



# Energieeffektivisering med Totalmetodiken initierad av hyresgästen



Energieffektivisering med Totalmetodiken  
initierad av hyresgästen

Helena Grimm  
Stefan Aronsson



Energimyndighetens projektnummer: 47869-1

E2B2



## Förord

E2B2s vision är en resurs- och energieffektiv byggd miljö.

Bebyggelsesektorn svarar för cirka en tredjedel av Sveriges totala energianvändning och en effektivare energianvändning är en viktig del av utvecklingen av energisystemet. I E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen.

E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinatör. Programmets andra programperiod pågår mellan 2018 och 2021.

Syftet med E2B2 är att ta fram ny kunskap, teknik, tjänster och metoder som bidrar till en hållbar energi- och resursanvändning i bebyggelsen. Det läggs därför stor vikt vid samverkan mellan näringsliv, samhälle och akademi och programmet ska bidra till och vara ett verktyg för att länka samman behovsägare med projektutförare.

Energieffektivisering med totalmetodikerna initierad av hyresgästen är ett av projekten som har genomförts i programmet med hjälp av statligt stöd från Energimyndigheten. Det har letts av Räddningstjänsten Storgöteborg och har genomförts i samverkan med CIT Energy Management AB.

Belok, Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva lokaler, har tagit fram metoden Totalmetodikerna. Den möjliggör för företag att komma längre i sin energieffektivisering genom att utgå från en ekonomisk totalbild av åtgärderna och en genomtänkt plan för hur de ska prioriteras snarare än om åtgärd för åtgärd genomförs. I det här projektet testas Totalmetodikerna i en av Räddningstjänstens lokaler där hyresgästen själv står för energikostnaderna. Genom projektet vill hyresgästen minska energianvändningen och etablera ett mer strukturerat och systematiskt energieffektiviseringsarbete.

Göteborg, 2023-12-31

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Energimyndigheten tar ställning till framförda slutsatser, resultat eller eventuella åsikter.



## Sammanfattning

Räddningstjänster finns i alla svenska kommuner och har lokaler som är av mycket speciell karaktär. Man har vanliga kontorslokaler men här finns även kök som används minst lika mycket som i ett privat hushåll, ofta med flera kylskåp eller till och med kylrum, stekhällar och ibland storköksdiskmaskiner. Det finns gym och träningshall med krav på stor luftväxling, överliggningsrum som ska hålla en bra temperatur för en större grupp människor, tvättmaskiner som går dagligen både vanliga små men även rejäla nog att ha plats för 3–4 larmställ. Till det behövs torkrum och slutligen vagnhall och tvätthall med högt i tak och stora luftvolymmer som ofta byts då portarna öppnas på vid gavel flera gånger var dag sommar som vinter.

Räddningstjänsten Storgöteborg (RSG) har 11 heltidsstationer som är av varierande ålder och med stora olikheter vad gäller teknik och andra lösningar. RSG äger inga av stationerna men förvaltar dem och har hand om allt som är på insidan medan kommunerna (6 olika) äger ansvaret för skalet. Det är inte alltid helt lätt att motivera åtgärder på insidan som inte harmonierar med andra delar, styr- och reglersystem kan fungera bra men om fönster och tak är dåligt isolerade kan dessa vara det som först borde åtgärdas.

I detta projekt har vi tittat närmare på Angereds brandstation nordost om Göteborg. Stationen är medelålders för vårt lokalbestånd och är byggd i mitten av 1980-talet. Det är en väl sammanhållen byggnad och på grund av en förhållandevis låg energianvändning antogs att det var få saker som kan göras för att minska denna. Målet var att göra energieffektiviseringar utan att påverka arbetsklimatet för brandmännen som ju faktiskt bor här viss del av dygnet. Ska förändringar göras så ska de medföra en förbättring inte bara i minskad energianvändning utan även i ökad trivsel etc.

Vad är det då som går att göra för att få dessa lokaler mer energieffektiva och vad gör det intressant att åtgärda om de som är i lokalen inte är de som äger fastigheten i fråga utan bara är inhyrda i denna?

Sju åtgärdsförslag har tagits fram för belysning, tätning av glipor och justering av styr. Normalt föreslås att ventilationen skall renoveras men här är den helt klart fullgod. Om alla åtgärder genomförs fås en beräknad besparing på drygt 10% för både el och fjärrvärme och en total internränta 25%.

Nyckelord: Räddningstjänsten energieffektivisering totalmetodik brandstationer







# 1 Inledning och bakgrund

## 1.1 Bakgrund

Vid den genomgång som gjordes 2018 av energianvändningen i Räddningstjänsten Storgöteborgs, RSG:s, lokaler framgick att det under den tidsperiod om ca 10 år som det fanns data för, inte hade skett någon större minskning avseende hur mycket energi som användes. Istället var det så att vissa av stationerna inom förbundet kunde uppvisa en ökning avseende energianvändningen för perioden.

Räddningstjänstens lokaler är komplexa med bland annat vanliga kontorslokaler men här finns även kök som används minst lika mycket som i ett privat hushåll, ofta med flera kylskåp eller till och med kylrum, stekhällar och ibland storköksdiskmaskiner. Det finns gym och träningshall med krav på stor luftväxling och duscherna används betydligt mer än i vanliga hushåll, i anslutning till dessa finns även bastu som används så gott som dagligen på heltidsstationerna. Överliggningsrummen är 6–10 st och ska hålla en bra temperatur för en större grupp människor. De tvättmaskiner som finns går dagligen och är både vanliga små hushållstvättmaskiner men även rejäla nog att ha plats för 3-4 larmställ och med reningsverk för rening av det vattnet. Till det behövs torkrum/torkskåp och slutligen finns även en vagnhall med plats för 4-5 lastbilar och några personbilar samt tvätthall med högt i tak och stora luftvolymmer som ofta byts då portarna öppnas på vid gavel flera gånger per dag sommar som vinter. Lokalerna är svåra ur ett energieffektiviseringsperspektiv då vagnhallen är integrerad i byggnaden med en eller flera inomhusdörrar in till resten av lokalen och försett med undertryck. I hela lokalen pågår verksamhet dygnet runt 24/7. Sammantaget ställer detta mycket höga krav på hur styr- och reglersystem samverkar för att inte onödigt mycket energi ska användas.

Som lokal sticker dessa ut med hög energianvändning och frågan är om det på något sätt går att minska denna. Krävs stora förändringar som inbegriper fastighetsägaren eller kan förvaltaren åtgärda inifrån genom styrning, förändrad utrustning etc och ändå uppnå goda resultat? Gör förutsättningen med olika fastighetsägare och förvaltare att vissa åtgärder inte blir gjorda.

## 1.2 Syfte och mål

Projektets syfte är att minska energianvändningen i en av Räddningstjänsten Storgöteborgs, RSG, heltidsstationer och etablera ett strukturerat och systematisk energieffektiviseringsarbete hos RSG i samverkan med hyresvärderna. Inom projektet ska BELOKs Totalmetodik prövas och utvecklas med RSG som hyresgäst och initiativtagare samt i samverkan med fastighetsägaren.

Projektet första mål är att genomföra Totalmetodikens Etapp 1 på en av Räddningstjänstens heltidsstationer och där identifiera energieffektiva åtgärder som minskar energianvändningen.

Målet är även att etablera ett strukturerat och systematisk energieffektiviseringsarbete hos RSG i samverkan med hyresvärderna samt att bidra till att utveckla Totalmetodiken utifrån hyresgästperspektiv och inkludera ett energieffektiviseringsarbete i hyresgästens verksamhet.

