Färdplan fossilfrihet för gruv- och mineralindustrin, fördjupning 2019



Energieffektivisering i gruv-, mineral och metallindustrin

Ett kontinuerligt arbete pågår med att automatisera, effektivisera och optimera vilket minskar den totala energianvändningen. Någon uppskattning av denna potential anges inte i någon av de befintliga källorna.



Tekniksprång inom gruv-, mineral och metallindustrin

I gruv- och mineralindustrins klimatomställning finns åtgärder för att lyckas med klimatomställningen som pekar på ett **ökat behov av el med omkring 1–2 TWh till år 2045** givet dagens produktionsvolym. I denna klimatomställning ingår inte Cementas, stålindustrins och åkerinäringens arbete i.¹³⁴

Det ökade elbehovet kommer framför allt av möjligheterna att elektrifiera det område som branschen kategoriserar som *förädlingsprocesser* och ett nytt område som innebär att avskilja koldioxid genom CCS, men även ett fortsatt arbete med elektrifiering av *internt transporter (arbetsmaskiner)* som idag använder fossila bränslen. Till år 2025 antas att elektrifiering har ersatt 10–50 % av det fossila bränslet i arbetsmaskiner, till år 2035 antas denna siffra ha stigit till 50–95 % för att år 2045 nå 100 %. Både förädlingsprocessen och avskiljning av CCS är områden som är mindre mogna än internt transporter och maskindrift. Mer detaljerat förväntas elanvändningen fördelas enligt:

- Arbetsmaskiner: En elanvändning på cirka 50–70 GWh/år från 2025, cirka 150–200 GWh/år från 2035 och cirka 200–250 GWh/år från 2045.
- Förädlingsprocessen: 500-100 GWh/år från år 2035 och 1 000-1 500 GWh/år från 2045
- Avskilja och komprimera koldioxid: 200-400 GWh/år från 2035 och 300-500 GWh/år från 2045, där elanvändningen uppskattas vara 0,2-0,3 MWh per ton infångad koldioxid).

Cementindustrins totala energianvändning uppgår till cirka 3,5 TWh där den största energikällan är fossila bränslen (69 %) så som utsorterade avfallsbränslen, tex. gummidäck, (1,5 TWh) samt kol och koks (0,9 TWh). Cirka 11 % (0,4 TWh) av energianvändningen är el och 20 % (0,7 TWh) är bioandel av avfallet.¹³⁵ För att tillverka cement krävs högvärdiga bränslen (med högt energiinnehåll) då kalksten ska hettas upp till runt 1 500 grader Celsius för att bilda cementklinker.

Eftersom framställningen av cement är den tredje största utsläppskällan bland de svenska industribranscherna så är cementindustrins klimatomställning den främsta drivande faktorn som också leder till ett arbete med energieffektivisering.

¹³⁴ Färdplan fossilfrihet för gruv- och mineralindustrin, fördjupning 2019

¹³⁵ Färdplan fossilfrihet för gruv- och mineralindustrin, fördjupning 2019



Energieffektivisering i cementindustrin

Ett kontinuerligt arbete med energieffektivisering inom cementindustrin pågår, och **den uppskattade effektiviseringspotentialen ges som 2 % minskade koldioxidutsläpp.**¹³⁶ Ingen annan specifik siffra för energieffektiviseringspotentialen inom cementindustrin har återfunnits i källor.



Tekniksprång inom cementindustrin

I cementindustrins klimattärdplan¹³⁷ finns åtgärder så som CCS vilket skulle innebära en ökad elanvändning på upp mot eller till och med något över **2 TWh** för cementindustrin enligt uppskattningar gjorda av IVA¹³⁸, samt en ersättning av fossila bränslen med biobränslen som skulle innebära en ökad biobränsleanvändning på **4–5 TWh**. I projektet CemZero undersöker Cementa möjligheten att även elektrifiera ugnar vilket i ett framtidsscenario för 2045 skulle innebära att biobränslet byts ut till el.

Eltanvändningen för cementindustrin genom tekniksprång uppskattas kunna öka med 6–7 TWh.

6.2 ICKE-ENERGIINTENSIVA SMÅ- OCH MEDELSTORA FÖRETAG

Forskning om energieffektivisering bedrivs bland annat på Linköpings Universitet. Enligt en doktorsavhandling från Linköpings Universitet¹³⁹ med syfte att undersöka möjligheter för att eliminera det befintliga energieffektiviseringsgapet (dvs. att energieffektivisering inte genomförs trots att potentialen är stor) så är energieffektivisering i **icke-energiintensiva små- och medelstora företag** inte prioriterat av företagen bland annat på grund av att frågan inte ligger inom företagets kärnkompetens och inte uppfattas som strategisk. I avhandlingen föreslås ett utvidgat systemperspektiv för att nå den faktiska energieffektiviseringspotentialen.

Energianvändningen för stödprocesser uppskattas stå för 54 % av den totala energianvändningen hos små och medelstora industrier, där produktionsprocessen står för resterande av energianvändningen (46 %). Uppskattningen baseras på en utvärdering av små och medelstora företag som fått energikartläggningscheckar, ett stöd som gav mellan åren 2010–2014.¹⁴⁰

