



# Elektrisk effektanalys av vårdcentraler

---

Lucas Gulin, Pianca Islam, Matilda Kylberg, Arvid Lindahl, Gustav Melin,  
Felix Ranestål, Hanna Sundström

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för energi och teknik  
Civilingenjörsprogrammet i energisystem  
Examensarbete 2023:21 • ISSN 1654-9392  
Uppsala 2023





# Elektrisk effektanalys av vårdcentraler

*Power analysis of health care centers*

Lucas Gulin, Pianca Islam, Matilda Kylberg, Arvid Lindahl, Gustav Melin,  
Felix Ranestål, Hanna Sundström

**Handledare:** Sven Smårs, SLU, institutionen för energi och teknik  
**Examinator:** David Ljungberg, SLU, institutionen för energi och teknik

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i energisystem  
**Kurskod:** EX0946  
**Program/utbildning:** Civilingenjörsprogrammet i energisystem  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för energi och teknik  
**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2023  
**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd  
**Serietitel:** Examensarbete (Institutionen för energi och teknik, SLU)  
**Delnummer i serien:** 2023:21  
**ISSN:** 1654-9392

**Nyckelord:** elektrisk effektprofil, elektrisk effektanalys, vårdcentral, vårdlokal, energianvändning

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för energi och teknik

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal [här](#):

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

## Abstract

With the current power transmission shortage in Uppsala, there are incentives to look over the electrical power usage. Region Uppsala owns properties such as health care centers with varying electrical power demand. In addition to variations in demand between different properties, one single building can have widely varying electrical power demands over 24 hours. There is a need to better understand the electrical power usage. The purpose of this project is to conduct an electrical power analysis for the health care centers in Heby and Årsta, and to investigate available alternatives to reduce the electrical power usage in health care centers in Region Uppsala. The project is solely conducted from a technical perspective. The results show that the largest loads at each health center are the mechanical room, lighting and ventilation. It is possible to reduce the electrical power consumption by about 30 % in both Heby and Årsta. There are several loads that can be moved to lower load times during the day.

## Sammanfattning

Med rådande kapacitetsbrist i Uppsala finns det incitament att se över det elektriska effektuttaget. Region Uppsala äger fastigheter såsom vårdlokaler med varierande elektriskt effektbehov. Utöver variationen mellan fastigheter så varierar det elektriska effektuttaget för en och samma byggnad kraftigt under dygnet. Där finns det ett behov för större förståelse för förbrukningen. Detta projektarbete går ut på att göra en elektrisk effektanalys på vårdcentralerna i Heby och Årsta för att utreda tillgängliga alternativ för att minska det elektriska effektuttaget av vårdcentraler i Region Uppsala. Projektarbetet utförs endast utifrån ett tekniskt perspektiv. Resultaten visar att de största lasterna på vardera vårdcentral är undercentral, belysning och ventilation. Det är möjligt att sänka den elektriska effektkonsumtionen med ungefär 30 % i både Heby och Årsta. Det finns många laster som går att ändra drifttider till lägre belastningstid på dygnet.

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b>	<b>4</b>
1.1 Bakgrund och mål . . . . .	4
1.2 Syfte . . . . .	4
1.3 Frågeställningar . . . . .	4
<b>2 Fastighetsbeskrivning</b>	<b>5</b>
<b>3 Metod</b>	<b>5</b>
3.1 Identifiering av laster . . . . .	5
3.2 Datahantering . . . . .	5
3.3 Avgränsningar och antaganden . . . . .	6
<b>4 Resultat</b>	<b>7</b>
4.1 Åtgärder . . . . .	13
4.1.1 Undercentral . . . . .	13
4.1.2 Belysning . . . . .	13
4.1.3 Ventilation . . . . .	13
4.1.4 Övriga laster . . . . .	14
4.2 Framtidsscenario . . . . .	14
<b>5 Diskussion</b>	<b>18</b>
5.1 Modelldata . . . . .	18
5.1.1 Solceller . . . . .	18
5.2 Felkällor . . . . .	18
<b>6 Slutsatser</b>	<b>19</b>
<b>7 Referenslista</b>	<b>20</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund och mål

Region Uppsala förvaltar fastigheter i och runtom Uppsala, ett område som utmanas av kapacitetsbrist. Bland dessa fastigheter finns vårdlokaler, som likt andra byggnader har stor variation i elektriskt effektuttag under dygnet. Därmed finns incitament för en ökad förståelse av den elektriska effektförbrukningen. Projektarbetet går ut på att göra en elektrisk effektanalys på vårdcentraler i Region Uppsala. Projektet utreder tillgängliga alternativ för att minska det elektriska effektuttaget. Målet med detta projekt är att kunna förklara varför det elektriska effektuttaget ser ut som det gör för vårdcentralerna i Heby och Årsta på timbasis. Genom denna förståelse kan det identifieras vilka laster som går att minska och effektivisera samt flytta från höglasttider till låglasttider.

## 1.2 Syfte

Syftet med projektarbetet är att redogöra den elektriska effektanvändningen på timbasis för vårdcentralerna i Heby och Årsta under ett dygn. Lasterna ska kategoriseras och undersökas om de kan minskas eller flyttas. Slutligen ska konkreta energieffektiviseringsåtgärder för vårdcentralerna presenteras och diskuteras.

## 1.3 Frågeställningar

1. Vad består eleffektanvändningen av olika timmar på dygnet?
2. Vilka laster är flexibla och inte på de specifika vårdcentralerna?
3. Vilka alternativ finns tillgängliga på marknaden och hur är det tillämpligt på vårdlokaler för:
  - flytt av effektuttag till låglasttid?
  - minskning av effektuttag?
  - flexibilitet i effektuttag?
4. Vilka konkreta åtgärder skulle Region Uppsala kunna göra på vårdcentraler för att minska dess eleffektuttag?

## 2 Fastighetsbeskrivning

### Heby

De verksamheter som finns i Heby vårdlokal är en vårdcentral, tandvård, ungdomsmottagning och ett apotek. De är fördelade på ett plan med en yta på cirka 2147 m<sup>2</sup>. Utöver verksamhetsytorna finns en undercentral, huvudentré, tvättstuga och andra gemensamma rum som förråd, apparatrum och korridorer. I undercentralen finns fem pumpar och ett kompressoraggregat till kylsystemet, för vidare detaljer hänvisas till underrapporten. I Heby finns solceller på vårdcentralens tak installerade sedan år 2020. Datan för solcellernas produktion har hämtats via Energiportalen (Energiportalen u.å.). Ungdomsmottagningen i Heby har öppet måndag och torsdag kl. 12-17, och tisdag och fredag kl. 08-12:30. Folk tandvården har öppet måndag till torsdag kl. 07:30-17:30, och fredag kl. 7:30-16:30. Vårdcentralen har öppet vardagar kl. 08-17. Apotekets öppettider är vardagar kl. 08:30-17:30.

