



UPPSALA
UNIVERSITET

UPTEC STS13 020

Examensarbete 30 hp
Juni 2013

Användarrelaterad energieffektivisering

En studie på länssjukhuset i Sundsvall

Lisa Nilsson



UPPSALA
UNIVERSITET

Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
<http://www.teknat.uu.se/student>

Abstract

Användarrelaterad energieffektivisering

User-related energy efficiency

Lisa Nilsson

Energy efficiency is important both to reduce costs and to reduce greenhouse gas in the atmosphere. In Sweden 40 percent of the energy consumption is related to the buildings sector. Hospitals are complex buildings with different activities in the same building, which requires flexible technical systems for ventilation, heating and lightning. A quarter of the total energy consumption in Swedish hospitals is related to user activities in the hospitals. Therefore it is not only important to work with operational optimization but also to change user activities, to reduce energy consumption.

The objective of this thesis was to examine the user-related energy efficiency work at two care units, at the central hospital in Sundsvall within Västernorrlands County. The potential of user-related energy efficiency work at the two care units was examined through three questions:

- How much energy does a care unit use and for what?
- What is the potential to reduce user-related energy consumption in the two specific care units and what barriers are there?
- How can the potential increase and the barriers be reduced?

The results of this study identify lighting as the user-related field that uses most energy. The results show that the potential to reduce user-related energy consumption at the two care units are in the health workers positive attitudes towards energy efficiency and in installation of energy efficient lighting with user friendly light control systems. The barriers to reduce energy consumption are lack of time, lack of specific information about energy efficiency work at the care units, lack of incentive for the health workers and the high installation cost for new lightning systems. The recommendations for the county are to give feedback on the energy efficiency work at the care units and to work with incentive and action programs such as "Gröna avtal".

Handledare: Birger Mäki
Ämnesgranskare: Arne Roos
Examinator: Elísabet Andrésdóttir
ISSN: 1650-8319, UPTec STS13 020

Populärvetenskaplig sammanfattning

Energieffektivisering har blivit en allt viktigare fråga både för att minska kostnader och för att uppnå klimatpolitiska mål. I Sverige står byggnadssektorn för cirka 40 procent av den totala energianvändningen. Offentlig sektor har i energieffektiviseringsdirektiv från EU utpekats som en särskilt viktig aktör som ska föregå med gott exempel och visa hur energieffektiviserande lösningar kan införas på ett kostnadseffektivt sätt i byggnader.

Vårdbyggnader, som till stor del förvaltas och drivs av offentlig sektor, är komplexa byggnader i den betydelsen att det bedrivs flera olika typer av verksamheter med olika behov inom samma byggnad. På sjukhus finns administrativa kontorsdelar, vårdavdelningar med verksamhet dygnet runt, mottagningsavdelningar med både verksamhet dygnet runt och enbart dagtid. Det finns en stor energibesparingspotential om de tekniska systemen för ventilation, värme och kyla byggs om med ny, energieffektivare teknik och optimeras efter verksamheten. Det är dock viktigt att komma ihåg att även verksamheten och användaren av byggnaden har stor påverkan på energianvändningen. Genom att stänga av elkrävande utrustning och släcka belysning när lokalerna inte används kan verksamhetselanvändningen minska drastiskt. Eftersom verksamhetselanvändningen står för en fjärdedel av den totala energianvändningen för vårdbyggnader har det stor påverkan.

Landstinget Västernorrland har under en längre tid arbetat med att minska energianvändningen inom sitt byggnadsbestånd med tillhörande verksamhet. Syftet med den här studien var att undersöka hur det användarrelaterade energieffektiviseringsarbetet fungerade på två vårdavdelningar på landstingets största sjukhus, Länssjukhuset i Sundsvall. Genom att analysera vilka hinder och möjligheter det finns för vårdpersonalen att byta till energieffektivare vanor och arbeta med energifrågor, undersöktes vilken energieffektiviseringspotential som finns på avdelningarna och hur landstingets användarrelaterade energieffektiviseringsarbete skulle kunna bli bättre.

För att uppnå syftet genomfördes en enkät- och intervjustudie på avdelningarna, en livscykelkostnadsanalys av införande av ny energieffektiv belysning samt en energiberäkning av betydelsen av minskade drifttider för personaldatorer.

Genom studien konstaterades att man med byte av belysning kan minska energianvändningen med drygt 80 procent i korridorer och med 40-60 procent i vård- och undersökningsrum. Byte av belysning i korridor gav även stor ekonomisk lönsamhet, medan belysningsbyte i vård- och undersökningsrum inte beräknades bli lönsamma. I vård- och undersökningsrum fanns istället flera andra fördelar, som bättre funktionalitet och ökad trivsel. Belysning med LED-lampor visade sig något dyrare men hade större flexibilitet.

Energibesparingspotentialen visade sig även stor om drifttider för datorerna minskades. Om endast de datorer som behövdes för verksamheten var igång, skulle en tredjedel av energianvändningen för datorer kunna sparas på akutvårdsavdelningen och hälften på avdelning 15, kirurgvårdavdelningen.

Utifrån enkät- och intervjustudien identifierades de största hindren för att personalen ska förändra beteenden och arbeta mer med energieffektivisering. De största hindren var

tidsbrist, bristande informationsförmedling, och oklara incitament för personalen. De stora möjligheterna låg i landstingets struktur för miljö- och energiinformation inom organisationen, med centrala miljösamordnare och lokala miljöombud på avdelningarna, samt att den generella attityden till energieffektivisering var positiv hos vårdpersonalen.

Genom att införa någon form av Gröna avtal skulle landstingets energieffektiviseringsarbete kunna struktureras upp tydligare och hindren avhjälpas, vilket skulle leda till en ökad energieffektivisering och sparade pengar för landstinget.

Förord

Den här rapporten är resultatet av författarens examensarbete inom civilingenjörsprogrammet i System i Teknik och Samhälle (STS) vid Uppsala universitet. Studien genomfördes i samarbete med Sweco systems AB och Landstinget Västernorrland.

Många personer har bidragit för att möjliggöra denna studie och ett varmt tack riktas först till alla respondenter som deltagit i enkätstudie och intervjuer. Vidare vill jag tacka Birger Mäki på Sweco systems, som i egenskap av handledare varit ett stort stöd under hela studiens gång, från problemformulering till rapportskrivande och Jan Lindberg på Landstinget Västernorrland som har bidragit med kontakter och kunskap om landstingets energiarbete. Slutligen vill jag även tacka min ämnesgranskare Arne Roos professor i fasta tillståndens fysik vid institutionen för teknikvetenskaper, Uppsala universitet, för uppföljning och synpunkter under arbetets gång vilket bidragit till en bättre studie och rapport.

Lisa Nilsson
Sundsvall, juni 2013

Innehållsförteckning

1.	Inledning	3
1.1	Problemformulering	4
1.2	Disposition	6
2.	Metod och material	7
2.1	Förstudie	7
2.2	Litteraturstudie	7
2.3	Områdesstudie	8
2.4	Fallstudie	8
3.	Energianvändning i vårdbyggnader	10
4.	Byggnadssystem och inomhusklimat	12
4.1	Ventilation	12
4.2	Värme- och kylsystem	14
4.3	Belysningsystem	15
5.	Länssjukhuset i Sundsvall	23
5.1	Länet och landstinget	23
5.2	Energi- och miljöarbete	23
5.3	Sjukhusbyggnaden	25
6.	Teoretiska verktyg	31
6.1	Belysningskrav: Funktion och energi	31
6.2	Lönsamhetsberäkning med LCC	34
6.3	Organisations och beteendeteoretiska modeller	35
7.	Exempel från andra landsting	42
7.1	Stockholms läns landsting, Locum	42
7.2	Landstinget Dalarna	43
7.3	Region Skåne	44
8.	Fallstudie – Vårdavdelning	46
8.1	Studieobjekt	46
8.2	Intervjuer	46
8.3	Enkätstudie	50
8.4	Energianvändning datorer	55
8.5	Belysning: Energianvändning och lönsamhet	57
9.	Analys	68
9.1	Intervju- och enkätstudien	68
9.2	Datorer och energianvändning	71
9.3	Belysning: Energianvändning, funktion och lönsamhet	71
9.4	Vidare analys och diskussion	72
10.	Slutsatser och vidare studier	75
	Käll- och litteraturförteckning	77
	Litteratur	77

Rapporter	77
Elektroniska källor	78
Intervjuer	79
Bilaga 1: Intervjuguide miljöombud	81
Bilaga 2: Enkätfrågor	83
Bilaga 3: LCC-beräkningar belysning	89

1. Inledning

EU har satt upp energimål för sina medlemsländer, de så kallade 20-20-20 målen, i vilka det krävs att medlemsländernas årliga energianvändning effektiviseras med 20 procent till år 2020. Med utgångspunkt från EU-målen har Sverige bestämt att energianvändningen ska minskas med 20 procent jämfört med år 2008. Energianvändningen i byggnader står för cirka 40 procent av den totala energianvändningen i Sverige och spelar därför en viktig roll för att nå effektiviseringsmålen. (Energimyndigheten, 2013) Energieffektiviseringsdirektivet har pekat ut offentlig sektor som särskilt viktig för att nå energieffektiviseringsmålen. Offentlig sektor ska enligt direktivet föregå med gott exempel och visa andra aktörer hur energieffektiviserande lösningar kan införas på ett kostnadseffektivt sätt. (SOU, 2008)

Landstingen i Norrbottens, Västerbottens, Jämtlands och Västernorrlands län har utifrån EU-direktivet om energieffektivisering gemensamt utvecklat energikrav, för om- och nybyggnation i sina fastighetsbestånd. (LVN, 2011) Kraven ska komplettera Boverkets byggregler (BBR) och EU-direktiv. Målsättningarna är tuffa, för lokaler som används dygnet runt, som sjukhus, ska den specifika energianvändningen styras mot $\leq 110 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$, där el står för högst $45 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$. Idag är den genomsnittliga totala energianvändningen i svenska vårdbyggnader cirka $220 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$. (Energimyndigheten, 2008) Dessutom har krav satts upp för att fasa ut all elanvändningen till värme. (LVN, 2011) Sundsvalls sjukhus är byggt med ett luftburet värmesystem med eleftervärmare i anslutning till tilluftdonen. I samband med ombyggnationer i sjukhuset konverteras eleftervärmare till vattenbaserad värme för att minska elanvändningen till värme. (Sweco, 2013)

Energianvändningen i en byggnad påverkas av flera faktorer. Byggnadens klimatskal spelar en viktig roll, precis som dess klimatsystem, det vill säga värme-, kyl- och ventilationssystem men även vilken verksamhet som bedrivs i byggnaden påverkar energianvändningen. (Energimyndigheten, 2008) Bortsett från belysning ingår inte verksamhetselanvändningen i den kravlista som norrlandstingen har satt upp för minskad energianvändning. (LVN, 2011) Inom sjukvården finns det även annat som påverkar verksamhetselanvändningen, som medicinsk vårdutrustning, datorer och övrig IT-utrustning. (Energimyndigheten, 2008)

Energimyndigheten kartlade år 2007 energianvändning i svenska vårdlokaler och år 2008 presenterades rapporten *Energianvändning i vårdlokaler- förbättrad statistik i lokaler (STIL 2)*, med samlad statistik över energianvändningen i svenska vårdlokaler och fokus på elanvändningen. I studien framgick att energianvändningen i vårdlokaler har minskat drastiskt sedan den senaste undersökningen 1990 men rapporten slog samtidigt fast att det finns mycket kvar att göra. Besparingspotentialen inom den svenska vårdbyggnadssektorn beräknades till hela 0,5 TWh el per år. Enligt rapporten finns den största besparingspotentialen i införandet av ny belysningsteknik och att effektivisera ventilationssystemen. (Energimyndigheten, 2008)

Det finns därmed stora energivinster att hämta i införandet av ny energieffektiv teknik och i att driftoptimera befintliga system. Det är dock viktigt att vid renoveringar inte glömma bort verksamhetens påverkan på byggnaden. Verksamheten både påverkas av och påverkar energianvändningen. Utifrån individens perspektiv kan det tyckas vara

försumbart om datorn lämnas påslagen eller om lampan inte släcks, men om hela verksamhetens energianvändning summeras står den för en betydande del av den totala energianvändningen. Enligt Energimyndighetens kartläggning står verksamhetsel för cirka en fjärdedel av vårdbyggnaders totala energianvändning. (Energimyndigheten, 2008) Utöver den fjärdedelen påverkas även värmeanvändning och el till ventilation av användarbeteendet indirekt. Med hög effekt på belysning, datorer etcetera, ökar värmeförlusten i lokalen vilket leder till ett högt ventilations- och kylbehov för att behålla ett behagligt inneklimat. (Ljuskultur, 2009a)

Inneklimatet påverkar åt andra hållet användarna i deras dagliga arbete. Ingen vill arbeta i dålig luft eller i ett för varmt eller kallt rum. Därför behövs ett helhetsgrepp med både tekniska och sociala aspekter i samverkan, för att kunna optimera energieffektivisering i en byggnad. Inneklimat och verksamhetsel är sammankopplade och det är viktigt att skapa förståelse hos personalen i verksamheten för fastighetens energianvändning, för att på så sätt kunna motivera den enskilde användaren att bidra till energieffektiviseringsarbetet.

Vårdbyggnader är ofta komplexa byggnader i den betydelsen att det bedrivs flera olika typer av verksamheter med olika behov inom samma byggnad. På sjukhus finns administrativa kontorsdelar, vårdavdelningar med verksamhet dygnet runt, mottagningsavdelningar med både verksamhet dygnet runt och enbart dagtid. Detta gör att olika delar av sjukhuset kräver olika ventilationsflöden och har olika värme- och kylbehov. Därför behövs system som kan klara av de lokala variationerna i byggnaden och samtidigt vara effektiva. För att skapa effektiva klimatsystem krävs en noggrann kartläggning av behoven i lokalerna för att optimera drift av ventilation, värme och kyla. Ett kartläggningsproblem är att många sjukhus endast har ett fåtal huvudmätare för el och värme. Då blir det svårt att spåra energiflödena och optimera systemen. Det försvårar även möjligheterna att följa upp och arbeta med enskilda verksamheter eftersom feedback inte kan ges lokalt. (Drakenberg, Kjellman, 2005)

Inom norrlandstingen har satsningar gjorts de senaste åren för att involvera personal ute i verksamheten i landstingens energieffektiviseringsarbete. I framtiden är målet att kunna visualisera energianvändningen på ett pedagogiskt sätt både för personalen i verksamheten och för vårdtagarna. (Lindberg, 2013)

1.1 Problemformulering

Landstinget Västernorrland behöver optimera energianvändningen i sina fastigheter både utifrån de krav som EU ställer på energieffektivisering men lika mycket utifrån ett ekonomiskt perspektiv. Energi är kostsamt och landstingets budget behövs till vårdverksamheten. För att åstadkomma en optimal energianvändning i byggnader av så komplex karaktär som sjukhus, krävs det att tekniska, organisatoriska och beteendemässiga aspekter samspelar. Incitament och satsningar på beteendeförändringar måste överensstämma med och komplettera de tekniska förutsättningarna i lokalerna. Annars gör satsningarna ingen nytta och kan i värsta fall motverka varandra.

Konsultföretaget Sweco har på uppdrag av Landstinget Västernorrland precis genomfört en omfattande energitredning av Sundsvalls sjukhus. Utifrån utredningen har en lista på de 20 mest lönsamma energibesparingsförslagen tagits fram. Energibesparingsförslagen fokuserar på sjukhusets stora ventilations- och värmesystem

eftersom det är där tekniska lösningar kan ge en klart lägre energianvändning och minskade kostnader. (Sweco, 2013)

Utöver de större tekniska åtgärderna kan det dock fortfarande finnas många mindre åtgärder, både tekniska och icke tekniska, som skulle kunna bidra till en effektivare energianvändning inom landstinget. (Energimyndigheten, 2008) Den här studiens ambition är att uppmärksamma dessa småskaliga åtgärder som sammantaget skulle kunna ge ett stort bidrag till energieffektiviseringsarbetet.

Den uppföljning som skett på energieffektiviseringssatsningar inom Landstinget Västernorrland har fokuserat på mätbara minskningar i energianvändning. (Lindberg, 2013) I detta examensarbete är fokus att studera vilka användarrelaterade förutsättningar som finns ute i verksamheten och lokalerna för att effektivisera energianvändningen. Genom att följa upp hur tidigare energieffektiviseringsarbete har fungerat och undersöka både tekniska faktorer och organisatoriska incitament, vill jag hitta förutsättningar för ett mer optimerat energieffektiviseringsarbete, vilket skulle minska miljöpåverkan och spara på landstingets ekonomi.

1.1.1 Syfte och mål

Syftet med denna studie var att analysera kopplingen mellan vårdpersonalens beteende och energianvändningen på två vårdavdelningar på Sundsvalls sjukhus. Undersökningen har utrett och analyserat vilka förutsättningar (tekniska, organisatoriska och beteendemässiga) som finns för att effektivisera energianvändningen på avdelningarna. Utifrån syftet blev målet med studien att kartlägga följande tre huvudfrågor:

- Till vad används energi på en vårdavdelning och hur mycket?
- Vilka hinder och framgångsfaktorer finns på de specifika avdelningarna för att ett energieffektivare beteende ska kunna införlivas?
- Hur kan framgångsfaktorerna bli fler och förstärkas, samtidigt som hindren avhjälpas?

1.1.2 Systemgränser och omfattning

Fokus i denna studie är den användarrelaterade energianvändningen på en vårdavdelning. Övrig energianvändning kopplad till materialproduktion och transporter, samt sådant som ligger utanför en avdelnings påverkan, exempelvis har energianvändning för tvätt, mat etcetera, inte inkluderats, även om de utgör ett stort bidrag till sjukhusets totala miljöpåverkan.

Det tekniska system som undersökts närmare i denna studie är belysning. Energibesparingspotential och lönsamhet för belysningslösningar och styrsystem har studerats. Belysning har valts eftersom det är det största elenergianvändningsområdet som har en tydlig användarpåverkan och är en av de två stora elenergiposterna i vårdbyggnader.

Även en energiberäkning av elanvändning för datorer utifrån olika drifttider har utförts för att visa hur mindre beteendeförändringar kan påverka energianvändningen.

Inga energiberäkningar har utförts på systemen för ventilation och värme/kyla, eftersom dessa system inte är lika direkt kopplade till användarbeteende på avdelningarna. Ventilations- och värme/kylsystemen inkluderades endast som diskussionsunderlag i

studien eftersom de har en betydelsefull påverkan på inneklimatet och därmed indirekt på användarna.

1.2 Disposition

Efter det inledande avsnittet presenteras och motiveras rapportens tillvägagångsätt, i avsnitt 2. *Metod- och material*. Därefter ges en statistisk, teknisk och platsspecifik bakgrund till studien i avsnitt 3. *Energianvändning i vårdbyggnader*, 4. *Byggnadssystem och inomhusklimat* och 5. *Länssjukhuset i Sundsvall*. Sedan beskrivs de teoretiska verktyg och modeller som ligger till grund för genomförande och analys av studien i avsnitt 6. *Teoretiska verktyg och modeller*. I avsnitt 7. *Exempel från andra landsting*, påbörjas studien genom en utblick på hur andra landsting har arbetat med användarrelaterad energieffektivisering. Därefter presenteras resultaten från fallstudien med de två vårdavdelningarna i avsnitt 8. *Fallstudie: Vårdavdelning*. Slutligen analyseras och diskuteras resultaten i avsnitt 9. *Analys och diskussion* och därefter summeras slutsatserna av studien och rekommendationer ges för vidare studier i avsnitt 10. *Slutsatser och vidare studier*.

2. Metod och material

I det här avsnittet presenteras och motiveras det arbetssätt och det material som använts under studien. Arbetet kan delas in i fyra delstudier; förstudie, litteraturstudie, områdesstudie och fallstudie.

2.1 Förstudie

Det här examensarbetet påbörjades med en idé om att undersöka kopplingen mellan användarbeteende och energianvändning inom Landstinget Västernorrlands sjukvårdsorganisation. Syftet med examensarbetet var inte tydligt definierat från start utan växte fram under arbetets första period. Den första tiden av examensarbetet innebar därför en studie av Landstinget Västernorrlands organisation, av Länssjukhuset i Sundsvall och av tidigare energieffektiviseringsarbete inom landstinget, med hjälp av landstingets årsredovisningar, en av Sweco nyligen genomförd energikartläggning av sjukhuset och intervjuer med kontaktpersoner inom landstingsorganisationen.

Efter ett första möte med Landstinget Västernorrlands Energicontroller Jan Lindberg, ansvarig för energieffektivisering i landstingets fastighetsbestånd, genomfördes möten med:

- Monika Sundström, utbildningsansvarig på landstingsservice, som varit projektledare för ett tidigare användarrelaterat energieffektiviseringsprojekt inom landstinget.
- Martin Sundquist, driftingenjör på fastighetsservice på Sundsvalls sjukhus.
- Anders Karlsson, miljöombud på IT-staben.

Utifrån dessa möten kunde en bild skapas av hur landstinget tidigare arbetat med energifrågor inom olika områden; genom utbildning, i driften av sjukhuset och inom IT-området. Denna information skapade en förståelse för vad som skulle vara av intresse att utreda från landstingets sida och utifrån förstudien arbetades studiens syfte fram.

2.2 Litteraturstudie

Parallellt med förstudien påbörjades en litteraturstudie för att undersöka det teoretiska forskningsläget inom energieffektivisering och energieffektiv teknik i offentliga byggnader samt inom samhälls- och beteendevetenskapliga studier av incitament och beteendeförändring. Eftersom syftet är tvärvetenskapligt behövdes bakgrund och teoretiska modeller inom såväl teknik, som organisations- och beteendevetenskap.

Energimyndighetens rapport *Energianvändning i vårdlokaler- förbättrad statistik i lokaler (STIL 2)*, gav inblick i energianvändningens fördelning i vårdlokaler. Valet av belysning som studiens tekniska fokus grundar sig på Energimyndighetens rapport eftersom belysning framkom som ett stort energianvändningsområde och har en tydlig användarkoppling.

För djupgående teknisk bakgrund om energieffektiv belysning användes främst information och litteratur från Ljuskultur, vilket är den svenska Belysningsbranschens informationsorgan som samarbetar mycket med Energimyndigheten. Därigenom kunde det säkerställas att materialet om belysning och ljuskällor var så opartiskt som möjligt.

För teknisk bakgrund om byggnadssystem för ventilation, värme och kyla användes läroboken *Byggnaden som system* av Abel och Elmroth.

Valet av livscykelkostnadsanalys (LCC-analys) som teoretiskt verktyg för undersökning av belysningslösningar baserades på information från Energimyndigheten. Det är även Energimyndighetens Excelmall för LCC-analys av belysningslösningar, som använts för beräkningar i denna studie. Eftersom ett mål med den här studien är att visa incitament för energieffektivisering, fungerar LCC-analys bra då den visar både vilken minskning i energianvändning som kan uppnås men även vilken lönsamhet energieffektiviseringen kan ge.

Val av organisations- och beteendevetenskapliga modeller baserades på hänvisningar från andra studier på området miljö och beteende. Forskningsantologin *Livsstil och miljö – Värderingar, val, vanor*, av redaktör L. Lundgren, presenterar en sammanställning av samhällsvetenskaplig forskning på området miljö och beteende och ansågs lämplig som huvudkälla. Som komplement användes specifik litteratur om användarrelaterad energieffektivisering i offentliga byggnader, genom Sveriges Kommuner och Landstings (SKL) skrift *Gröna avtal för ett bättre samarbete – En guide för hållbarhet i offentliga lokaler*. I SKL:s skrift presenteras förslag på metod för att upprätta hyresavtal som inkluderar ett arbete med byggnadens energiprestanda.

2.3 Områdesstudie

För att utreda och diskutera hinder och möjligheter för energieffektivisering på en vårdavdelning inom Landstinget Västernorrland, behövdes en inblick i hur andra landsting har valt att hantera energifrågor. Därför genomfördes en mindre studie av hur tre andra landsting arbetat med energieffektivisering och användarbeteende. Urvalet till områdesstudien gjordes utifrån bakgrundslitteratur, där dessa tre landsting framkom som goda exempel. Landstingen är Stockholms läns landsting, Region Skåne och Landstinget Dalarna. Områdesstudien genomfördes med hjälp av cirka 30 minuter långa telefonintervjuer och tillhandahållen litteratur från de intervjuade.

2.4 Fallstudie

För att utreda energianvändningens användarkoppling samt hinder och möjligheter att energieffektivisera en verksamhet, bestämdes att en jämförande fallstudie skulle användas. Genom att studera två avdelningar skapades möjligheter att göra en jämförande analys kring hur lokalens förutsättningar påverkar attityder och beteenden relaterade till energianvändning.

För att välja ut lämpliga avdelningar som skulle kunna analyseras utifrån detta perspektiv sattes några kriterier upp:

- Avdelningarna skulle vara ungefär jämnstora till personal och yta.
- Avdelningarna skulle bedriva ”liknande” verksamhet, (vårdavdelningar med liknande drifttider)
- Lokalernas standard skulle skilja sig åt. Den ena skulle vara nyligen renoverad, medan den andra helst skulle vara renoverad så lite som möjligt.

Utifrån dessa kriterier valdes i samråd med fastighetsförvaltare Mari Walestrand-Nihlén, på landstingsfastigheter, Avdelning 15 - Kirurgavdelningen (avd. 15) och Akutvårdsavdelningen (AVA) ut som lämpliga studieobjekt.

Eftersom vårdavdelningarna bedriver olika typ av vårdverksamhet, är studien inte tänkt att användas som en jämförelse av energianvändning på vårdavdelningarna, utan den är tänkt att jämföra lokalförutsättningarnas påverkan på attityder och beteenden kopplade till energi.