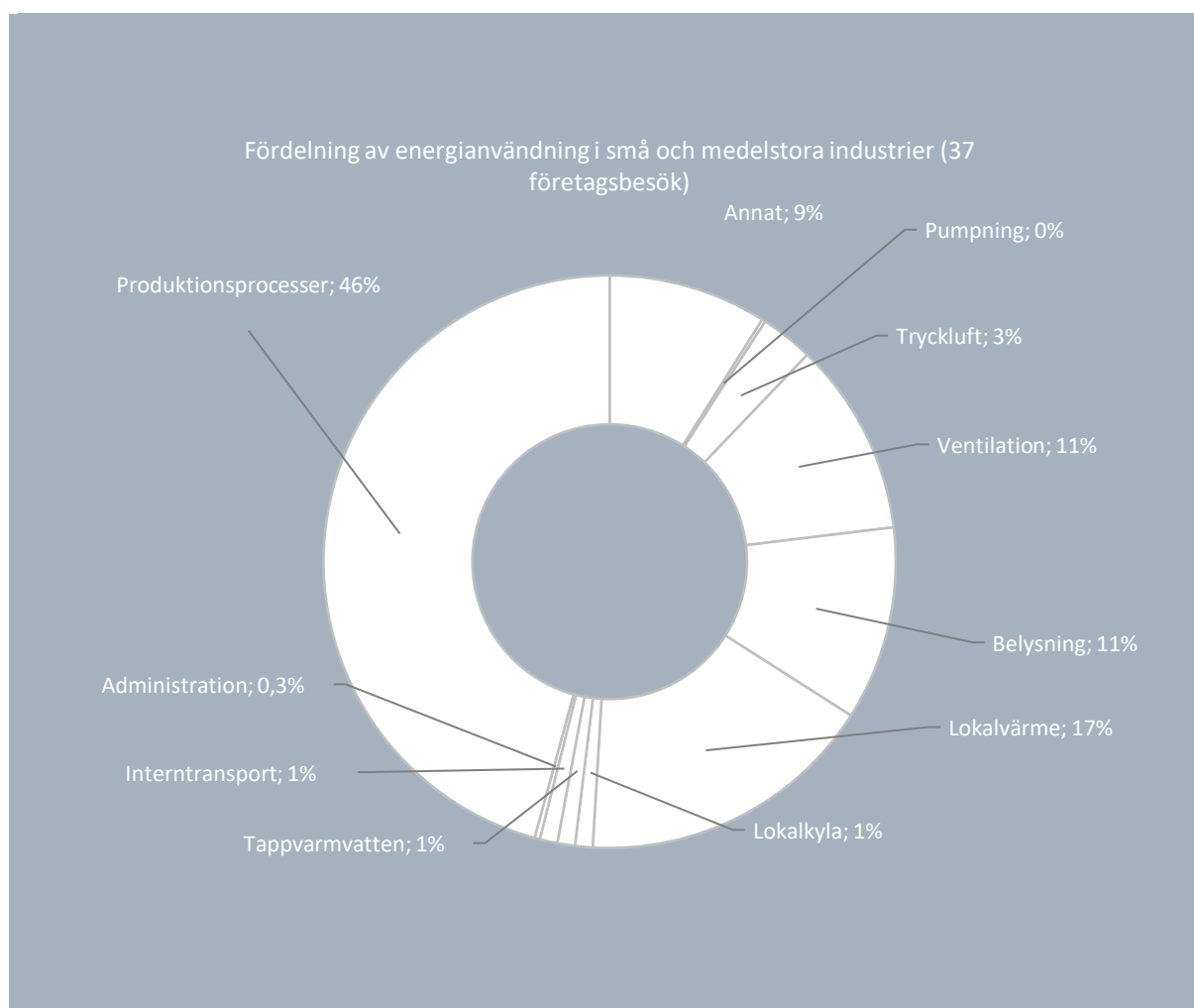
¹³⁶ Klimatneutral konkurrenskraft, kvantifiering av åtgärder i klimattärdplaner, Sweco, januari 2019

¹³⁷ Färdplan fossilfrihet för gruv- och mineralindustrin, fördjupning 2019

¹³⁸ Vägval för klimatet, så klarar industrin klimatmålen, IVA, 2019

¹³⁹ Re-viewing industrial energy-efficiency improvement using a widened system boundary, Paramonova, Svetlana, 2016, <http://liu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1049255&dsid=-6252>

¹⁴⁰ Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises, Paramonova och Thollander, Linköpings Universitet, 2016



Figur 9. Exempel på fördelning av energianvändning utifrån 37 företagsbesök på icke-energiintensiva små och medelstora företag.¹⁴¹

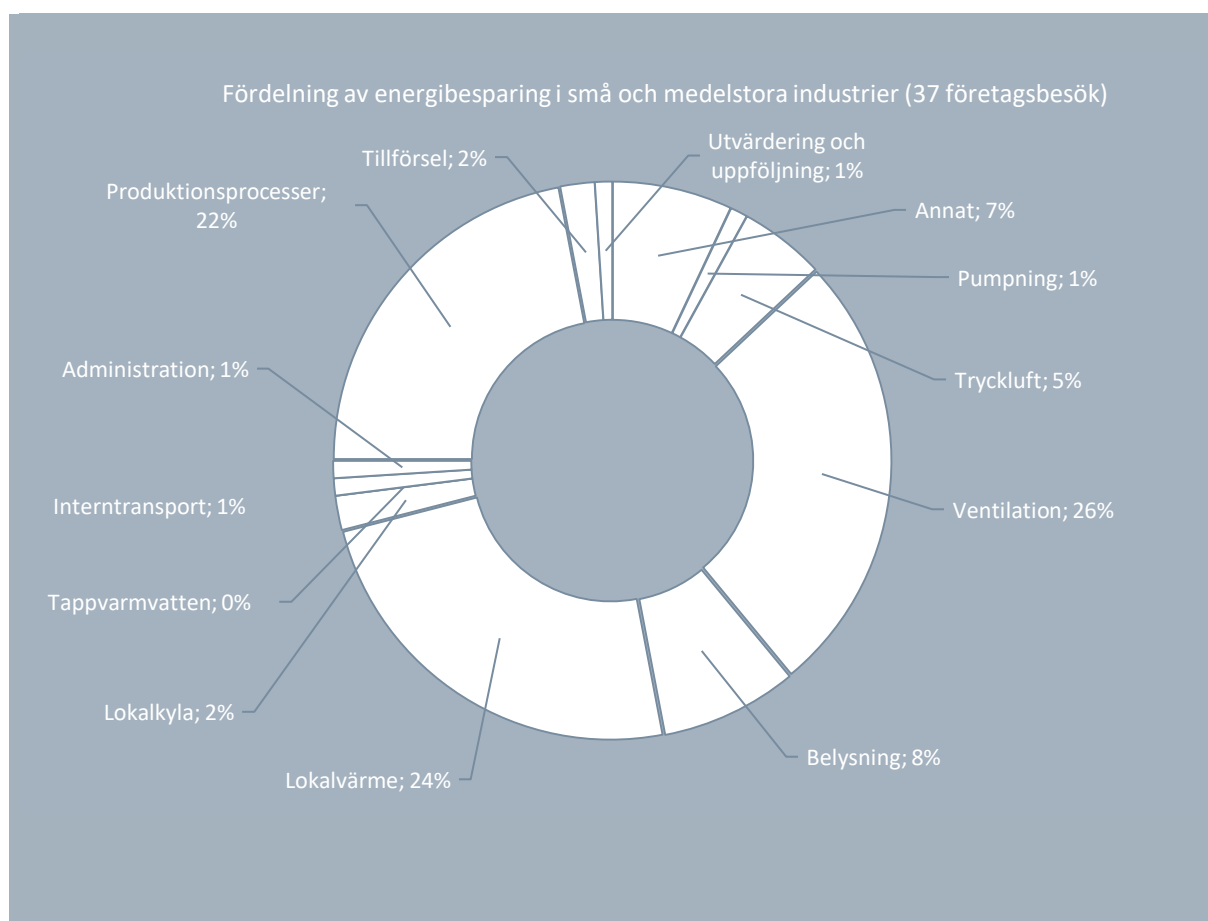
Typ av produktionsprocess är specifik för respektive industrisector. Syftet med respektive stödprocess finns att läsa i avsnitt 4.3 "att genomföra energieffektivisering".