### Årsta

De verksamheter som finns i Årsta vårdlokal är en vårdcentral och tandvård. De är fördelade på tre plan med en total yta på cirka 3483 m<sup>2</sup>. Det finns även en hiss i byggnaden. Folk tandvårdens öppettider är måndag till torsdag kl. 07:30-17:30 och fredag kl. 07:30-17. Vårdcentralen har öppet vardagar kl. 08-17.

## 3 Metod

I detta projekt har den elektriska effektprofilen under en period på 24 timmar undersökts. Den data som presenteras nedan går från timme 1-24. Timme 1 definieras som medelvärdet på den effekt som förbrukats mellan kl. 00-01. För mer utförlig förklaring hänvisas det till underrapporten (Gulin L. et al 2023).

### 3.1 Identifiering av laster

Inledningsvis gjordes en litteraturstudie för att få en översikt av elektriska effektlaster på en typisk vårdcentral och för att identifiera möjliga områden för energieffektivisering. Parallellt med litteraturstudien har data på timbasis över elektrisk effektuttag från vårdcentralerna samlats in från Region Uppsala. I början av projektet gjordes ett studiebesök på respektive vårdcentral för att identifiera vilka laster som finns i Heby och Årsta och för att samla in lasternas elektriska märkdata. Till följd av brist på data har det gjorts antaganden utifrån studiebesöket över bland annat en del lasters elektriska märkeffekt och drifttid. Under projektets gång har det upprätthållits kontakt med Region Uppsala för att kontrollera antaganden, slutsatser och rimlighet i värden som tagits fram. Datan som tagits fram för identifiering av laster kallas framöver i projektet för modelldata. Vidare i projektet kompletterades modelldatan med differensen mellan den riktiga datan och modelldatan med kategorin övrigt. I den ingår både laster som ansågs försumbara, missats samt en viss felmarginal. För mer information hänvisas till underrapporten (Gulin L. et al 2023).

### 3.2 Datahantering

Den faktiska totala elektriska effektprofilen för vårdcentralerna har sammanställts genom timdata från elnätägaren tillhandahållen av Region Uppsala. Det gäller köpt el i Årsta, köpt och exporterad el samt uppmätt elpro-



duktion från solcellerna i Heby från Energiportalen. Eftersom syftet med arbetet har varit att undersöka den elektriska effektprofilen på vårdcentralerna och inte den totala energiförbrukningen valdes det att studera effekten per timme under ett genomsnittligt dygn under sommaren respektive vintern. Den elektriska effektförbrukningen på vårdcentralerna varierar förhållandevis lite från dygn till dygn under arbetsdagar, med tydliga avvikelser på helger och röda dagar. Därav har helger och röda dagar inte använts under datahanteringen. På säsongsnivå skiljer sig däremot förbrukningen. Två olika ”standarddygn” som representerar ett dygn under en normal arbetsdag under vinter- respektive sommarsäsongen har därmed genererats. Ett medelvärde för den elektriska effektförbrukningen för varje timme på dygnet genererades från vardagar under juni, juli och augusti för sommarens standarddygn och december, januari och februari för vinterns. Värdena för den elektriska effektförbrukningen är från år 2022. För en mer detaljerad beskrivning av datahanteringen samt beräkningar av medelvärden hänvisas till underrapporten (Gulin L. et al 2023). Denna effektprofil, framtagen med medelvärden för timförbrukningen, kallas härnäst ”given data” i kommande figurer.

### 3.3 Avgränsningar och antaganden

Projektet avgränsas till det tekniska området. Därför tas det inte i hänsyn till exempelvis sociala eller ekonomiska aspekter som dessa tekniska förändringar kan påverka. Detta gör att resultatet inte ensamt kan ligga till grund för eventuella beslut som tas utifrån materialet i projektet.

En annan avgränsning är att projektet endast utreder möjligheter att ändra laster som Region Uppsala och vårdcentralerna har förmåga att påverka.

Utifrån den data som givits från Region Uppsala kommer enbart data för år 2022 undersökas. Detta på grund av att tidsintervallet är mest aktuellt och datan för den perioden saknade minst antal timmar samt att effektförskjutningen över dygnet var minst. För en mer utförlig beskrivning av valet av data hänvisas till underrapporten (Gulin L. et al 2023).

Vid beräkningar används elektrisk medeffekt per timme. Det vill säga en last som endast konsumeras under en kvart fördelas på en hel timme genom att reduceras till en fjärdedel av sitt ursprungliga värde.

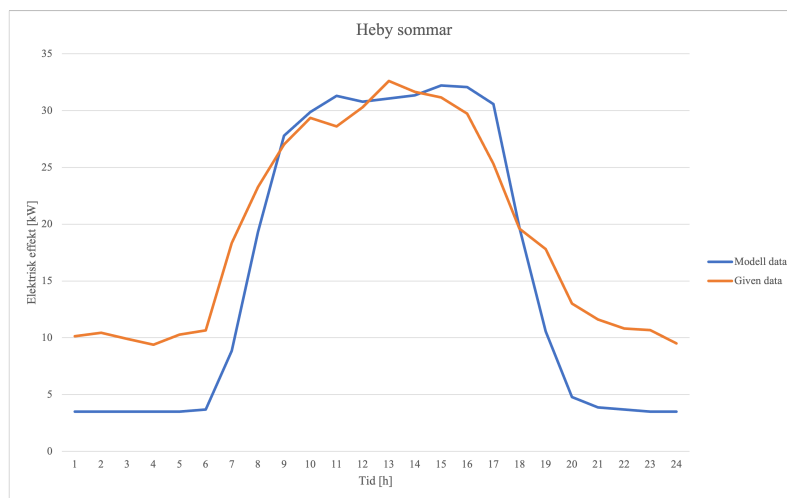
För motiveringar kring de antaganden som tagits angående lasterna samt mer specifikt vad respektive lastkategori innehåller hänvisas det till underrapporten (Gulin L. et al 2023).