Fallstudien består av två delar. Först genomfördes en beteende- och organisationsstudie med de anställda på avdelningarna. En skriftlig enkät om energianvändning, beteende och attityder i energifrågor delades slumpmässigt ut till 30 anställda per avdelning (cirka hälften av de anställda). Två kvalitativa intervjuer var även tänkta att genomföras med miljöombud på avdelningarna (en per avdelning), med frågor om miljöombudsrollen, avdelningens energieffektiveringsarbete och beteende på avdelningen. På grund av sjukskrivning fanns för tillfället inget miljöombud i tjänst på avd. 15, vilket gjorde att intervjun istället fick hållas med avdelningens enhetschef, som då har ansvaret att sprida miljökunskapen på avdelningen. Bortsett från att det inte ger svar på hur miljöombudsrollen upplevs, borde resultaten av intervjuerna kunna jämföras, då även en enhetschef förväntas ha kunskap om energi- och miljöfrågor inom landstinget eftersom det är enhetschefen som bär det yttersta ansvaret på avdelningen.

Enkätfrågorna och intervjuguiden arbetades fram utifrån beteende- och incitamentsmodellerna i teoriavsnittet, bakgrunden och områdesstudien, se bilaga 1 och 2. Enkäten och intervjuerna låg till grund för analys av hur tidigare energieffektiveringsarbete fungerat ute i verksamheten, vilka hinder och möjligheter som finns för beteenderelaterad energieffektivisering i dagsläget, samt vilken energibesparingspotential avdelningarna har.

Utifrån bakgrundstudien valdes belysning för att konkret exemplifiera avdelningarnas energibesparingspotential genom en teknisk undersökning. Energi- och lönsamhetsberäkningar för byte av belysning och införande av belysningsstyrning genomfördes på avd. 15, där belysningen inte bytts ut. Beräkningarna gjordes med hjälp av Energimyndighetens Excelmall för LCC-beräkningar av belysningslösningar, se bilaga 2. AVA användes som ett jämförande exempel i belysningsstudien eftersom belysningen där är helt ny.

Utifrån enkätstudien framkom det tydligt att vetskapen var låg om det tekniska system som landstinget Västernorrland infört för att minska energianvändningen från personaldatorer. Därför genomfördes energiberäkningar för datorer för att visa hur stor sparpotential som finns om systemet används som det är tänkt.

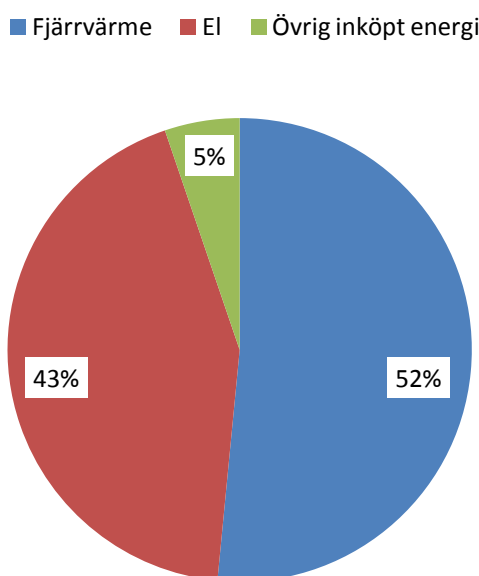
För mer ingående beskrivning av tillvägagångssätt i de tekniska undersökningarna se avsnitt 6.

3. Energianvändning i vårdbyggnader

I det här avsnittet presenteras statistisk bakgrund om energianvändning i svenska vårdlokaler. Energianvändningen i en vårdbyggnad är beroende av flera faktorer som byggnadens klimatskal, värme-, kyl- och ventilationssystem samt vilken verksamhet som bedrivs i lokalerna. För att få en bild av energianvändning i en vårdbyggnad behövs statistik och kunskap om de system och faktorer som påverkar energianvändningen.

Energimyndigheten genomförde under åren 2006-2007 en omfattande studie av energianvändningen i 159 svenska vårdbyggnader och har utifrån studien presenterat statistik på specifik energianvändning, det vill säga energianvändning per kvadratmeter och år. (Energimyndigheten, 2008)

Ett genomsnittligt svenskt sjukhus hade år 2007 en årlig total energianvändning på 222 kWh/m² Atemp (area uppvärmd över 10°C). Energianvändningen fördelas på 114,4 kWh/m² fjärrvärme och 96 kWh/m² el, resterande fördelas på (i fallande skala) fjärrkyla, pellets, elvärme och olja, se figur 1. (Energimyndigheten, 2008)

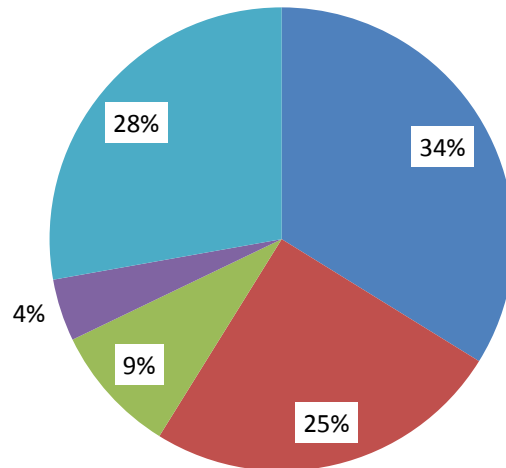


Figur 1: Fördelning levererad energi till vårdlokaler. (Energimyndigheten, 2008)

Fastighetsel och verksamhetsel är ungefär jämnstora poster i vårdbyggnader. Fastighetsel definieras som den el som krävs i driften av byggnaden, exempelvis ventilation, pumpar, hissar etcetera, medan verksamhetsel är den el som är dirket beroende av verksamheten i byggnaden, exempelvis belysning och el till datorer etcetera. Exklusive elvärme utgör verksamhetsel 51 procent och fastighetsel 49 procent. De två dominerande elanvändningsområdena är ventilation (som räknas till fastighetsel) och belysning (som räknas till verksamhetsel). Ventilationen står för 34 procent (28,1 kWh/m² år) medan belysning står för 25 procent (20,8 kWh/m² år) av den totala elanvändningen. (Energimyndigheten, 2008)

De två övriga posterna som är relativt stora inom verksamhetselanvändningen är IT-utrustning, som står för 9 procent och vårdutrustning som står för 4 procent av den totala elanvändningen. Se figur 2. (Energimyndigheten, 2008)

■ Ventilation ■ Belysning ■ IT-utrustning ■ Vårdutrustning ■ Annan elanvändning



Figur 2: Fördelning elanvändning i vårdlokaler. (Energimyndigheten, 2008)

En liknande studie genomfördes år 1990 i statliga Vattenfalls regi och vid en jämförelse framkommer att både den specifika värme- och elanvändningen har minskat markant från 296 kWh/m² år till 222 kWh/m² år. Framförallt belysning är ett område där energianvändningen har minskat, medan elanvändningen för ventilationsdrift faktiskt har ökat något. Ökning av elanvändning till ventilation antas bero på att mer mekanisk ventilation införts, där det tidigare endast varit självdrag. (Energimyndigheten, 2008)

Energieffektivare belysning och behovsstyrd ventilation är de områden som fortfarande har störst besparingspotential, och Energimyndigheten bedömer att besparingspotentialen är 12 kWh/m²år vardera. (Energimyndigheten, 2008)

4. Byggnadssystem och inomhusklimat

I det här avsnittet ges teknisk bakgrund om inneklimat och energisystem i en byggnad. Inomhusklimatet är viktigt för att de som vistas i byggnaden ska må bra och trivas. Inneklimatet är komplext och påverkas av flera faktorer. En byggnad med ett välbyggt klimatskal och genomtänkt utformning kräver mindre energi för att upprätthålla ett bra inomhusklimat än en enklare byggnad, men även verksamheten i byggnaden har stor påverkan på vilka system som behövs och på energianvändning. (Abel, Elmroth, 2008)

För att det ska vara behagligt att vistas i en lokal behövs rätt temperatur, god luftkvalitet, god belysning och god ljudmiljö. Det är Arbetsmiljölagen, Socialstyrelsens allmänna råd och Boverkets byggregler som styr vilka krav som gäller för inomhusklimatet i olika typer av lokaler. Arbetsmiljölagen är en allmänt hållen ramlag utifrån vilken arbetsmiljöverket sedan utfärdar föreskrifter på detaljnivå för bland annat termiskt klimat (luft och temperatur) och ljus. (Ljuskultur, 2009b)

4.1 Ventilation

Ventilation betyder utbyte av luft i ett slutet utrymme och ventilationens främsta funktion är att ventilerar bort luftföroreningar som alstras i utrymmet och fylla på med ny luft. Föroreningar i rumsluft skapas av byggnads- och inredningsmaterial och av människor som vistas i rummet. Med ventilation tillförs luft utifrån till lokalen och rumsluften förs bort och därigenom hålls halten av föroreningar nere i lokalen. Utöver att föra bort luftföroreningar kan ventilation även användas för att tillföra eller föra bort värme från en lokal och på så vis vara en del av byggnadens värme- och kylsystem. Luftflödet är den storhet som beskriver hur mycket luft som flödar genom lokalen och är den storhet som främst används i krav och beräkningar av rumsluft. (Abel, Elmroth, 2008, s. 162)

God luftkvalitet ska finnas i alla lokaler där människor vistas mer än tillfälligt enligt Boverkets byggregler, Socialstyrelsen och Arbetsmiljöverket. Begreppet *god luftkvalitet* är inte kvantifierat av BBR, utan utvärderas från fall till fall utifrån följande kriterier: (Orestål, 2007, s. 17)

- Att en majoritet av personer som vistas i rummet tycker att luften är acceptabel.
- Att luften inte orsakar irritation av hud, slemhinnor eller luftvägar (gäller även för något känsligare personer än normalt)
- Att det inte finns någon risk för gradvis ökad känslighet vid vistelse i rummet.
- Att risken för hälsoeffekter efter långtidsexponering i rummet är försumbar.

För att kunna kvantifiera att ventilation och luftbehandlingen är tillräcklig, utifrån begreppet god luftkvalitet, finns det gränsvärden på minsta luftflöde och maximal föroreningshalt som får förekomma. På arbetsplatser är det främst Arbetsmiljöverkets föreskrift *Arbetsplatsens utformning* (AFS2000:42) som bestämmer gränsvärden, medan Socialstyrelsens allmänna råd (Spri 89) har satt gränsvärden specifikt för sjukhus och BBR satts gränserna för bostäder. Sjukvården har generellt högre krav på luftflöden jämfört med andra arbetsplatser och bostäder. Ett vådrum har exempelvis krav på 6 oms/h (luftomsättning per timme) jämfört med bostäder som har krav på 0,5 oms/h. Även partikelnivån måste hållas låg enligt kraven. (Enberg, 2012)

Det finns olika tekniker för att ventilerar en byggnad och alla tekniker har sina fördelar respektive nackdelar. Den enklaste tekniken är att ventilerar en byggnad med självdrag (S-system). Självdragstekniken bygger på att luften inne i byggnaden har högre temperatur än uteluften och därmed är lättare. Den lättare rumsluften stiger och leds via frånluftsventiler upp och ut ur byggnaden. Därmed skapas ett undertryck i luften i byggnadens nedre delar och där sugas uteluften in via tilluftsventiler och otätheter utan förvärmning. Ett S-system kräver inga fläktar och därför ingen elanvändning och ger inte upphov till störande ljud. Dock ger S-system låga luftflöden när temperaturskillnaden mellan ute och inne är låg (mindre än 4°C). Då kan problem uppstå med luftflöden i omvänd riktning, så kallat bakdrag, vilket kan ge upphov till fuktproblem. När det omvänt är stora temperaturskillnader, kan problem uppstå med överventilation, vilket ger en onödigt hög energianvändning för uppvärmning. Med självdrag kan problem även uppstå med kallras vid tilluftsventilerna vilket gör inneklimatet kallt och dragigt vid vissa platser i lokalen. Ytterligare en nackdel är att det inte går att värmeåtervinna eller reglera luftflödet med S-system. (Orestål, 2007, s.29 f)

Ett mekaniskt frånluftssystem (F-system) fungerar på samma sätt som ett S-system, med tillägg av en fläkt driven frånluftskanal. Frånluftsfläkten säkerställer att ett undertryck skapas i byggnaden och att luften därigenom sugas in rätt väg även vid låga temperaturskillnader. Det är även möjligt att koppla på värmeåtervinning i ett F-system för att återvinna värmen i rumsluften via en värmepump till ett vattenburet värmesystem. Nackdelen är att frånluftsfläkten kräver el och visst underhåll för att ventilationen ska fungera och att det precis som med S-system kan uppstå problem med drag och ojämn temperatur eftersom tilluftsflödet inte kan regleras. (Abel, Elmroth, 2008, s.183)

Varken i S- eller F-system kan tilluften förvärmas eftersom det inte finns några tilluftskanaler. Om det krävs stora luftflöden i en byggnad ($>0,5$ oms/h) är det svårt att klara ventilationen med hjälp av S- eller F-system, utan stora problem med drag och ojämn temperaturfördelning, när utetemperaturen understiger 10°C. Ett mekaniskt från- och tilluftssystem (FT-system), är ett mer avancerat ventilationssystem där även tilluftsflödet har en fläkt driven kanal in i byggnaden. Med FT-system är det förutom möjligheten att styra och kontrollera luftflödena även möjligt att rena tilluften och värmeväxla mellan till- och frånluft (så kallat FTX-system). Värmeväxling gör att problemen med drag kan undvikas även vid stora luftflöden samt att energi till uppvärmning kan sparas. (Abel, Elmroth, 2008, s.182)

FT-system kan vara utformade för att antingen regleras med ett konstant luftflöde, CAV (Constant Air Volume) eller ett variabelt flöde, VAV (Variable Air Volume). Med ett CAV reglerat system kan luftflödet inte förändras efter varierande behov i lokalen medan VAV reglering gör systemet mer flexibelt och kan minska energianvändningen när ventilationsbehovet är lågt. Vilken typ av reglering som är energieffektivast beror på hur verksamheten i byggnaden ser ut, om den varierar mycket eller har ett jämt ventilationsbehov. Det är svårt att införa VAV-system om byggnaden värms via ventilationsluften eftersom luftflödet då måste hållas högt för att lokalen ska få rätt temperatur. I dessa fall måste kostnaden för byte av värmesystem vägas in. (Sweco, 2013)

4.2 Värme- och kylsystem

En byggnad kan ha både ett värme- och ett kylbehov beroende på i vilket klimat den är placerad och vilken verksamhet som finns i byggnaden. I Sverige är uppvärmningssäsongen lång, exempelvis är årsmedeltemperaturen i Sundsvall 3,9°C. Därför behövs effektiva uppvärmningssystem och klimatskal med låga U-värden. (Abel, Elmroth, 2008, s. 128)

En byggnads värmesystem består i huvudsak av fyra delar: (Abel, Elmroth, 2008, s. 93)

1. Värmeförsörjning/värmekälla.
2. Värmeväxlersystem till tappvarmvatten och rumsuppvärmning.
3. Distributionssystem för att flytta värmen i byggnaden
4. Styrsystem för de tre ovanstående stegen.

Värmeförsörjningen är vanligtvis fjärrvärme i svenska vårdbyggnader. Värmedistributionen inom byggnaden kan sedan antingen vara luft- eller vätskeburen. Med ett luftburet värmesystem värms tilluften och värmen förs ut via ventilationssystemet, medan ett vattenburet system använder radiatorer i rummen för uppvärmning. Både i ett luft- och vattenburet system, regleras systemen vanligtvis centralt. Genom reglering av luft- och vattenflöde till olika rum och radiatorer kan systemen anpassas lokalt. (Abel, Elmroth, 2008, s. 98)

Ett kylsystem i byggnaden kan behövas även i ett kallt klimat och inte bara under sommarmånaderna. Om verksamheten i lokalen alstrar mycket värme genom apparater, datorer och belysning, skapas ett lokalt värmeöverskott som gör det svårt att bibehålla ett behagligt inneklimat utan ett tekniskt system för värmebortförel. Även för kyla kan systemen delas in i luft- eller vätskeburna system. I ett luftburet system förs värmeöverskottet bort med hjälp av ventilationsluften för att sedan kylas ned, medan ett vätskeburet system kyler rumsluften direkt med kylda ytor, exempelvis så kallade kylbafflar i taket. (Abel, Elmroth, 2008, s. 99) Kylning av den bortförda luften eller vattnet kan ske med flera olika tekniker, exempelvis, frikyla, där utemperaturen utnyttjas eller kylmaskin där el används för kylning. (Abel, Elmroth, 2008, s. 157)

De luftburna systemen har fördelen att det slipper byggas ett separat rörsystem för vatten till värme och kyla. Det finns dock flera nackdelar med att ha ett luftburet system. I ett luftburet värmesystem måste ventilationsflödena dimensioneras för att uppvärmningen ska bli tillräcklig och inte bara för att klara ventilationskraven. Detta blir särskilt påtagligt om byggnaden har ett dåligt klimatskal med stora transmissionsförluster, eftersom luftflödena då måste vara höga för att klara att hålla temperaturen. Om man istället skulle höja temperaturen på tilluften, riskerar man att få för dålig omblandning så att den varma tilluften lägger sig under taket istället för att hamna i vistelsezonen i rummet. Det är av samma anledning dåligt att värma upp ett rum med verksamhetsel via datorer och belysning eftersom den varma luften inte hamnar där människor vistas utan lägger sig i takhöjd. Om lokalerna värms upp via ventilationsluften är det heller inte möjligt att under uppvärmningssäsongen dra ner/stänga av ventilationen när lokalerna inte används eftersom de då blir utkylade. Sammantaget leder ett luftburet värmesystem till onödigt stora ventilationsförluster och fläktarbete. Ytterligare en nackdel är att det blir svårt att hantera ett kombinerat värme- och kylbehov om både värme och kyla använder samma system. (Sweco, 2013)

Det är socialstyrelsens allmänna råd, SOSFS 2005:15, som bestämmer krav på inomhustemperatur i vårdlokaler. Bortsett från verksamhetsspecifika lokaler som kan ha skilda temperaturkrav gäller att 21°C är det börvärde som ska eftersträvas i lokalerna. Minsta accepterade temperatur är 18°C och högsta är 26°C sommartid och 28°C kortvarigt sommartid. (Sweco, 2013)

4.3 Belysningssystem

Belysningen i en lokal är viktig ur flera aspekter, den påverkar synskärpa och koncentration, trivsel och säkerhet. Eftersom belysning står för den största delen av verksamhetselanvändningen på svenska sjukhus finns en stor sparpotential om belysningen utöver kraven på god ljuskvalitet, även utformas med hänsyn till energieffektivitet. Energieffektiva ljuskällor och armaturer tillsammans med anpassade styrsystem kan göra stor skillnad i energianvändning. (Energimyndigheten, 2008)

För att förstå energieffektiviseringsmöjligheterna med belysning är det viktigt att förstå de grundläggande begreppen inom belysningsteknik. En ljuskälla är det som omvandlar elektrisk energi till ljus. Till ljuskällan används en armatur vilken har funktionen att sprida och rikta ljuset. Många ljuskällor kräver även en form av driftdon för att kunna anslutas till elnätet. (Månsson, Svensson, 2010, s. 46)

Det ljusflöde en ljuskälla avger mäts i lumen (lm). Lumen är måttet på det totala flödet av ljus från en ljuskälla och är produkten av ljusets intensitet, mätt i candela (cd), och den rymdvinkel som ljuset sprids i, mätt i steradianer (sr). (Ljuskultur, 2009c)

Begreppet ljuskvalitet samlar de egenskaper som påverkar upplevelsen av belysning, som belysningsstyrka, bländning, färgtemperatur, färgåtergivning och flimmer. (Ljuskultur, 2009d) Belysningsstyrka är det mått som används i specifikationer av belysningsbehov för olika lokaler och användningsområden och går att mäta med en luxmeter. Belysningsstyrkan beskriver hur mycket ljusflöde som träffar en viss yta och mäts i enheten lux, vilken är det samma som ljusflöde per kvadratmeter (lm/m^2). Synskärpan förbättras när belysningsstyrkan ökar, dock finns en övre gräns på cirka 100 000 lux men detta inträffar endast utomhus i starkt solljus. (Ljuskultur, 2009c)

Även om belysningsstyrka används för specifikationer, är det inte ett optimalt mått på hur ljuset ett rum upplevs. Inte bara mängden ljus som träffar en yta utan även hur det reflekteras påverkar ljusupplevelsen. Detta kallas luminans och uttrycks i enheten cd/m^2 och mäts med en luminansmeter. Stora luminansskillnader kan ge upphov till bländning som försämrar synförmågan. Även felplacerade belysningsarmaturer som hamnar mitt i synfältet ger upphov till bländning. Hos äldre personer påverkas synförmågan mer av bländning än hos yngre. Bländtal används för att specificera hur bländande belysningen får vara i olika lokaler och för olika arbetsuppgifter. Dessa bländtal är inte mätbara men kan beräknas i ljusberäkningsprogram för att verifiera val av armaturer. (Ljuskultur, 2009d)

Upplevelsen av belysningen påverkas även av vilken färg ljuset har. Det är färgtemperaturen som påverkar vilken färg ljuset upplevs ha. Färgtemperaturen anges i Kelvin (K) och runt 3000 K ger ett varmvitt ljus, medan 10 000 K ger ett kallt vitt ljus som på en vinterdag. Ljusets färgtemperatur är för halogen- och glödlampor densamma som temperaturen på glödtråden i lampan. För urladdningslampor som lysrör finns en metod för att bestämma en korrelerad färgtemperatur (T_{cp}) som också anges i Kelvin.

Metoden ger inte hela beskrivningen av ljusfärgen vilket gör att ljuskällor med samma T_{cp} ändå kan upplevas olika. Detta beror på att ljuskällorna kan ha olika fördelning av ljusspektrummet, vilket påverkar upplevelsen av ljuset. Vilken färgtemperatur som är lämplig beror på användningsområde, vitt och beige blir mjukare med ett varmare ljus medan starka färger som rött gör sig bättre i kallt ljus men vilken färgtemperatur som är ”rätt” beror på vilken estetik man vill skapa i rummet. (Månsson, Svensson, 2010, s. 42)

Färgåtergivningen är ytterligare en aspekt som påverkar ljuskvaliteten. Den beskriver hur bra ljuset återger färger i omgivningen. Färgåtergivningen påverkar både synen och trivseln och är viktigt att tänka på vid val av belysning. Färgåtergivningsförmåga anges av R_a -index som är ett medelvärde av färgavvikelserna hos åtta testfärger vid en viss färgtemperatur. R_a -index anges som procentangivelse där en optimal färgåtergivning för en bestämd färgtemperatur ger R_a -index 100. Eftersom R_a -index bestäms utifrån en specifik färgtemperatur kan färgåtergivningen inte jämföras mellan olika färgtemperaturer. (Månsson, Svensson, 2010, s. 43)

Ljuskällor som är av urladdningstyp ger upphov till ett flimrande ljus, vilket kan skapa obehag om flimret har låg frekvens. Eftersom urladdningsljuskällor skapar ljus genom ljusimpulser av ett driftdon med en viss frekvens kommer ljuset att flimra med den frekvensen. Med äldre typer av magnetiska driftdon flimrar ljuset med dubbla nätfrekvensen, det vill säga 100 Hz. Det skapar ett flimmer som inte är synligt för ögat men som påverkar oss och kan ge upphov till trötthet och huvudvärk. Flimret kan även vara farligt för epileptiker. Nyare elektroniska högfrekvensdon ger ljus med en mycket högre frekvens vilket gör att flimmerproblemen försvinner. (Månsson, Svensson, 2010, s. 44)

Den faktor som påverkar energieffektiviteten hos belysningen är ljuskällornas ljusutbyte. Ljusutbyte anger förhållandet mellan ljusflöde från ljuskällan och den elektriska effekt som ljuskällan drar. Ljusutbyte anges i lumen per watt (lm/W) och ett så högt värde som möjligt är önskvärt ur energieffektiviseringssynpunkt. Vanligtvis används ljuskällans nominella ljusflöde och märkeffekten. Om man vill göra jämförelser mellan olika ljuskällor är det viktigt att tänka på att använda armaturljusflöde (ljusflödet ut från armaturen) och systemeffekten där även effekten för ett eventuellt driftdon räknas in. (Månsson, Svensson, 2010, s. 44)

Livslängden på en ljuskälla är viktig för att kunna beräkna livscykelkostnader för olika belysningsvarianter. Det finns olika sätt att uttrycka livslängden hos ljuskällor, antingen som medellivslängd eller som service life. (Månsson, Svensson, 2010, s. 45) Medellivslängd beskriver antalet brinntimmar där hälften av ljuskällorna i en anläggning fortfarande lyser. I begreppet anges inte hur ljuslödets från anläggningen påverkas över tid utan enbart hur stor andel av ljuskällorna som fortfarande ger ifrån sig ljus. Medellivslängd är ett begrepp som används om glödlampor, kompaktlysrör, lågenergilampor och lysrörslampor. (Månsson, Svensson, 2010, s. 45)

Service life beskriver istället den brinntid då 80 procent av ljusflödet från anläggningen återstår. I begreppet tas hänsyn både till att ljuskällor helt gått sönder och till ljusflödesnedgång i fungerande ljuskällor. Service life-tiden är en bra indikation på när belysningsanläggningen bör bytas ut. Begreppet Service life används om lysrör och andra typer av urladdningslampor. (Månsson, Svensson, 2010, s. 45) För LED-belysning används istället begreppet nominell livslängd, vilket på samma sätt som

service life beskriver den brinntid då en given procent av ljusflödet återstår. Vanligtvis anges nominell livslängd för 70 procent av ljusflödet. (Ljuskultur, 2011)