Slutligen ska erfarenheterna från projektet spridas - speciellt beträffande värdet av hyresgästens aktiva roll, främst till landets övriga räddningstjänster och kommunerna som har dessa lokaler för att på så sätt medverka till att minska energianvändningen från dessa speciallokaler.



### 1.3 Omfattning och avgränsningar

Projektet omfattar förslag på energieffektiviseringsåtgärder i Angereds brandstation hos Räddningstjänsten Storgöteborg som visar var de stora vinsterna går att göra och hur mycket som handlar om handhavande och byte/renovering av ytterskal där fastighetsägaren är inblandad.

Fastighetsägare av Angereds brandstation är Göteborgs Stads fastighetskontor (Stadsfastighetsförvaltningen numera) men avtalen mellan dem och RSG är skrivet så att i princip all drift av byggnaden bekostas av RSG och endast klimatskalet är en fråga för fastighetsägaren. Eftersom RSG verkar i 9 olika kommuner och alla brandstationer ägs av respektive kommun så ser förutsättningarna lite olika ut beroende på hur avtalen har skrivits. Likaså har de olika kommunerna olika förutsättningar att göra åtgärder där det behövs av olika anledningar.

Förutsättningarna är att RSG är relativt orörliga som hyresgäster vilket gör att fastighetsägaren har ett tryggt läge utan att riskera att hyresgästen avflyttar av olika anledningar.

Begränsningar och identifiering av energieffektiviseringsåtgärder utgår ifrån Belok's Totalmetodik.





## 2 Genomförande

Projektet inleddes våren 2019 med diskussioner på RSG:s fastighetsenhet, som är de som förvaltar fastigheterna, om vilken av de då 11 heltidsstationerna som passar bäst för att ingå i projektet. Valet föll slutligen på Angered's brandstation som är uppförd i början på 1980-talet och som ligger på medelåldern i fastighetsbeståndet samt att byggnaden börjar kräva ett visst underhåll av de yttre ytskikten vilka tillhör fastighetsägarens ansvar.

När byggnaden var utsedd gjordes en genomgång av tekniska förutsättningar utifrån ritningar och energistatistik. Därefter förankrade projektledaren och energispecialisten från Chalmers industriteknik (energiexpert energikartläggning, CIT) gemensamt projektet dels hos RSG:s fastighetsenhet dels med samtliga brandmän som använder lokalen. Flera försök gjordes även att komma i kontakt med fastighetsägaren i uppstartsskedet men utan framgång. Projektet har därför därefter kommunicerat med chefen för RSG:s fastighetsenhet som är kontaktytan till fastighetsägaren och stämmer av med denna.

Från fastighetsenheten utsågs en elektriker och fastighetsskötare med ansvar för aktuell brandstation som bistod personen från CIT med sin kunskap om byggnaden och dess förutsättningar. Dessa har under hela projekttiden funnits med som stöd när det behövts.

Med start hösten 2019 gjordes flera platsbesök på brandstationen med genomgång av byggnaden och de system som fanns där med koppling till energifrågan. Platschefen bistod med beskrivning av hur byggnaden och den tekniska utrustningen används och fastighetsteknikern visade den bakomliggande utrustningen och beskrev skötseln av denna medan elektrikern berättade om hur styr- och reglerystemen var tänkta att fungera och varför vissa val gjorts som är specifika för denna typ av fastighet. Även från brandmännen kom mycket information gällande hur miljön upplevdes och fungerade till vardags vilket varit till stor nytta för projektet.

Förutsättningarna är att vid larm slås all elektrisk utrustning som spis, fläkt etc av i köket. I vagnhall, korridorer och larmställsrum tänds belysningen upp men släcks när man lämnat stationen. Portarna öppnas manuellt men stängs snabbt när respektive fordon körts ut både av energiskäl men även för att hindra utomstående personer från att komma in.

Under vintern 2019/2020 genomfördes workshops med samtliga brandmän på stationen, det handlar om 4 arbetslag med 6-8 personer som alla först fick information om projektet och därefter fick de berätta om hur de ansåg att byggnaden fungerade avseende ventilation, värme/kyla, belysning mm. Detta material låg sedan till grund för ytterligare och mer djuplodande genomgång av data för att identifiera var behov fanns av undermätning och loggning. Fastigheten har bara en elmätare så för att få bättre kännedom om hur energin fördelas i fastigheten behövdes det undermätningar.

Installation av utrustning planerades ske våren 2020 men då skedde utbrottet av Covid -19 och eftersom räddningstjänsten tillhör en samhällsviktig verksamhet stängdes brandstationerna för all utomstående personal, inklusive RSG:s egna fastighetstekniker och elektriker som enbart fick arbeta här vid yttersta nödfall.



Denna totala nedstängning pågick fram till hösten 2020 då några månader med viss access till brandstationen var tillåten, på senhösten installerades mätutrustningen och därefter kom nästa våg av covid så allt stängdes igen. Först på hösten 2021 när vaccineringen kommit igång kunde anläggningen besökas igen och en detaljerad genomgång gjordes baserad på den mätdata som kommit in.

### Ventilationssystemet

2009 byttes ventilationsaggregatet till ett effektivt med roterande värmeåtervinning. Detta ventilerar hela byggnaden och nästan alla lokaler, förutom överliggningsrummen, har till- och frånluft dygnet runt. Vid ombyggnaden infördes ytterligare energieffektivisering genom att sektionera kanalsystemet så att alla lokaler förutom överliggningsrum, toaletter och våtutrymmen ventileras med reducerat flöde på natten. Anledningen till att ventilationen aldrig stängs av helt är för att undvika att få in lukt från vagnhall och larmställrum till övriga utrymmen, Vissa mötesrum har forceringsknapp och gymnastikhallens ventilation startas när belysningen tänds. Styrketräning/gym, som är en nyare tillbyggnad, har koldioxidstyrd ventilation. Temperaturen på tilluften är konstant 19 C och högre på sommaren då komfortkyla saknas.

### Värmesystemet

Värmesystemet är traditionellt med radiatorer i alla bostads/kontorsliknande rum. I gymnastikhallen med högt i tak och i gymmet är det takvärmare respektive golvvärme, I vagnhallen finns det också takvärme kompletterat med högt placerade aerotemperaturer. För att värmen inte skall stanna upp i det relativt höga taket finns nio takfläktar som pressar ned värmen. Dessa har en fin styrning genom att två temperaturgivare placerats på olika höjd och indikerar när det är en temperaturgradient. Fläktarna startar när det skiljer 2 grader och varvas upp till max vid 5 graders skillnad. Fläktarna styrs uppenbarligen inte som det är tänkt eftersom de är på kontinuerligt. Det är lite olika uppfattning bland driftpersonalen om de skall vara på sommartid och det kan vara så att de helt enkelt satts i kontinuerlig drift.

### Avgassug

I vagnhallen finns avgassugar för alla lastbilar via avgasrännor som är monterade så det passat varje enskild bil, vilka har en fast plats i hallen. Systemet är energieffektivt eftersom det endast suger från den/de bilar som har motorerna igång. I avgasrännorna finns tryckgivare som ger signal till avgasfläkten att starta och öppna spjället till aktuell ränna. Vid tillslag håller fläkten konstant undertrycker med frekvensomriktare men normalt är den avstängd.