Energibesparingspotentialen i icke-energiintensiva små och medelstora företag uppskattas vara störst för stödprocesser. Endast 22 % av potentialen återfinns i produktionsprocesserna och för stödprocesserna återfanns den största potentialen i ventilation (26 %), lokalvärme (24 %) och belysning (8 %).¹⁴²

¹⁴¹ Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises, Paramonova och Thollander, Linköpings Universitet, 2016

¹⁴² Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises, Paramonova och Thollander, Linköpings Universitet, 2016



Figur 10. Exempel på fördelning av energibesparingspotentialen utifrån 37 företagsbesök på icke-energiintensiva små och medelstora företag.¹⁴³

¹⁴³ Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises, Paramonva och Thollander, Linköpings Universitet, 2016



Energieffektivisering i icke-energiintensiva små och medelstora företag

En utvärdering^{144,145} som gjorts av den samlade energibesparingspotentialen i de 713 företag som tagit del av Energimyndighetens stöd till energikartläggningar i små och medelstora företag (som pågick 2010–2014) visar att företagen totalt kan spara 589 GWh/år vilket motsvarar **11 % av företagets totala årliga energianvändning** (5 375 GWh/år). Denna energibesparing skulle uppnås om samtliga föreslagna åtgärder vid genomförd energikartläggning skulle genomföras. Icke-energiintensiva små och medelstora företag står för 30 % av industrins totala energianvändning vilket bör tas i beaktande när potentialen för energieffektivisering diskuteras.

Energibesparingspotentialen uppskattas vara störst för stödprocesser. Endast 22 % av potentialen återfinns i produktionsprocesserna.¹⁴⁶

Denna uppskattning är i överkant då utvärdering¹⁴⁷ visar på att cirka 53 % av föreslagna åtgärder för energieffektivisering genomförs, vilket skulle innebära en potential på runt 6 % av företagets totala årliga energianvändning. De stödprocesser som kan antas använda elenergi är pumpning, tryckluft, ventilation och belysning. Dessa stödprocesser använder 25 % av den totala energin.

¹⁴⁴ Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises, Paramonova och Thollander, Linköpings Universitet, 2016

¹⁴⁵ New energy audit program in Sweden, in a broader context, Berg och Törnell, 2016

¹⁴⁶ Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises, Paramonova och Thollander, Linköpings Universitet, 2016

¹⁴⁷ Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises, Paramonova och Thollander, Linköpings Universitet, 2016

7 ENERGIEFFEKTIVISERING I TRANSPORTER

Energieffektiviseringen i transportsektorn påverkas både av teknisk utveckling och de incitament som ges av nationella och internationella styrmedel. Högre bränslekostnader är en stark drivkraft för energieffektivisering och högre bränslekostnader kan följa både av förändringar i beskattning och förändrade produktpriser, t ex genom högre inblandning av biodrivmedel. Högre drivmedelspriser tillsammans med EU:s reglering av lätta och tunga fordons koldioxidutsläpp förväntas leda till kraftigt ökande elektrifiering av vägtransporterna inom en 20-årsperiod.

Eldrift bidrar till minskade utsläpp både genom byte från drivmedel till el och genom att elmotorn är väsentligt mer energieffektiv än en förbränningsmotor.



Den högre energieffektiviteten i ett eldrivet fordon beror på att en elmotor har en högre verkningsgrad än en förbränningsmotor, men också tack vare att retardationsenergi tillvaratas.¹⁴⁸ För att transportsektorn ska kunna nå Sveriges målsättning om nettonollutsläpp av växthusgaser till år 2045 krävs dessutom att den el som används är fossilfri.



Störst potential för energieffektivisering hos personbilar i vägtrafiken

Enligt Trafikverket¹⁴⁹ ligger den största potentialen för att minska energianvändningen inom transportsektorn hos personbilarna i vägtrafiken medan sjöfart och lastbil har ungefär lika stor potential när det gäller energieffektivisering. Godstransporter som kan flyttas över från väg och järnväg till järnväg och sjöfart kan ytterligare minska transportsektorns energianvändning, järnvägen skulle dessutom kunna ta över vissa resor och transporter från flyg. Det är dock inte endast i transportslagen som energieffektiviseringspotentialen ligger, även infrastrukturhållningen ur ett livscykelperspektiv har en stor potential för energieffektivisering.

För sjöfart och flyg är energieffektiviseringspotentialen mer osäker än för vägtransporterna. Här finns dock en del lovande tekniker, bland annat genom elektrifiering och rotorsegel, som kan bidra till energieffektivisering. Genom att det bränsle som används i dessa trafikslag är skattebefriat är dock de ekonomiska incitamenten för energieffektivisering svagare inom dessa trafikslag än för vägtransporter.

För den slutliga energianvändningen är det viktigt att ta i beaktande de rekyleffekter som kan uppstå. Lägre bränsleförbrukning ger minskade kostnader för transporter som kan leda till ökat trafikarbete som till viss del åter upp den energibesparing som energieffektiviseringen ger upphov till. I de bedömningar som gjorts av Trafikverket i de rapporter som vi går igenom nedan har dock ingen hänsyn tagits till rekyleffekter. Det är svårt att bedöma hur stora dessa är men det finns goda skäl att tro att de inte är försumbara baserat på historisk utveckling. För personbilar har teknisk utveckling som

¹⁴⁸ Förutsättningar fordonsflottans sammansättning inom ramen för Trafikverkets arbete med prognoser och scenarier för att nå klimatmål – Arbetsmaterial, Preliminär version givet som arbetsmaterial från Trafikverket januari 2020

¹⁴⁹ Trafikverkets kunskapsunderlag, klimatscenario för energieffektivisering och begränsad klimatpåverkan, 2014.

lett till effektivare motorer till viss del uppvägs av att bilarna fått högre prestanda (ökad effekt) och blivit större och tyngre. Även trafikarbetet kan påverkas när körkostnaderna sjunker. Exempelvis visar erfarenheter från Norge att det finns en viss tendens till att övergång till elbilar leder till ökat bilresande.¹⁵⁰ En teknisk potential till energieffektivisering behöver alltså inte leda till att energianvändningen minskar i samma utsträckning utan en del av effektiviseringen kan tas ut i form av ökade transporter, högre hastigheter eller fordon med högre prestanda.

1.1 INRIKES TRANSPORTER (VÄGTRANSPORTER)

För inrikes transporter, vilket helt domineras av vägtransporter, är det svenska klimatmålet att minska utsläppen av växthusgaser från inrikes transporter utom flyg med 70 % till 2030 (jämfört med 2010). Trafikverket har i sitt arbete med prognoser och scenarier för att nå klimatmålen gjort antagandet om att utsläppen från inrikes transporter och vägtrafiken behöver minska med 90 % fram till 2040 för att vid år 2045 nå det uppsatta svenska klimatmålet om noll nettoutsläpp av växthusgaser.¹⁵¹ Se även avsnitt **Error! Reference source not found.** om övergång till el av klimatskäl. Trafikverket bedömer dock att det är lättare att nå en utsläppsminskning på 90 % till 2040 än att nå målet om 70 % minskning till 2030, mycket till följd av att elektrifieringen hinner nå längre till 2040.