4.3.1 Ljuskällor och driftdon

För att skapa kvalitativ och energieffektiv belysning krävs att man tänker på både ljuskvalitetsaspekter och energieffektivitet vid val av ljuskälla. Olika ljuskällor har olika egenskaper som gör dem lämpade för olika områden. Nedan följer en beskrivning av de vanligaste ljuskällorna för belysning inomhus. (Månsson, Svensson, 2010, s. 46)

Glödlampor

Glödlampor har tidigare varit den vanligaste belysningen i bostäder och även använts på arbetsplatser som komplement till lysrören. År 2009 beslutade EU att glödlampan skulle fasas ut till förmån för mer energieffektiva ljuskällor. Sedan september 2012 får inte glödlampor importeras eller tillverkas inom EU. Anledningen är att glödlampor har ett lågt ljusutbyte på endast cirka 12 lm/W. I glödlampor skapas ljus genom att en tunn tråd av volfram hettas upp så att den glöder och avger ljus. Den största delen av glödlampans tillförda energi omvandlas till värme istället för ljus. Vanliga glödlampor har en medellivslängd på cirka 1000 timmar. (Ljuskultur, 2009e)

Halogenlampor

Halogenglödlampor är en vidareutveckling av glödlampan och namnet syftar på att lampkolven innehåller en halogengas som vid upphettning bildar en kemisk förening med den upphettade volfram tråden. Denna reaktion gör att halogenglödlampor får ett högre ljusutbyte och en längre livslängd än klassiska glödlampor. Ljusutbytet i en nyare halogenglödlampa kan vara uppemot 36 lm/W. Halogenlampor finns både för nätspänning 230 V och för lågspänning 12 V. Halogenlampor för lågspänning har bättre energieffektivitet än halogenlampor för nätspänning. (Ljuskultur, 2009f)

Urladdningslampor

I sjukvårdsbyggnader består befintlig belysningen mestadels av konventionella lysrör. (Energimyndigheten, 2012a) I lysrör skapas ljusflödet genom urladdning mellan två elektroder i ett urladdningsrör (lysröret). Urladdningen sker i förångat kvicksilver vilket ger UV-strålning som sedan omvandlas till synlig strålning av luspulver som finns i röret. (Energimyndigheten, 2012b) Lysrör ger inte lika bra färgåtergivning som glödlampor på grund av de har ett mycket smalt ljusspektrum. För att få så bra färgåtergivning som möjligt används det som kallas fullfärgslysrör som har ett R_a -index på över 80, och vanligast används färgen varmvit, som har en färgtemperatur på 3000 K. Lysrör är en effektiv belysningskälla och ger ett ljusutbyte på cirka 80-100 lm/W. (Energimyndigheten, 2012a)

För att lysrör ska kunna lysa krävs ett driftdon. Det elektromagnetiska (även kallat konventionella) driftdonet till lysrör består av en reaktor, en faskompenseringskondensator och en glimtändare. Vid upptändning blinkar lysröret och ljuset kan upplevas flimrande eftersom ljuskällan drivs med dubbla nätfrekvensen (100 Hz). Med en nyare variant av driftdon, så kallade HF-don (Högfrekvensdon eller elektroniska don), tänds lysröret precist och direkt och ljuset upplevs inte flimrande eftersom frekvensen är mycket hög, vanligtvis mellan 25-40 kHz. Med HF-don är det även möjligt att reglera ljusnivån, något som inte går med elektromagnetiska driftdon. När system med gamla driftdon byts ut är det viktigt att tänka på att dimensionera rätt. Eftersom HF-don har en exakt tändningsprocess så tänder alla lysrör samtidigt vilket

gör att startströmmen blir högre än vid drift med elektromagnetiska don som tänder oprecist. Detta gör att man måste använda färre armaturer per säkring vid byte till HF-don eftersom alla tänder samtidigt. (Ljuskultur, 2009g)

Det finns olika varianter av lysrör, den vanligaste äldre varianten är T8-lysör (diameter 8/8 av en tum = 26 mm). T8-lysör kan användas i både konventionella driftdon och HF-don. Bland den nyare generationen lysör är T5-lysör vanligast (16 mm i diameter). T5-lysörerna kan enbart användas i anpassade HF-don. (Energimyndigheten, 2012a)

T5-lysörerna finns i två varianter, High Efficiency och High Output, anpassade efter olika ändamål. High Efficiency-lysör har bäst energieffektivitet och ger högst lumen per watt. High Output ger istället bättre ljusstyrka än High Efficiency (upp till 60 procent bättre) men med sämre energieffektivitet. (Energimyndigheten, 2012a)

Livslängden på olika varianter av lysör varierar, den vanligaste service life-tiden för lysör som drivs med HF-don är runt 20 000 timmar. Det finns även långlivade lysör med service life-tid på uppemot 50 000 timmar. Sådana lysör kan vara lämpliga där det är svårt att komma åt lampor för byte. Livslängden för ett lysör beror förutom drifttiden även på antalet tändningscykler. Därför är det viktigt att inte tända och släcka lysörret ofta för att få maximal livslängd. (Energimyndigheten, 2012a)

Det finns även cirkellysör, den vanligaste T16-R, som har liknande egenskaper som T5-lysörerna med den skillnaden att de är cirkelformade. Cirkelformade lysör är inte lika känsliga för kyla som raka lysör och ger därför bättre ljusstyrka vid lägre temperaturer. Effektiviteten hos raka lysör sjunker drastiskt vid låga temperaturer och vanliga lysör rekommenderas därför inte i utomhusmiljöer. (Energimyndigheten, 2012a)

Ytterligare en variant av lysör är de så kallade kompaktlysörerna. Kompaktlysör fungerar i likhet med cirkellysör precis som raka lysör men är mindre (ofta i samma storlek som klassiska glödlampor) och passar därför i mindre armaturer. De finns i olika utföranden med antingen 2-, 4- 6-lysörsstavar och måste användas i speciella armaturer med driftdon. De flesta kompaktlysör kan ljusregleras. Kompaktlysör har en medellivslängd på 6000 - 15000 timmar och ljusutbytet ligger på 40-85 lm/W. (Ljuskultur, 2009h)

Slutligen finns lysörslampor som i vanligt tal brukar benämnas lågenergilampor. Lysörslamporna fungerar precis som kompaktlysörerna med den skillnaden att driftdonet är inbyggt i lampan så att lampsockeln passar i en armatur avsedd för glödlampor. Dessa lampor är tänkta att enkelt kunna ersätta glödlampor utan att göra ett större armaturbyte. Det kan dock vara svårt att få samma ljus vid byte från glödlampa till lysörslampa även om ljuskällorna har samma ljusflöde. Lysörslampor har inte samma form som glödlampor och de ger inte ljus åt alla håll, vilket kan skapa problem med bländning om armaturen är anpassad för glödlampor. De flesta lysörslampor kan heller inte ljusregleras och det tar några minuter innan den nått full ljusstyrka. (Ljuskultur, 2009h)

LED-lampor

LED står för Light Emitting Diod och är en relativt ny ljuskälla med en snabbt pågående utveckling och potential att bli den nya belysningstekniken. (Ljuskultur, 2011)

Ljusutbytet för LED-armaturer har haft en snabb utvecklingstakt och ger idag cirka 80-100 lm/W. (Ramböll, 2013)

I LED-lampor skapas ljuset genom en halvledare som stimuleras elektriskt. Ljuset som skapas blir monokromatiskt (innehåller endast en frekvens) och färgen bestäms av den dominanta våglängden. LED-ljuskällor finns i färgerna rött, orange, grönt och blått. För att få vitt ljus kan man antingen blanda färgerna rött, grönt och blått (RGB-blandning) eller använda LED med blått ljus och tillsätta ett lyspulver, vilket är den vanligaste tekniken idag. Lyspulvret måste vara mycket exakt för att få den ljusfärg och färgåtergivning som önskas. (Ljuskultur, 2011)

Fördelarna med LED-belysning jämfört med urladdningslampor som lysrör är flera. LED-chip, som är den del av LED-lampan där ljuset skapas, är små och kan placeras i trånga utrymmen och LED-ljuskällor finns i många olika utföranden från 0,1-100 W, vilket gör att man kan dimensionera en anläggning efter exakt behov. LED belysningen utstrålar ingen UV- eller IR-strålning som kan bleka de belysta ytorna, vilket lysrör gör och de innehåller heller inget kvicksilver. LED-ljuskällor är effektivare i kyla än lysrör och livslängden är lång och påverkas inte av antalet tändningscykler som för lysröret. LED-ljuskällor är dessutom stöt och vibrationståliga. (Ljuskultur, 2011)

Till följd av de många fördelarna passar LED-belysning i många olika miljöer. Extra bra är det att använda LED-belysning för att få riktat ljus eftersom LED-ljuskällor inte ger upphov till något spilljus, vilket andra ljuskällor gör. Bristen på spilljus gör dock LED-belysning sämre anpassad för allmänljus. Då är det viktigt att armaturen skapar ett spilljus, med hjälp av reflektorer och någon typ av lins med primateknik som sprider ljuset. (Ljuskultur, 2011)

Bländning är ytterligare ett problem som kan uppkomma eftersom LED-ljuskällor inte ger något spilljus. Det kan ge upphov till mycket höga luminanser i vissa specifika vinklar och är viktigt att tänka på vid val av armaturer och placering av belysning. (Ljuskultur, 2011)

Eftersom LED-ljuskällor är reglerbara och finns i en mängd olika utföranden passar de bra vid ljusstyrning. Vid användning av RGB-tekniken kan ljuset även färgstyras vilket inte går med andra ljuskällor. LED-belysning är enkel att reglera och styra. Dimbara LED-driftdon använder pulsviddsmodulation, PWM, och driver ljuskällorna med en fyrkantsvåg av olika frekvens beroende på ljusintensitet. Driftdon av hög kvalitet har tillräckligt hög frekvens för att inte ge upphov till flimmerproblem. Driftdonsfrekvensen kan styras med alla vanligt förekommande ljusstyrningssystem, men det rekommenderas att digitala system används. LED-ljuskällans färgtemperatur påverkas inte av styrning. (Ljuskultur, 2011)

Eftersom LED-tekniken är relativt ny finns inte samma standarder som för annan belysning, vilket är viktigt att tänka på vid jämförelser. Exempelvis mäts livslängden för ett LED-chip under 6000 timmar och uppskattas därefter statistiskt. En livslängd kan ha uppskattats till 100 000 timmar men det stämmer sällan överens med verkligheten. LED-chipet är beroende av att temperaturen hålls nere och kräver armaturer med bra kylning. Armaturen har därför stor påverkan på livslängden för LED-belysningen och är i praktiken det som bestämmer livslängden. (Ljuskultur, 2011)

Ljusutbytet som anges på LED-belysning kan också förvirra. Det mäts för olika LED-chip vid optimala förhållanden i laboratorium. Om hänsyn tas till armatur och krav på ljusfärg och färgåtergivning ligger LED på cirka 80-100 lm/W. Detta kallas armaturljusutbytet. Färgtemperatur och färgåtergivning anges för LED-chipet när det är nytt men dessa egenskaper kan förändras under livstiden. Därför är en ny standard på gång där färgtemperatur och färgåtergivning ska anges efter 6000 timmars brinntid. (Ljuskultur, 2011)

4.3.2 Belysningsutformning och armaturval

Arbetsplatsbelysning kan delas in i två kategorier:

- *Arbetsbelysning* – Belysning för att ett specifikt arbete ska kunna utföras.
- *Allmänbelysning* – Omgivningsbelysning för rumskänsla och orientering.

I standarder för belysning anges rekommenderade värden för arbetsbelysningen. För att utforma arbetsplatsbelysningen bra är det viktigt att tänka på var arbetsområdet är, om det exempelvis är ett horisontellt skrivbord eller en vertikal skrivtavla och från vilket håll ljuset ska riktas för att undvika problem med bländning. (Ljuskultur, 2009i)

Allmänbelysningen är viktig för att undvika för stora luminansskillnader mellan arbetsplatsen och omgivningen. Om skillnaderna är stora måste ögat arbeta för att adaptera mellan ljust och mörkt när blicken förflyttas och det ger upphov till trötthet. Det är även större risk att bli bländad om luminansskillnaderna är stora mellan omgivningen och arbetsområdet. Ett enkelt sätt att minska luminansskillnaderna och bländningsrisken är att måla väggar och tak i ljusa färger. (Ljuskultur, 2009i)

För att ytterligare minska bländning från belysning är armaturerna och belysningens placering viktig. Belysningsarmaturer för allmänbelysning är till för att sprida ljuset medan armaturer för arbetsplatsbelysning är till för att rikta ljuset. För att undvika bländning används vanligtvis avskärmning av ljuset med hjälp av en reflektor eller ett bländskydd. Man kan även förstora den lysande ytan genom en glob. (Ljuskultur, 2009i)

Det är viktigt att inte glömma bort att ett av syftena med allmänbelysning är att skapa en rumskänsla som ger trivsel. Ett helt jämt allmänljus skapar ingen rumskänsla, utan gör rummet platt och tråkigt även om belysningen är funktionsduglig. (Ljuskultur, 2009i)

4.3.3 Belysningsstyrning

Genom att använda olika former av styrsystem till ljuskällor blir det möjligt att reglera ljusflödet från ljuskällor utifrån olika förutsättningar och villkor. Styr- och reglerutrustning kan både minska energianvändningen för ett belysningssystem genom att drifttiderna minskas samt skapa en bättre inomhusmiljö genom att förenkla belysningen eller göra den mer flexibel för användaren. (Energimyndigheten, 2012d) LED-belysning går att ljusreglera från 0-100 procent, utan problem med färgtemperatur eller färgåtergivning. Med reglerbara HF-don är det även möjligt att ljusstyrkan från lysrör regleras mellan några få procent och upp till 100 procent. (Energimyndigheten, 2012c) När belysningsstyrning utformas är det viktigt att noggrant kartlägga vilka behov som finns i lokalen och att hålla systemet så enkelt som möjligt. (Ljuskultur, 2011)

Det finns olika nivåer av regelsystem, antingen kan de sitta lokalt i ljuskällans armatur eller centralt i externa styrsystem. De vanligaste sätten att styra belysning är att reglera ljusnivån utifrån mängd dagsljus, personnärvaro eller efter användningsbehov. (Energimyndigheten 2012c)

För att reglera ljusnivån utifrån dagsljus kan ljussensorer kopplas ihop med armaturerna. Med dagsljusstyrning hålls ljusnivån på en inställd konstant nivå. (Energimyndigheten 2012c) För att en konstantljussensor ska fungera bra är det viktigt att den kalibreras i det rum där den ska stå så att referensljusvärdet blir korrekt. Annars kan belysningen upplevas ”fladdrig” och irriterande. Dessutom är det viktigt att den inte placeras i den mörkaste eller ljusaste delen av rummet. (Ljuskultur, 2011)

För att reglera ljusstyrkan utifrån personnärvaro kan närvaro- och frånvarostyrning användas. På så sätt är ljuset endast tänd under tiden någon använder utrymmet. Med frånvarostyrning måste ljussystemet tändas manuellt med en knapp och släcks sedan automatiskt efter en viss förutbestämd tid. (Energimyndigheten 2012c) Närvarostyrning använder istället någon form av närvarogivare som känner av närvaro i utrymmet och då automatiskt tändar upp ljussystemet. För närvarodetektering kan flera olika tekniker användas vilka är lämpliga för olika ändamål. Exempel på tekniker för närvarogivare är infrarött ljus (IR-sensorer), akustiska givare och radar (HF-sensorer). (Ljuskultur, 2011)

De olika givarna är lämpliga vid olika användningsområden. IR-sensorer (Passive Infra Red) är en passiv sensor som detekterar värmestrålning från exempelvis människor och används i miljöer där människor är i rörelse. Sensorn detekterar när ett varmt föremål flyttas från ett detekteringsfält till ett annat och har på grund av fältens utformning längst täckning om den placeras i 90 grader mot rörelseriktningen. Det finns även IR-sensorer anpassade för att detektera stillasittande människor, exempelvis i kontorsmiljö. Dessa sensorer har större känslighet genom att de har tätare detekteringsfält och dessa placeras lämpligast rakt ovanför arbetsplatsen. (Ljuskultur, 2011)

Akustiska sensorer detekterar rörelse genom att detektera ljud vid vissa frekvenser och decibelnivåer. Dessa sensorer används främst i garage och trapphus då de kan täcka in en större yta utan krav på klar sikt. (Ljuskultur, 2011)

HF-sensorn är en aktiv sensor som sänder ut en högfrekvent ljudsignal och registrerar dess eko. Genom förändringar i ekot detekteras rörelse. HF-sensorer är till skillnad från IR-sensorer inte känsliga för temperaturförändringar eller för att täckas av tunnare material och kan därför placeras inbyggt i armaturer eller undertak. HF-sensorer är heller inte lika känsliga för nedsmutsning då de inte måste ”se” för att detektera. Sensorn bör placeras mitt i rummet och är känsligast för rörelse rakt mot sensorn. (Ljuskultur, 2011)

Både frånvaro- och närvarostyrning kan användas så att ljusstyrkan regleras ned (dimmas) till en lägre nivå (cirka 10-20 procent) efter en kort stund istället för att släckas helt. Om ingen närvaro detekteras på en längre tid kan total nedsläckning ske. På så sätt kan lysrör skonas genom att tänd- och släckcyklerna blir färre, vilket annars sliter på urladdningsljuskällor. För att optimera styrsystem går det att kombinera ljussensorer och närvarogivare. (Energimyndigheten 2012c)

Andra former av ljusreglering är tids- och scenstyrning, solavskärmning och ljuslänkning. Tidsstyrning används för att ställa in när på dygnet ljuset ska vara tänd medan scenstyrning innebär att ljuset kan förändras utifrån olika valda scener, exempelvis städ- och undersökningsbelysning. Båda dessa typer av styrning behöver någon form av programmeringsbar styrenhet. Solavskärmning används för att skärma av när solljuset in i ett utrymme bli för starkt. Optimalt är att kombinera solavskärmning med dagsljusreglering. Ljuslänkning handlar istället om att reflektera och förflytta ljuset till utrymmen som inte har direkt dagsljusinsläpp för att på så vis minska belysningsbehovet. (Energimyndigheten 2012c)

4.3.4 System för ljusstyrning

System för ljusstyrning kan delas in i analoga och digitala. Ett analogt system är enklare och mindre kostsamt men har inte lika stora möjligheter eller är lika flexibelt som ett digitalt. Det vanligaste analoga är 1-10 V styrning. Belysningen regleras via potentiometer och kan dimmas mellan 10 till 100 procent ljusstyrka 1-10 V. För att ett analogt system ska fungera korrekt är det viktigt med rätt polaritet vid kabeldragning och hänsyn till avstånd för att inte få olika ljusnivåer på olika armaturer. (Ljuskultur, 2011)

De vanligaste digitala styrsystemen är DMX och DALI. DMX används främst inom scenstyrning (exempelvis inom teater och på konserter) där belysningen snabbt ska kunna förändras eftersom det är ett system med hög hastighet. DALI är istället den vanligaste digitala belysningsstyrningen inom vårdmiljöer. Genom standarden DALI (Digital Addressable Lighting Interface) skapas kompatibilitet mellan olika tillverkares HF-don och ljuskällor vilket gör att man kan koppla ihop stora digitala ljusregleringssystem. Med ett DALI belysningssystem kan 64 individuella driftdon/armaturer adresseras, 16 belysningsgrupper konfigureras och 16 olika ljusscener programmeras. DALI-system ger stor flexibilitet i systemen och möjligheter att programmera om vid förändrade behov av styrning utan att behöva fysiskt dra om kopplingarna. DALI-systemet skickar även information åt båda hållen vilket underlättar för driftpersonal att ha överblick över belysningssystemens status. Fördelen med ett digitalt styrsystem som DALI, är att ingen hänsyn behöver tas till polaritet eller avstånd och alla armaturer får samma störningsfria signal. Med DALI-styrning kan närvarodetektering, dagsljuskompensering, scenbelysning, tidssekvenser, styrning med fjärrkontroll och paneler och pekskärmar kopplas in. Om det inte räcker med 64 armaturer kan systemen kopplas ihop för styrning på högre nivå. DALI-styrning följer även en logaritmisk kurva vid ljusdimning som är anpassad efter ögat. (Ljuskultur, 2011)

5. Länssjukhuset i Sundsvall

I detta avsnitt beskrivs landstinget Västernorrlands organisation och länssjukhuset i Sundsvalls verksamhet, klimatskal och energisystem närmare för att förklara sjukhusets energianvändning och förutsättningar för energieffektivisering.

5.1 Länet och landstinget

Västernorrlands län består av sju kommuner och har totalt 241 800 invånare. Landstinget Västernorrland bedriver hälso- och sjukvård, tandvård samt regional utveckling i länet. (LVN, 2013) Landstinget Västernorrland har tre större sjukhus i Sollefteå, Örnsköldsvik och länssjukhuset i Sundsvall-Härnösand. Inom landstinget finns totalt cirka 7700 anställda. Länssjukhuset är den största arbetsplatsen med cirka 2400 anställda och 383 vårdplatser. Inom landstinget finns en gemensam enhet för serviceverksamheterna, de verksamheter som ligger utanför tidigare nämnd kärnverksamhet. Inom serviceenheten finns administration, fastighetsförvaltning, fastighetsdrift, upphandling, teknik, städ etcetera. Landstinget är en stor aktör i Västernorrland. År 2011 låg exempelvis investeringsbudgeten på drygt 400 miljoner kr och driftbudgeten på 6,9 miljarder kr. Av dessa kostnader står fastighetskostnader för cirka 3 procent. (LVN, 2012)

Landstinget Västernorrland har under en längre period dragits med stora underskott vilket lett till stora omorganisationer och besparingsprogram. Under 2008-2009 antogs ett sparpaket där runt 500 anställda på länssjukhuset skulle tvingas gå. De senaste åren, 2010-2011, har stora nedskärningar genomförts på grund av den pressade budgeten och ett hundratal landstingstjänster har dragits in, framförallt inom administration. (LVN, 2012) En omorganisation av verksamheterna har påbörjats från den 1 januari 2013 där de tre sjukhusen ska drivas inom en mer samlad sjukvårdsförvaltning. (Lindberg, 2013)

5.2 Energi- och miljöarbete

Det verksamhetsinriktade energi- och miljöarbetet inom Landstinget Västernorrland är organiserat genom central miljöledning, miljösamordnare inom varje förvaltning och miljöombud ute på avdelningarna, som verkar för att föra miljöarbetet ut i organisationen. Miljöombuden får utbildning och information via miljösamordnarna för att kunna föra vidare miljökunskaper bland personalen på avdelningarna. (Sundström, 2013)

Landstinget Västernorrland har arbetat aktivt med energifrågor och energieffektivisering sedan mitten på 1990-talet. Tidigt infördes strategin *Energy Factor 2*, vilken gick ut på att varje energieffektiviserande åtgärd som infördes skulle minska energianvändningen med hälften (faktor två). Detta för att stäva efter långsiktigt lönsamma och hållbara åtgärder. (LVN, 2008)

Idag har Landstinget Västernorrland en miljö- och energiplan som är antagen av landstingsstyrelsen och gäller fram till 2014. I den har landstinget utarbetat energimål till 2014, som bland annat innebär att elanvändningen ska minska med 10 procent jämfört med 2009, vilket motsvarar en årlig användning på maximalt 84 kWh/m² bruksarea. Elanvändningen för IT-relaterad utrustning ska minska med 25 procent jämfört med 2010. En resursperson har anställts för att bereda för att miljö- och

energifrågor i samband med upphandlingar och upphandlingsenheten har utbildats i miljö- och energifrågor. (LVN 2010)

På IT-området har bland annat energieffektiviseringsarbete genomförts för att minska energianvändningen från datorer i verksamheten. Landstinget har cirka 5900 PC, 4800 skärmar och 1700 skrivare ute i verksamheten och det finns mycket energi att spara om dessa utnyttjas på ett effektivt sätt. (Karlsson, 2013)

Inom landstinget Västernorrland används systemet Wake-On-Lan även kallat fjärrstart för att starta datorer som är anslutna till landstingets nätverk. Systemet fungerar så att alla datorer som är anslutna till landstingets nätverk kan startas av en gemensam digital signal och syftet är att spara energi utan att försvåra för användaren. Varje vardagsmorgon startas datorer som är anslutna till fjärrstart upp klockan 06.00. På så sätt hinner uppstart och uppdateringar genomföras innan användaren behöver datorn vid starten på arbetsdagen. Det skulle även vara möjligt att med samma system stänga av datorerna efter arbetsdagens slut, men det anses vara en för stor säkerhetsrisk eftersom det är svårt att veta vilka datorer som behöver vara igång även under kväll och natt. Därför har man valt att låta användaren göra ett aktivt val att antingen stänga av sin dator eller lämna den igång. (Karlsson, 2013)

2010 testades det nya systemet att starta datorer via nätverket på två vårdcentraler. Projektet blev lyckat och infördes därefter inom all landstingsverksamhet. Fjärrstart fungerar för alla stationära datorer och för de allra flesta av landstingets bärbara datorer. Innan införandet av fjärrstart uppmanade landstingets IT-avdelning att datorer skulle lämnas påslagna så att uppdateringar skulle hinna genomföras under natten. Om en anställd stängde av sin dator vid arbetsdagens slut och startade igång den vid arbetsstart nästa dag gick det åt mycket tid innan uppstart och alla uppdateringar var genomförda så att datorn gick att använda i arbetet. I en pressad arbetsdag är det ett irritationsmoment att tvingas vänta på att datorn ska starta igång och eftersom IT-avdelningen dessutom uppmanade att datorerna skulle lämnas påslagna, stängdes de flesta datorer aldrig av även om de endast användes några timmar per dygn. (Karlsson, 2013)