### Belysning

Lysrörsarmaturerna är från 80-talet då byggnaden uppfördes och är av typen T8 med elektromekaniskt drivdon och det finns 56W, 36W och 18 W. En övervägande andel tänds dels automatiskt vid larm och dels manuellt via timer eller väggströmbrytare. Det är ovanligt att ha så gammal belysning och dessutom kommer det snart ett säljstopp för denna typ av rör vilket innebär att de förr eller senare måste bytas då det inte längre finns rör att köpa men då byts de inte av energiskäl.

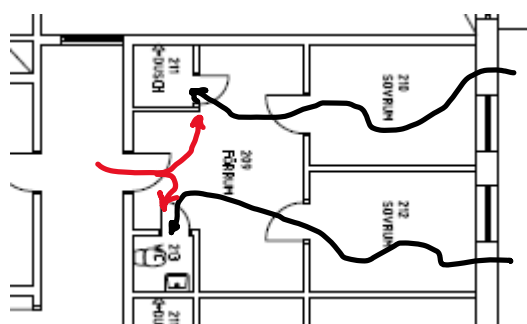
### Klimatskalet

Byggnaden uppfördes i mitten av 1980-talet och då hade Boverket skärpt isolerkraven för nybyggnation som en effekt av oljekrisen på 1970-talet. Fasaden består av tegel-mineralull-tegel med ett U-värde på 0,1 W/m<sup>2</sup>, grC. Vindar som man kommer åt är idag isolerade med 0,5 m lösull. Fönstren



är 2-glas isoler + en ruta och en mekanism som möjliggör öppning sida eller upptill. Det är vanligt att personalen öppnar fönstren i överliggningsrummen vilket medför att mekaniken i vissa delar har gått sönder på några av dem.

Det är inte motiverat att byta fönstren eftersom de är acceptabelt energieffektiva och inte heller fasaden behöver åtgärdas.



Figur 1. Ett överliggningsrum med 2 sängar.

Överliggningsrummen ser ut som i figur 1, med två sovrum per ingång från korridoren. Bara ett av sovrummen används per natt och det finns endast frånluftssystem. Normalt stängs dörren till det sovrum som används och luften är tänkt att gå via en ventil ut från sovrummet vidare ut genom toalett/duschrum. Ibland lämnas dörren mot korridoren öppen och dörren till det oanvända sovrummet står alltid öppen. I figur 1 är inritat svarta pilar och detta är den tänkta luftriktningen med frånluftssystem men när dörren mot korridoren är öppen kan luften lika gärna följa de röda pilarna och då ventileras inte sovrummet. Likaså gäller att om dörren till det oanvända sovrummet står öppen så är det lättare för luft att sugas från detta rum istället för genom en mindre ventil från det stängda. Detta kan vara orsakerna till att rummen upplevs alltför varma sommartid, trots 0,5 m isolering på vinden ovanför och därför öppnas fönstren när rummen används. Detta skulle personalen kunna testa själva och lösningen kan vara att stänga alla dörrarna på natten.

Vagnhallens portar är tunna och otäta mot golven vilket beror på slitage och att de är sidohängda vikportar. Med taksjutportar skulle tätningen bli bättre men chauffören kan inte se när dessa portar öppnats helt och erfarenheten är att denna porttyp körs sönder avsevärt oftare än sidohängda.



## 3 Resultat

### Energianvändning

Angereds station valdes inte ut för att den använde anmärkningsvärt mycket energi utan för att den "låg i mitten" avseende ålder och energianvändning och för att den lokal som initialt hade valts ut eventuellt skulle rivs istället för att renoveras. Mätdata är från 2018 och under främst 2022-2023 har en stor del av belysningen bytts mot LED, värmen i vagnhallen har sänkts till 17 grader C och höga elpriser under 2022 har medfört en allmänt ökad medvetenhet om elanvändningen som till följd av detta minskat rejält. Golvarea och A temp har mätts upp till 2440 m<sup>2</sup>.

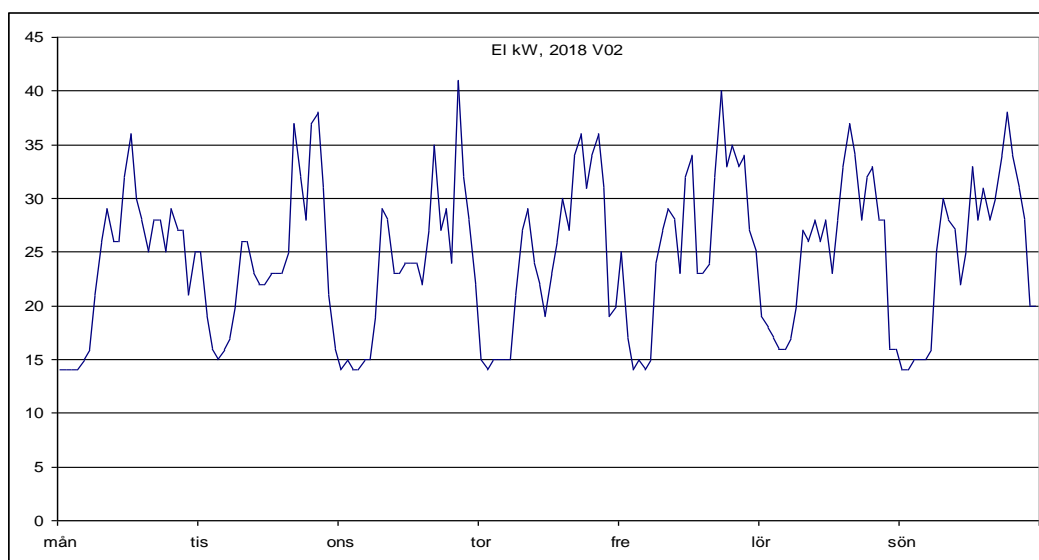
Tabell 1 Energianvändning 2018 och 2022

2018	El	Fjärrvärme	Fjärrvärme normalårskorrigerad
MWh	191	153	171
kWh/m <sup>2</sup>	78	63	70
2023			
MWh	173	147	151
kWh/m <sup>2</sup>	69	59	60

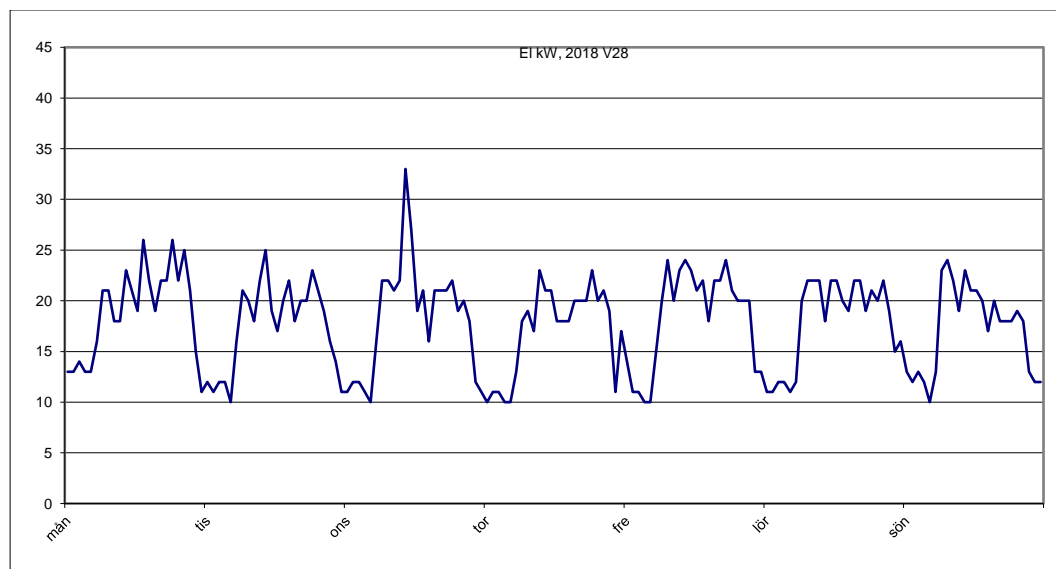
Energianvändningen är inte orimlig utan motsvarar ungefär ett kontorshus men jämfört med bostäder används mer el och mindre värme. Det speciella med en brandstation är att den är befolkad dygnet runt så med tanke på att ventilation, tryckluft, laddström och delvis belysning är i gång kontinuerligt så är användningen låg.