## 4 Resultat

Resultatet presenteras uppdelat mellan Heby och Årsta samt mellan sommar och vinter. Vidare redogörs tillämpbara effektiviseringsåtgärder till flertal laster för att det senare ska presenteras i ett framtidsscenario för både Heby och Årsta. Observera att modelldatan i figur 1 4 7 9 inte innehåller kategorin övrigt, se metod i avsnitt 3.1.

### Heby

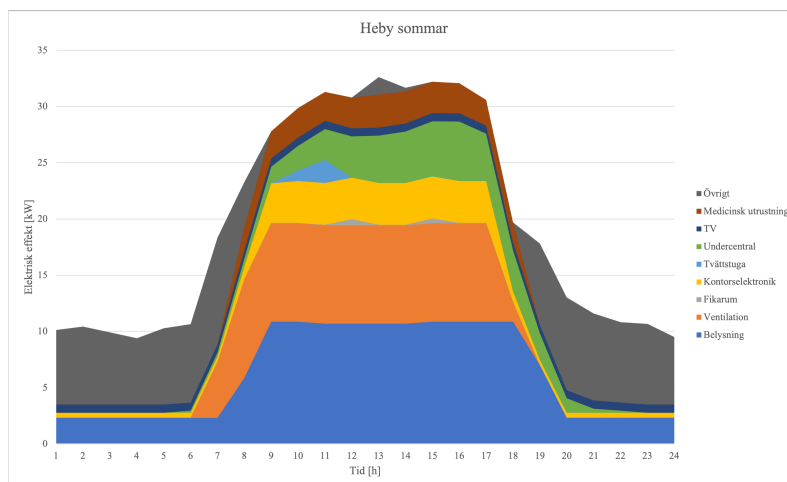
I figur 1 presenteras modelldatan tillsammans med den givna datan i ett linjediagram.



Figur 1: Given data och summering av komponenters effektförbrukning i Heby under en typisk sommardag. Observera denna figur inkluderar inte kategorin övrigt.

Modelldatan har ett högre värde än den givna datan under timmarna 09-12 och 15-18. Under timme 17, det vill säga den summerade elektriska effektförbrukningen mellan kl. 16:00-17:00, är modelldatan 20,8 % högre än den givna datan vilket motsvarar en skillnad på 5,3 kW. Under timmarna 19-06 är den givna datan i snitt 38 % större än modelldatan som svarar till ungefär 6,4 kW. För att modelldatan ska nå upp till den givna datan i baslasten saknas 6,4 kW som i figur 2 representeras av kategorin övrigt.

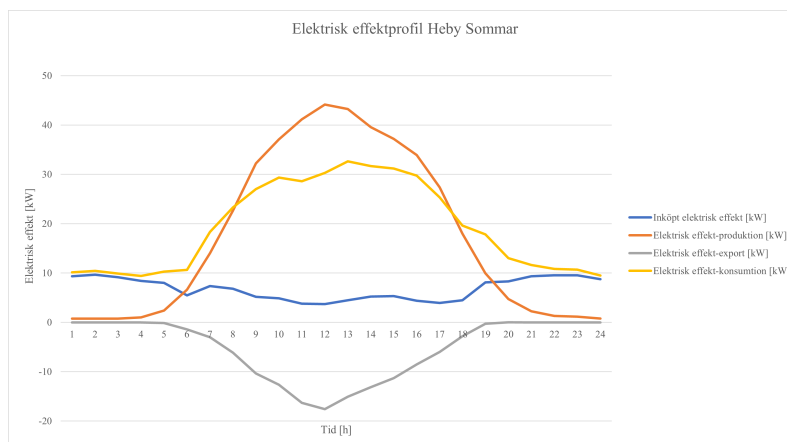
I figur 2 visas Hebys sammanställda elektriska effektförbrukning under en typisk sommardag där varje last är en egen färg som går att urskilja till höger i figuren.



Figur 2: Sammanställd effektförbrukning i Heby under en typisk sommardag.

Mellan timmarna 7 till 19 är den elektriska effektförbrukningen som högst, med en topp effekt på 32,2 kW vid timme 15. Timme 15 motsvarar kl. 14:00-15:00. Timmarna 20-6 har en lägre effektförbrukning och klassas som baslasten och ligger på ca 10 kW. Under ett dygn konsumerar kategorin belysning mest elektrisk effekt, följt av övrigt och ventilation.

Det faktiska elektriska effektuttaget från elnätet skiljer sig från den konsumerade elektrisk effekten i Heby eftersom fastigheten har solceller och en elektrisk effektproduktion. Heby har monokristallina solceller i sydöstlig riktning med en installerad nominell effekt på 98,9 kWp. Produktionen syns i figur 3.

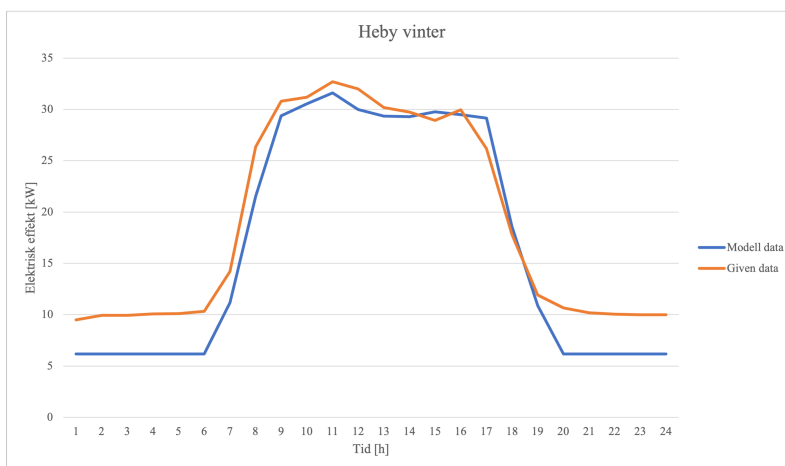


Figur 3: Den elektriska effektprofilen för Heby under sommaren med produktion, konsumtion, export och import av elektrisk effekt från given data

Det elektriska effektuttaget från elnätet syns i figur 3 i blått. Produktionen från solcellerna står för cirka 65 % av den totala energianvändningen under dygnet. Solcellernas produktion kappar framförallt effekttoppen så att effektuttaget för varje timme under dygnet håller sig under 10 kW. Exporten av producerad elektrisk effekt till elnätet uppgår som mest till 17,6 kW.