På landstingets intranät finns information om hur den anställda gör för att koppla sin dator till fjärrstart och hur du stänger av fjärrstart vid behov. När det är lämpligt att koppla på eller stänga av fjärrstart framgår i informationen. Eftersom fjärrstart startar alla datorer som är kopplade varje vardagsmorgon är det viktigt att stänga av funktionen vid semester annars kommer datorn att stå på från den första vardagsmorgonen. (Karlsson, 2013)

Ett annat mål till 2014 är att alla nyanställda ska få energi- och miljöutbildning i introduktionen och att alla anställda ska erbjudas utbildning i energi och miljö. Målet är att 75 procent av alla anställda till 2014 ska ha genomgått energi- och miljöutbildning via traditionella kurser eller intranätet. Miljöcertifiering enligt miljöledningssystemet ISO 14 001, har införts på förvaltningen landstingsservice och målet är att alla förvaltningar ska ha certifierats till 2014. (LVN, 2010)

År 2008 startades kampanjen Energismart i Norr som ett samarbete mellan de fyra norrlandstingen Norrbotten, Västerbotten, Jämtland och Västernorrland. Kampanjen startades utifrån ett identifierat behov av att få de anställda involverade i

energieffektiviseringsarbetet. Tidigare hade fokus i princip enbart legat på att implementera tekniska lösningar och nu ansåg man det viktigt att även börja se vad man kunde förändra hos användarna. Samarbetet skapades för att kunna dela på kostnader för framtagning av informationsmaterial, sedan fick de enskilda landstingen själva välja hur materialet skulle användas. Materialet bestod av en informationsfilm, bordspratere och diskussionsmaterial. Landstinget Västernorrland använde sin organisation med miljösamordnare (inom förvaltningarna) och miljöombud (på avdelningarna) för att få ut informationen. Diskussionsmaterialet användes på arbetsplatsträffar. (Sundström, 2013)

Projektet drevs som en tävling mellan landstingen där målet var att minska energianvändningen med fem procent till 2010 jämfört med 2008. Inget av landstingen nådde målet även om en minskning skedde. (Sundström, 2013) De fyra norrlandstingen har också gemensamt tagit fram Energikrav vid ny- och ombyggnation som ett komplement till EU- och BBR-krav. (LVN, 2011)

Landstinget Västernorrland arbetade utifrån Energismart i Norr projektet fram en checklista för energieffektiviseringsarbete och energianvändning på avdelningarna kallad Energirond. Checklistan är tänkt som en frivillig egenkontroll som förslagsvis ska göras en gång om året och användas som diskussionsunderlag hos personalen. (Sundström, 2013)

Samarbetet mellan landstingen har fungerat bra och en fortsättning med ett nytt samarbetsprojekt har beslutats. Det nya projektet har målet att skapa en plattform för att visualisera energianvändningen både för användarna i verksamheten och för vårdtagarna. (Lindberg, 2013)

Landstinget Västernorrland har även arbetat aktivt sedan 1998 med att byta till energieffektivare belysning i landstingets lokaler. På Sundsvalls sjukhus är det framförallt i de stora korridorerna, garaget, väntrum och i samband med större renoveringar av avdelningar som belysningen setts över. Eftersom dessa områden är de där mycket belysning stod på i onödan har belysningsbyten här gett stora besparingar. T5-armaturer med HF-drift, reducerad installerad belysningseffekt och styrning av belysningen har gett en kraftigt reducerad energianvändning för landstinget. Under tidsperioden 1998-2008 byttes 14 000 äldre armaturer inom Landstinget Västernorrland ut mot 10 000 nya och elanvändningen minskade från 6,5 GWh till 1,8 GWh. (LVN, 2009)

På uppdrag av landstinget har Sweco nyligen genomfört en stor kartläggning av sjukhusets energiprestanda och identifierat ett antal större effektiviseringsåtgärder. De stora energieffektiviseringsåtgärder som identifierats behandlar främst styrning och ombyggnad av ventilationssystemen inom sjukhuset. Sjukhusets ventilationssystem beskrivs i avsnitt 5.3.2 Ventilationssystem. (Sweco, 2013)

5.3 Sjukhusbyggnaden

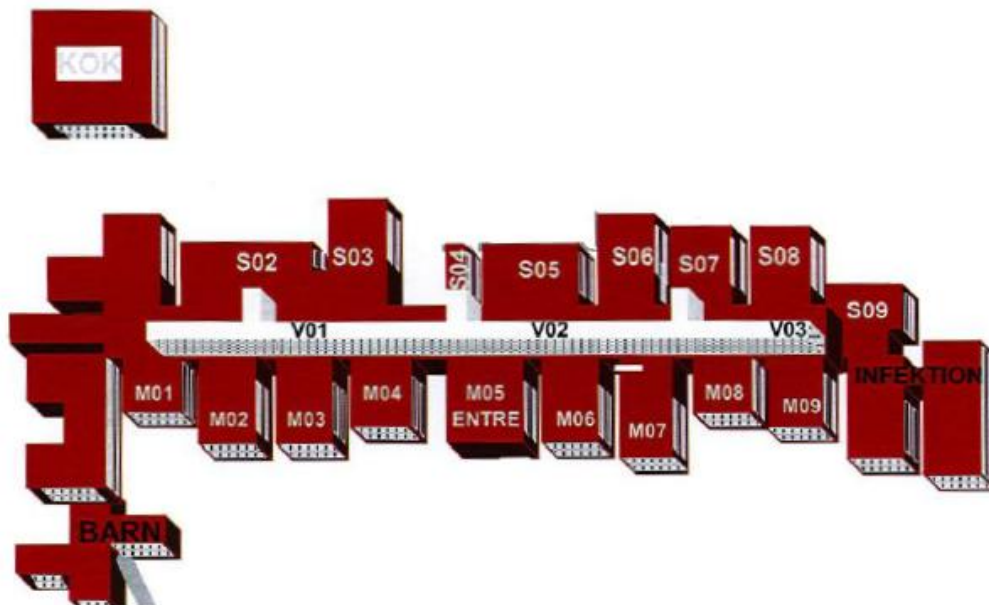
Länssjukhuset i Västernorrlands län är placerat i Sundsvall och stod färdigt 1975. En bild av sjukhuset visas i figur 3. Sjukhuset består av en lång huvudbyggnad med nio våningar ovan jord och två suterräng/källarvåningsplan.



Figur 3: Länssjukhuset i Sundsvall.

Huvudbyggnaden består av tre huskroppar, benämnda V01-03. Våningsplanen benämns med bottenvåning som utgångspunkt kallad plan 10, vårdavdelningar finns i våningsplan 11-17 och på våningsplan 18 finns ventilationsaggregaten. Plan 9 innehåller garage och plan 8 är kulvert. (Sweco, 2013)

Sammankopplat med huvudbyggnaden finns vinkelräta, lägre byggnader som är mottagnings- och servicebyggnader benämnda M01-09 och S01-09. En schematisk bild av sjukhuset visas i figur 4. Mottagnings- och servicebyggnaderna har två våningar ovan jord och vissa av servicebyggnaderna har även en suterrängvåning. Barn- och infektionskliniken samt produktionskök ligger i separata byggnader. Totalt har länssjukhuset en yta på 198 801 m². (Sweco, 2013)



Figur 4: Schematisk bild över Sundsvalls sjukhus. (Sweco, 2013)

Eftersom sjukhuset byggdes på 1970-talet var byggnormer och tekniker annorlunda mot idag och även vårdens behov skilde sig från dagens. Det gör att sjukhusets klimatskal och energisystem fick ett annat utförande än om det hade byggts idag. (Sweco, 2013)

5.3.1 Elsystem

Den levererade elen till sjukhuset fördelas på fem olika ställverk, A-E. Varje ställverk har två transformatorer en för favoriserad kraft och en för ofavoriserad. Favoriserad kraft är kopplad till verksamhet som ska starta direkt vid strömavbrott via reservkraftsystemet. (Energiutredning, 2013) Från de fem ställverken fördelas elen ut i verksamheten. I fyra av ställverken finns elmätare som mäter elanvändningen online, ställverk A-D. Ställverk E som förser produktionsköket och pumpar till snökyleanläggningen med el har ingen sådan elmätare. För att mäta på lägre nivå, exempelvis per våningsplan eller avdelning krävs att elmätare sätts in tillfälligt. (Sweco, 2013)

Den totala elanvändningen har en svagt sjunkande trend från 21 627 MWh 2009 till 21 447 MWh 2011. Kostnaden för elanvändningen 2011 var 18 923 kkr. (Sweco, 2013)

5.3.2 Ventilationssystem

Ventilationssystemet på sjukhuset består av 40 ventilationsgrupper med FTX-system som försörjer olika delar av sjukhusbyggnaden, plus två för tilluft till pannrummet. Ventilationsgrupp 1-15 betjänar huvudbyggnaden och har roterande värmeväxling medan övriga ventilationsgrupper, som betjänar verksamhetsspecifika områden, har antingen roterande värmeväxlare, vätskekopplade system eller i några få fall ingen värmeåtervinning. (Sweco, 2013)

De flesta ventilationssystemen är tryckstyrda, vilket innebär att de styrs för att hålla ett konstant tryck efter tilluftsfläkten och före frånluftsfläkten. En styrkurva används för att trycket och luftflödet som minskas gradvis när utetemperaturen sjunker. Med hjälp av spjäll mellan zoner kan man stänga av ventilationen under natten på avdelningar som inte används utan att övriga avdelningar som försörjs av samma ventilationsgrupp påverkas. (Sweco, 2013)

I vissa delar av sjukhuset stängs ventilationen av nattetid och då startas den automatiskt när rumstemperaturen sjunker under ett givet gränsvärde. Detta händer flera gånger vintertid eftersom värmesystemet är luftburet. (Sweco, 2013)

5.3.3 Värmesystem

Sundsvalls sjukhus har fyra undercentraler för inkommande fjärrvärme. Värmen från de fyra undercentralerna fördelas på de olika systemen för värmeprimär, värmeprimär med glykolblandat vatten, samt tappvarmvatten och tryckstegrat tappvarmvatten och kallvatten. (Sweco, 2013)

Sjukhuset är byggt med ett luftburet distributionssystem för värme. Ventilationsluften eftervärms vid tilluftsdonen på lokal nivå. Eftervärmningen sker antingen med el eller efter ombyggnad på vissa avdelningar med vätskeburna batterier som värms med värmeprimärsystemet. De vätskeburna batterierna kan även kopplas om till kylkretsen för att kylning vid behov. Från början skedde all eftervärmning med el. Förvärmning av tilluften sker i vissa systemdelar med hjälp av värmeväxlande kamflänsbatteri mot värmeprimärsystemet med glykolvatten (som även det i vissa fall kan kopplas om till frikylesystemet) eller med värmeväxling i ventilationssystemet. (Sweco, 2013)

Omkopplingen mellan värme- och kylsystem sker när utetemperaturen passerar ett gränsvärde och ett visst antal rum behöver kyla. Gränstemperaturen är satt olika för olika zoner i sjukhuset men systemet kan ändå få problem med för kallt eller varmt i enskilda rum då alla vätskebatterier i en zon växlar samtidigt även om vissa enskilda rum inte har ett kyl- eller värmebehov. (Sweco, 2013)

Sundsvalls sjukhus är utrustat med frånluftsfönster. Principen med frånluftsfönster går ut på att en del av frånluftslödet i rummet passerar mellan glasrutorna och därigenom skapas ett lägre U-värde för fönstret. Detta system kräver höga luftflöden för att fungera effektivt vilket påverkar ventilationssystemets effektiviseringsmöjligheter. Det är endast vid de senaste renoveringarna, exempelvis av akutvårdsavdelningen, som radiatorer satts in för att komma bort från det luftburna värmesystemet. För att göra det krävs även fönsterbyten då de gamla frånluftsfönstren kräver de höga ventilationsflöden som ett luftburet värmesystem har för att inte få ett försämrat U-värde. Genom en konvertering till ett vattenburet värmesystem kan även behovstyd ventilation VAV-reglering införas utöver vinsten med redan minskade luftflöden. (Sweco, 2013)

5.3.4 Kylsystem

Kylsystemet på sjukhuset är både vätske- och luftburet. Det vätskeburna systemet består av ett centralt kylnät som är kopplat till en köldbärartank. Det finns ett köldbärarnät (KB) och ett köldbärarnät sekundär (KBS). Kylbafflar och cirkulationskylare betjänas av KB-nätet medan KBS betjänar de vätskekopplade efterbehandlingsbatterierna i ventilationssystemet. Utifrån det centrala kylsystemet utgår ett separat kylsystem som betjänar operation och ett som betjänar övriga sjukhuset. (Sweco, 2013)

Snökyla, frikyla och kompressorkyla används som kyltekniker. Snökyla är en unik lösning för Sundsvalls sjukhus och snökyleanläggningen startades år 2000. Snökyleanläggningen kyler vatten till sjukhusets kylsystem genom att varmt returvatten passerar genom snötippet och kyla ned. Därefter renas det kylda vattnet innan det pumpas tillbaka och värmeväxlas mot sjukhusets köldbärartank. Själva anläggningen består av en 10 000 m² och 7 m hög bassäng med något sluttande tät botten. Bassängen under hösten på med vatten till höjden två meter och därefter fylls bassängen med snö under hela vintersäsongen. Innan våren täcks snölagret med flis och bark för att isoleras. Snökylan kan användas från maj till september och det finns planer på att försöka förlänga drifttiden. (Sweco, 2013)

Frikylesystemet kyler sjukhuset under den kallare säsongen med hjälp av uteluften. Frikylesystemet är placerat högst upp i hus V02 och består av en kylmedelskylare och sex VPG-batterier vid luftintaget till VG6-10. Frikylan kyler tilluften i dessa ventilationsgrupper och kan endast kyla våning 3-8 i V02. När det är för varmt för att utnyttja frikylesystemet under sommaren kan KB systemet kopplas om för att tillgodose även dessa våningsplan med kyla. (Sweco, 2013)

Vid ett stort kylbehov sommartid, som inte kan tillgodoses av snökylan, kan ett större vätskekylaggregat användas. Kylaggregatet kan inte användas vintertid då det riskerar att frysa eftersom kylmedlet är vatten och kyla med hjälp av ett kyltorn. Kylaggregatet använder två pumpar för att pumpa upp vattnet i kyltornet och systemet har en låg totalverkningsgrad vilket gör att det endast används vid extra behov. (Sweco, 2013)

Det finns även mindre kylmaskiner lokalt placerade för att tillgodose specifika behov på enskilda avdelningar när effekten är för låg på det centrala kylnätet. Bland annat finns

det kylmaskiner till sjukvårdsutrustning som magnetröntgenkameror och stålkanoner där det krävs att det alltid finns tillgång till kyla. Även produktionskökets kyl- och frysrum har egna kylmaskiner. (Sweco, 2013)

5.3.5 Belysningssystem

På sjukhuset består en stor del av belysningen fortfarande av äldre lysrör av modell T8 med magnetiska driftdon och i dessa lokaler används ingen styrning av belysningen. I de utrymmen där belysningen har bytts ut har även mer flexibel styrning av belysningen införts som är anpassad efter rumstyp. De olika styrningsvarianterna på Sundsvalls sjukhus kan delas in i fem kategorier: (Ramböll, 2012)

1. Närvarodetektorer och PLC (Programmeringsbar styrenhet).
2. Närvarodetektorer och "energibox".
3. Belysningsarmaturer med inbyggd närvarodetektering.
4. Närvarodetektering med akustisk sensor.
5. DALI belysningsstyrningssystem.

Den första varianten med närvarodetektering och PLC används i korridorer och väntrum. PLC är en styrenhet som programmeras efter tidsintervall. På sjukhuset har man valt att använda PLC för att skilja på ljus dag- och nattetid. Belysningen programmeras så att den tänds till 80 procent när sensorerna detekterat närvaro dagtid och hålls tänd under ett förbestämt intervall som kan skilja sig åt. Nattetid tänds var tredje armatur till 20 procent vid detektering med roterande funktion så att alla lysrör får samma brinntid. I vissa fall är närvaro- och tidsstyrningen ihopkopplad med dagsljusstyrning med ljusnivågivare. Det går även att tända upp belysningen till 100 procent med hjälp av en tryckknapp i rum med denna typ av styrning. Detta är tänkt för städljus och då är belysningen tänd i cirka en timme. (Ramböll, 2012)

Den andra varianten av styrning med närvarodetektering och "energibox" används i större utrymmen, där man vill kunna styra belysningen manuellt men ha automatisk släckning. Detta är en typ av kombinerad närvaro- och frånvarostyrning. Närvarodetektering sker med sensor placerad i ett vägghörn och det finns även tryckknappar anslutna till en logikmodul som kan styra två belysningsgrupper och kopplas samman med en närvarodetektor. Med manuella tryckknappar tänds och släcks belysningen som vanligt, men om belysningen lämnats på, släcks den automatiskt när ingen närvaro detekterats inom ett bestämt tidsintervall. (Ramböll, 2012)

Variant tre av styrning med inbyggd närvarodetektering i armaturer, används i pendlade armaturer, främst i expeditioner och i vissa undersökningsrum. Armaturen lyser endast då någon är på plats inom armaturens registreringsområde men med en inställbar tidsfördröjning innan släckning. Sensorn registrerar även den övriga belysningsnivån i rummet och reglerar armaturen så att man får en konstant belysningsnivå på arbetsytan. (Ramböll, 2012)

Den fjärde styrningsvarianten med akustiska sensorer används i trapphus och omklädningsrum. Närvaron detekteras genom ljud från två frekvensområden, lågfrekvent ljud av en dörr som öppnas och ljudet av fotsteg och tal. Ljuset är tänd under tiden ljud detekteras plus en inställd tidsfördröjning. (Ramböll, 2012)

Den sista varianten av styrning är med DALI-system och den används i lokaler där belysningen har många olika användningsområden och där man vill kunna styra enkelt mellan olika belysningenslägen. Det kan vara i konferensrum, vådrum och undersökningsrum. DALI-paneler placeras på väggen vid dörren eller i vådrumspaneler och i vissa undersökningsrum finns även en fjärrkontroll för att kunna styra belysningen från undersökningsstolen. DALI-programmen är individuellt programmerade för de olika rummen/rumstyperna. (Ramböll, 2012)

Slutligen finns även enklare former av styrning med närvarodetektorer som ersätter vanliga strömbrytare eller närvarodetektorer i taket. Dessa används i mindre rum, exempelvis på toaletter och i förråd. Vid detekterad närvaro tänds belysning under en förinställd tid, från 2 sekunder till 21 minuter. En inbyggd fotocell blockerar detektorn om annat ljus är tillräckligt och hindrar belysningen att tändas. Med hjälp av en dold funktionsväljare kan ljuset även tändas manuellt vid behov, exempelvis vid städning. (Ramböll, 2012)

6. Teoretiska verktyg

I det här avsnittet presenteras de teoretiska verktyg och modeller som använts i studien. Dels tekniska krav och verktyg för energi- och lönsamhetsberäkningar av belysningsinstallationer, dels organisations- och beteendevetenskapliga modeller för analys av incitamentsutformning och organisatoriskt arbetssätt.

6.1 Belysningskrav: Funktion och energi

För att kunna utvärdera olika belysningslösningar behöver man veta vilka krav som ska ställas på belysningen. Kraven kan delas in i funktions- och energikrav. Funktionskrav handlar om hur mycket ljus som krävs och vilken kvalitet ljuset ska ha medan energikrav sätter gränser för belysningens energianvändning. (Energimyndigheten, 2012d)

6.1.1 Funktionskrav

Enligt boverkets byggregler ska god belysning finnas i rum eller delar av rum där personer vistas mer än tillfälligt. God belysning innebär att ljuset i rummet måste ge bra synergonomi för de som vistas i rummet. Synergonomin påverkas av fler faktorer än enbart belysningsstyrkan och det är viktigt att ta hänsyn till alla ljusegenskaper det vill säga även betänka färgtemperatur, färgåtergivning, bländning och flimmer för att skapa god belysning. (Energimyndigheten, 2012d)

Minimikraven för belysningsstyrka och ljusegenskaper finns angivna av arbetsmiljöverket i den svenska standarden; Ljus och belysning för arbetsplatser, SS-EN12464-1 utgåva 1. I tabell 1 presenteras en sammanställning av funktionskrav på belysning som gäller för vårdlokaler. Värdena anges för olika lokaltyper och funktionsområden. Belysningsstyrka och färgåtergivning för en lokaltyp eller funktionsområde, får inte vara lägre än i tabellen angivet Lux-värde och R_a -index. (Månsson, Svensson, 2010, s. 135)

Tabell 1: Funktionskrav belysning i vårdmiljö.

Lokaltyp och funktionsområde	Belysningsstyrka Lux	Färgåtergivning R _a -index	Övrigt
Vårdrum			Belysnings-
– Allmän belysning	100	80	styrka vid
– Läsbelysning	300	80	golvnivå.
– Nattbelysning	5	80	Förhindra
– Enkel undersökning	300	80	höga
– Badrum/toalett	200	80	luminanser i patientens synfält
Korridor			Belysnings-
– Dagtid	200	80	styrka vid
– Natttid	50	80	golvnivå.
Undersökningsrum			
– Allmän belysning	500	90	
– Undersökning	1000	90	
Övriga rum			
– Tjänsterum	300	80	
– Kontor	500	80	
– Expedition	500	80	
– Sammanträdesrum	500	80	Belysningen bör kunna regleras.

6.1.2 Energikrav

De faktorer som påverkar ett belysningssystems totala miljöpåverkan är material och produktion, drift och återvinning och skrotning. Den klart största faktorn är driftfasen, hela 80-90 procent av belysningens miljöpåverkan kommer från energianvändningen under drift. (Månsson, Svensson, 2010, s. 120)

En väsentlig aspekt ur energisynpunkt är att ha rätt dimensionerad belysningseffekt för lokalens ändamål. I äldre lokaler är belysningsstyrkan i många fall överdimensionerad i förhållande till arbetsmiljöverkets krav, på grund av att belysningen ofta är standardiserad i lokalen och inte fokuserats utifrån lokalens olika specifika funktionsområden. Genom en kontroll av belysningsstyrkan kombinerat med byte till ljuskällor med högre ljusutbyte, går det att minska belysningseffekten per kvadratmeter drastiskt. (Månsson, Svensson, 2010, s. 120)

Vid användande av lysrör är det viktigt att tänka på att även driftdonens effektanvändning är viktig för belysningens totala energianvändning. Driftdonens energieffektivitet klassas inom EU utifrån EEI (Energy Efficiency Index): (Månsson, Svensson, 2010, s. 52 f)

- Klass A1 är dimbara HF-don.
- Klass A2 är HF-don med låga förluster.
- Klass A3 är övriga HF-don.
- Klass B1 är elektromagnetiska driftdon med mycket låga förluster.
- Klass B2 är elektromagnetiska driftdon med låga förluster.

Förutom dimensionering av effektbehov påverkar även styr- och reglerutrustning energianvändningen från ett belysningsystem. Genom minskade drifttider minskas ”onödig” energianvändning, exempelvis när ingen använder rummet eller när dagsljuset kan utnyttjas. (Energimyndigheten, 2012d)

Reduktionsfaktorn är ett schablonvärde som används som mått på hur energianvändningen från en belysningsanläggning reduceras vid införande av olika typer av styrning. Reduktionsfaktorer att använda vid beräkningar för olika typer av styrning finns rekommenderade enligt standarden SS-EN15193. Den årliga energianvändningen för en belysningsanläggning med en viss styrning kan sedan beräknas genom att multiplicera belysningens effektförbrukning och drifttid med reduktionsfaktorn. (Energimyndigheten, 2012d)

Energimyndigheten har i samverkan med Belysningsbranschen satt upp riktlinjer för energieffektiv belysning. Riktlinjerna utgörs av två delar: (Energimyndigheten, 2012d)

- Krav på maximal installerad effekt per kvadratmeter.
- Krav på införande av styr och reglerutrustning.

Landstinget Västernorrland har även själva valt att sätta upp krav på belysningsinstallationer som införs i landstingets lokaler vid ny- och ombyggnation. (LVN, 2011) Landstinget Västernorrlands krav har i vissa fall uppgraderat sedan 2011 och därför har vissa siffror hämtats från Ramböll. I tabell 2 presenteras en sammanställning av de krav Energimyndigheten och Landstinget Västernorrland har satt upp.

Tabell 2: Riktlinjer för installerad effekt och reduktionsfaktorer, Energimyndigheten och Landstinget Västernorrland.

Lokaltyp	Riktlinjer för installerad effekt				Reduktionsfaktor för styrning		
	(W/m ²)				(enligt SS-EN15193)		
	Energi- myndigheten Skall	Bör	Landstinget Västernorrland Skall	Bör	Manuell styrning	Från- /närvaro- styrning	Dags- ljus- styrning
Vårdrum			12	10			
– Allmän- belysning	10	7	-	-	1	1	0,75
– Multi- funktions- belysning	24	20	-	-	1	0,64	0,9
Korridor	9	7	6	-	1	1	1
Undersökning	15	12	15	12	0,8	0,7	0,75
Övriga rum							
– Adminis- trativa lokaler	12	9	10	8			
– Biut- rymmen	9	6	7	6			

Kraven ska kunna användas vid upphandling och beställning. Kraven har delats in i skall och bör utifrån olika ambitionsnivåer. Skall-nivån ska kunna uppfyllas vid

normala förhållanden och avsteg från dessa krav kräver en motivering av utföraren. Börnivån är något att sikta på vid projektering. (Energimyndigheten, 2012d)

Landstinget Västernorrland har även satt upp mer specifika krav vid val ljuskällor, driftdon, belysningsstyrning och utformning av lokalerna som kan påverka energianvändningen för belysning. De övergripande riktlinjerna för att minska energianvändningen är: (LVN 2011)

- Att länka in dagsljus och kombinera dagsljus- med närvarostyrning där det är möjligt.
- Att färgsätta lokalerna så att behovet av installerad ljuseffekt minimeras.