## ENERGIEFFEKTIVISERING MED TOTALMETODIKEN INITIERAD AV HYRESGÄSTEN



Figur 2. Elanvändning till hela stationen under en vintervecka.



Figur 3 Elanvändning till hela stationen under en sommarvecka.

I figur 2 och 3 framgår tydligt att elanvändningen på natten är ca hälften av dagsbehovet och orsakas av de system som ständigt är i gång. Det är ingen stor skillnad mellan vinter och sommar så skillnaden bedöms främst bero på minskat belysningsbehov under sommaren, både inomhus och utomhus på fasad och gården. Detta visar också på att åtgärder kopplat till belysningen kan ha stor effekt i denna lokal, vilket syns på uppföljningen av elförbrukningen 2023.

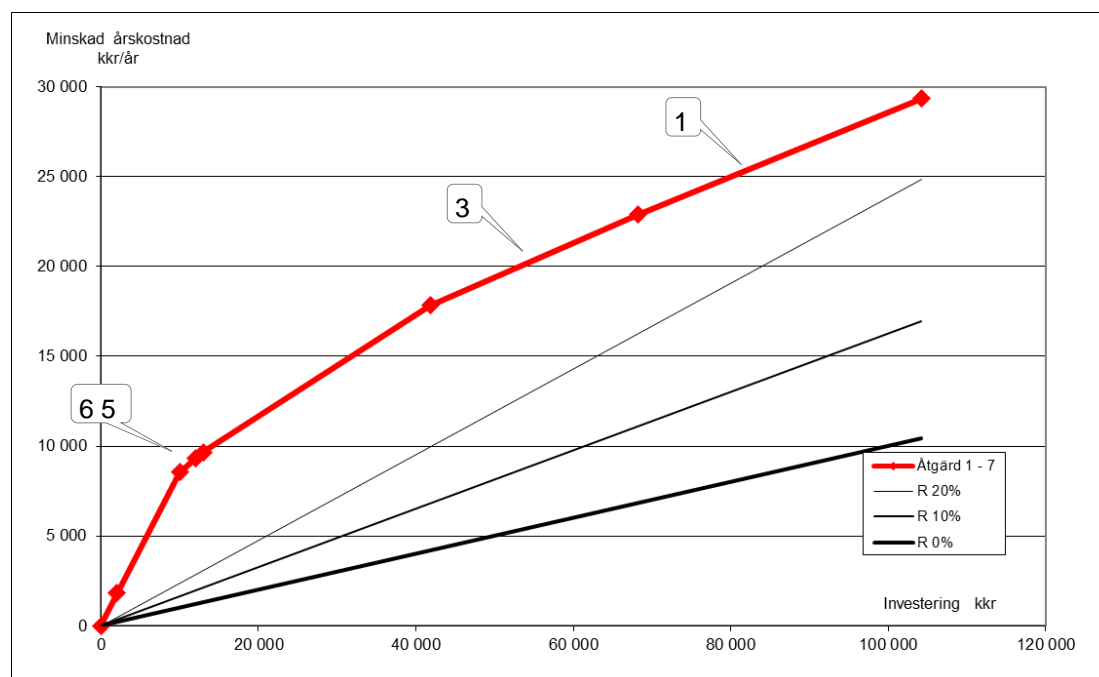


### Sammanfattning av åtgärdsförslagen

Åtgärdsförslag med beräkningar återfinns i bilaga 1, nedan presenteras resultaten och "Totaldiagram".

Tabell 2. Sammanställning av åtgärdsförslagen.

	Åtgärdsförslag	Besparing el kWh/år	Besparing värme kWh/år	Besparing kr/år	Investering kr	Internränta %
1	Belysning vagnhall	7 082		6 444	36 000	12
2	Belysning korridorer	8 988		8 179	28 800	25
3	Belysning kök	5 550		5 051	26 400	13
4	Tätning vagnhallens portar		12 951	6 734	8 000	75
5	Tätning kylrummets dörr	368		335	1 000	31
6	Justering takfläktarnas funktion	841		765	2 000	36
7	Justering temperatur vagnhall		3 492	1 816	2 000	90
	<b>Summa</b>	<b>22 829</b>	<b>16 442</b>	<b>29 324</b>	<b>104 200</b>	<b>25</b>
	<b>Besparing %</b>	<b>12</b>	<b>10</b>			



Figur 4. Alla åtgärdsförslag redovisade i "totaldiagram". Åtgärderna är sorterade i lönsamhetsordning.



## ENERGIEFFEKTIVISERING MED TOTALMETODIKEN INITIERAD AV HYRESGÄSTEN

I figur 4 ritas den åtgärd med högst internränta och lönsamhet (nr 7) in först och sedan kommer åtgärderna efter varandra med fallande internränta.

Det mest iögonfallande är att alla åtgärder visar god lönsamhet, detta beror främst på att investeringarna satts lågt eftersom de flesta åtgärder är enkla att utföra. Belysningsförslagen och även injustering av temperatur i vagnhallen förväntas utföras av egen personal så här har arbetsinsatsen räknats lågt.

Om alla åtgärder genomförs fås en beräknad besparing på drygt 10% för både el och fjärrvärme och en total internränta 25%.

### Måluppfyllelse

Inom projektet har BELOKs Totalmetodik prövats med fokus att användas av RSG som hyresgäst och initiativtagare samt i samverkan med fastighetsägaren. Just i den lokal vi tittade på fanns ingen anledning att göra åtgärder kopplat till fastighetsägarens ansvar. Men tittar vi bredare på det så handlar det om att få en helhetsbild där åtgärder kopplat till klimatskalet får läggas in i Totalmetodikens diagram med den avbetalning som det blir för räddningstjänsten som hyresgäst.

Detta gäller under förutsättning att hyresgästen har stort egenansvar och helhetsyn (vilket sker vid förvaltning av fastigheten med egen driftspersonal) och/eller långsiktighet genom över tid nästintill oföränderlig verksamhet (såsom räddningstjänst).

Kostnaden kommer i dessa fall att belasta hyresgästen genom avskrivning över tid då nyttan kommer hyresgästen helt till del. Även större förändringar i klimatskalet när det handlar om fönsterbyte och tilläggsisolering av vindbjälklag bör kunna bekostas av hyresgästen då sådana åtgärder kan ha stor påverkan på energianvändningen.