1.1.1 Personbil och lätt lastbil

Elektrifiering kommer att vara en viktig strategi för fordonsindustrin för att klara EU:s utsläppskrav från lätta fordon liksom liknande krav på andra marknader. Förbränningsmotorer kan effektiviseras genom mildhybridisering eller fullhybridisering men för att klara de kommande kraven till 2025 och 2030 krävs en växande övergång till laddbara fordon. Redan de krav som ställs från 2021 kräver en väsentlig andel laddbara bilar för merparten av biltillverkarna. Transport & Environment¹⁵² bedömer att vissa biltillverkare kommer att behöva sälja uppemot 20 % laddbara bilar för att klara utsläppskraven på 95g CO₂/km redan 2021. Till 2025 ska utsläppen minska med ytterligare 15 % och till 2030 med hela 37,5 % jämfört med 2021 vilket innebär ytterligare incitament för elektrifiering. För lätta lastbilar är motsvarande krav 175 g CO₂/km till 2017, 147 g CO₂/km till 2020 och därefter ytterligare en minskning med 15 % till 2025 och 31 % till 2030 jämfört med 2021. Det faktum att elektrifiering drivs av internationella styrmedel snarare än nationella innebär också att elektrifieringen är en global strategi.

Trafikverket¹⁵³ bedömer att elektrifiering är den viktigaste faktorn för att transportsystemet ska nå nettonollutsläpp till 2045. Redan i ett referensscenario där nya personbils utsläpp reduceras med 37,5 % till 2030 jämfört med 2021 bedömer de att försäljningsandelen av laddbara bilar blir drygt 40 % 2030 och drygt 60 % 2050. Med en mer offensiv politik bedöms försäljningen av laddbara fordon i Sverige kunna nå en andel på över 60 % till 2030 och över 90 % till 2050. Utifrån ovanstående försäljningsandelar bedömer Trafikverket att andelen av trafikarbetet med personbilar som sker med el 2030 uppgår till 18 % i referensscenariot och cirka 30 % i de olika scenarier som studerats där klimatmålet (-70 % till 2030) uppnås. Samtidigt bedöms icke laddbara fordon effektiviseras i en sådan utsträckning att de når 85 g CO₂/km till 2030. Sett till hela fordonsflottan innebär detta en energieffektivisering med 16 % hos icke laddbara fordon mellan 2017 och 2030.

¹⁵⁰ Battery electric vehicle user experiences in Norway's maturing market, Figenbaum, E. Nordbakke, S., Transportøkonomisk institutt, TØI Report 1719/2019

¹⁵¹ Scenarier för att nå klimatmålet för inrikes transporter – ett regeringsuppdrag, Trafikverket, mars 2020

¹⁵² Mission impossible: How car makers can reach their 2021 CO₂ targets and avoid fines, European Federation for Transport and Environment AISBL, 2019

¹⁵³ Scenarier för att nå klimatmålet för inrikes transporter – ett regeringsuppdrag, Trafikverket, mars 2020

I de scenarier där 70 %-målet uppfylls sker en ännu större energieffektivisering genom ökad elektrifiering. För bilar med förbränningsmotor antas samma effektivisering som i referensscenariot. Här antas en elandel av körsträckan på hela 44 % 2030 bland nya bilar vilket skulle motsvara 50 till 65 % laddbara fordon i nybilsförsäljningen och en eldriftsandel på 26 % i den lätta fordonsparken. Efter 2030 bedömer Trafikverket att andelen laddbara fordon fortsätter att öka i snabb takt, till viss del genom bränslecellsfordon.

Det finns även en viss energieffektiviseringspotential genom ett förändrat användande av fordonen genom sparsamt körsätt, bättre hastighetsefterlevnad och mer lättrullande vägbeläggningar. Trafikverket¹⁵⁴ bedömer att detta motsvarar uppemot 10 %.



Faktorer som påverkar energieffektivitet i lätta fordon

Det som avgör ett fordon's energieffektivitet är framförallt färdmotståndet (luftmotstånd, rullmotstånd och accelerationsmotstånd), dvs. den energi som åtgår för att flytta fordonet, och effektiviteten i motor och transmission. Något som allt mer påverkar ett fordon's energieffektivitet är också olika hjälpsystem så som exempelvis luftkonditionering.¹⁵⁵



En övergång till eldrift av fordon är i sig en kraftig energieffektiviseringsåtgärd, även om det inte är på grund av den effektivare elanvändningen som åtgärden görs. Att ersätta en förbränningsmotor i en personbil med en elmotor innebär cirka 70 % minskad energianvändning.

¹⁵⁴ Förutsättningar fordonsflottans sammansättning inom ramen för Trafikverkets arbete med prognoser och scenarier för att nå klimatomål – Arbetsmaterial, Preliminär version givet som arbetsmaterial från Trafikverket januari 2020

¹⁵⁵ Förutsättningar fordonsflottans sammansättning inom ramen för Trafikverkets arbete med prognoser och scenarier för att nå klimatomål – Arbetsmaterial, Preliminär version givet som arbetsmaterial från Trafikverket januari 2020



Energieffektivisering hos personbil och lätt lastbil

Fram till 2030 antas i Trafikverkets klimatscenario **att icke laddbara fordon energieffektiveras med 16 % till 2030** jämfört med 2017 års nivå, och sett till hela den lätta fordonsparken (både nya och äldre fordon) antas en total andel eldrift på 26 % till 2030. **Den totala potentialen för transporteffektiv användning av fordonet uppskattas till 10 %.**

Efter år 2030 bedömer Trafikverket att icke laddbara fordon inte kommer att effektiviseras ytterligare, men däremot att andelen laddbara fordon ökar till en nivå runt 67 % till 2040 och runt 88 % till 2050 där en del av elektrifieringen kommer att ske genom bränslecellsfordon. **Den totala potentialen för transporteffektiv användning av fordonet uppskattas fortsatt till 10 %.**

Detta kan jämföras med något mer blygsamma antaganden som görs av NEPP om att eldrift står för 20 % av personbilars och lätta lastbilars trafikarbete 2030, 70 % 2045.¹⁵⁶

Övergång till eldrift tillsammans med energieffektivisering av förbränningsmotorer ger en sammanlagd potential för energieffektivisering för personbil och lätt lastbil på 33 % till 2030, 62 % till 2040 och hela 71 % till 2050 jämfört med 2017.¹⁵⁷

Något som kan påverka energieffektiviseringen ytterligare, dvs. till högre nivåer än av Trafikverket antagna nivåer, är högre pris på drivmedel genom skatter och högre inblandning av biodrivmedel. Högre drivmedelspriser kan bland annat driva mot en högre andel körning på el genom en ökad nybilsförsäljning av laddbara fordon.