För specificerade krav för ljuskällor, och lokaltyper, se tabell 3 och 4.

Tabell 3: Landstinget Västernorrlands krav på ljuskällor vid nyinstallation.

Ljuskälla	Ljusutbyte (lm/W)	Livslängd (timmar)
Lysrör	93	16 000
Kompaktlysror	70	12 000
LED	80	50 000

Tabell 4: Landstinget Västernorrlands övriga belysningskrav vid nyinstallation.

Lokaltyp	Ljusreglering	Driftdon	Övrigt
Vårdrum	Manuell nivåstyrning 1-100%	A1	LED som nattbelysning.
Korridor	Närvaro/tidsstyrning. Rörelsestyrda belysningsnivåer 10- 90%.	A1	Om möjligt: Lampetter med LED och inlänkning av dagsljus.
Undersökningsrum	Manuellt tillslag, automatiskt frånslag. Högre ambition: Nivåstyrning 1-100%.	A1	
Administrativa lokaler	Manuellt tillslag, automatiskt frånslag. Belysningsnivåer 10-90%.	A1	Vid dataarbetsplats möjlighet att tända/släcka nedljus. Om möjligt: Inlänkning av dagsljus.
Biutrymmen	Närvaro/rörelsestyrd belysning, Till/Från	A2	
			Alla driftdon: Max 0,5 W standby-effekt

6.2 Lönsamhetsberäkning med LCC

För att kunna jämföra olika investeringar i energieffektiv teknik utifrån ett ekonomiskt perspektiv är det bra att kunna jämföra lönsamheten hos investeringarna. Detta kan göras genom livscykelkostnadsanalys, LCC (Life Cycle Cost). Med LCC-beräkningar räknas framtida kostnader och vinster med investeringen om till ett nuvärde för att

kunna jämföras med alternativet att inte göra något alls (nollalternativet) och med andra möjliga alternativ. (Energimyndigheten, 2012e)

En utrustnings livscykelkostnad är totalkostnaden under hela dess livslängd som kan delas in i tre delar: (Energimyndigheten, 2012e)

- *Investeringskostnad*. Beskriver hur mycket utrustningen och installationen av utrustningen kostar.
- *Driftkostnad*. Beskriver hur mycket energianvändningen kostar under utrustningens livslängd.
- *Underhållskostnader*. Beskriver hur mycket underhållet kostar under utrustningens livslängd.

En utrustnings ekonomiska livslängd definieras som tiden från att den installeras tills att den tas ur bruk. Nuvärdet är värdet av framtida kostnader eller intäkter vid investeringstillfället och innebär att betalningar som är skilda i tid kan jämföras med hjälp av en given kalkylränta. Kalkylräntan är den räntesats som uttrycker avkastningskrav på investerat kapital. Investeringens nuvärde bestäms genom att dra investeringsbeloppet från summan av nuvärden av de framtida kostnaderna eller intäkterna enligt följande princip (Olsson, 2007):

$$\text{Investerings nuvärde} = \frac{a_1}{(1+k)^1} + \frac{a_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{a_n}{(1+k)^n} + \frac{R}{(1+k)^n} - G \quad (1)$$

där

a_x = inbetalningsöverskott år x (inbetalningar minus utbetalningar, år x)

k = kalkylränta

G = grundinvestering

R = eventuellt restvärde

n = ekonomisk livslängd

För att validera resultaten av LCC-beräkningarna är det viktigt att genomföra känslighetsanalys genom att variera de osäkraste parametrarna för att se om lönsamheten för de olika alternativen är känsliga för förändringar. (Olsson, 2007)

6.3 Organisations och beteendeteoretiska modeller

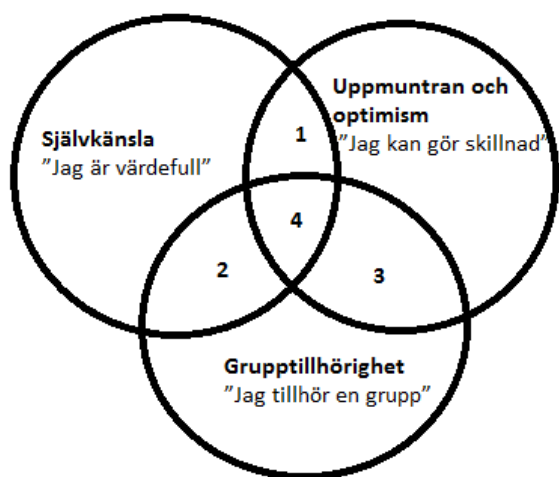
Som nämnts tidigare i denna rapport är ett sjukhus energianvändning beroende av en kombination av tekniska, organisatoriska och beteendevetenskapliga aspekter. I tidigare avsnitt om energianvändning i vårdbyggnader, förklarades tekniska lösningar, mätningar och beräkningar av en energibesparingspotential. I detta avsnitt presenteras istället modeller för att analysera möjligheterna till energieffektivisering på vårdavdelningarna utifrån beteende- och organisationsförändringar.

6.3.1 Att förändra beteenden

Att förändra ett dåligt beteende och skapa en ny vana kräver både förutsättningar och motivation för individen. En vanlig uppfattning är att en attityd alltid ligger före ett beteende i tid och att enda sättet att förändra en individs vardagsbeteende är att förändra individens attityd till problemet. Detta har visat sig ha dålig empirisk grund och det verkar i många fall vara enklare och mer kostnadseffektivt att gå andra vägen och förändra en attityd genom att först förändra ett beteende. (Sjödén, 1999, s. 64 ff)

6.3.1.1 Grundläggande förutsättningar

Enligt Per-Olow Sjödén, professor i omvårdnadsforskning vid Uppsala universitet, finns det vissa grundläggande förutsättningar hos en individ som krävs för att individen verkligen ska vara villig att aktivt bry sig om att ändra beteende. Dessa förutsättningar beskrivs i figur 5.



Figur 5: "Att aktivt bry sig" (Actively caring). (Sjödén, 1999, s. 67)

De tre cirkarna symboliserar de olika grundförutsättningarna; självkänsla, uppmuntran och optimism samt grupptillhörighet. De bästa förutsättningarna för beteendeförändring hittas i intersektionerna mellan cirkarna, då individen ges flera av dessa förutsättningar. I intersektionerna antas individen känna följande: (Sjödén, 1999, s. 67)

- 1) "Jag kan spela en viktig roll."
- 2) "Jag är en värdefull gruppmedlem."
- 3) "Vi kan tillsammans i gruppen spela en viktig roll."
- 4) "Vi kan tillsammans i gruppen göra värdefulla insatser."

Det bästa utgångsläget för beteendeförändring är om individen ges alla tre grundförutsättningar och befinner sig i intersektion fyra. (Sjödén, 1999, s. 67)

6.3.1.2 Rationalitet och konsekvenser

Ett stort problem när det gäller motivation att ändra sitt beteende till ett miljövänligare ligger i vad som är individuellt och kollektivt nyttigt/rationellt. Dessutom har tidaspekten för konsekvenserna av handlingen betydelse. Ofta ligger de negativa konsekvenserna på miljön av en miljöskadlig handling långt senare i tid än handlingen, medan de positiva konsekvenserna för individen av samma handling ofta fås direkt.

Exempelvis om du som individ har valet mellan att åka bil eller att cykla till arbetet. Även om du vet att det är skadligt för miljön att åka bil är det bekvämt och går snabbare än att cykla. Du som individ får de positiva effekterna av bilåkningen direkt medan de negativa konsekvenserna på miljön kommer långt senare. Eftersom utsläppen från en enskild biltur nästan är obetydliga i det stora hela är det även svårt att se hur det miljövänligare valet att cykla skulle leda till en bättre miljö. (Lundgren, 1999, s. 29 ff)

6.3.1.3 Olika beteendepåverkande åtgärder och effekt

På grund av individens svårighet att se sin egen del i det stor sammanhanget och snedfördelningen av positiva och negativa konsekvenser både i tid och omfattning, krävs det åtgärder från samhället/organisationen som vill förändra individens beteende. Beteendepåverkande åtgärder kan delas in i två kategorier; antecedenter och konsekvenser. För att besluta vilka åtgärder som ska användas för att påverka ett negativt beteende är det viktigt att fundera på vilken effekt de olika åtgärderna har. (Sjödén, 1999, s. 77)

Antecedenter

Med antecedenter menas den påverkan som sker före beteendet/handlingen utförs. Det kan vara: (Sjödén, 1999, s. 77 f)

- *Verbala eller skrivna meddelanden.* Som skyltar, broschyrer, filmer etcetera. Den här påverkan är effektiv om: Den identifierar specifika beteenden, presenterar alternativa beteenden, budskapet presenteras så att individen fortfarande upplevs ha handlingsfrihet och att budskapet ges där beteendet utförs. Budskapet ska helst även ge en kortsiktig positiv konsekvens för individen för att vara effektiv.
- *Utbildning/information.* Bygger på att ge information kring vad en satsning/ett program är tänkt att leda till innan den/det startas. Den här påverkan är effektiv om: Den bygger på deltagaraktivitet och att den skapar positiva konsekvenser istället för negativa av nytt beteende.
- *Modellering och demonstrationer.* Bygger på att en person med lämpligt beteende visar hur den gör och vilka positiva konsekvenser beteendet ger den individen. Den här metoden är lämplig via TV och film men fungerar även genom observation i verkligheten (exempelvis ett studiebesök på en avdelning där det lämpliga beteendet utförs).
- *Målsättningar och löften.* Bygger på att ge målsättningar och löften om beteendet förändras. Denna påverkan är effektivast om individuella löften avges. Då ökar chansen att förändringen blir av hos den enskilde individen. Särskilt om någon form av ekonomisk belöning avges.
- *Teknologiska antecedenter.* Handlar om att påverka förutsättningarna för det nya önskvärda beteendet. Förändring av utrustning och hjälpmedel så att det nya beteendet blir enkelt att utföra och leder till positiva konsekvenser.

Konsekvenser

Konsekvenspåverkan handlar istället om att påverka individen under eller efter handlingen utförs/utförts. Det kan vara: (Sjödén, 1999, s. 79 f)

- *Positiva konsekvenser: Beteenderelaterade kontra produktrelaterade.* Handlar om att ge individen positiva konsekvenser för ett önskat beteende. De positiva

konsekvenserna kan ges för antingen själva beteendet (ex. släcka lampan) eller produkten av beteendet (ex. sparad energi av släckt lamp).

- *Information: Feedback om beteende eller produkter.* Handlar om att ge feedback till individen om hur det går. Precis som med positiva konsekvenser kan feedbacken ges antingen om själva beteendet eller om produkten av beteendet (ex. gällande energi antingen aktuell konsumtion/effekt eller använd energi)

6.3.1.4 Modell för stegvis beteendeförändring

För att de beteendeförändrande åtgärderna ska fungera så bra som möjligt är det viktigt att de används på ett genomtänkt sätt. Anders Biel, docent i psykologi vid Göteborgs universitet har satt upp en modell för de steg som individen går igenom vid en beteendeförändring. Med hjälp av modellen kan hindrande faktorer identifieras och underlättande åtgärder sättas in i varje steg av processen, se tabell 5 nedan: (Biel, 1999, s. 53)

Tabell 5: Delsteg mot miljövänliga vanor.

Delsteg mot nya miljövänliga vanor	Hindrande faktorer	Underlättande faktorer
1. Aktivering	Starkt etablerade vanor	Miljö som värde uppmärksammas
2. Ger akt på nuvarande handlingar		Konkret information om positiva och negativa miljökonsekvenser
3. Alternativa lösningar	Negativa föreställningar om alternativ	Existerande alternativ finns
4. Planera nytt beteende	Avsaknad av detaljkunskap	Tydliga handlingsinstruktioner
5. Pröva nytt beteende	Fysiska hinder	
6. Utvärdera nytt beteende	Oväntade negativa konsekvenser	Positiv återkoppling
7. Etablering av nytt beteende		

1. *Aktivering.* I ett första steg aktiveras individen genom information (specifik eller allmän) och konkreta lösningar som gör så att miljöproblem uppmärksammas i förhållande till en handling/ett handlingsmönster.
2. *Eget handlingsmönster.* För att aktivering ska fungera måste individen koppla sitt eget agerande till de miljökonsekvenser som denne fått information kring. En specifik attityd kan länkas till det egna beteendet. (Information har positiv effekt i detta steg)
3. *Alternativa lösningar.* När/om individen konstaterat att det egna handlingsmönstret inte är miljövänligt måste alternativa handlingar hittas. (Konkret information kring alternativ är viktigt i detta steg)
4. *Beteendepanering.* I detta steg har individen identifierat alternativa beteenden och måste nu planera sitt agerande för att genomföra förändringen av beteende. (Här är det viktigt att det finns detaljkunskap om hur individen ska handla)
5. *Prövning.* Sedan provas det nya beteendet praktiskt. (Här är det viktigt att det finns möjligheter att utföra det nya beteendet)
6. *Utvärdering av beteendet.* Medvetet eller omedvetet gör individen därefter en utvärdering av beteendeförändringen. Var förändringen meningsfull eller meningslös. I utvärderingen läggs aspekter som är det lätt att förstå hur man ska

gå tillväga, är det fysiskt ansträngande, tidskrävande och även ekonomiska aspekter som om det kostar mig något eller om jag tjänar på det nya beteendet.

7. *Nytt beteende*. Om utvärderingen leder till en positiv slutsats för individen ökar chansen att beteendet upprepas och så småningom blir till en vana.

6.3.2 Incitament och åtgärder

En stor del i att förändra ett beteende är att hitta rätt incitament. Det ska vara positivt att utföra det miljövänliga beteendet och negativt att utföra det miljöskadliga. Det är organisationens uppdrag att skapa åtgärdsprogram som påverkar de anställda på ett konstruktivt sätt förändra beteenden om så är önskvärt. (Sjödén, 1999, s. 80 f)

6.3.2.1 Grundläggande principer för utformning av ett åtgärdsprogram

När man sedan ska utforma ett åtgärdsprogram kan följande grundläggande principer användas för att programmet ska bli så bra som möjligt: (Sjödén, 1999, s. 80 f)

- Använd tillräckligt stort incitament för att få människor att överväga incitamentet som en konsekvens av ändrat beteende.
- Anpassa incitamentet till de hinder som finns för beteendeförändringen (Kan skilja mellan individer)
- Se till att målgruppen uppmärksammar incitamentet och kopplade handlingar. Här är det viktigt att se till att information kommer ut.
- Presentera information anpassat till målgruppen så att den uppfattas trovärdig.
- Använd politiskt acceptabla incitament.
- Utforma åtgärdsprogrammet så att man motverkar att individer kringgår det.

Två huvudprinciper som gäller för hela beteendeförändringsprocessen är att interagera med målgruppen för att förstå vilka hinder som finns samt att utvärdera programmets effektivitet kontinuerligt. (Sjödén, 1999, s. 80 f)

6.3.2.2 Gröna avtal

Gröna avtal är en form av incitamentsmodell för att få hyresgäst och hyresvärd att samarbeta kring energieffektivisering av en byggnad. Modellen är framarbetad av Sveriges Kommuner och Landsting för att skapa hållbarhet i offentliga lokaler och utgår från befintliga modeller i Sverige och EU. För att skapa gemensamma mål där båda parter har tydliga incitament att förbättra byggnadens miljöprestanda och energieffektivisera, är tanken att så kallade *Gröna avtalspunkter* ska skrivas in i hyresavtalet mellan hyresvärd och -gäst. (SKL, 2012, s.7 ff)

Modellen med *Gröna avtal* innefattar både beskrivning av hur avtalen bör utformas samt hur processen att införa framgångsrika avtal ska utformas. (SKL, 2012, s.7)

Avtalsutformning

Vid utformande av ett Grönt avtal finns tre kritiska framgångsfaktorer: (SKL, 2012, s. 20)

- *Tydlighet*. Avtalet ska tydligt ange vilka åtaganden som gäller och ansvarsfördelningen mellan hyresvärd och -gäst för att undvika missförstånd och meningsskiljaktigheter.

- *Inbjudande*. Avtalets utformning ska vara pedagogiskt och lättillgängligt och öka parterna intresse och engagemang i byggnadens miljö- och energiprestanda.
- *Kunskapshöjande*. Avtalet ska alltid innehålla insatser för att öka parternas kunskapsnivå i miljö- och energifrågor som rör byggnaden.

Vid utformande av ett Grönt hyresavtal finns två huvudvarianter, antingen kan miljö- och energikraven integreras i det befintliga hyresavtalet eller så kan kraven läggas i en bilaga. Fördelar med att integrera miljö- och energikraven i det befintliga hyresavtalet är att de får samma vikt som andra åtaganden i avtalet. En fördel med att placera krav i en bilaga är att man kan få en samlad bild av miljö- och energiåtaganden utan risk för att de försvinner bland de andra åtagandena. (SKL, 2012, s. 20 f)

Om kraven placeras i en bilaga kan ytterligare val av avtalsutformning göras. Utifrån hyresgästens miljöengagemang och kunskapsnivå kan man välja att utforma avtalet som ett färdigt erbjudande med fasta punkter eller som en checklista där hyresgästen får förslag på möjliga miljö- och energikrav och sedan väljer själv vilka åtaganden som ska ingå i avtalet. Vilket alternativ som fungerar bäst beror på hyresgästen, valfriheten kan upplevas förvirrande om hyresgästen inte har tillräcklig kunskap på området, medan den kan upplevas positivt om hyresgästen redan har ett stort engagemang. Det är viktigt att utveckla en handledning kopplad till avtalet där struktur och innehåll i det gröna avtalet förklaras på ett pedagogiskt sätt. (SKL, 2012, s. 22 f)

En viktig aspekt att tänka på är kravnivån i avtalet. Kravnivån är kopplad till vilka sanktioner och incitament som används till avtalet. Om kravnivån sätts högt och är sammankopplat med juridiskt bindande sanktioner vid misslyckande, finns det risk att hyresgästen endast vill skriva under på punkter som denne redan vet kommer uppfyllas. En sådan utformning gör att avtalet blir relativt verkningslöst på byggnadens miljö- och energiprestanda. Oftast är det bättre att koppla positiva incitament till uppfyllelse av kraven för att skapa ett engagemang. (SKL, 2012, s. 22 ff)

Innehållet i ett grönt hyresavtal kan väljas fritt utifrån parternas förutsättningar. Avtalen kan innehålla åtaganden för samverkan, informationsutbyte och utbildning, åtaganden i form av införande av system för indikationer på miljöprestanda (exempelvis olika miljöcertifieringar), åtaganden för energianvändning och -effektivisering, åtaganden för förbättringar i inomhusmiljön, åtaganden för avfall och materialval samt åtaganden för transporter. (SKL, 2012, s. 27)

Införandeprocess

För att Gröna hyresavtal ska få någon effekt krävs att de införs och används på ett bra sätt. Det finns fyra faktorer som starkt påverkar framgången: (SKL, 2012, s. 16 f)

- *Engagemang hos ledningen*. Det gröna hyresavtalet har formen av ett ledningsverktyg och därför behövs ett engagemang från ledning och chefer för att avtalet ska komma till sin rätt i organisationen.
- *Avtalsparternas miljöambitioner*. Effekten av det gröna hyresavtalet påverkas av det miljöengagemang som redan finns hos hyresvärd- och gäst. Positivt är att engagemang även kan öka genom avtalet.
- *Avtalsparternas vilja att avsätta tid*. Att parterna har möjlighet och vilja att avsätta tid till miljöarbetet är den punkt som har störst betydelse för om det gröna hyresavtalet får någon effekt.

- *Avtalsparternas vilja att finansiera miljöförbättring.* Även viljan och möjligheten att finansiera lösningar med hög miljöprestanda och energieffektiva lösningar har påverkan på avtalets effekt.

Slutligen är det viktigt att miljöförbättrande åtgärder diskuteras löpande mellan parterna även under avtalsperioden för att ytterligare utveckla och förbättra miljöprestandan. (SKL, 2012, s. 17)

6.3.2.3 Modell för bedömning av beteendeförändrande program

Per Olow Sjödén professor i omvårdnadsforskning vid Uppsala universitet har sammanfattat en modell för att bedöma värdet av beteendeförändrande program inom miljösektorn utifrån sammanställning av tidigare forskning inom fältet. Modellen ska kunna användas dels för bedömning av existerande program, dels i planering av nya. Sjödén pekar på fem faktorer som är avgörande för den omedelbara effekten av ett åtgärdsprogram: (Sjödén, 1999, s. 81)

- Överföring av specifik beteendeeinformation (Uppfattas vilket beteende som skall utföras?).
- Graden av individuellt engagemang som programmet skapar (Avgörs av antalet personer som aktiveras av programmet).
- Graden av yttre kontroll som programmet innehåller (Påverkas av möjligheten till styrfaktorer som positiva konsekvenser för önskat och negativa konsekvenser för oönskat beteende).
- Omfattning av det sociala stöd som programmet lockar fram. Ger programmet tillfälle för deltagande för individens familj och vänner, kan gruppen sätta upp gemensamma mål eller får gruppen fördelar av att ändra beteende?
- Den enskilde deltagarens upplevelse av sin egen förmåga att påverka. Högre grad av personliga val och kontroll ger högre chans för varaktiga effekter av programmet. Individen måste få utrymme att utveckla eget "rättfärdigande" för det nya beteendet.

7. Exempel från andra landsting

I det här avsnittet kommer en inblick ges i tre andra landsting och deras projekt som behandlar energieffektivisering med användarkoppling.

7.1 Stockholms läns landsting, Locum

Locum AB är ett av Stockholms läns landsting helägt bolag som äger och förvaltar landstingets fastighetsbestånd på cirka 2,1 miljoner kvadratmeter. Det gör Locum till en av de största fastighetsförvaltarna i Sverige. Locum har genomfört flera stora projekt för att minska energianvändningen inom landstingets fastigheter. (Locum, 2012)

Locum var bland annat med och drev Negawattprojektet i samarbete med Energimyndigheten. Projektet var en del i införandet av Energideklarationer för svenska byggnader och inom projektet inventerades 340 strategiska fastigheter för att skapa ett underlag kring energianvändning i olika typer av lokaler. Fastigheterna inventerades och försågs med en energiklassning och åtgärdsförslag för bättre energieffektivitet. (Lenz, 2013)

Ett annat projekt är Energioptimering som startades 2007 och var ett samarbete mellan Locum och Karolinska sjukhusets Miljö- och hållbarhetsavdelning. Projektet syftade till att skapa engagemang och intresse för en effektivare energianvändning på sjukhusets avdelningar och att genom samarbete mellan avdelningarna, berörda staber och fastighetsförvaltare identifiera energioptimeringsåtgärder. (Lenz, 2013)

Inom projektet genomfördes en energiinventering på avdelningarna genom ett frågeformulär om inomhusmiljö och verksamhetselanvändning som miljöansvariga på avdelningarna fick fylla i. Det utlystes även en tävling för att inspirera personalen på avdelningarna. Tävlingen gick ut på att de anställda fick skicka in förslag på lösningar för att minska energianvändningen på sjukhuset som inte redan var inplanerade och som skulle vara möjliga att genomföra. Vinsten var en renovering av avdelningen som motsvarade den minskade energianvändning som förslaget skulle ge. 127 tävlingsbidrag lämnades in och vinsten gick till BB-avdelningen i Solna som engagerat sig för att minska de små energitjuvarna, som exempelvis apparater i standbyläge. För att hålla intresset uppe under tiden tävlingen pågick genomfördes energidagar med seminarium för att inspirera personalen. (Lenz, 2013)

Utifrån Energimyndighetens rapport *STIL2* arbetade Locum fram en enkät till hyresgästerna, kallad Energirond, för att ta reda på hur energiarbetet fungerade ute på avdelningarna. Energironden är tänkt att användas som diskussionsunderlag på arbetsplatsträffar för att skapa medvetenhet hos personalen. (Lenz, 2013)

I dagsläget är ett stort projekt med mätning av IT-utrustning inom Karolinska sjukhusets verksamhet på gång. Tanken är att försöka kartlägga energianvändningen från all utrustning som har en IP-adress. Det är ett stort projekt som tar tid. (Lenz, 2013)

Man arbetar även med att förbättra möjligheterna att mäta elanvändning. I och med byggandet av Nya Karolinska Sjukhuset (NKS) ökar möjligheterna för att mäta elanvändning mer specifikt. NKS ska ha elmätning per våningsplan och schakt för att kunna ge precisare underlag till mätningar. Det kan jämföras med Karolinska

sjukhusområdet i Solna, där det endast finns två huvudelmätare, vilket gör det svårt att bestämma elanvändningen på verksamhetsnivå. (Lenz, 2013)

7.2 Landstinget Dalarna

Landstinget Dalarna är ett av de landsting som använder minst energi per kvadratmeter i sitt byggnadsbestånd, tillsammans med Landstinget i Värmland. Landstingsfastigheter Dalarna har skapat ett hyresavtal som de kallar för Miljökontrakt. Miljökontraktet fokuserar på energieffektivisering av lokalerna och skulle egentligen kunna kallas Energikontrakt. Kontrakten erbjuds alla som hyr lokaler av landstingsfastigheter. (Östrand-Bonde, 2013)

Miljökontraktet innehåller följande förbindelser för hyresgästen: (Östrand-Bonde, 2013)

- Dokumentera lokalernas miljöaspekter enligt hyresvärdens anvisningar och rapportera till hyresvärden årligen.
- Snabbt informera driftpersonal om lokalernas utnyttjandetider ändras.
- Vid behov avsätta tid för att hjälpa till att tillhandahålla information vid inventeringar och studier av inomhusmiljön och energianvändningen i lokalerna.
- Vid behov avsätta tid till att informera personal i lokalerna om energihushållning och miljöhänsyn.
- Se till att rutiner införs så att belysningen inte står på när lokalerna inte används och bevaka att rutinerna följs.
- Aktivera energisparfunktioner på kontorsutrustning som datorer och skrivare etcetera.
- Källsortera avfall enligt gällande anvisningar.
- Vid inköp kräva att uppgifter om energianvändning tas i beaktande.