Genom detta förfarande flyttas ansvaret gällande minskning av energianvändning till största delen över till hyresgästen som både kan initiera och bekosta (över lång tid) åtgärden men som även får den direkta nyttan av åtgärden genom minskad energikostnad. Det största problemet med denna lösning är att det är fastighetsägaren som beslutar när och om en förbättring ska genomföras. De olika kommunerna i förbundet har olika ekonomi och organisering kring sina fastigheter vilket i hög grad påverkar vad som genomförs och hur fort. Genom energikartläggning, som även denna bekostas av hyresgästen, fås underlaget till de åtgärder som kan behöva genomföras och vilken effekt dessa ger. Räddningstjänsten är i detta avseende annorlunda jämfört med "vanlig" hyresgäst som inte alls är delaktig i fastighetsdriften eller är påtagligt långsiktig som hyresgäst.

Numera är det 25 fastigheter som driftas av RSG:s egen fastighetsenhet där det hålls antingen teknikermöten eller driftsmöten varje fredag. Med på agendan finns energifrågan där varje fastighetstekniker ansvarar för sina fastigheter avseende uppföljning av olika energislag. Parallellt med detta finns en övergripande "energieffektiviseringsplan" där stora energianvändare har identifierats och där det finns en plan för i vilken ordning åtgärderna ska genomföras. Under hösten 2023 har samtliga fastigheter fått nya energideklarationer och dessa ska nu gås igenom för att uppdatera planen med de större penseldragen. Fokus under 2023 har varit att byta mot LED-lysrör och gå igenom luftvärmepumpar, igensatta filter och annan semilös energikrävande utrustning så att



## ENERGIEFFEKTIVISERING MED TOTALMETODIKEN INITIERAD AV HYRESGÄSTEN

dessa fungerar optimalt vilket visat sig vara rätt fokus då här hittats mycket som inte fungerat som det varit tänkt.

Information om detta projekt har spridits på nätverksträffen för Räddningstjänstens miljönätverk den 27 september 2023 där ca 25 räddningstjänster ingår. Merparten av dessa hade fokus på att byta till LED då det är mycket belysning i vagnhallar och gymnastiksalar mm och då verksamheten är i gång dygnet runt, året om. En återkoppling till alla som jobbar på Angereds brandstation har också gjorts i enskild sittning med samtliga fyra arbetslag och chefer, ca 1,5 h per arbetslag med många frågor och diskussioner som visat på ytterligare förbättringar kopplat till energianvändning, totalt deltog ca 40 personer vid dessa möten.

Samarbetet med fastighetsägaren har under året mest kommit att handla om utredning och installation av solceller på lämpliga byggnader. När det gäller förbättringar i byggnadernas klimatskal, den delen som fastighetsägaren är ansvarig för i förhållande till RSG, så var det inget som blev aktuellt i det här fallet.





## 4 Diskussion

Funderingen innan projektet gällde hur energieffektiv en brandstation var och var det gick att göra energieffektiviseringar samt i vilken mån dessa hamnade på insidan, dvs hos förvaltaren, eller på utsidan och därför på fastighetsägaren. Frågan var även om totalmetodikerna fungerade som illustration/åskådliggörare av resultatet för att tydliggöra för den som ska betala vilka besparingar som kan göras och hur effektiva dessa är.

Genomgången visar att Angereds brandstation har ett mycket bra klimatskal och att ventilation mm är väl intrimmade varför stationen använder förhållandevis lite energi. Trots detta går det att göra energieffektiviseringsåtgärder som minskar den årliga användningen med närmare 30 tkr. Under nästa avtalsperiod kommer kostnaderna för el och värme höjas rejält vilket ytterligare ökar incitamenten för att göra de föreslagna åtgärderna. En minskning om närmare 40 000 kWh/år på en av de bättre stationerna i fastighetsbeståndet gör att den framtida årliga besparingen för förbundets 14 heltidsstationer där många är sämre ur energisynpunkt kan minska energiförbrukningen med ca 600 000 kWh. Förutsättningarna är säkerligen desamma på merparten av Sveriges brandstationer även om många är deltidstationer och inte används på samma sätt så finns delar att se över som de facto inte kostar särskilt mycket utan bör vara möjliga för de flesta att göra. Det som var en del av projektet men som aldrig kunde testas då klimatskalet var så bra var att se hur fastighetsägaren hade ställt sig till det som totalmetodikens första del hade visat där kostnaderna kommit att landa på 2 olika ansvar och där inte de billiga åtgärderna hade kunnat betala de dyra på samma sätt som om allt är inom en och samma verksamhet. Göteborgs stad har ofta möjlighet att ta de projekt som krävs och genomföra dem relativt snabbt, kostnaderna läggs på RSG som en förhöjd hyra över tid. Andra kommuner har varken den kompetens eller det resursutrymme som Göteborg har varför det kan vara betydligt svårare och ta mycket längre tid innan en åtgärd genomförs.

På grund av Covid-19 och de restriktioner som följde på pandemin var det flera mätningar som inte genomfördes och som hade kunnat ge mer djuplodande svar på vissa frågor där det nu blir gissningar, som även om de görs av en mycket erfaren person, hade varit bättre att verkligen veta. Till exempel om avgassugarna verkligen används för med allt bättre avgasrening och bränslen kanske detta är en onödig utrustning som förutom att vara dyr även renderar en del reparationer.

Det som också framkom vid återkopplingen med brandmännen på stationen efter genomfört projekt är att medvetenheten blivit betydligt större kring vad som påverkar energianvändningen. Fler åtgärdsförslag med betydligt större bredd än vid mötet inför projektets start diskuterades. Det framkom också att flera av de frågor som har varit uppe under många år, som dålig luft i överliggningsrummen, kunde förklaras när vi såg hur ventilationen var tänkt att fungera men som kortslöts genom att användningen av dessa rum inte såg ut som man tänkt vid planering av byggnaden.



## Bilaga 1. Åtgärdsförslag

Ränta 1%

Kalkyltid 10 och ibland 5 år

Elpris 0,91 kr/kWh med avdragsgill moms

Värmepris 0,52 kr /kWh med avdragsgill moms

Energipriser och även uppskattade investeringskostnader är från 2022.

### 1. Belysning Vagnhallen

De gamla lysrörsarmaturerna, 2xT8 56W 1,5m med elektromekaniskt drivdon, bör bytas till LED-armaturer men dessa är inte helt accepterade inom RSG. Som ett alternativ kan lysrören bytas mot LED-rör med inbyggt drivdon. Detta kan göras utan ingrepp i den gamla armaturen men lämpligen kopplas det gamla drivdonet bort pga brandrisk, CE-märkningen bryts med detta men det finns finska kvalitetsrör som "förnyar/tar över" CE-märkningen om elektrikern följer anvisningen för omkoppling. Dessa rör har provats på två installationer för 2 år sedan och man inväntar resultatet. Med bakgrund i detta föreslås därför att dessa finska rör används här och en 2 år gammal prisuppgift om ca 500 kr/rör har använts i beräkningen. På grund av ökade materialpriser kan dock priserna ha stigit sen dess. Jämförbara helt nya LED-armaturer på 1,5 m, 5600 till 7000 lm och 45 till 55 W kostar idag 1800 till 2100 kr.

Belysningen i vagnhallen styrs idag dels automatiskt vid larm och dels manuellt via timer när arbete utförs i vagnhallen och det är inte lämpligt att ändra på denna styrning. Enligt mätning är belysningen tänd 47% av tiden vintertid, sommartid antas 0%. Visst är belysningen tänd ibland på sommaren men avsevärt kortare tid än på vintern.