Nedan presenteras Hebys elektriska effektprofil under en typisk vinterdag. I figur 4 presenteras även ett

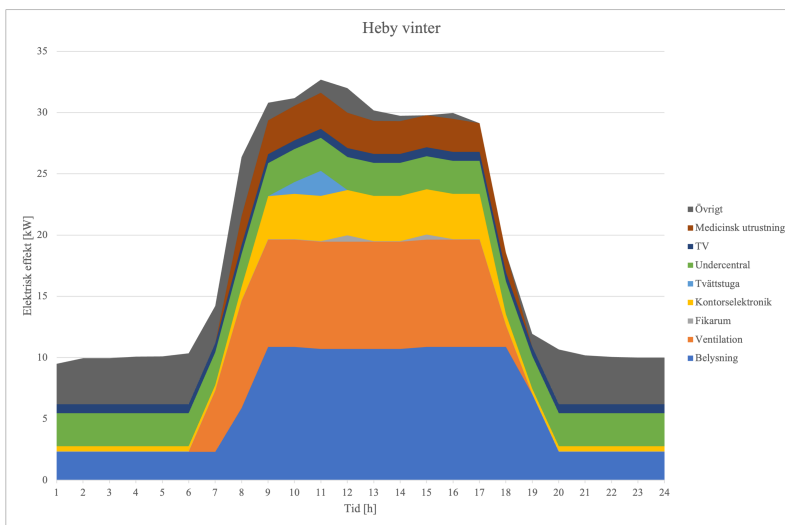
linjediagram med den summerade modelldata tillsammans med givna datan.



Figur 4: Given data och summering av komponenters effektförbrukning i Heby under en typisk vinterdag. Observera denna figur inkluderar inte kategorin övrigt.

Den största skillnaden mellan modelldata och den givna datan är under timmarna 19-08 vilket utgörs av baslasten där modelldata har ett lägre värde. Som störst är den givna data 18,2 % större än modelldata, som motsvarar 4,8 kW under timme 8.

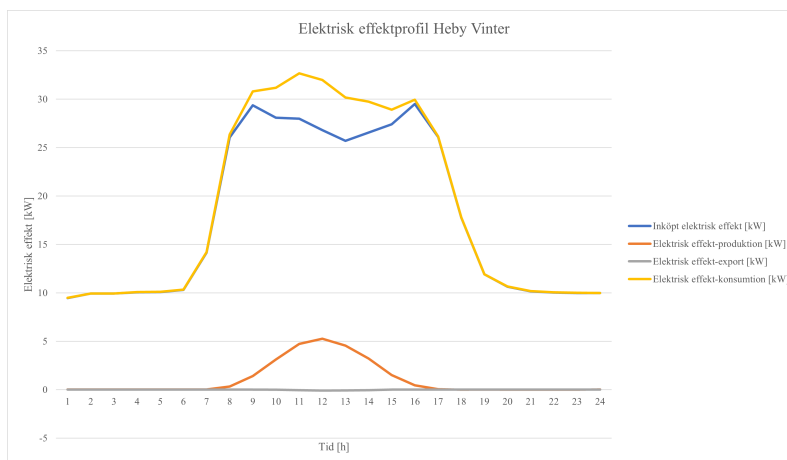
Lasternas enskilda bidrag till vårdlokalens totala elektriska effektförbrukning urskiljs till höger i figuren.



Figur 5: Sammanställd effektförbrukning i Heby under en typisk vinterdag.

Det konsumeras mest elektrisk effekt under timmarna 08-18 som motsvarar kl. 07:00-18:00 med en topp effekt på 32,7 kW under timme 11, det vill säga kl. 10:00-11:00. I storleksordning konsumerar kategorin belysning, ventilation och undercentralen mest effekt sett till ett dygn. Baslasten ligger även här på ca 10 kW.

Under vintern produceras en mindre mängd elektrisk effekt från solcellerna i Heby. Detta syns i figur 6.



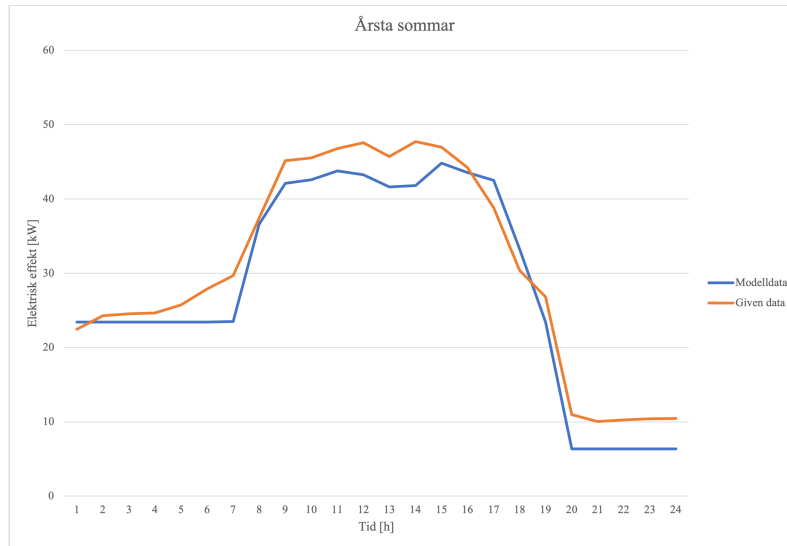
Figur 6: Den elektriska effektprofilen för Heby under vintern med produktion, konsumtion, export och import av elektrisk effekt från given data

Under vintern står energiproduktionen från solcellerna för cirka 5,4 % av den totala energianvändningen under dygnet och gör att den elektriska effekttoppen håller sig under 30,0 kW för varje timme i genomsnitt.

## Årsta

I detta avsnitt presenteras resultatet för Årsta, både i form av ett linjediagram där modelldata och den givna datan kan jämföras, samt ett diagram där de enskilda lasternas bidrag till vårdlokalens totala elektriska effektförbrukning går att urskilja.