1.1.2 Tunga fordon

För tunga fordon finns det en potential för energieffektivisering i form av effektivare motorer, hybridisering, elektrifiering och minskat färdmotstånd så som lägre rullmotstånd och förbättrad aerodynamik på hytt, påbyggnad och trailer.

Fram tills idag har det saknats krav på tillverkare **av tunga lastbilar och bussar** att minska utsläpp av CO₂, men under 2019 togs beslut om att fyra lastbilstyper som står för 60 till 70 % av utsläppen från tunga lastbilar inom EU får utsläppskrav. Kravet innebär att från referensåret 2019 ska utsläppen av CO₂ reduceras med 15 % till 2025 och 30 % till 2030. Ett problem för Sverige med detta nya krav är dock att de typiska nordiska lastbilarna behandlas som om de bara kunde bära last som en genomsnittlig EU-lastbil, trots att de är både tyngre och längre än vad som generellt tillåts inom EU och i grunden mer energieffektiva. Detta tillsammans med att kravet också bygger på

¹⁵⁶ Färdplan fossilfri el, analysunderlag med fokus på elanvändningen, NEPP, 2019

¹⁵⁷ Förutsättningar fordonsflottans sammansättning inom ramen för Trafikverkets arbete med prognoser och scenarier för att nå klimatomål – Arbetsmaterial, Preliminär version givet som arbetsmaterial från Trafikverket januari 2020

standardpåbyggnad och standardtrailer gör att vinster som kan göras genom förbättringar av tex. aerodynamik och mer lättrollade däck på trailern inte kan räknas med.

För tunga lastbilar är utvecklingen av eldrift mer osäker än för lätta fordon. I underlag från Trafikverket¹⁵⁸ bedöms att eldriftsandelen 2030 uppgår till 3 % i referensscenariot och cirka 10 % med en snabbare utveckling. Man ska dock vara uppmärksam på att den tekniska utvecklingen gällande elektrifiering av tunga fordon går mycket snabbt och att eldrift bedöms bli allt viktigare även för tunga fordon. Detta gäller även rent batteridrivna fordon. I Sverige utreds även elvägar för tung trafik vilket kan ge omfattande energieffektivisering, dock främst i perioden efter 2030. EU:s utsläppskrav för tunga fordon ger incitament för elektrifiering även om dessa inte är lika starka som på personbilssidan.



Energieffektivisering hos tunga fordon

Trafikverket beräknar potentialer för energieffektivisering jämfört med 2017 i sitt arbete med framtidsscenarier.¹⁵⁹ Här delas tunga fordon upp i fjärrlastbil och landsvägsbuss, stadsbuss och distributionslastbil. Potentialen för energieffektivisering bedöms som stor för busstrafik och då främst elektrifiering av stadsbussar i städerna med batterier som energilager där laddning sker vid hållplatser eller i depå. **Redan till 2030 bedöms andelen eldrift för stadsbussar kunna nå 85 % och till 2040 beräknas all stadsbusstrafik ske med el. Detta ger en stor energieffektiviseringspotential på 53 % till 2030 och 59 % till 2040.**

Potentialen för energieffektivisering av distributionslastbilar i form av elektrifiering med batterier som energilager är också stor. **För distributionslastbilar bedömer Trafikverket att eldriftsandelen kan uppgå till 50 % 2030 vilket växer till 85% 2040 och 100% 2050. Energieffektiviseringsmässigt ger detta 40–63 % effektivisering.** Dock står distributionslastbilar för en mindre del av de totala tunga fordonen varför konsekvenserna för den totala energianvändningen är begränsad. Detta kan jämföras antaganden som görs av NEPP om att eldrift står för 80 % av distributionslastbilars trafikarbete 2030, och nästan 100 % år 2045.¹⁶⁰

Återstår gör fjärrlastbil och landsvägsbuss där vägen framåt är mer oklar. Teoretiskt sett skulle elektrifiering vara möjlig, men problem uppstår då med långa tider för laddning alternativt stora batterier ombord på fordonet. Här skulle bränslecellslastbilar kunna stå för en del av elektrifieringen.

Ett annat alternativ är elvägar, dvs. en infrastruktur för elöverföring längs med den vanliga vägen där laddning av fordonet kan ske under tiden som fordonet kör. Elandelen för dessa fordonstyper bedöms av Trafikverket till endast 2% 2030 vilket dock växer till 19 % respektive 35 % 2040 samt 2050.

¹⁵⁸ Scenarier för att nå klimatmålet för inrikes transporter – ett regeringsuppdrag, Trafikverket, mars 2020

¹⁵⁹ Förutsättningar fordonsflottans sammansättning inom ramen för Trafikverkets arbete med prognoser och scenarier för att nå klimatmål – Arbetsmaterial, Preliminär version givet som arbetsmaterial från Trafikverket januari 2020

¹⁶⁰ Färdplan fossilfri el, analysunderlag med fokus på elanvändningen, NEPP, 2019

1.1.3 Förväntad energianvändning i olika scenarier

I ses elandel och energianvändning för vägtransporter för två olika scenarier enligt underlag från Trafikverket. Referensscenariot motsvarar den utveckling Trafikverket förväntar sig med dagens gällande styrmedel. Det andra scenariot i tabellen är det scenario som ger högst elanvändning av de åtta scenarier som innebär att 70 %-målet klaras. De båda scenarierna kan därför ses som två ytterligheter när det gäller energianvändningen i vägtransportsektorn 2030 och 2040. Man kan se i **Error! Not a valid bookmark self-reference.** nedan att elektrifieringen av vägtransporterna leder till kraftigt ökad elanvändning i sektorn, dock från en mycket låg nivå. Siffrorna i Tabell 4 kan jämföras med uppskattningar som görs i NEPP:s studie där elanvändningen förväntas öka till 7 TWh år 2030 och till drygt 19 TWh år 2045.

Tabell 4 ses elandel och energianvändning för vägtransporter för två olika scenarier enligt underlag från Trafikverket¹⁶¹. Referensscenariot motsvarar den utveckling Trafikverket förväntar sig med dagens gällande styrmedel. Det andra scenariot i tabellen är det scenario som ger högst elanvändning av de åtta scenarier som innebär att 70 %-målet klaras. De båda scenarierna kan därför ses som två ytterligheter när det gäller energianvändningen i vägtransportsektorn 2030 och 2040. Man kan se i **Error! Not a valid bookmark self-reference.** nedan att elektrifieringen av vägtransporterna leder till kraftigt ökad elanvändning i sektorn, dock från en mycket låg nivå. Siffrorna i Tabell 4 kan jämföras med uppskattningar som görs i NEPP:s studie där elanvändningen förväntas öka till 7 TWh år 2030 och till drygt 19 TWh år 2045.¹⁶²

Tabell 4. Elandel och energianvändning för vägtransporter 2017, 2030 och 2040 i två olika scenarier. Delar av tabell 5 och 6 i underlag från Trafikverket¹⁶³. Scenario C4 är det måluppfyllande scenario som ger högst elanvändning.