Tabell B1: 1. Beräkning lönsamhet belysning vagnhall

Kalkyltid:	10 år	år
Nusummefaktor	9,47	
Antal armaturer (med 2 rör 1,5 m) 4 x 10 rader	40	st
Effekt befintlig armatur 2x58 W + drivdon 30W	146	W
Total effekt befintlig utrustning	5,8	kW
Effekt LED ca 2x30	60	W
Total effekt LED	2,4	kW
Drifftid under vinterhalvåret (sommar=0)	0,47	
Besparing elenergi	7 082	kWh/år
Besparing elkostnad /år	6 444	kr/år
Besparing minskat rörbyte en gång 80x100kr+4000kr	12 000	kr



## ENERGIEFFEKTIVISERING MED TOTALMETODIKEN INITIERAD AV HYRESGÄSTEN

Besparing nuvärde:	73 035	kr
Investering ca 500 kr/rör + 8000 kr	48 000	kr
Lönsamhet kr nuvärde	25 035	överskott
Internränta	1,3	%

Belysningen skulle även kunna sektioneras så att exempelvis  $\frac{1}{4}$  av raderna med lysrör tänds upp när inte fullbelysning krävs.

### 2. Belysning korridorer

Armatyrer i korridorerna är av samma ålder som i vagnhallen men av dimension 2xT8 36W 1,2m och även dessa styrs automatiskt vid larm samt även manuellt av/på. Arbete med att byta ut dessa mot LED-rör med inbyggt drivdon har påbörjats och bör fortsätta.

Belysningen uppskattas vara tänd 70% av tiden vintertid och 30% sommartid eftersom korridorerna är mörka.

Tabell B1: 2. Beräkning lönsamhet belysning korridorer

Kalkyltid	10	år
Nusummefaktor	9,47	
Antal armaturer (med 2 rör 1,2 m) pl1 15 + pl2 21 st	36	st
Effekt befintlig armatur 2x36 W + drivdon 25W	97	W
Total effekt befintlig utrustning	3,5	kW
Effekt LED ca 2x20	40	W
Total effekt LED	1,4	kW
Drifftid vinter 70%, sommar 30%	0,5	
Besparing elenergi	8 988	kWh/år
Besparing elkostnad/år	8 179	kr/år
Besparing minskat rörbyte en gång 72x100kr	7 200	kr
Besparing nuvärde	84 664	kr
Investering ca 500 kr/rör	36 000	kr
Lönsamhet kr nuvärde	48 664	överskott
Internränta	13,6	%



### 3. Belysning kök

Armaturer i köket är även dessa av samma ålder som i vagnhallen men av dimension 2xT8 86W 0,6 m och de styrs automatiskt vid larm och manuellt av/på.

Belysningen uppskattas vara tänd 60% av tiden vintertid och 20% sommartid eftersom rummet används ofta.

Tabell B1: 3 Beräkning lönsamhet belysning kök

Kalkyltid:	10	år
Nusummefaktor	9,47	
Antal armaturer (med 2 rör 0,6 m)	44	st
Effekt befintlig armatur 2x18 W + drivdon 20W	56	W
Total effekt befintlig utrustning	2,5	kW
Effekt LED ca 2 x 10	20	W
Total effekt LED	0,9	kW
Drifttid vinter 60%, sommar 20%	0,4	
Besparing elenergi	5 550	KWh/år
Besparing elkostnad /år	5 051	kr/år
Besparing minskat rörbyte en gång 88 x 100kr	8 800	kr
Besparing nuvärde	56 638	kr
Investering ca 400 kr/rör	35 200	kr
Lönsamhet kr nuvärde	21 438	överskott
Internränta	2,5	%

### Belysning gym/styrketräning

Belysningen i gym/styrketräning är av typen T5 vilka nästan är lika effektiva som LED varför dessa inte skall bytas. Däremot styrs belysningen manuellt av/på vilket medför att det ofta är tänt i hallen (enligt personalen). Här föreslås att akustisk närvarosensor installeras eftersom det kan vara svårt att täcka hela hallen med vanlig IR-sensor. Förslaget beräknas inte eftersom armaturerna är effektiva och besparingen i drifttid är okänd.

### 4. Tätning vagnhallens portar

Vagnhallens samtliga 8 portar har tydligt synliga springor på grund av slitna tätninglistor. Störst är springorna nedtill och här sitter borstlist vilken borde bytas mot mer tåliga släplister. Inom RSG har bättre kvalitet på lister undersökts men något bättre alternativ har inte hittats. Ett förslag är att



kontakta några transportföretag vilka har stora mängder portar och utifrån deras förslag testa andra bättre och utbytbara lister.

Springorna orsakar påtagligt kalldrag efter golvet och detta är sannolikt orsaken till att hallen värms högre än de föreskrivna 17 grader.

Tabell B1: 4. Beräkning lönsamhet tätning vagnhallens portar

Kalkyltid	5	år
Nusummefaktor	4,85	
Spalt/port 20x1 cm	20	cm <sup>2</sup>
Spalt för 8 portar	160	cm <sup>2</sup>
Hastighet in	1	m/s
Flöde inläckage	16	l/s
Volym inläckage	140	m <sup>3</sup> /år
Gradtimmar värmning till 17 grader	77 000	grC x h
Uppvärmning/år	12 951	kWh/år
Besparing värmekostnad/år	6 734	kr/år
Besparing nuvärde	32 685	kr
Investering ca 1000 kr/port	8 000	kr
Lönsamhet kr nuvärde	24 685	kr
Internränta	75	%

## 5. Tätning kylrummets dörr

Kylrummet för personalens mat är så stor all man går in i det via en dörr. Denna är av typen svängdörr med springor runtom för att gå lätt att öppna. Här föreslås att trä eller metallister monteras så att dörren endast öppnas utåt och gummitätningar monteras på dessa.

Tabell B1: 5. Beräkning lönsamhet Tätning kylrummets dörr

Kalkyltid:	10	år
Nusummefaktor	9,47	
Spalt 0,5 cm uppe och nere	80	cm <sup>2</sup>
Hastighet in	0,1	m/s
Flöde inläckage	0,8	l/s



Volym inläckage	7	m <sup>3</sup> /år
Gradtimmar kylning 20 till 5grader	131 400	grC x h
Kylenergi/år	1 105	kWh/år
Elenergi kylmaskin/år	368	kWh/år
Besparing elkostnad/år	335	kr/år
Besparing nuvärde	3 175	kr
Investering ca 1000	1 000	kr
Lönsamhet kr nuvärde	2 175	överskott
Internränta	31	%

### Ventilationsflöde vagnhall

Vagnhallen har fungerande avgassugar som ansluts till alla lastbilar men personbilarna brukar inte anslutas. Det finns en potential att trimma ned ventilationsflödet eftersom det inte luktar avgaser när bilar körs in och ut.

Det har varit svårt att mäta upp luftflödena på grund av korta kanaler och otillgängliga tilluftsdon i hallen. Mätning på två tilluftsdon gav 2,5 respektive 3,2 m/s och är detta lika för alla 8 don så är tilluftsflödet totalt 800 l/s. Fördelat på 723 m<sup>2</sup> fås 1,1 l/s och m<sup>2</sup>. Man eftersträvar undertryck så frånluftsflödet borde vara högre.

Det finns en gammal rekommendation från Boverket som Håkan Enberg refererar till i sin skrift "Minimikrav på luftväxling" och denna lyder:

För slutna garage med en parkering per bilplats under en 8-timmars period föreskrivs 0,9 l/s, m<sup>2</sup> frånluft. Det mätta flödet ligger nära detta krav och troligen följer man kravet inom räddningstjänsten.

Att ändra på luftflödet skulle innebära mycket merarbete för att säkerställa arbetsmiljöns bibehållande så förslaget att trimma in vagnhallens flöde stryks.