Hyresvärden förbinder sig genom Miljökontraktet att: (Östrand-Bonde, 2013)

- Kontrollera att hyresgästen följer punkterna i kontraktet.
- Informera hyresgästen om lokalernas miljöaspekter genom exempelvis hyresgästmöten.
- Komma med förslag på ytterligare förbättringar genom att följa hyresgästens verksamhet.
- Uppmuntra driftpersonalens engagemang genom att erbjuda incitament vid minskad resurs- och energianvändning.

Det hyresgästen får i utbyte om punkterna i avtalet hålls är 2 procents hyresrabatt på lokalhyran från och med 6 månader efter att kontraktet tecknas. (Östrand-Bonde, 2013)

Landstingsfastigheter har inte gått ut med kampanjer om Miljökontrakt, utan det är verksamheterna som själva får ta kontakt om de är intresserade av att teckna kontraktet. Man har satsat på att hålla kontraktets innehåll ”mjukt” och grunden är att verksamheten ska bygga upp en ambition och vara drivande i energifrågor. Dock kan kontrakten sägas upp om landstingsfastigheter inte tycker att verksamheten samarbetar och försöker följa kontraktet. Eftersom hyresgästen själv ska vara aktiv finns det enheter inom landstingets lokaler som fortfarande inte tecknat Miljökontrakt. (Östrand-Bonde, 2013)

Ekonomiskt har Miljökontrakten fungerat väl och man har inte kunnat se några förluster för landstingsfastigheter trots hyresrabatten. Miljökontrakten leder till en större besparing för landstinget än de minskade hyresintäkterna. Kontrakten fungerar även som goodwill för landstinget utåt sett. (Östrand-Bonde, 2013)

Miljökontrakt har använts sedan år 2000. Det uppkom som en idé i samband med att köket på Falu-lasarett byggdes om. Man studerade och inspirerades av Borlänge Energi vilka hade haft liknande kontrakt en längre tid. (Östrand-Bonde, 2013)

Eftersom kontrakten ska verka som en mjuk styrning med ambitioner som drivkraft och inte hårda krav, så är det svårt att följa upp resultaten. Viss uppföljning har ändå gjorts, men då har man tvingats att lita på svaren från hyresgästerna. Energimätningar är som inom de flesta sjukvårdsbyggnader, svåra att göra på verksamhetsnivå och det har inte heller varit syftet med kontrakten. Miljökontrakten är tänkta att fungera som en påminnelse och drivkraft, exempelvis ”Vi borde inte göra så här eftersom vi har miljökontrakt”. Totalt sett har man dock kunnat se en stadigt minskande energianvändning de senaste tio åren inom Landstinget Dalarnas fastighetsbestånd och man tror från landstingsfastigheters sida att Miljökontrakten har en bidragande del. Mätningarna är ett område som kan förbättras i framtiden för att ge tydligare uppföljning. (Östrand-Bonde, 2013)

Landstinget Dalarna vill även införa någon form av Gröna avtal med externa parter som de hyr lokaler av. Dessa kontrakt skulle i så fall bli mer juridiskt bindande än de Miljökontrakt som används internt idag. Många externa parter är dock osäkra, troligtvis eftersom de är osäkra på hur det fungerar men det är förhoppningsvis på framåtgående. På sikt skulle Landstinget Dalarna även vilja införa en modell med mer juridiskt bindande Gröna avtal inom den egna organisationen också. (Östrand-Bonde, 2013)

7.3 Region Skåne

Region Skåne är ett av de största landstingen i Sverige och förvaltar precis som Locum ett stort fastighetsbestånd. Region Skåne var först i Sverige med att energideklarerat ett sjukhus efter att lagen infördes 2006, när de energideklarade Universitetssjukhuset i Malmö. (Nilsson, 2013)

Ett av de stora projekten som RegionFastigheter Skåne har drivit för användarrelaterad energieffektivisering är Tänk om-projektet. Projektet riktade sig till 4000 anställda inom sjukvården i Region Skåne och bedrevs under 6 månader 2009. Tanken var att med hjälp av utmaningar och uppdrag skapa motivation och lust att arbeta med energi- och klimatfrågor hos vårdpersonalen. En pedagogisk spelplattform på internet användes för att inspirera, väcka tankar och skapa agerande hos personalen. Målet var att ge vårdpersonalen kunskap och skapa eget initiativ att agera i miljöfrågor. De olika utmaningarna och uppdragen gav poäng som räknades individuellt och till gruppen. Uppdragen var i form av värderingsövningar, synliggörande övningar, praktiska uppgifter och samarbetsövningar. (Nilsson, 2013)

Värderingsövningarna bedrevs i diskussionsform och syftade till att klargöra attityder som personalen hade i förhållande till miljö och specifikt elanvändning. De synliggörande övningarna var till för att få personalen att på ett konkret sätt ta till sig informationen om energianvändning. Dessa övningar bestod i att personalen själva skulle hämta information från webbplattformen och använda den i exempelvis

räkneuppgifter. Syftet med de praktiska övningarna var att lära ut hur personalen konkret kunde minska på elanvändningen på sin avdelning. Detta gjordes genom enkla checklistor som personalen sedan fick poäng för att fylla i. I samarbetsövningarna fick personalen möjlighet att hjälpas åt att diskutera problem och komma med lösningsförslag. (Nilsson, 2013)

Övningarna var sorterade på olika teman och under projektets tid fick deltagarna fördjupa sig i ett tema i taget. De teman som togs upp var miljövärderingar, belysning, maskiner samt framtidsutsikter. För att motivera personalen att delta gavs belöningar till de anställda som nådde upp över en viss poängnivå och till den grupp som löste samarbetsövningen bäst. (Nilsson, 2013)

Fördelarna med att driva projektet genom en webbplattform var att det var lätt att se hur många deltagare som var aktiva och att man kunde sammanställa och ta tillvara på personalens arbete med uppgifterna genom inlämnat material. Det blev även tydligt för den deltagande personalen när all information fanns samlad på en plats. (Nilsson, 2013)

På Helsingborgs sjukhus genomfördes även uppföljning genom elmätningar för att se om projektet gett något resultat på energianvändningen. Mätningarna var inte på avdelningsnivå utan generella för hela sjukhuset och visade på en minskad elenergianvändning på 8 procent. Det är dock svårt att särskilja resultatet från andra tekniska åtgärder. (Nilsson, 2013)

8. Fallstudie – Vårdavdelning

I detta avsnitt presenteras resultatet av den fallstudie som genomförts av energianvändning och attityder till energieffektivisering på akutvårdsavdelningen (AVA) och avdelning 15, kirurgavdelningen (avd. 15). Först ges en beskrivning av studieobjekten, sedan presenteras resultatet av de två intervjuerna med miljöombud på AVA och enhetschef på avd. 15 och därefter presenteras resultatet av enkätstudien på de två avdelningarna. Slutligen presenteras beräkningar och resultat av den tekniska undersökning som genomförts av datorer på avdelningarna samt den tekniska undersökning och de lönsamhetsberäkningar som genomförts på olika belysningslösningar.

8.1 Studieobjekt

8.1.1 Akutvårdsavdelningen (AVA)

Akutvårdsavdelningen (AVA) är en del av akutvårdskliniken på Sundsvalls sjukhus som nyligen genomgått totalrenovering och återinvigdes i januari 2013. Avdelningen är cirka 1950 m² stor och har 35 vårdplatser varav 18 är övervakningsplatser. På AVA tas akut sjuka patienter emot med en förväntad vårdtid på kortare än 72 timmar och avdelningen är mycket vårdintensiv. Avdelningen har 74 anställda. (Nilsson, 2013)

I samband med renoveringen har ny belysning och belysningsstyrning införts på avdelningen. I korridorer används närvarodetektering och PLC-enheter för att styra belysningen och i vård- och undersökningsrum används DALI-styrning. LED-belysning har införts i undersökningsrum och i övrigt används energieffektiv lysrörsteknik med T5 lysrör av long life modell. Även ventilations- och värmesystemen har byggts om, ett vattenburet radiatorsystem har införts och fönstren har bytts till treglasfönster.

8.1.2 Avdelning 15, Kirurgavdelningen (avd. 15)

Avdelning 15, kirurgavdelningen (avd. 15) har en lokalyta på cirka 2230 m². Avdelningen är en vårdavdelning med 42 vårdplatser som tar hand om både akuta och planerade patienter som ska behandlas eller har behandlats med operativa ingrepp inom kirurgi, urologi, öron-, näsa-, halsproblem och kärlkirurgi. (Claesson, 2013)

Avd. 15 är en avdelning där endast mindre renoveringar av ytskikt har genomförts sedan sjukhuset stod klart 1975. Belysningsarmaturerna som sitter på avd. 15 är original från 1975 när sjukhuset stod klart. I tak sitter lysrörsarmaturer med magnetiska driftdon anpassade för lysrör av modell T8. I vådrummen finns även armaturer för undersökning/läslampor vid sängarna. Dessa armaturer är från början anpassade för glödlampor numera används lågenergilampor. I administrativa delar finns även en del pendelarmaturer som komplement till takbelysning. På avdelningen används ingen belysningsstyrning.

8.2 Intervjuer

Inom fallstudien planerades intervjuer med miljöombuden på avdelningarna, en på respektive avdelning. På grund av sjukskrivning fanns inget miljöombud på plats på avd. 15 vilket gjorde att enhetschefen på avd. 15 fick intervjuas istället. De frågor som ställdes utgick från den intervjuguide som finns att se i bilaga 2. Intervjuerna syftade till

att ge en bild av hur miljö- och energiarbetet fungerar på avdelningen och vilka möjligheter och problem som identifierats. Därför antogs att det skulle fungera att intervjua enhetschef istället för miljöombud även om det inte kan ge några svar på hur rollen som miljöombud upplevs.

8.2.1 Intervju med miljöombud AVA.

Eva-Liisa Nilsson har varit miljöombud inom Landstinget Västernorrland sedan 10 år tillbaka men på olika avdelningar. Det var ett eget engagemang som gjorde att Nilsson valde att ta på sig uppdraget från början och hon har sedan alltid fått frågan när hon bytt avdelning och då valt att fortsätta. Ansvaret som Nilsson har i miljöombudsrollen är att se till att avfall på avdelningen källsorteras rätt och att sköta om miljörummet. Nilsson får även möjlighet att gå på landstingets utbildningar för att ta del av ny information på miljö- och energiområdet. Miljö- och energifrågor är något som känns viktigt för Nilsson och något hon anser att alla måste tänka på för att hindra en framtida miljö- och klimatförändring. Nilsson ser tydligt de fördelar för miljön ett förändrat beteende i vardagen kan ge. (Nilsson, 2013)

På AVA finns det ingen speciell tid avsatt till miljöombudsrollen men Nilsson anser att hon ges möjlighet att ta sig tid när det är utbildningar och möten. Enligt Nilsson sker inga kontinuerliga möten mellan miljöombuden och miljösamordnaren och hon uppfattar att det har blivit svårare att hålla koll på vad som händer sedan landstingets senaste omorganisation. Tidigare fanns en miljösamordnare med ansvar för Sundsvalls sjukhus som ofta var på plats, medan det i den nya organisationen finns en miljösamordnare för hela vårdförvaltningen inom landstingets tre sjukhus. Det gör att miljösamordnaren har ansvar för vårdavdelningar på alla tre sjukhusen i länet vilket enligt Nilsson gör det svårare att få tag på miljösamordnaren. Sedan omorganisationen blir träffarna med miljösamordnaren dessutom inte lika lokalt inriktade utan fokuserar på hela länet, vilket Nilsson upplever gör det svårare att ta till sig informationen. (Nilsson, 2013)

Från enhetscheferna upplever Nilsson att hon har ett bra stöd för sitt arbete, hon tycker att cheferna är medvetna och villiga att arbeta med miljöfrågor på avdelningen. Även bland personalen på avdelningen upplever hon att det finns ett grundläggande intresse för miljö- och energifrågor, men hon upplever inte att intresset växt utan tror att det är samma grundvärderingar som alltid har funnits där. Energifrågor är dock inget som diskuteras på arbetsplatsträffar om det inte handlar om något konkret problem med inneklimatet. Sedan invigningen av avdelningen har ventilationen och värmen krånglat en del och det har tagits upp på arbetsplatsträffar eftersom det stör vårdpersonalen. (Nilsson, 2013)

När det gäller energifrågor på avdelningen menar Nilsson att det är många olika delar som påverkar möjligheten att påverka och att arbetet automatiskt faller över hela avdelningen på så sätt att alla blir påverkade och är delaktiga. Kampanjen Energismart i Norr anser Nilsson blev positivt bemött av de anställda, hon kan dock inte se om någon förändring av personalens beteende skett som kan kopplas till kampanjen, eftersom ombyggnationen gett ändrade arbetsförhållanden och tagit mycket tid. Nilssons uppfattning är att personalen på AVA arbetat hårdare för att uppnå resultat nu jämfört med tidigare. Den uppföljning av kampanjen som Nilsson fått ta del av har varit på länsnivå och delgavs på ett informationsmöte samt finns på intranätet. Någon specifik uppföljning fick man inte på avdelningen. Checklistan Energirond har inte använts på

grund av tidsbrist och de omflyttningar som gjorts den senaste tiden. Under ombyggnationen har det funnits en lokalgrupp som har fått vara med och ge synpunkter men Nilsson har inte själv varit med i den och är därför inte så insatt i hur arbetet gått till. (Nilsson, 2013)

När det gäller belysningen upplever Nilsson att den fungerar bra men det har precis som med ventilationen varit en del inkörningsproblem, på grund av försenade installationer. Enligt Nilsson har informationen varit bra om hur den nya belysningen fungerar, det har varit personal ute och förklarat. Gällande IT/kontorsutrustning har det skett ett arbete på avdelningen med att minska antalet skrivare och Nilsson tycker att det fungerar bra att det numera finns två stora skrivare som alla ska använda. Ett problem som gör att det ändå måste finnas vissa andra skrivare kvar är hanteringen av sekretesspapper vilket gör att vissa måste ha bordsskrivare inne på rummen i alla fall. På datorområdet är det upp till var och en att stänga av datorn när man lämnar den bortsett från de bärbara som inte ska stängas av enligt IT-avdelningen, eftersom de tappar kontakt med nätverket då. Alla patienter har en egen plattform med TV, telefon och belysning vid sängen som är enkla för dem att styra själva. I övrigt finns några TV-apparater som kan användas i utbildningssyfte och dessa står inte på när de inte används. (Nilsson, 2013)

Avdelningen är vårdintensiv och har en hel del energikrävande vårdutrustning. Bland annat finns övervakningsskärmar i korridorerna och övervakningen sker via telemetridosor kopplade på patienten som går på batterier. Det går enligt Nilsson åt mycket batterier till telemetridosorna och det används inte laddningsbara batterier. I övrigt finns EKG- och skopi-utrustning och för dessa finns rutiner (ingår i säkerhetsrutinerna) kring när de kan stängas av. (Nilsson, 2013)

När det gäller inneklimatet har det enligt Nilsson givits information om varför det skett ett byte till radiatorer. Införandet har fungerat dåligt och det har varit mycket klagomål från vårdpersonalen på ventilationen och värmen under vintern. Nilsson tycker att det varit ett problem att allt inte fungerat från början men hon anser att de fått bra gehör för sina synpunkter. (Nilsson, 2013)

Något som Nilsson anser att personalen på AVA är särskilt bra på när det gäller energi- och miljöarbete är inköp av material. Avdelningen får själva vara med och bestämma över inköp av blöjor, handskar etc. och kan därigenom påverka. Nilsson anser också att antalet utskrifter har minskat efter att de haft diskussioner om vad som är nödvändigt att skriva ut, men hon anser att det är svårt att minska särskilt mycket eftersom journalsystemet gör att vissa utskrifter måste göras. (Nilsson, 2013)

På frågan om vad som behöver förbättras i avdelningens energiarbete har Nilsson svårt att komma på något konkret. Hon nämner att det är svårt att hinna med allting när vården och tekniken utvecklas så fort som den gör, vilket hon tror leder till att vissa enkla energisparande åtgärder inte utförs. Dock tycker Nilsson att landstinget är väldigt bra på att informera och utbilda personalen vid förändringar och införande av ny teknik. (Nilsson, 2013)

8.2.2 Intervju med enhetschef avd. 15.

Magnus Claesson började som enhetschef på avd. 15 för cirka tre år sedan. Enligt Claesson är miljöfrågan ingen levande fråga på avdelningen utan det mesta fokus ligger på arbetsmiljöfrågor, mycket på grund av de gamla lokalerna. Den stora återkommande

frågan är hur man ska kunna upprätthålla en god arbetsmiljö utifrån lokalens dåligt anpassade förutsättningar och det är den frågan som diskuteras på arbetsplatsträffar. Miljö- och energifrågor är inget som hinns med eller som det finns intresse för att diskutera på dessa möten. (Claesson, 2013)

Claesson menar att rollen som miljöombud rent praktiskt innebär ett ansvar för sopsortering men inte så mycket mer. Miljöombudet ges även möjlighet att gå på miljöutbildningar men det är inget som aktivt har efterfrågats enligt Claesson. Claesson tror att det kan ha att göra med att trycket på avdelningen är högt. Om personalen behövs på avdelningen är det svårt att planera in utbildningar och det har under den senaste tiden till och med varit svårt att få iväg personal på lagstadgade utbildningar inom brandskydd och hjärt-lungräddning. (Claesson, 2013)

Claesson anser att energifrågor är viktiga men han ser inte hur han ska kunna påverka energianvändningen när besluten sker utanför avdelningen av upphandlare och landstingsfastigheter. Vad Claesson vet så finns det ingen lokalgrupp på avdelningen som får vara med och diskutera dessa frågor. (Claesson, 2013)

Ansvaret för att åtgärda problem och hinder ligger på avdelningen genom att höra av sig när problem uppstår och Claesson saknar återkoppling när problem uppmärksammas. Under vintern har avdelningen exempelvis haft stora problem med ventilationen vilket gjort att det varit kallt och dålig luft på avdelningen och problemen har lett till ett stort missnöje hos personalen. (Claesson, 2013)

På grund av brister i kommunikation och information är det först nu under våren som man på avdelningen fått reda på att problemet med ventilationen är återkommande och att de måste ringa driftpersonalen varje gång det händer. Tidigare har man enligt Claesson trott att de inte varit där eftersom problemet återkommit och ingen har sett om driftpersonalen varit på plats. (Claesson, 2013)

Under kampanjen Energismart i Norr arbetade inte Claesson på avdelningen men han kommer ihåg kampanjen men inte riktigt vad den innehöll. Vad Claesson vet har det inte skett någon uppföljning på kampanjen. Checklistan Energirond är inget Claesson visste fanns utan den uppmärksammas först i samband med de frågor som ställs i denna undersökning. Claesson menar att det finns problem med informationen. Han är medveten om att all information finns på landstingets intranät men om man inte vet vad man letar efter hur ska man då hitta det är en fråga han ställer sig. (Claesson, 2013)

När det gäller belysningen fungerar allmänbelysningen okej enligt Claesson men det stora problemet är bristen på riktad arbetsbelysning. Mycket av vården och behandlingen på avdelningen sker i vådrummen och den enda arbetsbelysningen är de sänglampor som sitter vid varje vårsäng. Dessa ger inte ett tillräckligt starkt och riktat ljus för den vård som utförs. I undersökningsrummet finns en flyttbar spotlight så där är inte problemet lika stort men den mesta behandlingen sker inte i undersökningsrummet utan i vådrummen. För belysningen finns inga tydliga rutiner. (Claesson, 2013)

När det gäller IT-utrustning finns det tydliga rutiner för vilka datorer som ska stängas av och när, men rutinerna följs dåligt enligt Claesson. Avdelningen har en hel del elkrävande vådutrustning som madrasspumpar och vakuumpumpar för sårbehandling

och för dessa finns det rutiner. Dock innebär inte rutinerna att det går att spara så mycket energi eftersom det är sådan utrustning som måste vara igång hela tiden under det att patienten behandlas eller alltid måste vara laddade och därför står på laddning. Ett stort problem med vårdutrustningen är att salarna inte är anpassade för elkrävande vårdutrustning. På vissa salar finns endast två eluttag, vilket gör att skarvsladdsdosor måste användas. Det innebär en arbetsmiljö- och patientrisk eftersom det är lätt att snubbla på alla sladdar som måste dras över golven. (Claesson, 2013)

De avslutande frågorna handlar om ifall det är något de är särskilt bra på när det gäller att minska energianvändningen på avdelningen och om det är något de skulle behöva förbättra. Claesson svarar att han inte tycker att det finns något de är särskilt bra på idag tyvärr och att det han främst tycker att de skulle kunna förbättra är att följa rutinerna för att stänga av datorer samt att börja ha ett aktivare miljöarbete och diskutera miljöfrågor på arbetsplatsträffar. Varför detta inte har gjorts säger Claesson beror på att det inte känts som högsta prioritet för tillfället på grund av vårdtyngden och de stora arbetsmiljöproblem som finns på avdelningen. (Claesson, 2013)

8.3 Enkätstudie

En enkätstudie genomfördes med 30 slumpmässigt utvalda på respektive avdelning. Svarsfrekvensen blev lägre än önskvärt, med totalt 32 svarande av 60, varav 22 svarande på avd. 15 och endast 10 svarande på AVA.

I enkätstudien fick de anställda på avdelningarna svara på energieffektiviseringsrelaterade frågor om attityd och information, inomhusklimat, verksamhetselanvändning till IT-utrustning, belysning och vårdutrustning samt slutligen funderingar kring vilka orsaker som gör att energieffektiviseringsarbete uteblir. Enkätformuläret finns att se i bilaga 1.

Resultatet av enkätstudien presenteras i tabellform, i tabell 6-11, och förklaras sedan mer ingående i löptexten. Frågorna i enkäten hade olika svarskaraktär, det fanns Ja/Nej-frågor, frågor med svaralternativ på skala 1-5, frågor med flervalsoalternativ och frågor med eget skriftligt svar. För att presentera resultaten på ett överskådligt vis, presenteras frågorna i tabellerna som påståenden där siffran anger procentandel av de svarande som svarade enligt påståendet. Mer ingående och detaljerade uppgifter om svaren presenteras under tabellerna.

Tabell 6: Resultat enkätfrågor om allmän syn på energi.

Procentandel	AVA	Avd.15
Viktigt eller mycket viktigt att energieffektivisera	60	62
Tänker mer på energieffektivisering hemma än på arbetet	80	85

När det gällde den allmänna synen på energi tyckte två tredjedelar av de svarade att det var viktigt eller mycket viktigt (4 eller 5 i skalan) att försöka minska energianvändningen i allmänhet. 80 procent på AVA och 85 procent på avd. 15 svarade att de tänkte mer på energianvändningen hemma än på arbetet. Ingen svarade att de tänkte mer på energianvändningen på jobbet än hemma utan de resterande 20 och 15 procenten svarade att de tänkte lika mycket på energieffektivisering på jobbet och

hemma. På frågan om viktigaste anledningarna till att minska energianvändningen blev det mest förekommande svaret för miljöns skull och det näst mest förekommande för ekonomin/för att minska kostnader.

Tabell 7: Resultat enkätfrågor om information om energifrågor.

Procentandel	AVA	Avd.15
Har fått information om <i>varför</i> avdelningen bör energieffektivisera.	20	9
Har fått information <i>hur</i> du kan energieffektivisera på avdelningen.	36	9
Vet om avdelningen har ett energisparmål.	10	0
Vet om <i>Energirond</i> används på avdelningen.	0	0
Energifrågor tas upp på gruppmöten ganska ofta eller ofta.	0	0
Kommer ihåg kampanjen <i>Energismart i Norr</i>	10	0

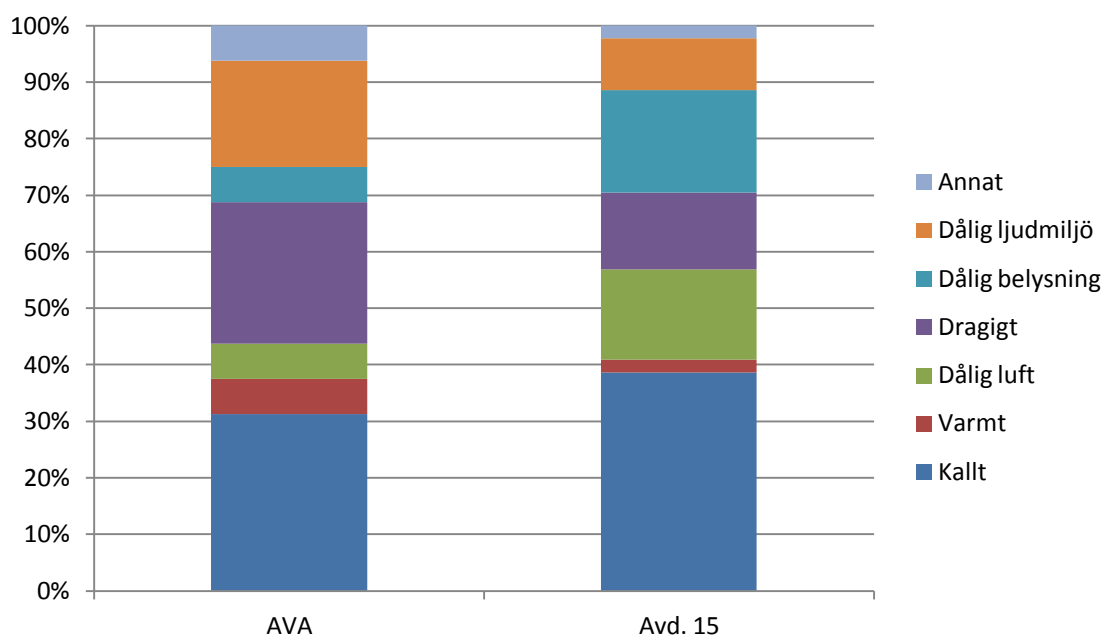
Gällande information om energieffektivisering ute på avdelningarna (hur och varför de ska energieffektivisera) svarade en klar majoritet att de inte hade fått någon information alls, varken skriftlig eller muntlig. Endast en svarande per avdelning hade fått skriftlig information och detsamma gällde muntlig information. Nästan alla (90 och 91 procent) var osäkra på om deras avdelning hade något energisparmål och resterande svarade att de inte hade något mål.