	2017	2030		2040	
		Referens-scenario (A)	Scenario med hög bränsleskatt (C4)	Referens-scenario (A)	Scenario med hög bränsleskatt (C4)
Persontransporter (andel el)	0,4 %	18 %	36 %	38 %	84 %
Godstransporter (andel el)	0 %	3 %	10 %	10 %	30 %
Fossila drivmedel (TWh)	59	43	22	32	7
Biodrivmedel (TWh)	15	15	13	11	7
Elektricitet (TWh)	0,06	3	6	7	17

1.2 FLYG, SJÖFART OCH JÄRNVÄG

Inför åtgärdsplaneringen 2016 tog Trafikverket fram antaganden om energieffektivisering för fordon, fartyg och flyg. För sjöfart och järnväg utgår vi ifrån dessa uppgifter som dock har närmare 5 år på nacken.¹⁶⁴ För flyget utgår vi istället från uppgifter i Biojetutredningen från 2019.¹⁶⁵

7.1.1 Flyg

Utbytestakten för flygplansflottan är långsam och större förändringar av flygplansmodellens konstruktion sker sällan. Det är därmed flygplan som redan är i produktion som till största delen

¹⁶¹ Scenarier för att nå klimatmålet för inrikes transporter – ett regeringsuppdrag, Trafikverket, mars 2020

¹⁶² Färdplan fossilfri el, analysunderlag med fokus på elanvändningen, NEPP, 2019

¹⁶³ Scenarier för att nå klimatmålet för inrikes transporter – ett regeringsuppdrag, Trafikverket, mars 2020

¹⁶⁴ Energieffektivisering fordon, fartyg och flyg samt introduktion av förnybar energi i transportsektorn, underlag för åtgärdsplanering 2016, Trafikverket, 2015

¹⁶⁵ Biojet för flyget, SOU 2019:11

kommer att inverka på energieffektiviseringen fram till 2030. Att flygplansmodeller sällan byts ut gör att även om en ny flygplansmodell kan vara väsentligt mer energieffektiv än den modell som den ersätter blir energieffektiviseringstakten per år relativt låg.

Biojetutredningen¹⁶⁶ gör en analys av energieffektiviseringspotentialen för det svenska flyget. De räknar med att de flygplan som trafikerar svenska flygplatser effektiviseras i takt med det globala snittet vilket innebär en årlig förbättringstakt på 1,4 % enligt ICAO och 1,9–2,1 % enligt EEA (European Environmental Agency). Dessa är beräknade för en tidsrymd som sträcker sig förbi 2030 och utredningen antar därför en årlig effektiviseringstakt på 1,8 % till 2030 vilket innebär cirka 20 % effektivisering mellan 2018 och 2030. Det finns utöver detta en effektiviseringspotential genom långsammare flygning. För ett befintligt flygplan finns det ytterst små bränslebesparingar att göra genom lägre hastighet men däremot finns en energieffektiviseringspotential i att konstruera nya flygplanstyper anpassade för lägre hastighet. Detta skulle kunna effektivisera bränsleförbrukningen med 30–35 % per flygplansgeneration istället för den typiska effektiviseringen på 15–20 %. Vissa flygoperativa åtgärder kan också ge högre energieffektivitet och bedöms kunna bidra med ett par tiondels % i energieffektivisering per år. En högre belägningsgrad kan även minska energianvändningen per passagerare.

Elflygplan är en framtida teknik som börjat diskuteras de senaste åren. Tekniken är idag begränsad till små flygplan på korta flygsträckor. För att effektivt transportera gods och människor längre sträckor krävs troligen teknikgenombrott, bland annat gällande batteriteknik. Utredningen gör bedömningen att elektrisk teknik kommer att ha en liten betydelse för utsläppen från linjetrafiken under de närmaste årtiondena.



Energieffektivisering hos flyg

Energieffektivare flygplan 2018–2030: 20 %

7.1.2 Sjöfart

Sjöfartens energianvändning kan minskas både genom teknisk utveckling för fartygen och genom förändringar i användandet. En viktig faktor för bränsleförbrukningen är hastigheten där stora effekter kan uppnås genom att välja en något lägre hastighet. Ett sätt att möjliggöra lägre hastigheter till sjöss kan vara att genom snabbare lastning och lossning eller kortare väntetider minska tiden som fartygen ligger i hamn. Även ruttplanering utifrån väderdata kan ge bränslebesparingar liksom ett högre kapacitetsutnyttjande genom att transportera mer gods per avgång och minimera tomtransporterna. Detta är dock inte alltid så lätt i praktiken. IVL (IVL, 2014) bedömde 2014 att det fanns en energieffektiviseringspotential inom sjöfarten på 25–75 %, det är dock oklart i vilken utsträckning som denna potential utnyttjats fram till idag. Högre bränslekostnader, bland annat genom högre krav på fartygsbränsle genom t ex svaveldirektivet, har under senare år gett ökade incitament för energieffektivisering.

¹⁶⁶ Biojet för flyget, SOU 2019:11

Det finns också tekniker under utveckling som kan få betydelse framöver. Detta gäller bland annat elektrifiering på kortare sträckor såsom vägfärjor¹⁶⁷ och passagerarfärjor¹⁶⁸ samt utvecklingen av rotorsegel¹⁶⁹ eller andra segeltyper¹⁷⁰.



Energieffektivisering hos sjöfart

Trafikverket (2015) bedömer baserat på äldre underlag från IEA en energieffektivisering i ett basscenario (BAU) på 14 % till 2030 och 25 % till 2050 jämfört med 2010 utifrån teknisk effektivisering av fartygen. I ett scenario med starkare incitament för effektivisering som påverkar även användningen bedöms potentialen mellan 2010 till 2030 vara 40 % och 60 % till 2050. Hur stor del av denna potential som återstår är dock oklart.

7.1.3 Järnväg

Den svenska spårtrafiken är i hög utsträckning elektrifierad och det finns därför små effektiviseringsvinster att uppnå genom elektrifiering. Det låga rullmotståndet bidrar också till att järnvägstransporterna redan idag är mycket energieffektiva. Trots detta finns det en del åtgärder som kan öka energieffektiviteten ytterligare. Det kan handla om att minska rull- och luftmotstånd ytterligare samt minska vikten hos vagnar och lastbärare. Åtgärder för att minska överföringsförluster samt i motorer och ventilations- och uppvärmningssystem samt möjlighet till regenerativ bromsning är också viktiga. Sparsam körning har också stor betydelse samt att planera trafik- och signalsystem så att antalet önskade stopp blir färre. Längre och tyngre tåg kan också bidra till minskad energianvändning per transporterad godsmängd/person. På samma sätt som för andra trafikslag finns det också inom järnvägen en motsättning mellan hög hastighet och energianvändningen. Lägre hastigheter innebär alltså även här minskad energianvändning per kilometer.