### 6. Justering takfläktarnas funktion

Vagnhallens takfläktar går kontinuerligt och det bör vara enkelt att felsöka varför de gör detta. Dessutom bör de stängas av när det är varmt ute så att hetluften i taken inte pressas ned. Här har ansatts att fläktarna kan stängas av under 0,4 av årets timmar.

Tabell B1: 6. Beräkning lönsamhet Justering takfläktarnas funktion

Kalkyltid:	10	år
Nusummefaktor	9,47	
Effekt 9 fläktar	240	W



Ny drifttid 0,6 av årets timmar	5256	H
Besparing elenergi:	841	KWh/år
Besparing elkostnad/år	765	kr/år
Besparing nuvärde	7 248	kr
Investering ca 2000 kr	2 000	kr
Lönsamhet kr nuvärde	5 248	överskott
Internränta	36	%

### 7. Justering värmereglering vagnhall

RSG har beslutat att vagnhallarna skall hålla 17 grC. Vid besök i Angereds station har det aldrig varit 17 grader vintertid utan snarare 19 till 20 grader. När man går från personalutrymmen in till vagnhallen upplevs inte någon påtaglig temperatursänkning.

Här föreslås att tilluftstemperaturen sänks, först till 18 och sedan kanske till 17 grC. Värmeregleringen av värmetak och aerotemprar ses över så att 17 grader fås i lokalen.

Tabell B1: 7. Beräkning lönsamhet Justering värmereglering vagnhall

Kalkyltid	10	år
Nusummefaktor	9,47	
UxA tak 0,1x723 m2	72,3	W/grC
UxA fasad 0,1x14x5,5m	7,7	W/grC
UxA portar 1,45x40x4,3m	249,4	W/grC
UxA summa	329,4	W/grC
Gradtimmar 19 grC	87 600	grC x h
Gradtimmar 17 grC	77 000	grC x h
Besparing värmeenergi	3 492	KWh/år
Besparing värmekostnad /år	1 816	kr/år
Besparing nuvärde	17 197	kr
Investering ca 2000 kr	2 000	kr
Lönsamhet kr nuvärde	15 197	överskott
Internränta	90	%



### **Minska värmeinstrålningen till vagnhallen**

Portarna är mot väster och de har 4 fönsterrader som släpper in mycket solljus och värme. Sommartid blir det mycket varmt i vagnhallen och enda lösningen är att öppna portarna.

Här föreslås att flera fönsterrader täcks för med tunn isolering exempelvis samma material som liggunderlag. Nedre fönsterraden lämnas öppen så att man kan se igenom och kanske även övre raden så att ljus släpps in i takhöjd. En av RSG:s brandstationer har portar med endast en fönsterrad så det är inget som behöver försämrats av att antalet fönster minskas.

Det finns ett fönster placerat högt i vagnhallen mot norr och detta skulle kunna byggas om till värdringsfönster med ställdon och termostat för automatisk forcering.

Om de gula tegelväggarna inne i vagnhallen målas vita skulle dessa upplevas som ljusare och belysningsbehovet minska.

Dessa förslag förbättrar inneklimatet och kostnadsberäknas inte.

### **Fönsterbyte**

Det är inte motiverat att byta fönstren eftersom de är acceptabelt energieffektiva, däremot behövs byte vid behov när de inte fungerar längre eller har brutits ned av väder och vind. Det är vanligt att personalen öppnar fönstren till överliggningsrummen, vilket medför att mekaniken i dessa går sönder efter alla år.





## Bilaga 2. Mätningar

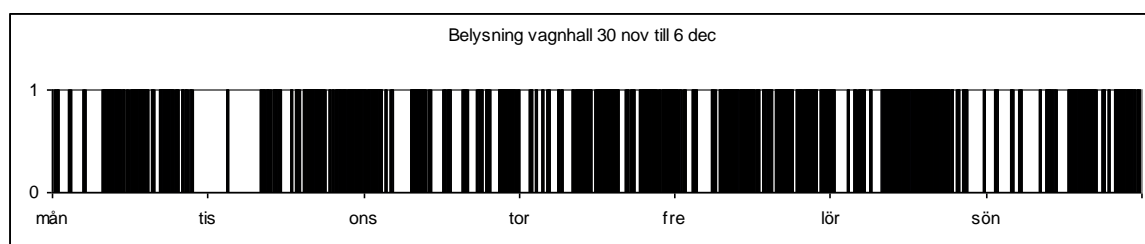
### Mätning el

Det var tänkt att mäta el till ett antal förbrukningar men på grund av pandemin så begränsades mätningarna till vagnhall och system som försörjer denna. Ingen mätning har således utförts av belysning i korridorer, matsal eller personalutrymmen.

Sent hösten 2020 var det möjligt att besöka stationen om ingen personal var i samma rum, förutom teknikern som ledsagade personen som utförde mätningarna. Loggning utfördes med 5 strömtänger med mätintervallet 5 min.

Målet med loggningarna är att fastställa hur belysning och motorer används under en vecka och V48 2020 valdes ut. Totala mätperioden är från 2020-11-24 till 2020-12-08.

1. Belysning i vagnhall, här loggades en av de 10 raderna med armaturer och alla rader tänds samtidigt.
2. Kabelvinda port 4, denna matar lastbilen med ström för laddning etc men normalt inte motorvärmare.
3. Takfläktar i vagnhallen, dessa 9 fläktar matas med en fas.
4. Kompressor lågtryck, denna matar bilarna med tryckluft kontinuerligt så att inte bromsarna skall ligga på vid snabb uppstart.
5. Avgasfläkten, en av de tre faserna loggades.



Figur B2, 1. Vagnhallens belysningsmönster under en vecka. Y-axeln visar om det är tänd eller inte.

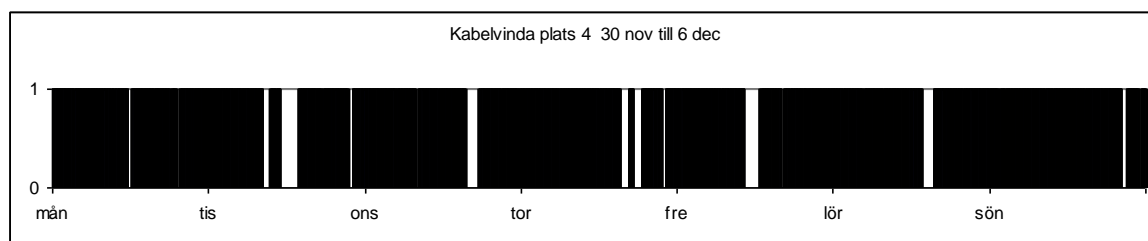
Figur 1 visar att belysningen är tänd relativt ofta, hela 47% under mätperioden, och det är tänd såväl dag som natt. Detta är förvånande eftersom denna belysning tänds med timer, en för kortare vistelse i hallen och en för längre underhållsarbete. Belysningen tänds även vid larm men i figur 2 framgår att bilen (den vanliga lastbilen) på plats 4 inte varit ute särskilt ofta under veckan.



## ENERGIEFFEKTIVISERING MED TOTALMETODIKEN INITIERAD AV HYRESGÄSTEN

Den allmänna uppfattningen bland elektrikerna är sannolikt att belysningen styrs energieffektivt men detta visar inte mätningen. Den långa brinntiden kan bero på att det är personer i hallen en stor del av dygnet och trycker kanske på timern "längre underhållsarbete" vid varje besök.