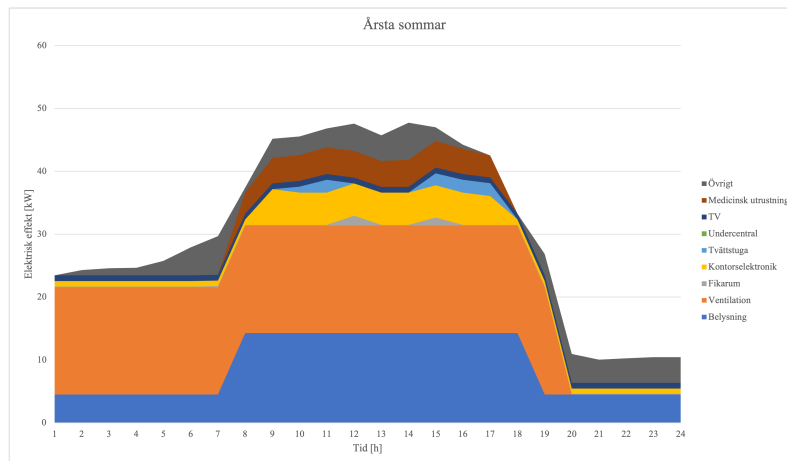
I figur 7 visas ett linjediagram med givna datan tillsammans med den summerade modelldatan.



Figur 7: Given data och summering av komponenters effektförbrukning i Årsta under en typisk sommardag. Observera denna figur inkluderar inte kategorin övrigt.

Differensen mellan modelldatan och den givna datan är som störst vid timme 14 där den givna datan är 5,9 kW större än modelldatan. Detta svarar till en skillnad på 14,1 %. Det är endast under timmarna 17 och 18 samt timme 1 som den givna datan är lägre än modelldatan.

I figur 8 presenteras effektprofilen för en typisk sommardag i Årsta vårdlokal.

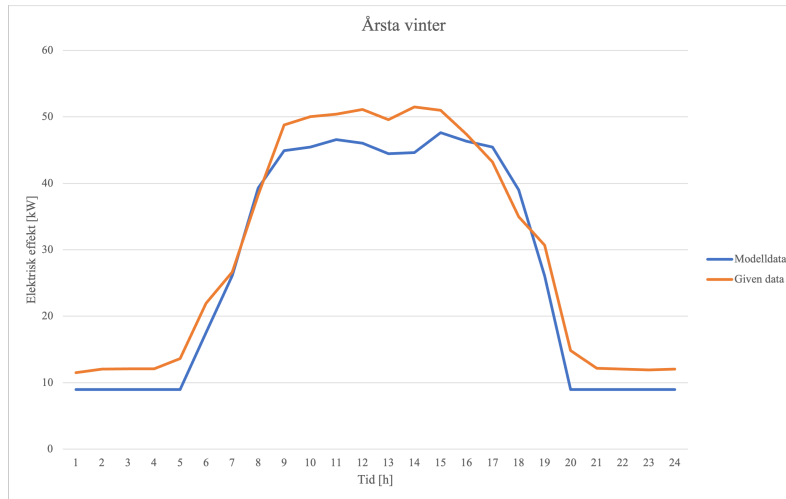


Figur 8: Sammanställd effektförbrukning i Årsta under en typiskt sommardag.

Den elektriska effektförbrukningen är som störst mellan timmarna 8-18, vilket motsvarar kl. 07:00-18:00. Från timme 1-7 är effektförbrukningen per timme ca 24 kW och mellan timmarna 20-24 är det ca 10 kW vilket är det lägsta värdet under dygnet. Sammantaget förbrukar ventilation mest elektrisk effekt under dygnet, följt av belysning och kontorselektronik. Toppeffekten infaller vid timme 14 och ligger på 47,7 kW.

Nedan presenteras resultat för en typisk vinterdag i Årsta. I figur 9 visas linjediagram med modelldata och

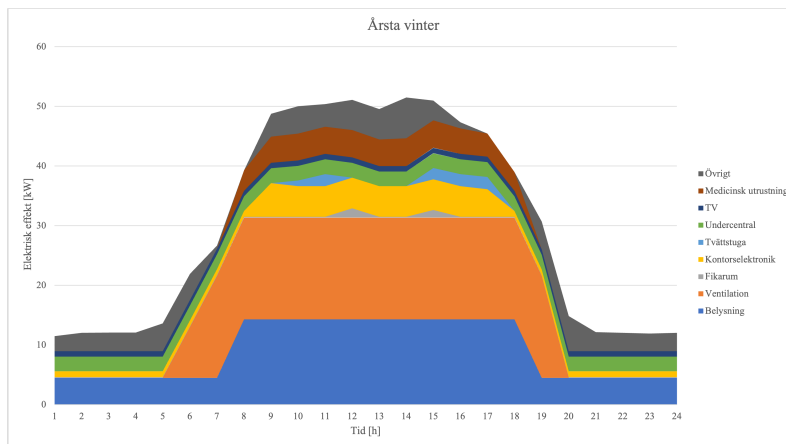
given data.



Figur 9: Given data och summering av komponenters effektförbrukning i Årsta under en typisk vinterdag. Observera denna figur inkluderar inte kategorin övrigt.

Skillnaden mellan den givna datan och modelldatan är som störst timme 13 med en differens på 5,1 kW som motsvarar 11,4 % där den givna datan är större. Likt en typisk sommardag är den givna datan endast lägre än modelldatan under ett fåtal timmar, under timmarna 11, 17 och 18.

I figur 10 visas den elektriska effektförbrukningen med de olika lasterna.



Figur 10: Sammanställd effektförbrukning i Årsta under en typiskt vinterdag.

Effektförbrukningen är som störst mellan timmarna 8-18 med en topp effekt på 51,5 kW vid timme 14. Baslasten ligger på 9,0 kW mellan timmarna 20-5. Likt en typiskt sommardag konsumerar ventilation mest effekt, följt av belysning och kontorselektronik sett till hela dygnet.

## 4.1 Åtgärder

I denna del presenteras möjliga åtgärder som kan implementeras för de olika lasterna. I figurerna 1, 5, 8 och 10 är det tydligt att belysning, ventilation och undercentral är lasterna som förbrukar mest elektrisk effekt. Åtgärderna som presenteras kommer först att förklaras och motiveras, och i slutet av avsnittet presenteras ett möjligt framtidsscenario för Heby och Årsta där samtliga åtgärder är implementerade.