På frågan om checklistan *Energirond* användes på avdelningen blev svaret nej från 42 procent (AVA) och 55 procent (avd. 15) och resterande svarade att de var osäkra. Ingen svarade att *Energirond* användes. På frågan om energifrågor tas upp på gruppmöten som arbetsplatsträffar blev svaret aldrig eller sällan (1-2 på svarsskalan) från alla utom en person på AVA som svarade att det görs ibland (3 på svarsskalan). Ingen ansåg att ämnet togs upp ganska ofta eller ofta (4-5 på svarsskalan). Endast en person på AVA svarade att hen kom ihåg kampanjen *Energismart i Norr* från år 2009. Detta trots att många svarade att de jobbat längre än så på sjukhuset.

Tabell 8: Resultat enkätfrågor om inneklimat.

Procentandel	AVA	Avd.15
Inneklimatet är okej eller bra.	40	23
Anser sig ha möjlighet att påverka inneklimatet	0	0
Har fått information om hur ventilationen fungerar	10	9
Har fått information om hur värme- och kylsystem fungerar	0	14

På frågor om inneklimatet svarade 60 procent på AVA och 77 procent på avd. 15 att inneklimatet är dåligt eller ganska dåligt (1-2 på svarsskalan). Endast en svarande per avdelning svarar att inneklimatet är bra (5 på svarsskalan). Endast en svarande på avd. 15 ansåg sig ha möjlighet att påverka inneklimatet och några få ansåg sig ha fått information om hur ventilations- och värmesystemet på avdelningen fungerar.



Figur 6: Problem med inneklimatet.

Följdfrågan för de som tyckte inneklimatet var dåligt handlade om vad som var problemet med inneklimatet, se figur 6. Två problemområden utmärktes på AVA, att det upplevs vara för kallt och att det upplevdes vara dragigt. På avd. 15 svarade flest att de hade problem med att det var för kallt, men även dålig luft, drag och dålig belysning fick hög svarsfrekvens.

Tabell 9: Resultat enkätfrågor om energi och IT-utrustning.

Procentandel	AVA	Avd.15
Det finns gemensam dator för inloggning på arbetspass.	89	100
Egen dator stängs alltid eller nästan alltid av vid arbetspassets slut.	50	36
Det finns rutiner för att stänga av gemensamma datorer när de inte används.	10	82
Vet om att landstingets datorer kan fjärrstartas.	21	32
Vet hur fjärrstart kan användas på den egna datorn.	20	13

Alla utom en svarande på AVA svarade att de hade en gemensam dator för ”loggning” av arbetstid. Svaren blev spridda på frågan om de som använde egen dator stängde av den vid arbetsdagens slut. Ungefär lika många stängde nästan alltid eller alltid av datorn (4-5 på svarskalet) som de som aldrig gjorde det (1 på svarsskalet) och svaren skilde sig inte åt mellan avdelningarna.

Till de som använder gemensamma datorer ställdes frågan om det finns några rutiner kring att stänga av datorerna när de inte används. Här skilde sig svaren åt, på avd. 15 ansåg 82 procent att det fanns rutiner medan det på AVA var 10 procent som ansåg att

de inte hade rutiner eller inte visste om det fanns några rutiner. På AVA valde en svarande att kommentera svaret med "Händer ej!".

Endast 21 procent på AVA och 32 procent på avd. 15 av de svarande kände till *Fjärrstart av datorer* och ännu färre visste hur det fungerar och kan användas.

Tabell 10: Resultat enkätfrågor om energi och belysning.

Procentandel	AVA	Avd.15
Belysningen fungerar bra på avdelningen	70	45
Tänker nästan alltid eller alltid på att släcka efter mig <i>på arbetet</i> .	50	41
Tänker nästan alltid eller alltid på att släcka efter mig <i>hemma</i> .	100	90

70 procent av svaranden på AVA tycker att belysningen fungerar bra, medan endast 45 procent av svaranden på avd. 15 tycker detsamma. På följdfrågan om varför belysning inte fungerar bra blev svaren:

- Avd. 15: Att de lågenergilampor som satts in fungerar dåligt. De ger inte tillräckligt ljus. I övrigt ansågs ett stort problem även vara att det saknas möjlighet till ljusreglering.
- AVA: Några ansåg att det är svårt att reglera ljuset och en skrev att vissa delar av korridoren inte går att tända.

På frågan om hur ofta man släcker hemma och på jobbet blev mönstret tydligt att man var duktigare på att släcka efter sig hemma. Hemma svarade alla att de släckte ibland, nästan alltid eller alltid (3-5 på svarsskalan), medan vissa svarade att de aldrig eller nästan aldrig släckte på jobbet (1-2 på svarsskalan). Endast en person på AVA släckte oftare på arbetet än hemma. På följdfrågan varför de betedde sig olika hemma och på jobbet blev svaren på AVA att belysningen styrs automatiskt och därför inte är något man funderar på, på arbetsplatsen. Medan svaren på avd. 15 handlade mer om att det är tydligare hemma när man själv betalar för elen och att det är svårt att släcka när det är mycket folk som kommer och går, man vet inte om man är sist.

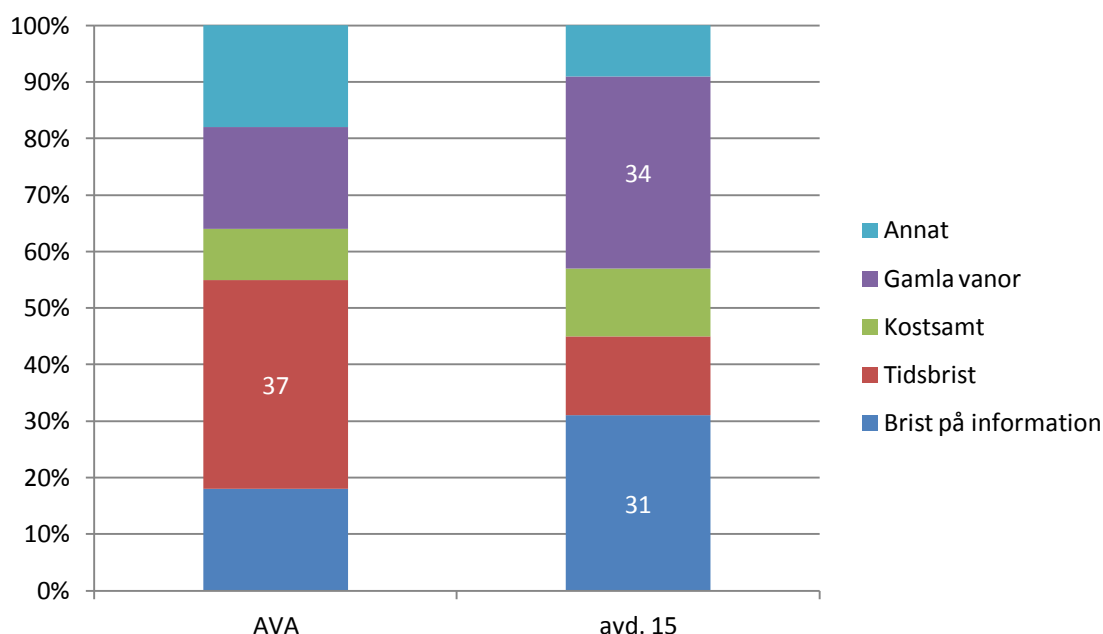
Tabell 11: Resultat enkätfrågor om energi och vårdutrustning.

Procentandel	AVA	Avd.15
Vet vilken vårdutrustning som kan och får stängas av.	50	50
Det finns rutiner för att stänga av utrustning när den inte används.	34	23

Gällande vårdutrustning ställdes frågan om personalen vet vilka apparater som kan och får stängas av. Här blev svaren spridda, ungefär lika många ansåg sig veta, som de som var osäkra eller inte visste och det var ingen skillnad mellan avdelningarna. På följdfrågan om de visste om det fanns rutiner för avstängning av vårdutrustning (när den inte används) blev svaret istället att endast runt en tredjedel visste att det fanns sådana på avdelningen.

Som avslutning ställdes frågor om vad de ansåg sig vara särskilt bra på gällande att minska energianvändningen och vad de skulle behöva förbättra. De allra flesta lämnade blankt eller skrev att de inte visste på frågan om de var särskilt bra på något. På förbättringsområden var det några som nämnde rutiner för att stänga av datorer och på avd. 15 nämndes även rutiner för att släcka belysningen som ett förbättringsområde. De flesta som svarade på avd. 15 skrev dock att det enda som skulle hjälpa var en totalrenovering av avdelningen.

Den avslutande frågan var varför de inte trodde att alla åtgärder för att minska energianvändningen genomförs som de borde. Svaren visas i figur 7.



Figur 7: Anledningar till uteblivet energieffektiviseringsarbete.

AVA – Här var tidsbrist den anledning som var utmärkande. Några kommentarer av de som svarade annat blev att för mycket personal involveras och att det är dumt att spara på energi om det innebär att patienter dör.

Avd. 15 – Här var de utmärkande svaren bristen på information och gamla vanor. Några kommentarer av de som svarade annat blev att det många åtgärder är svåra att införa då det är verksamhet dygnet runt, att det är stressigt på avdelningen, samt att avdelningen är gammal och behöver renoveras i grunden.

8.4 Energianvändning datorer

Resultat av enkätstudien visade att många av de anställda på AVA och avd. 15 inte vet om att systemet med fjärrstart av datorer finns och ännu färre vet hur det kan användas. För att visa på den energisparpotential som finns genom användande av fjärrstart-systemet genomfördes en inventering av antalet datorer på avdelningarna och möjligheterna att minska drifttiderna för dessa datorer. Uppgifter om hur många datorer som behövde vara i drift längre än dagverksamhetstiden (kl. 7-16) hämtades från miljöombuden på respektive avdelning. Uppgifter om datorernas effektförbrukning hämtades från IT-stabens mätningar av landstingets datorbestånd.

Energianvändningen beräknades för datorerna utifrån två driftfall. Det första med full drifttid 24 timmar om dygnet, året om. Det andra med minimalt uppskattad drifttid. För att generalisera beräkningarna beräknades genomsnittlig effektförbrukning för en stationär och bärbar PC samt skärm inom landstinget, utifrån IT-stabens inventering och mätning av landstingets datorbestånd. Detta gjordes eftersom specifika datorer byts ut relativt ofta (vart tredje år) och beräkningarna kan på det här sättet användas även för att beräkna andra avdelningars energianvändning för datorer. För skärmar antogs drifttiden vara kortare eftersom dessa går i viloläge efter 20 minuters inaktivitet. Effektförbrukningen i viloläge antogs vara försumbar (cirka 1 W) i enlighet med IT-stabens egna antaganden. (Karlsson, 2013) Skärmarnas drifttid antogs inte minska vid minskade drifttider eftersom de i princip endast drar effekt när datorn används.

För bärbara datorer har det sagts till miljöombuden, att dessa inte ska stängas av då de tappar kontakt med nätverket. Därför står dessa på trots att de bara används vid ronder cirka 5 timmar per dygn. I de här beräkningarna har de bärbara datorerna antagits gå att stänga av i det reducerad driftfallet. Beräkningarna utfördes i Excel och resultatet presenteras i tabell 12-15.

Tabell 12: Energianvändning vid full drifttid, avd. 15.

Full drifttid, avd. 15	Antal	Effektförbrukning (W)	Drifttid (h/dygn)	Drifttid (dygn/år)	Energianvändning (MWh/år)
Stationära PC	37	36	24	365	11,7
Skärmar	37	40	7	365	3,8
Bärbara PC	5	24	24	365	1,1
Total					16,5

Tabell 13: *Energianvändning vid reducerad drifttid, avd. 15.*

Reducerad drifttid, avd. 15	Antal	Effektförbrukning (W)	Drifttid (h/dygn)	Drifttid (dygn/år)	Energianvändning (MWh/år)
Stationära PC (dygnet runt)	7	36	24	365	2,2
Stationära PC (dagtid)	30	36	9	365	3,5
Skärmar	26	40	7	365	2,7
Bärbara PC	5	24	5	365	0,2
Total					8,6

Skillnaden i energianvändning mellan full respektive reducerad drift, beräknas på avd. 15 till 7,9 MWh/år. Det reducerade driftfallet ger därmed en minskad energianvändning med 48 procent, jämfört med full drifttid.

Tabell 14: *Energianvändning vid full drifttid, AVA.*

Full drifttid, AVA	Antal	Effektförbrukning (W)	Drifttid (h/dygn)	Drifttid (dygn/år)	Energianvändning (MWh/år)
Stationära PC	36	36	24	365	11,4
Skärmar	36	40	7	365	3,7
Bärbara PC	5	24	24	365	1,1
Total					16,1

Tabell 15: *Energianvändning vid reducerad drifttid, AVA.*

Reducerad drifttid, AVA	Antal	Effektförbrukning (W)	Drifttid (h/dygn)	Drifttid (dygn/år)	Energianvändning (MWh/år)
Stationära PC (dygnet runt)	12	36	24	365	3,8
Stationära PC (dagtid)	24	36	9	365	2,8
Skärmar	36	40	7	365	3,7
Bärbara PC	5	24	5	365	0,2
Total					10,5

Skillnaden i energianvändning mellan full respektive reducerad drift, beräknas på AVA till 5,6 MWh/år. Det reducerade driftfallet ger därmed en minskad energianvändning med 35 procent, jämfört med full drifttid.

8.5 Belysning: Energianvändning och lönsamhet

Både med energieffektiva nya lysrörsarmaturer och med LED-armaturer kan energianvändningen minskas drastiskt på en vårdavdelning med äldre belysning. För att illustrera hur mycket energianvändningen skulle kunna minskas vid ett belysningsbyte och undersöka vilken lönsamhet det skulle kunna ge landstinget, genomfördes LCC-beräkningar av införande av ny belysning på avd. 15 där belysningen inte gjorts om sedan sjukhuset byggdes 1975.

LED-belysning är något dyrare i investeringskostnad än konventionell lysrörsbelysning men har längre livslängd. För att undersöka hur det påverkar lönsamheten jämfördes LED-belysning med konventionell T5-lysörsbelysning för korridoren, vådrummen och undersökningsrum på avd. 15. I undersökningen studerades endast takbelysning och inventerad befintlig belysning jämfördes med ett T5-lysörsalternativ och ett LED-alternativ.

Referensvärden på installerad effekt per kvadratmeter, val av belysningsarmaturer och val av styrning hämtades från AVA, där belysningen är ny sedan ombyggnationen. Material från AVA tillhandahölls från Ramböll, vilka projekterat elinstallationerna på avdelningen. Övriga antaganden har diskuterats med Anders Grandell på Ramböll i Sundsvall.

Inventeringen utfördes genom platsbesök och kompletterades med uppgifter om lokalareor från planritning över avd. 15. En sammanställning av inventeringen presenteras i tabell 16.

Tabell 16: Belysningsinventering avd. 15.

Rumstyp	Yta (m ²)	Antal armaturer	Antal ljuskällor per armatur	Effekt per ljuskälla (W)	Total installerad effekt (W)	Installerad effekt (W/m ²)
Korridor	425	120	1	36	5400	10,2
Vårdrum	545	85	2	36	7650	11,2
Undersökningsrum	17	4	2	32	320	15

LCC-beräkningarna utfördes i Energimyndighetens Excel-mall för belysningsinstallationer, se bilaga 3 för en fullständig presentation av beräkningarna för korridor, vådrum och undersökningsrum. De allmänna antaganden som ligger till grund för LCC-beräkningarna i alla tre rumstyper presenteras i tabell 17.

Tabell 17: Allmänna antaganden vid LCC-beräkningar.

Antagande	
Kalkyltid	20 år
Kalkylränta	5 %
Elpris	0,9 kr/kWh
Arbetskostnad	350 kr/h
Installationstid per armatur	5 min
Materialkostnad	20 kr/armatur
Tid för byte av ljuskälla	5 min/armatur
Pris ljuskälla:	
– <i>Standard T8</i>	30 kr/lysrör
– <i>Standard T5</i>	50 kr/lysrör
Livslängd ljuskälla:	
– <i>Standard T8</i>	12 000 h
– <i>Standard T5</i>	20 000 h
– <i>LED</i>	50 000 h
Drivdonsförluster (% av ljuseffekten):	
– <i>Magnetiska don</i>	25 %
– <i>HF-don</i>	10 %
– <i>LED</i>	10 %

Kalkyltid och kalkylränta har antagits från Energimyndigheten, elpris har antagits från landstingets egna val. Kostnader och livslängd för ljuskällor samt drivdonsförluster har antagits från Energimyndighetens egna uppgifter i Excel-mallen.

Armaturkostnader har uppskattats utifrån listpriser i produktkataloger från två stora belysningsproduktleverantörer, Elektroskandia och Fagerhult. Armaturerna som ligger till grund för uppskattningarna är infällda standardarmaturer.

8.5.1 LCC-beräkningar Korridorsbelysning avd. 15

Armaturer i korridoren på avd. 15 är infällda armaturer placerade längs ena sidan i undertaket. Armaturer sitter direkt efter varandra på en lång rad, se figur 8. Varje armatur är bestyckad med magnetiskt driftdon och ett 36 W T8-lysrör.



Figur 8: Belysning i korridor, avd. 15.

Vid val av ny belysning till korridoren antogs att varannan armatur var möjlig att plocka bort utan att belysningsstyrkan skulle bli för låg. Den nya belysningen skulle därmed behöva cirka 60 armaturer jämfört med de tidigare 120. Som utgångspunkt antogs att den nya belysningen skulle ha en installerad effekt på 6 W/m^2 , eftersom det är kravet som landstinget satt upp på maximal installerad effekt i korridorer. På AVA är den installerade effekten i korridoren cirka 5 W/m^2 , vilket visar att den installerade effekten skulle kunna gå att minska ännu mer. För att bestämma effekt per armatur i det nya fallet användes följande ekvation:

$$\frac{\text{Yta (m}^2\text{)} * \text{Installerad effekt (}\frac{\text{W}}{\text{m}^2}\text{)}}{\text{Armaturer (antal)}} = \text{Armatureffekt (}\frac{\text{W}}{\text{armatur}}\text{)} \quad (2)$$

Utifrån ekvation (2) beräknades den nya effekten per armatur till 42 W. Utifrån detta valdes en lämplig standard T5-armatur för ljuskällor på 14x3 W. Efter letande konstaterades att närmaste motsvarande standard LED-armatur fanns med 51 W ljuseffekt. Därför användes ekvation (2) baklänges för att räkna ut antalet nya LED-armaturer till 50 stycken. Kostnaden för T5-armaturen uppskattades till 2000 kr och för LED-armaturen till 3500 kr. Kravet på armaturerna var att de skulle vara dimbara, annars hade en något lägre kostnad kunnat antas.

Lämplig styr- och reglerutrustning för en korridor antogs utifrån det som landstinget använder idag med PLC-enhet för styrning kopplad till analog styrning med 1-10 V system. Korridoren på avd. 15 består av tre delar med olika elcentraler och därför skulle tre PLC-enheter behövas för styrning. Kostnaden för införande av styrning med tre PLC-enheter uppskattades till 50 000 kr totalt.

Drifftiden för belysningsanläggningen i korridoren är i det befintliga fallet dygnet runt alla dagar om året (eftersom det är en dygnet runt-öppen vårdavdelning), vilket ger 8760 h/år. I de nya fallen med styrning begränsas drifftiden till 12 h dagligen för varje ljuskälla och roterande var tredje natt per ljuskälla ($12h * 1/3$). Det ger en drifttid för den nya belysningen på 5840 h/år.

Dessutom leder styrningen till en minskad ljuseffektanvändning genom att ljuset dimmas ned. Dagtid ger ljuskällan 80 procent av ljusstyrkan och nattetid ger var tredje ljuskälla 20 procent av ljusstyrkan. Detta har räknats om till en genomsnittlig reduceringsfaktor på 0,5 (50 procent).

En sammanställning av valda indata presenteras i tabell 18.

Tabell 18: Sammanställning av indata till LCC-beräkning korridor avd. 15.

	Befintlig T8	Ny T5	Ny LED
Antal armaturer	120	60	50
Pris per armatur (kr/st)	-	2500	3500
Ljuskällor per armatur	1	3	1
Effekt per ljuskälla (W)	36	14	51
Effekt per ljuskälla inkl. drivdonsförluster (W)	45	30	56
Material- och arbetskostnad per armatur (kr/st)	-	50	50
Kostnad styr- och reglerutrustning	-	50 000	50 000
Drifttid (h)	8760	5840	5840
Typ av styrning	Ingen	Tids och närvaro	Tids och närvaro
Reduceringsfaktor	1	0,5	0,5
Utbyteskostnad per ljuskälla (kr/st)	30	30	-

Årlig energianvändning för de olika valen presenteras i tabell 19. Procentangivelserna visar minskningen av energianvändningen jämfört med befintliga armaturer. Energianvändningen för samma belysningsstyrka med T5- och LED-belysning är i princip jämförbar eftersom de har samma ljusutbyte. I beräkningarna skiljer sig energianvändningen något, eftersom valet av armaturer inte har kunnat göras till identiska Watt-tal.

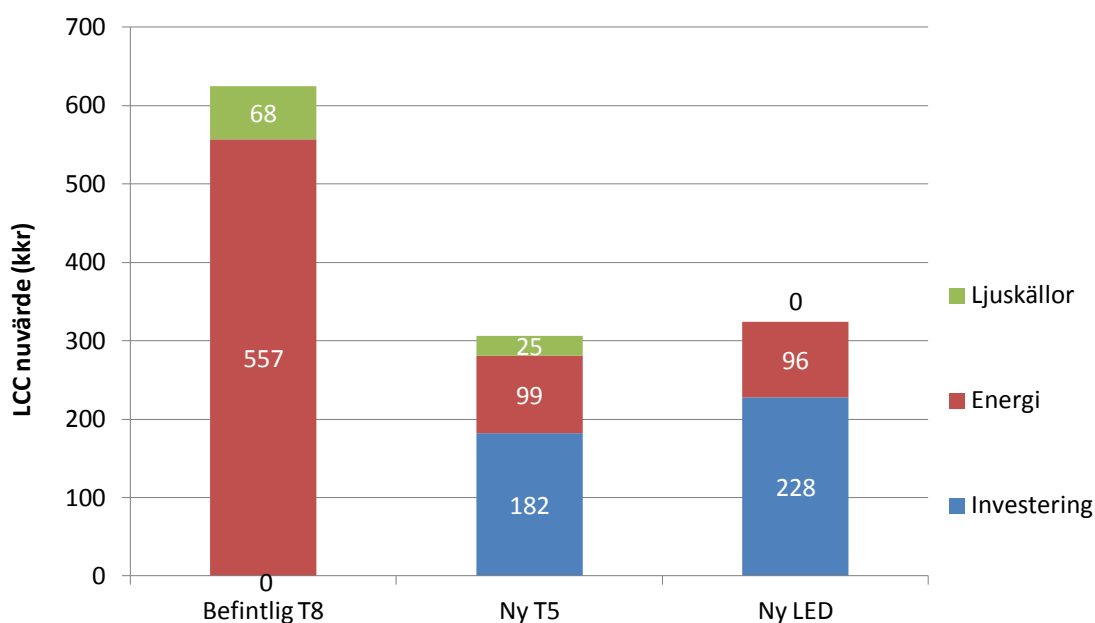
Tabell 19: Energianvändning belysning i korridor avd. 15.

Energianvändning	Befintlig T8	Ny T5	Ny LED
(kWh/år)	47 300	8 400 (-82 %)	8 200 (-83%)

Resultatet av LCC-beräkningarna presenteras i tabell 20 och figur 8.

Tabell 20: Resultat av LCC-beräkning korridor avd. 15.

(kkr)	Befintlig T8	Ny T5	Ny LED
Summa investeringskostnad	0	180	230
Nuvärde energikostnader	560	100	95
Nuvärde ljuskällkostnader	70	25	0
LCC total	625	305	325
Differens mot befintlig	-	-320 (-51 %)	-300 (-48 %)



Figur 9: LCC-diagram för belysning i korridor avd. 15.

Resultatet visar att införande av ny belysning i korridoren på avd. 15 är lönsamt eftersom energikostnaderna kan minskas drastiskt. Investeringskostnaden är den faktor som har störst påverkan på livscykelkostnaden vid införande av ny belysning. Belysning med T5-lysrör visade sig något mer lönsamt än LED-belysning.

8.5.2 LCC-beräkningar Vårdrumsbelysning avd. 15

I vådrummen på avd. 15 sitter takbelysning i form av lysrörsarmaturer bestyckade med magnetiska drivdon med 2x36 W T8-lysrör, se figur 10.