Belysningens totala beräknad effekt är 5,8 kW, så det bör finnas utrymme för effektivisering.



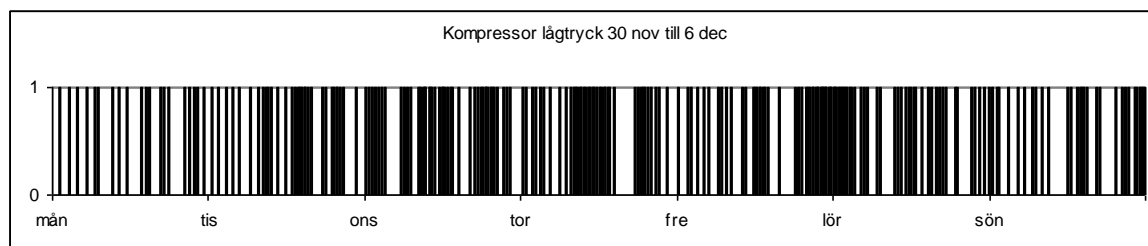
Figur B2, 2 Användningsmönster för kabelvinda port 4, denna matar den vanliga lastbilen med ström för laddning etc. Y-axeln visar om den är på eller inte.

Figur 2 visar när laddkabeln är ansluten eller inte till den vanliga lastbilen och under 87% av veckan är den ansluten. Bilarna har så mycket elektrisk utrustning att de måste laddas kontinuerligt men normalt har de inte fungerande motorvärmare. När bilarna använts några år går motorvärmarna sönder men då lagas de inte.

Mätt ström är normalt ca 0,6 A och ökar ibland till några Ampere, troligen när batterierna laddats ur vid uttryckning.

Bilarnas laddströmmar är låga och försumbara jämfört med total elanvändning.

Takfläktarna är på hela tiden. Mätt ström är normalt ca 1,3 A motsvarande 240 W. Detta är inte iögonfallande hög effekt men under ett år blir det märkbart så här föreslås en åtgärd.



Figur B2, 3 Användningsmönster för kompressor lågtryck.



## ENERGIEFFEKTIVISERING MED TOTALMETODIKEN INITIERAD AV HYRESGÄSTEN

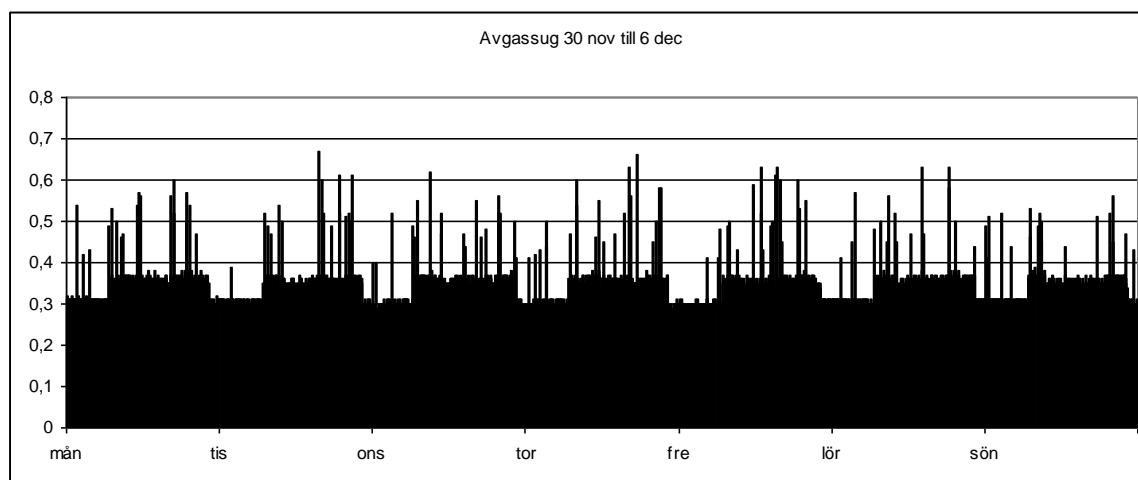
Figur 3 visar att kompressorn startar med jämna mellanrum för att hålla uppe trycket. Denna matar bilarna med tryckluft kontinuerligt så att inte bromsarna skall ligga på vid snabb uppstart. Uppenbarligen läcker systemet något men det är inte rörsystemet utan läckaget sker i lastbilarnas system. Det brukar väsa eller pipa när det läcker och då berättade personalen att de trycker på bromspedalen så att det upphör.

Kompressorn är igång under 13% av veckan (staplarna flyter ihop så det ser ut som mycket mer än 13%) och figuren visar att ibland går den kontinuerligt, sannolikt pga läckage i en bil. Mätt ström är ca 5,9 A på en fas motsvarande 3 kW för hela kompressorn.

Tryckluft är mycket ineffektivt och energikrävande så dessa system bör läckagesökas då och då.

I Angereds fall görs det som går och de bilar som läcker mycket lämnas in på service. Det är dock inte helt enkelt eftersom stationen då behöver en reservbil som kräver att en hel del material flyttas över och avgassugen anpassas till lånebil.

Det finns även en kompressor högtryck för att fylla rökdykarnas lufttuber men denna används inte särskilt ofta.



Figur B2. 4. Ström till avgasfläkten.

I figur 4 ser det ut som avgasfläkten är igång kontinuerligt och varvar upp med jämna mellanrum. Detta är inte sant för vid besök har fläkten alltid varit avstängd samtidigt som bilarna stått inne.

Det är alltid svårt att mäta ström till frekvensomformare med tång så figuren får tolkas som att denna fas håller igång utrustningen på tomgång. Spikarna är också låga strömmar så antingen varvar fläkten upp svagt eller så är det något med frekvensomriktaren.



Det är dock tydligt att avgasfläkten inte är en stor elanvändare. Frågan är om den över huvud taget fungerar men det luktar inte avgaser i vagnhallen. Figur 2 visar när ~~en~~ den vanliga lastbilen kör ut och in och det finns en viss överensstämmelse med några spikar i figur 4 men inte alltid. Under 2023 har den funktionstestats och det konstaterades att den fungerar väl. När en port öppnas startar sugen till just den bilen.

### Mätning luftflöde

Det har varit svårt att komma in på stationen för att mäta luftflöden och det är dessutom svåråtkomliga kanaler. Det kanske mest intressanta är tilluftsflödet till vagnhallen eftersom denna kändes välventilerad och borde ha en potential till anpassning av flödet. Det var möjligt att mäta i 2 av totalt 8 kanaler i fläktrummet.

Tabell 1. Beräkning tilluftsflöde vagnhall.

Hastighet 2,5 & 3,0 m/s	2,5	m/s
Diameter	0,225	m
Area	0,040	m <sup>2</sup>
Flöde per don	99,4	l/s
x8 don	795	l/s
Per golvarea	1,1	l/s, m <sup>2</sup>

Flödet är inte överdrivet högt men skulle kunna sänkas om luftkvaliteten kan säkerställas för personalen.



*Runt 35 procent av all energi i Sverige används i bebyggelsen. I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och samhällsaktörer tillsammans för att ta fram kunskap och metoder för att effektivisera energianvändningen och utveckla byggandet och boendet i samhället. I den här rapporten kan du läsa om ett av projekten som ingår i programmet.*

*E2B2 är Energimyndighetens program där IQ Samhällsbyggnad är koordinatör.  
Läs mer på [www.E2B2.se](http://www.E2B2.se).*