### 4.1.1 Undercentral

Byter man ut befintlig kompressor till en nyare kompressor med samma dimensioner som den gamla kan en sänkning av elektrisk effekt på undercentralen från 11,15 kW till 8,5 kW, under en timme i drift göras. Detta visar på att det finns potential för ett lägre effektuttag från undercentralen i Heby på totalt 2,65 kW under de timmar kylsystemet är i drift, vilket motsvarar cirka 23,8 % av den elektriska effekten på en timme under drift (Gulin L. et al 2023). Observera att denna energibesparingsåtgärd endast är relevant för sommaren då kylsystemet är i drift, därav blir det ingen skillnad under vintern då energibesparingen inte är relevant för något annat än sommaren. Då Årsta saknar kylsystem är denna förbättringsåtgärd irrelevant för undercentralen i Årsta.

### 4.1.2 Belysning

Ett utbyte av T5-lysrör till LED-lampa ger en energibesparing med 50% per lampa (Sadjak 2023). En sådan effektiviseringsåtgärd i Årsta skulle innebära en total energiförbrukning av belysningen under ett dygn på 109,7 kWh, jämfört med 215 kWh. Det innebär en effektbesparing med 49%. Detta gäller både en typisk sommar- och vinterdag då belysningen inte är säsongsberoende.

Motsvarande siffror för Heby med endast LED-lampor är 75,5 kWh på sommaren och 79,6 kWh på vintern jämfört med 148,6 kWh båda årstiderna. Effektbesparingen blir således 49 % på sommaren respektive 46 % på vintern (Gulin L. et al 2023).

### 4.1.3 Ventilation

Av de 4 fläktar som finns på Heby vårdcentral skulle ett byte av de två remdrivna fläktarna med F-hjul till två direktdrivna fläktar med B-hjul innebära en energibesparing på 19,5 % (Gulin L. et al 2023). Det är en minskning från en total energiförbrukning 94,21 kWh till 75,8 kWh under en typisk vinterdag. De nya fläktarna skulle då likna de två fläktar i Heby vårdcentral som redan har B-hjul och är direktdrivna.

I Årsta vårdcentral finns det sex fläktar som är direktdrivna med F-hjul. Ett byte av dessa till fläktar med B-hjul likt dem direktdrivna fläktarna som finns i Heby vårdcentral skulle innebära en energisparing på 20 % (Gulin L. et al 2023). Det är en minskning från en energiförbrukning på 230,45 kWh till 184,4 kWh under en typisk vinterdag.

Observera att ett byte av en fläkt med F-hjul till en fläkt med B-hjul som levererar samma flöde under likadana tryckförhållanden kommer kräva en större yta (Gulin L. et al 2023). Detta innebär att fläktbyten ej skulle vara möjliga om platsytan inte tillåter det. Detta projekt gör dock ingen vidare undersökning kring detta.



#### 4.1.4 Övriga laster

En möjlig åtgärd för att minska eleffektuttaget hos kontorselektronik är att stänga av datorerna och projektorerna istället för att försätta dem i standby-läge. I Årsta kan under ett helt dygn 0,86 kWh sparas genom denna effektiviseringsåtgärd där motsvarande siffra i Heby är upp till 0,46 kWh i Heby. Observera att den energin sparas de timmar som ligger utanför verksamhetstiderna vilket gör att kontorselektroniken mellan timmarna 01-07 och 19-24 ligger på noll i både Heby och Årsta, vilket motsvarar en 100 % minskning. En mindre minskning vid timme 8 och 18 i Heby beror på att standby-läget startar eller slutar de specifika timmarna. Den mindre minskningen under höglåsttimmarna i Årsta beror på att projektorerna stängs av istället för att sättas i standby. Detta ger en effektbesparing på 15,3 % i Heby respektive 28,3 % i Årsta under ett dygn.

När det kommer till effektiviseringsåtgärder i tvättstugor tas flera upp i underrapporten (Gulin L. et al 2023). Det som kommer redovisas här är att implementera timers på tvättmaskinerna som gör att vissa laster flyttas till låglåsttimmarna tidigt på morgonen istället för att bidra till toppeffekten. Hur mycket som kan flyttas till låglåsttimmarna begränsas av personaltillgängligheten, därmed kvarstår vissa laster på eftermiddagen. Ingen förändring i eleffektvärden presenteras för tvättstugorna då en skillnad inte fastställts (Gulin L. et al 2023).

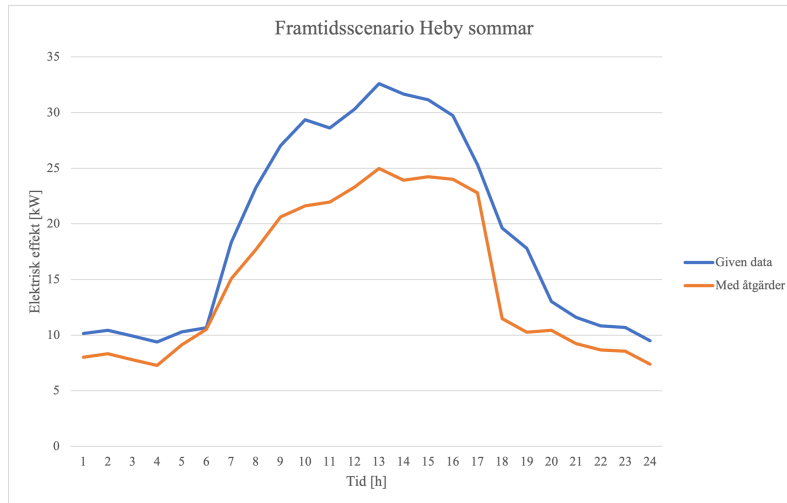
En åtgärd för väntrummen är att koppla TV-enheterna på vårdcentralen till en central strömbrytare som sätts på och stängs av i början och slutet av dagen för att minska drifttiden. Det skulle innebära en minskning på 54 % i både Heby och Årsta.

Eftersom kunskap om exakt vad kategorin övrigt innehåller kan inte åtgärder för just denna tas fram. Värdena för den kategorin i framtidsscenarioet är således detsamma som tidigare.