Energieffektivisering hos järnväg

Trafikverket (2015) bedömer att det finns möjlighet till effektivisering av elanvändning på 1,5 % per år för eldrivna tåg. Detta innebär en elbesparingspotential på 14 % på de tio år som är kvar till 2030 och en potential på 36 % till 2050.

¹⁶⁷ Se <https://www.trafikverket.se/farjerederiet/om-farjerederiet/klimat-och-miljo/eldrivna-frigaende-farjor/>

¹⁶⁸ <https://www.hd.se/2018-10-29/dags-for-officiell-start-av-batterifarjorna-over-sundet>

¹⁶⁹ Se t ex <https://www.nyteknik.se/fordon/miljovinster-i-sikte-nar-viking-line-hissar-sitt-mekaniska-rotorsegel-6909596>

¹⁷⁰ Se <https://www.nyteknik.se/premium/mojligt-att-frakta-7-000-bilar-med-segelfartyg-om-farten-sanks-6984198>

Bilaga 1. Intervjuer och förtydligande av källor

North European Energy Perspectives Project (NEPP)

NEPP är ett multidisciplinärt forskningsprojekt om utvecklingen av energisystemen i Sverige, Norden och Europa i tidsperspektiven 2020, 2030 och 2050.¹⁷¹ Inom detta forskningsprogram har rapporten "Elanvändning i Sverige 2030 och 2050 – Slutrapport till IVA Vägval el" tagits fram (2015) där tre olika scenarier presenteras som baseras på officiella prognoser och antaganden om utvecklingen av ett tiotal faktorer som har påverkan på elanvändningens utveckling. Energieffektiviseringen lyfts fram som den enskilt viktigaste påverkansfaktorn på elanvändningen.¹⁷²

I maj 2019 kom rapporten "Färdplan fossilfri el – analysunderlag med fokus på elanvändningen" som är en vidareutveckling av ovan nämnda rapport, framför allt i form av adderande av specifik tillkommande elanvändning för några sektorer och en justering av driftelsutvecklingen (långsammare än tidigare) till följd av tillgång till senare basår, att Energimyndigheten räknat om visst underlag etc.

För att bättre förstå hur antaganden kring energieffektivisering har gjorts av NEPP genomförde WSP en intervju med en representant från forskargruppen¹⁷³, som följdes av en granskning av WSP:s tolkning av svar på intervjufrågorna¹⁷⁴.

NEPP:s studie är uppdelad på sektorerna hushållsel, drift-el (servicesektor samt fastighetsel i bostäder), värmemarknad, fjärrvärme, industri och transport. Elanvändningens utveckling påverkas särskilt starkt av energieffektivisering inom industrin, av hushålls-el och drift-el. Viktigt att nämna är dock att fokus för NEPP har inte varit att ta fram en potential för energieffektivisering, fokus har varit att uppskatta den förväntade elanvändningen.

Totalt nämns en bedömd energieffektivisering av elanvändningen på 3–4% per år, vilket avser minskning av elintensitet mätt som elanvändning i förhållande till BNP¹⁷⁵. Viktigt att nämna är att den energieffektiviseringspotential som anges (särskilt för industrin) utgår inte från en uttalad bedömning av tekniska potentialer. Utvecklingen av elanvändning har baserats på de olika branschernas prognoser, där effektivisering i de flesta fall är en integrerad faktor. Den redovisade totalsiffran för effektivisering i NEPP:s rapport har beräknats ur resultatet av prognostiserad elanvändning som den sista påverkansfaktorn när övriga faktorer som har varit enklare att prognostisera (så som ex. befolkningstillväxt) och utveckling av BNP uppskattats. Den har också jämförts med den historiska energieffektiviseringen på 2–3 %, där man enligt Sköldbberg antagit att effektiviseringsansträngningarna skulle öka något som följd av ökat fokus på resurshushållning, energi och klimat. Här kan också nämnas att NEPP räknar med en frikoppling (decoupling) mellan elanvändning och ekonomisk tillväxt, d.v.s. att energieffektivisering leder till att elanvändningen kan minska även då BNP ökar. För industrin har ingen branschspecifik energieffektiviseringspotential tagits fram.

¹⁷¹ NEPP hemsida, <http://www.nepp.se>

¹⁷² *Elanvändning i Sverige 2030 och 2050, Slutrapport till IVA Vägval el*, NEPP, oktober 2015

¹⁷³ NEPP, telefonintervju, 2020-02-13

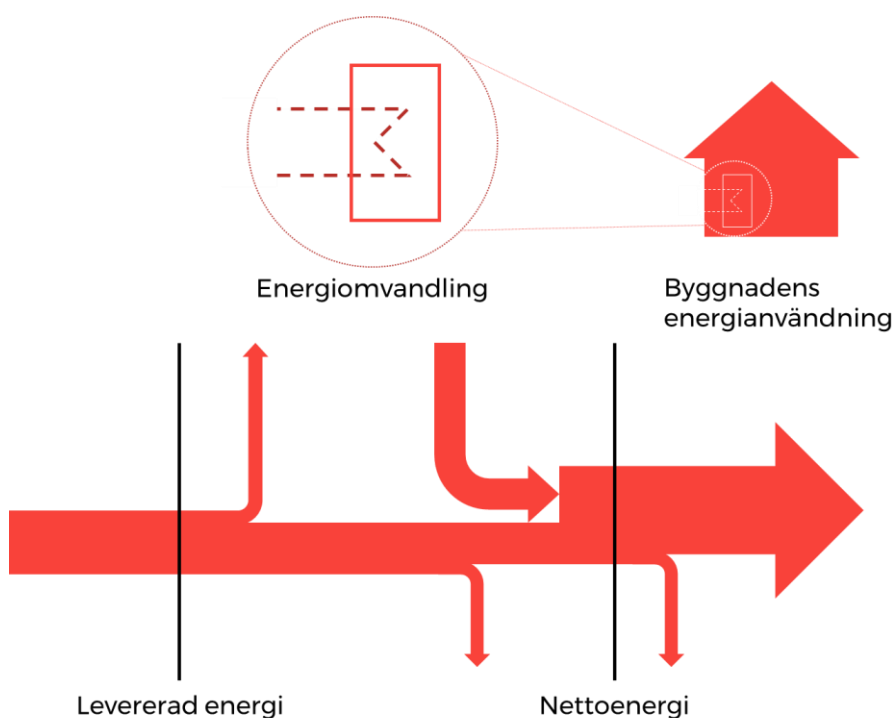
¹⁷⁴ NEPP, e-post 2020-03-04

¹⁷⁵ NEPP, e-post 2020-02-14

Värmemarknad Sverige

Värmemarknad Sverige har formulerat **fyra** scenarier för utveckling av värmemarknaden fram till 2050. Scenarierna benämns *Långsam utveckling*, *Energisnåla hus*, *Mer individuellt* respektive *Kombinerade lösningar*. De skiljer sig åt på olika sätt, där antaganden om effektivisering i befintlig bebyggelse och uppvärmningsbehov i nyproduktion är en del och energieffektivisering (teknikutveckling) i byggnadernas energiomvandling är en annan. Övriga är marknadsandel för olika uppvärmningsalternativ och komplexitet hos användare. Två olika energibegrepp tas upp:

- *Nettoenergi* för uppvärmning (eller använd energi eller nettovärme) avser den energi byggnadsbeståndet använder för uppvärmning och tappvarmvatten exklusive omvandlingsförluster i pannor eller värmefaktorer för värmepumpar
- *Levererad energi* (eller köpt energi) för uppvärmning avser den energi som levereras till byggnadsbeståndet i uppvärmningssyfte och tappvarmvatten – alltså före omvandling till värmeenergi



I en uppdatering från 2018¹⁷⁶ beräknas nettoenergianvändningen för uppvärmning i stort sett oförändrad fram till 2030 och 2050 i två av scenarierna, medan ett scenario innebär en svag ökning och ett scenario en större minskning. Levererad energi beräknas däremot i samtliga scenarier minska till följd av effektivisering i energiomvandling, exempelvis större andel värmepumpar och effektivare värmepumpar. Den största delen av levererad energi för uppvärmning bedöms i samtliga scenarier

¹⁷⁶ Värmemarknad Sverige "Resultatblad 2 Uppdaterade energiscenarier", 2018.
http://www.varmemarknad.se/pdf/Uppdat_energiscenarier.pdf

komma från fjärrvärme, dock stor skillnad mellan scenarierna. Vad gäller elanvändningen väntas minskning ske från 22 TWh 2016 till mellan 14–20 TWh år 2030 och 10–15 TWh år 2050.

Följande effektiviseringar lyfts fram och inkluderas i förutsättningar vid beräkning av elanvändning:

- Minskad eller oförändrad efterfrågan på uppvärmning, d.v.s. effektivisering i byggnad.
- Effektivisering genom konvertering från elvärme och oljevärme till värmepump.
- Effektivisering i energiomvandling, särskilt i värmepumpar där ökad värmefaktor antas.

Nettoenergi i förhållande till yta presenteras för de olika scenarierna. Förändring här avspeglar effektivisering i befintlig bebyggelse och värmebehov i nyproduktion, men även en minskning på grund av varmare klimat och en ökning på grund av minskad spillvärme då hushållsapparater väntas bli effektivare.

Levererad el för uppvärmning och nettoenergi i förhållande till yta enligt Värmemarknad Sverige (avläst ur diagram):

	2016	2030	2050
Total levererad energi för uppvärmning, TWh/år	85	61–84 (minskning 1–28 %)	52–80 (minskning 6–39 %)
Total levererad el för uppvärmning, TWh/år	22	14–20 (minskning 9–36 %)	10–15 (minskning 32–55 %)
Uppvärmningsbehov (nettoenergi) kWh/m²/år, Småhus	135	95–125 (minskning 7–30 %)	80–120 (minskning 11–41 %)
Uppvärmningsbehov (nettoenergi) kWh/m²/år, Flerbostadshus	122	80–110 (minskning 10–34 %)	65–100 (minskning 18–47 %)
Uppvärmningsbehov (nettoenergi) kWh/m²/år, Lokaler	145	85–135 (minskning 7–41 %)	70–115 (minskning 21–52 %)
Antagande om energieffektivisering i befintligt bestånd, för olika scenarier	Minsta effektivisering: 0% / 0,3% / 0,5% per år i småhus, flerbostadshus respektive lokaler Största effektivisering: 100% / 75% av "ingenjörspotential" för flerbostadshus och lokaler resp. småhus fram till 2050		
Antagande om energiprestanda i nybyggande	Minsta effektivisering: Minskning från 80 till 65 kWh/m ² /år nettovärme till 2050 Största effektivisering: "Mycket stränga nivåer"		

I underlaget till de scenarier som tagits fram inom Värmemarknad Sverige¹⁷⁷ har flera studier om energieffektivisering granskats och intervjuer med flera aktörer på värmemarknaden har genomförts. Här diskuterades skillnader mellan "ideal" bild av energieffektivisering och hur mycket som faktiskt kan väntas bli genomfört. Studier som granskades: *BETSI*, *Energieffektiviseringsutredningen*, *Ekonomi vid ombyggnader med energisatsningar* från Miljöförvaltningen i Stockholm/ÅF, *Lönsam energieffektivisering – Myt eller möjlighet* från SABO.

¹⁷⁷ Värmemarknaden i Sverige – en samlad bild, Värmemarknad Sverige, 2014

Om scenarierna skrivs i den ursprungliga rapporten från 2014: *Inget av scenarierna skall betraktas som det mest sannolika scenariot. Istället spänner de fyra scenarierna upp ett möjligt "utfallsrum". Inom detta återfinns sannolikt den verkliga utvecklingen.* Antaganden om energieffektivisering skiljer mycket mellan scenarierna.

Beräkningar av energieffektiviseringen i byggnader visar här på ett brett spann, **16–46 % nettoenergi per kvadratmeter för värme** till 2050, summerat och viktat för de tre fastighetstyperna.

Förutom energieffektivisering i byggnaderna väntas effektivisering också ske i energiomvandlingen. Det tydligaste exemplet, och högst relevant för bedömning av framtida elbehov, är när värmesystem i byggnader byts ut från direktverkande el till värmepumpar vilket leder till minskat behov av tillförd energi inklusive el. Byts istället befintliga värmesystem med fjärrvärme ut mot värmepump fås en liknande minskning i tillförd energi, men däremot en ökning i tillförd el. Totalt väntas ändå effektiviseringar i energiomvandlingen bidra till minskad elanvändning till 2050 i alla scenarier trots ökning i total yta. Jämförs utvecklingen av beräknad levererad energi med beräknad nettoenergi i de olika scenarierna ses en ökad **verkningsgrad i energiomvandling på omkring 11 %**, men sett till **effektiviseringen av elanvändning i energiomvandlingen resulterar det i 52 %**.

Totalt sett beräknar vi utifrån dessa data effektivisering i energianvändning till 24–52% och effektivisering i elanvändning till 45–64 % till 2050.

Motsvarande genomsnittlig energieffektivisering per år: 0,8–2,1 %

Motsvarande genomsnittlig effektivisering av elanvändning per år: 1,7–3,0 %

VI ÄR WSP

7.1.3.1.1.1.1

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