## 4.2 Framtidsscenario

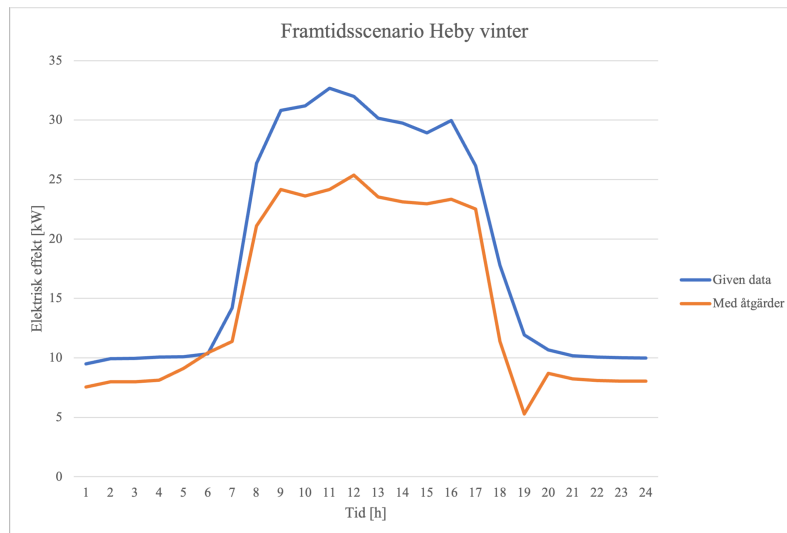
### Heby

Med LED-lampor istället för samtliga T5- och T8-lysrör, ny kompressor, datorer avstängda utanför verksamhetstiderna, nya fläktar till ventilationssystemet (istället för i standby-läge) och timers på tvättmaskiner fås en total effektförbrukning enligt figur 11 för en typisk sommardag och figur 12 för en typisk vinterdag.



Figur 11: Sammanställning av totala effektförbrukning i Heby med och utan ovannämnda implementerade åtgärder en typisk sommardag.

Baslasten minskar i snitt med 18,1 %, övrig last med 24,4 % och totalt sker en minskning med 22,6 % som svarar till 104,1 kW under ett typiskt sommar dygn. De största procentuella minskningarna består av TV i väntrum med 54 %, belysning med 49 % och undercentral med 24 %. I övrigt minskar ventilation med 19 %, kontorselektronik med 15 % och övriga laster förblir detsamma. Under timme 18 minskar effektuttaget som mest med 8,1 kW.

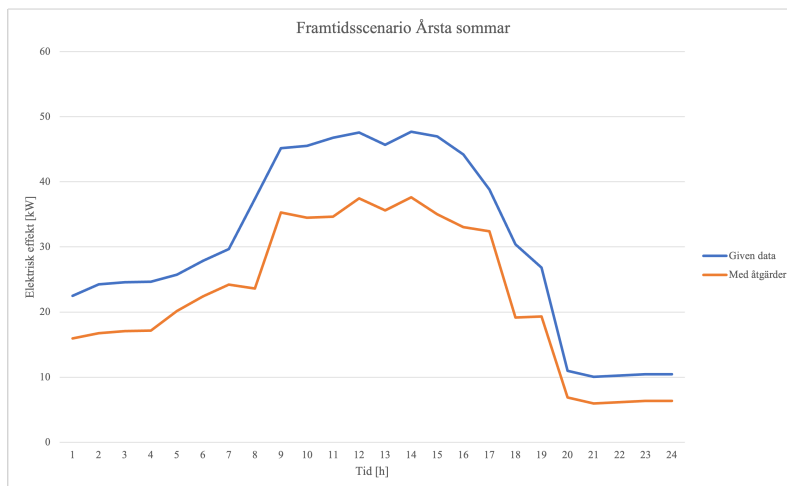


Figur 12: Sammanställning av totala effektförbrukning i Heby med och utan ovannämnda implementerade åtgärder en typisk vinterdag.

Under vintermånaderna minskar baslastens elektriska effektförbrukning i snitt med 17,1 % och övrig last med 23,5 %. Det totala elektriska effektuttaget minskar med 21,7% vilket motsvarar 98,4 kWh under ett dygn. Här står TV i väntrum för den största procentuella minskningen med 54 %, följt av belysning med 46 %. Under timme 11 minskar effektuttaget som mest med 8,5 kW.

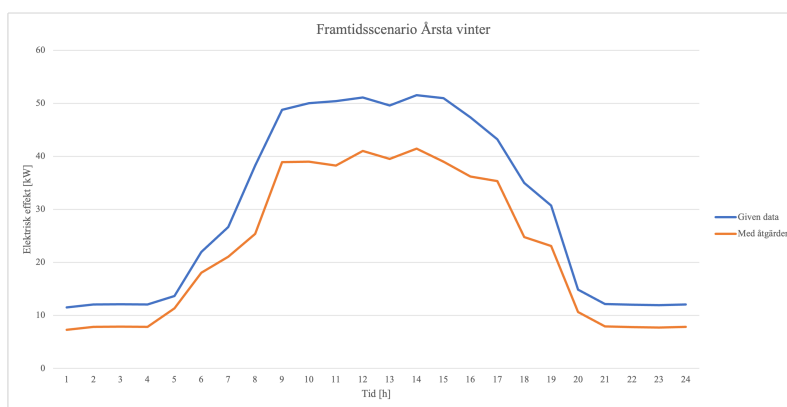
## Årsta

Till skillnad från Heby är värdena för undercentralens effektuttag detsamma då inget utbyte av kompressor görs. Däremot byts samtliga lysrör ut till LED, kontorselektronik stängs av utanför verksamhetstiderna och timers på tvättmaskiner införs precis som i Heby. Även här antas övrigt-kategorin ha samma effektförbrukning.



Figur 13: Effektförbrukningen med nuvarande modell och den beräknade effekten med implementerade åtgärder en typisk sommardag i Årsta.

Under en typisk sommardag minskar det totala energibehovet med 174,9 kWh under ett dygn vilket motsvarar 26 % där baslasten i snitt minskar med 28,5 % och resterande med 24,7 %. TV i väntrum står för den största procentuella minskningen på 54 % följt av belysning på 49 % och ventilation på 20 %. Tvättstuga, fikarum, undercentral och medicinsk utrustning förblir detsamma. Däremot flyttas tvättstugans effektuttag, men summan är oförändrad. Timme 8 sker den största minskningen med 13,8 kW.



Figur 14: Effektförbrukningen med nuvarande modell och den beräknade effekten med implementerade åtgärder en typisk vinterdag i Årsta.

Totala besparingen för en typisk vinterdag i Årsta är 174,9 kWh som motsvarar 24,3 %. Baslasten minskar med 28,2 % och resterande med 22,7 %. Här står TV i väntrum för den största procentuella minskningen.

Belysningen sänker sitt totala energibehov med 105,6 kWh, ventilation med 46 kWh och kontorselektronik med 18 kWh. Även här är det under timme 8 som effektuttaget minskar som mest med 12,9 kW.

## 5 Diskussion

Diskussionen är indelat i olika avsnitt. Inledningsvis kommenteras resultatet där förklaringar till differens mellan given data och modelldata tas upp. I slutet av diskussionen tas möjliga felkällor och dess påverkan på resultatet upp.

### 5.1 Modelldata

Under arbetets gång visade det sig att det verkliga luftflödet hos Heby vårdcentral var lägre än det som är rekommenderat och att det projekterade luftflödet inte har uppnåtts. Då detta kommer behöva åtgärdas kommer den elektriska effekten för ventilation öka i framtiden. Detta projekt har dock räknat med dagslagets verkliga luftflöde.

Modelldatan matchar inte den givna datan fullständigt i någon av figurerna 9, 7, 4 och 1, utan det finns differenser vid varje timvärde. Den differensen motsvarar kategorin övrigt i figurerna 2, 5, 8 och 10 som nämns i metoden.

I övrigt ingår lastar som inte fått en egen kategori som till exempel automatiska dörröppnare och hiss (endast i Årstas fall) men också laster som missats. I figur 1 uppgår differensen mellan modelldatan och givna datan till 6,4 kW vilket motsvarar 62,0 %. Under ett vinterdygn i Heby är motsvarande storlek på övrigt-kategorin i baslasten 19,4 %. I Årsta är motsvarande siffror 8,4 % respektive 4,3 %. Detta tyder på att någon komponent som konsumerar effekt i Heby under baslasttiden kl.19:00-07:00 har förbisetts, alternativt att en befintlig komponent feluppskattats när det gäller drifttid och elektrisk effektförbrukning.

Utifrån resultat är de största elektriska effektlasterna undercentral, belysning och ventilation. För att få störst påverkan på den elektriska effektanvändningen under dygnet kommer effektiviseringsåtgärder på dessa kategorier diskuteras vidare.

#### 5.1.1 Solceller

Under hela sommarhalvåret syns det tydligt i effektprofilen att den köpta elen och därmed belastningen på elnätet minskar markant med solceller. Det beror på att effekttoppen från verksamheten på vårdcentralen sammanfaller med effekttoppen av den producerade effekten från solcellerna, mitt på dagen. Alltså är solceller ett effektivt sätt för att minska verksamhetens belastning på elnätet. Detta gäller under sommarhalvåret förutsatt att solcellsmodulerna är ”korrekt” dimensionerade för verksamhetens energibehov. För en fördjupning inom ämnet hänvisas det till underrapporten (Gulin L. et al 2023) men generellt bedöms solceller kunna göra en elnätsnytta med avseende på vårdcentralers belastningen på elnätet.

### 5.2 Felkällor

Det som medvetet inte är egna kategorier i modellen är hiss, automatiska dörröppnare, akvarium i väntrum (endast Heby), samt digital ankomstmoduler. Detta beror på försumbar elektrisk effektförbrukning och oregebunden drifttid. De laster som försummas kategoriseras som en del av övrigt-kategorin mellan modellen och den givna datan. Ytterligare en del av differensen består av laster som omedvetet inte tagits med som till exempel kan vara maskiner som missats och som konsumerar elektrisk effekt under fler timmar än beräknat i modellen.

I många fall har det saknats information i form av elektrisk märkeffekt vilket har lett till ett stort antal antaganden när det gäller verksam elektrisk effekt hos enskilda laster. Dessa antagandena som gjorts kan bidra till differensen i det slutgiltiga resultatet.

Vid fastställande av antal laster av olika typer har det gjorts antaganden. Det gäller bland annat uppskattning av antal lampor och datorer, där det har förlitat sig på planritningarna från Region Uppsala till en stor utsträckning. Dessa har inte varit självklara att tolka och har lett till ytterligare antaganden, och i vissa fall har planritningar saknats.

När det kommer till data för produktion av elektrisk effekt från solcellerna på Heby tagen från Energiportalen har det vid flera tillfällen saknats data över timmar då vårdcentralen och solcellerna varit operativa. Produktionen verkar fortfarande ha mätts vid dessa tillfällen men angetts som en klumpsumma i slutet av tillfället. För att lösa detta beräknades medelvärdet för timmarna som saknades utifrån den totala produktionen under dessa timmar. Eftersom det under 2022 saknades minst timmar och medelvärdet jämnar ut det fel som uppstår, samt att medelvärdet för effektprofilen är över så pass många dygn, bedöms det slutgiltiga felet i effektprofilen bli försumbart. För en mer detaljerad förklaring hänvisas till underrapporten (Gulin L. et al 2023).

En annan felkälla är hur den elektriska medeleffekten per timme definierats. Enligt definitionen fördelas den elektriska effektkonsumtionens last ut över en timme även om den enbart används exempelvis en kvart. Detta ger en missvisande bild av när lasten egentligen används.

## 6 Slutsatser

Det finns möjlighet att minska och flytta lasters elektriska effektuttag under dygnet på respektive vårdcentral. Däremot kommer uttaget höjas för ventilationen på grund av dagsläget för låga luftflöden i Heby. De största elektriska effektlaster i Heby och Årsta är undercentral, belysning och ventilation. Sammantaget är det möjligt att sänka den elektriska effektkonsumtionen i Årsta med 26,1 % under sommaren och 24,3 % under vintern med presenterade effektiviseringsåtgärder. I Heby är motsvarande siffror 22,6 % för sommar och 21,7 % för vinter.

Slutligen är det relevant att poängtera att detta projekt enbart tar hänsyn till tekniska aspekter och avstår från att behandla det sociala eller ekonomiska. Detta medför att resultatet måste kompletteras med ytterligare studier och perspektiv vid beslutsfattande.

## 7 Referenslista

### Litteratur

Energiportalen(u.å.). *Heby Vårcentral*  
[https://energiportalregionuppsala.se/about?device=Heby\\_vardcentral](https://energiportalregionuppsala.se/about?device=Heby_vardcentral)

Gulin Lucas, Islam Pianca, Kylberg Matilda, Lindahl Arvid, Melin Gustav, Ranestål Felix, Sundström Hanna (2023). *Effektanalys av vårcentral - Underrapport*

### Muntlig

Sadjak Fredrik. Region Uppsala. Studiebesök. [2023-04-13]