Figur 10: Lysrörsarmatur i tak, vådrum avd. 15.

Utöver takbelysningen finns även sängbelysning som ska fungera både som arbetsbelysning och läslampor för patienterna, se figur 11.



Figur 11: Sänglampa, vådrum avd. 15.

I denna studie beräknas dock endast takbelysning. Vid val av ny belysning till vådrummen antogs att antalet armaturer skulle behållas för att kunna behålla en jämn allmänbelysning i hela rummet. Den nya belysningen skulle därmed precis som den befintliga bestå av cirka 85 armaturer. Som utgångspunkt antogs att den nya belysningen skulle ha en installerad effekt på 8 W/m^2 , eftersom det ligger mellan kraven som landstinget och Energimyndigheten ställer samt att det är den installerade effekt som finns i vådrummen på nya AVA.

Utifrån ekvation (2) beräknades den nya effekten per armatur till 51 W. Utifrån detta valdes en lämplig LED-armatur. En standard T5-armatur finns inte för effekten 51 W utan en 2x28 W var det närmaste valet. Därför användes ekvation (2) baklänges för att

räkna ut antalet nya T5-armaturer till 80 stycken. Kostnaden för T5-armaturen uppskattades till 2800 kr och för LED-armaturen till 3800 kr. Kravet på armaturerna var att de skulle vara dimningsbara samt ha driftdon kompatibla med DALI-styrprotokoll, därför blev kostnaden högre än för korridorsarmaturerna.

Lämplig styr- och reglerutrustning för ett vådrum antogs utifrån det som landstinget använder idag med möjlighet till scenstyrning med hjälp av DALI-styrsystem. DALI-styrning beräknas kosta cirka 5000 kr per rum att införa. Kostnaden för införande av DALI-styrning i avdelningens 26 rum beräknades därför till 130 000 kr.

Drifttiden för belysningsanläggningen i vådrummen kan i det befintliga fallet antas till 6 h/dygn, alla dagar om året (eftersom det är en dygnet runt-öppen vårdavdelning), vilket ger 2190 h/år. I de nya fallen med scenstyrning antas drifttiden bli densamma. En reduceringsfaktor på 0,9 antogs eftersom belysningen är möjlig att dimma och därför inte antas stå på max all tid.

En sammanställning av valda indata presenteras i tabell 21.

Tabell 21: Sammanställning av indata till LCC-beräkning vådrum avd. 15.

	Befintlig T8	Ny T5	Ny LED
Antal armaturer	85	80	85
Pris per armatur (kr/st)	-	2800	3800
Ljuskällor per armatur	2	2	1
Effekt per ljuskälla (W)	36	28	51
Effekt per ljuskälla inkl. drivdonsförluster (W)	45	31	56
Material- och arbetskostnad per armatur (kr/st)	-	50	50
Kostnad styr- och reglerutrustning (kr)	-	130 000	130 000
Drifttid (h)	2190	2190	2190
Typ av styrning	Manuell	Scen	Scen
Reduceringsfaktor	1	0,9	0,9
Utbyteskostnad per ljuskälla (kr/st)	30	30	-

Årlig energianvändning för de olika valen presenteras i tabell 22. Procentangivelserna visar minskningen av energianvändningen jämfört med befintliga armaturer. Energianvändningen för samma belysningsstyrka med T5- och LED-belysning är i princip jämförbar eftersom de har samma ljusutbyte. I beräkningarna skiljer sig energianvändningen något, eftersom valet av armaturer inte har kunnat göras till identiska Watt-tal.

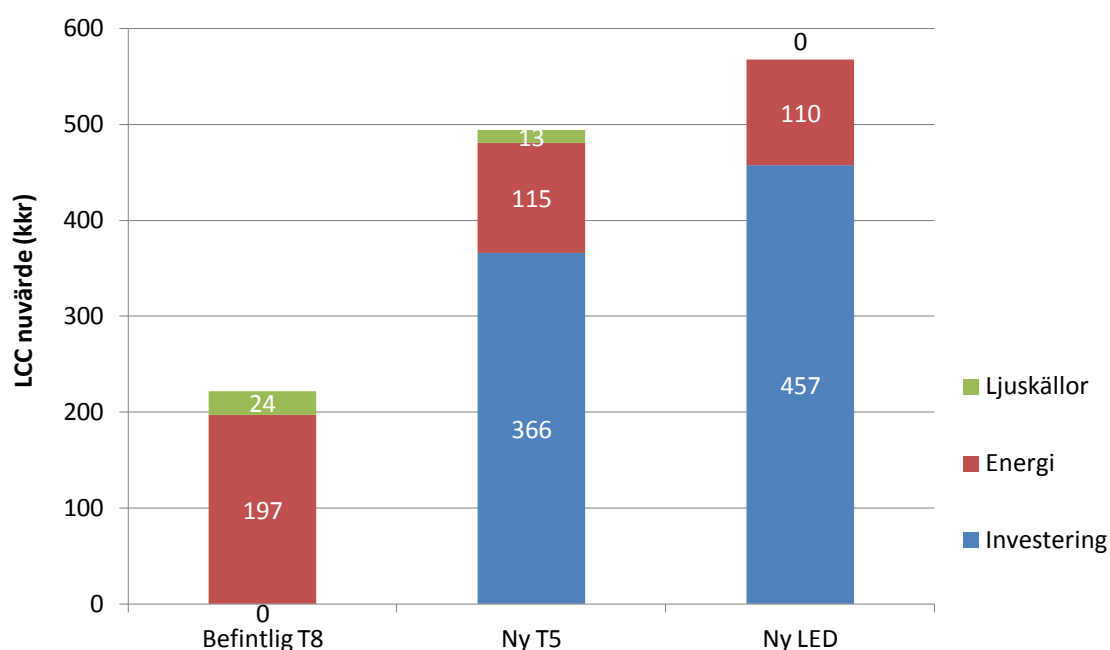
Tabell 22: Energianvändning belysning i vådrum avd. 15.

Energianvändning	Befintlig T8	Ny T5	Ny LED
(kWh/år)	16 800	9 800 (-42 %)	9 400 (-44 %)

Resultatet av LCC-beräkningarna presenteras i tabell 23 och figur 12.

Tabell 23: Resultat av LCC-beräkning vårdrum avd. 15.

(kkr)	Befintlig T8	Ny T5	Ny LED
Summa investeringskostnad	0	365	455
Nuvärde energikostnader	195	115	110
Nuvärde ljuskällkostnader	25	15	0
LCC total	220	495	570
Differens mot befintlig	-	270 (+122 %)	345 (+156 %)



Figur 12: LCC-diagram för belysning i vårdrum avd. 15.

Resultatet visar att införande av ny belysning i vårdrummen på avd. 15 inte är lönsamt och att investeringskostnaden är den faktor som har störst påverkan på livscykelkostnaden för ny belysning. Belysning med T5-lysrör visade sig något mindre kostsamt än LED-belysning. Den stora skillnaden mellan lönsamheten för belysningsbyte i korridoren och vårdrummen är möjligheten att minska antalet armaturer. I vårdrummen går det inte att minska antalet armaturer särskilt mycket utan att tappa ljuskvalitet, vilket gör att investeringskostnaden blir förhållandevis hög. Vårdrumsarmaturer är dessutom dyrare än de i korridorer eftersom de är anpassade för mer avancerad styrning, vilket också påverkar lönsamheten negativt.

8.5.3 LCC-beräkningar belysning i Undersökningsrum avd. 15

I undersökningsrummet på avd. 15 sitter takbelysning i form av fyra lysrörsarmaturer bestyckade med magnetiska drivdon med 2x32 W T8-lysrör, likanande de i vådrummen.

Vid val av ny belysning till undersökningsrummet antogs att antalet armaturer skulle behållas för att kunna behålla en jämn allmänbelysning i hela rummet. Den nya belysningen skulle därmed precis som den befintliga bestå av cirka fyra armaturer. Som utgångspunkt antogs att den nya belysningen skulle ha en installerad effekt på 12 W/m², eftersom det är landstinget och Energimyndighetens krav. Detta är dock ett högt satt krav. På AVA är den installerade effekten i undersökningsrum 15 W/m².

Utifrån ekvation (2) beräknades den nya effekten per armatur till 51 W. Utifrån detta valdes en lämplig LED-armatur. En standard T5-armatur finns inte för effekten 51 W utan 2x28 W var det närmaste valet. Eftersom det bara finns ett rum och armaturerna inte fick minskas antogs att även antalet T5 armaturer fick vara fyra. Kostnaden för T5-armaturen uppskattades till 2800 kr och för LED-armaturen till 3800 kr. Kravet på armaturerna var att de skulle vara dimningsbara samt ha driftdon kompatibla med DALI-styrprotokoll, därför blev kostnaden högre än för korridorsarmaturerna.

Lämplig styr- och reglerutrustning för ett undersökningsrum antogs utifrån det som landstinget använder idag med möjlighet till scen- och frånvarostyrning med hjälp av DALI-styrsystem. DALI-styrning beräknas kosta cirka 5000 kr per rum att införa.

Drifttiden för belysningsanläggningen i vådrummen kan i det befintliga fallet antas till 8 h/dygn alla dagar om året, vilket ger 2920 h/år. I de nya fallen med scen- och frånvarostyrning antas en reduceringsfaktor på 0,7.

En sammanställning av valda indata presenteras i tabell 24.

Tabell 24: Sammanställning av indata till LCC-beräkning undersökningsrum avd. 15.

	Befintlig T8	Ny T5	Ny LED
Antal armaturer	4	4	4
Pris per armatur (kr/st)	-	2800	3800
Ljuskällor per armatur	2	2	1
Effekt per ljuskälla (W)	36	28	51
Effekt per ljuskälla inkl. drivdonsförluster (W)	45	31	56
Material- och arbetskostnad per armatur (kr/st)	-	50	50
Kostnad styr- och reglerutrustning (kr)	-	5 000	5 000
Drifttid (h)	2190	2190	2190
Typ av styrning	Manuell	Scen och frånvaro	Scen och frånvaro
Reduceringsfaktor	1	0,7	0,7
Utbyteskostnad per ljuskälla (kr/st)	30	30	-

Årlig energianvändning för de olika valen presenteras i tabell 25. Procentangivelserna visar minskningen av energianvändningen jämfört med befintliga armaturer.

Energianvändningen för samma belysningsstyrka med T5- och LED-belysning är i princip jämförbar eftersom de har samma ljusutbyte. I beräkningarna skiljer sig energianvändningen något, eftersom valet av armaturer inte har kunnat göras till identiska Watt-tal.

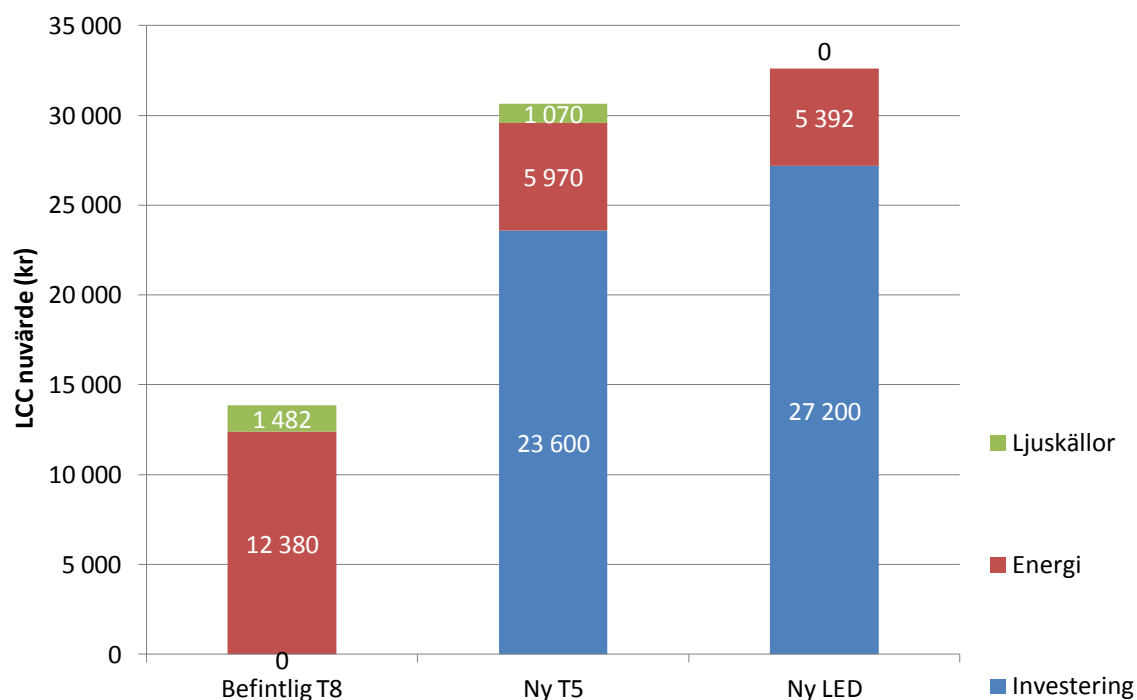
Tabell 25: *Energianvändning belysning i undersökningsrum avd. 15.*

Energianvändning	Befintlig T8	Ny T5	Ny LED
(kWh/år)	1 050	500 (-52%)	450 (-56%)

Resultatet av LCC-beräkningarna presenteras i tabell 26 och figur 13.

Tabell 26: *Resultat av LCC-beräkning undersökningsrum avd. 15.*

(kr)	Befintlig T8	Ny T5	Ny LED
Summa investeringskostnad	0	23 600	27 200
Nuvärde energikostnader	12 400	6 000	5 400
Nuvärde ljuskällkostnader	1 500	1 070	0
LCC total	14 000	30 600	32 600
Differens mot befintlig	-	16 800 (+121 %)	18 700 (+135 %)



Figur 13: *LCC-diagram för belysning i undersökningsrum avd. 15.*

Resultatet visar att införande av ny belysning i undersökningsrummet på avd. 15 inte är lönsamt och att investeringskostnaden av samma anledningar som i vådrummen är den faktor som har störst påverkan på livscykelkostnaden för ny belysning. Belysning med T5-lysrör visade sig något mindre kostsamt än LED-belysning.

8.5.4 Känslighetsanalys

Den stora skillnaden mellan T5- och LED-belysning är armaturpriset och det är investeringskostnaden som gör LED-belysningen till det dyraste alternativet av de två belysningsteknikerna. Priset på LED-belysning antas dock vara på väg att sjunka de kommande åren eftersom markanden fortfarande är relativt ny. (Ljuskultur, 2011)

Utifrån antagandet att priset på LED-armaturer kan komma att sjunka genomfördes en känslighetsanalys av de tre LCC-beräkningarna med ett 5 och 10 procent lägre LED-armaturpris, för att se vad en eventuell prisförändring kan komma att få för inverkan på den totala livscykelkostnaden. Resultatet av känslighetsanalysen presenteras i tabell 27 nedan, tillsammans med en jämförelse av procentuell skillnad i livscykelkostnad mot T5-armaturer i de tre fallen i tabell 28.

Tabell 27: Resultat av känslighetsanalys.

LCC (kkr)	0 %	-5 %	-10 %
LED-armatur	<i>prisförändring</i>	<i>prisförändring</i>	<i>Prisförändring</i>
Korridor	324	315	306
Vårdrum	568	552	535
Undersökningsrum	32,6	31,8	31,0

Tabell 28: Procentuell skillnad i LCC.

Procentuell skillnad i LCC mot T5-belysning	LED-armatur 0 % prisförändring	LED-armatur -5 % prisförändring	LED-armatur -10 % prisförändring
Korridor	6	3	≈ 0
Vårdrum	15	12	8
Undersökningsrum	6	4	1,5

Resultatet visar att skillnaderna i livscykelkostnad mellan alternativen LED- och T5-belysning minskar om priset för LED-armaturer sjunker. I beräkningarna av korridor-belysning blir LED- och T5-belysning jämförbar ur ett LCC-perspektiv vid en 10 procentig minskning av LED-armaturpriset. Livscykelkostanden är inte proportionell mot prisförändringen utan den procentuella skillnaden i livscykelkostnad blir större när armaturpriset går från -5 till -10 procent, jämfört med om armaturpriset förändras från 0 till -5 procent.

9. Analys

I det här avsnittet analyseras resultaten av fallstudien och områdesstudien utifrån bakgrundsfakta och de teoretiska modeller som beskrivits i avsnitt 3 och 4. Analysen är uppdelad utifrån de olika delarna i fallstudien med analys av intervju- och enkätstudien, energianvändning för datorer och LCC-beräkningen av belysningsbyte på avd. 15, och analysen sker utifrån de organisations- och beteendevetenskapliga modeller som presenterats i teoriavsnittet. Därefter ges en vidare analys och diskussion av landstingets kommunikation och åtgärder för att öka möjligheten att energieffektivisera på avdelningarna, utifrån både teoriavsnittet och resultaten av områdesstudien.

9.1 Intervju- och enkätstudien

Enkätstudien fick en relativt låg svarsfrekvens, framförallt på AVA där endast en tredjedel av de tillfrågade svarade på enkäten. Jag har valt att ändå använda mig av resultaten av enkätstudien, då jag anser att ett uteblivet svar också kan säga något om läget på avdelningen. På grund av den låga svarsfrekvensen är det dock svårt att dra slutsatser i enskilda frågor men den samlade bilden, kombinerat med svaren från intervjun med miljöombudet, anser jag ändå kan berätta något om upplevelsen av energieffektivisering på avdelningen.

De uteblivna svaren kan ha flera förklaringar och det är omöjligt att i denna studie svara på varför svaren uteblev. Däremot kan olika förklaringar diskuteras. En del uteblivna svar kan ha att göra med ett ointresse för energifrågor men det är troligtvis inte hela förklaringen. På båda vårdavdelningarna är vårdtrycket stort och fokus för personalen ligger givetvis på att vårda patienterna. I ett sådant läge känns en enkät om energieffektiviseringsarbete troligtvis inte prioriterad. Av de som faktiskt svarade på enkäten på AVA, uppger 37 procent att tidsbrist är ett av skälen till att energieffektiviseringsarbete inte blir utfört.

Bland de som svarat på enkäten går det att se en tydlig trend att intresset för energifrågor och energieffektivisering finns på ett generellt plan. Hela två tredjedelar svarar att energieffektivisering är viktigt eller mycket viktigt. När det kommer till de mer handgripliga frågorna om beteende verkar intresset dock svalare. Det är få som stänger av sina datorer eller släcker belysningen och runt hälften av de svarande är osäkra kring vilka rutiner som finns för att stänga av vårdutrustning.

Enligt Själden i *Livsstil och miljö – värderingar val och vanor*, är det inte givet att det bästa sättet att förändra ett beteende är att försöka förändra attityden. I den här studien blir det tydligt att attityden och beteendet inte är sammankopplat så starkt som man gärna vill tro. Många av de anställda anser att energieffektivisering är viktigt men när det handlar om det praktiska beteendet i vardagen finns det uppenbarligen många fler faktorer än attityden till energieffektivisering, som påverkar deras beteende.

De svarande på båda avdelningarna anser sig inte få tillräckligt med information om energieffektivisering på avdelningen. På båda avdelningarna framgår det även tydligt att man tänker mer på energieffektivisering hemma än på jobbet och många på avd. 15 påpekade den tydliga kopplingen mellan handling och konsekvens (det syns direkt på elräkningen) som den största orsaken till skillnaderna. De svarande på AVA förklarade istället att skillnaden berodde på att systemen för exempelvis belysning är närvarostyrda och därför behövs inte samma fokus på energianvändningen på arbetet som hemma.

Upplevelsen är att hemma kan man göra skillnad och få återkoppling på ett förändrat beteende, medan det på jobbet varken känns som att det finns möjlighet att göra skillnad, eller få något för det.

I några frågor skiljer sig svaren mellan avdelningarna åt. Det gäller frågor om inneklimatet, belysningen och möjlighet att förbättra energieffektiviseringsarbetet på avdelningen. På frågan om inneklimatet svarade hela 77 procent på avd. 15 att inneklimatet inte var okej. Avd. 15 har inte genomgått någon omfattande renovering sedan sjukhuset öppnades och utifrån intervjun med enhetschefen framkom att avdelningen dessutom haft problem ventilationen under vintern vilket kan vara orsakerna till att missnöjet är så stort. På AVA är 60 procent missnöjda med inneklimatet vilket också får anses högt med tanke på att avdelningen är nyrenoverad. En förklaring som framkom i intervjun med miljöombudet var att det varit problem med ventilations- och värmesystemen på avdelningen under den första perioden sen nyöppningen.

En annan skillnad syns i svaren på frågan om belysningens funktion. 55 procent på avd. 15 tycker att belysningen fungerar dåligt och det är framförallt bristen på bra arbetsljus som upplevs negativt. De lågenergilampor som sitter vid patientsängarna ger inte tillräckligt ljus, enligt de svarande på enkäten. Detta bekräftades av intervjun med enhetschefen som också ser arbetsbelysningen som ett stort problem på avdelningen. På AVA är det dock 30 procent av de svarande som trots ny belysning inte tycker att belysningen fungerar bra. Här handlar det förmodligen om ett informationsproblem, då svarande uttrycker klagomål på att belysningen är krånglig att styra. Det kan även vara så att belysningen är onödigt avancerat utformad, vilket är viktigt för de som utformar systemen att tänka på.

Slutligen syns skillnader i svaren kring förbättringsmöjligheter och förklaringar till varför dessa förbättringar inte sker. På avd. 15 anser de svarande inte kunna förbättra sig för att minska energianvändningen, flera nämnde att avdelningen behöver totalrenoveras för att skapa möjligheter att arbeta energieffektivare. Uppgivenheten bland de svarande är stor och en svarande skriver till och med att det är dumt att energieffektivisera om det drabbar patienter och vårdpersonal. Påståendet visar hur lätt det är att information feltolkas och missförstås. Det är viktigt att landstinget arbetar med energieffektiviserande åtgärder som även förbättrar inneklimatet och att det tydligt framgår till vårdpersonalen.

De flesta av de svarande på båda avdelningarna angav svaret vet ej, på förbättringsområden. Anledningarna till varför energieffektiviseringen inte blir av angavs på avd. 15 vara brist på information och gamla vanor medan de svarande på AVA angav tidsbrist som det största skälet. Utifrån intervjuerna framkom att båda avdelningarna är vårdtunga avdelningar och det är därför förståeligt att fokus måste vara att bedriva god vård.

På avd. 15 finns för tillfället inget miljöombud vilket skulle kunna vara en anledning till att informationen i miljöfrågor fungerar dåligt. Dock visar enkätsvaren att informationen inte upplevs fungera bättre på AVA, där det finns ett aktivt miljöombud. Det verkar som att mycket av informationen fastnar hos miljöombudet och inte kommer all personal till del. I intervjuerna framkommer att arbetsmiljö och andra områden prioriteras vid arbetsplatsträffar, vilket gör att det inte finns någon återkommande

informationskanal för miljö- och energifrågor på avdelningarna. Informationen finns att få tag på via intranätet, men som den intervjuade enhetschefen på avd. 15 uttryckte det: *”Vet man inte att man letar efter något, är det svårt att hitta det”*.

Om man delar upp landstingets arbete med beteenderelaterad energieffektivisering enligt modellen med de sju delstegen mot miljövänligare vanor, kan en analys göras av vilka styrkor och svagheter landstingets upplägg har. I de första stegen som handlar om aktivering, identifiering av eget handlingsmönster och att hitta alternativa handlingsmönster, tycks landstingets information fungera bra. Enligt de svarande på enkäten kopplas energieffektivisering samman med miljöhänsyn och de flesta vet även vilka beteendeförändringar de kan göra för att bidra till minskad energianvändning. Det är i de senare delstegen, där det nya beteendet ska planeras, prövas och utvärderas, som hinder dyker upp. Här behövs tydliga rutiner, så att det framgår hur individen ska gå tillväga. Informationen om dessa rutiner behöver finnas lättillgängligt och verka som en påminnelse i samband med handlingen. På avd. 15 framkom både i enkätsvar och intervju att det fanns rutiner kring avstängning av datorer men att de följdes dåligt. Troligtvis för att arbetet kräver fullt fokus och det är svårt att komma ihåg vilka datorer som ska användas vid vilken tid, om det inte klart och tydligt framgår vid varje dator. Utifrån enkätsvaren på AVA var rutiner för datoravstängning okända för personalen, vilket kan leda till att datorer lämnas på, eftersom man är osäker på om de behövs eller inte. Osäkerheten återkommer även i svaren kring rutiner med vårdutrustning. Osäkerheten leder till att det känns obekvämt att ändra beteende och man väljer hellre att fortsätta som förut för att undvika att göra fel.

Fler hinder för beteenderelaterad energieffektivisering kan identifieras utifrån teorin om grundförutsättningar för beteendeförändring. Enligt teorin är det viktigt att personalen känner självkänsla, grupptillhörighet samt får uppmuntran och känner optimism, för att de aktivt ska vara villiga att förändra sitt beteende. På vårdavdelningarna är det därför viktigt att arbeta med att personalen ska känna att de är betydelsefulla för energieffektiviseringsarbetet, att de kan göra skillnad och att de får uppmuntran att genomföra energieffektiviserande åtgärder. Både på AVA och avd. 15 verkar personalen uppleva att de inte kan eller vet hur de ska bidra till energieffektiviseringen och att det därför inte är något de engagerar sig i. På AVA har flera av de svarande i personalen uppfattningen att eftersom lokalerna är nya behövs inga extra åtgärder av personalen och på avd. 15 upplever många en uppgivenhet eftersom lokalerna är så dåligt anpassade och att det därför inte känns som att det ger något att bidra när förutsättningarna är så dåliga.

Landstingets tidigare arbete med beteenderelaterad energieffektivisering har troligtvis inte upplevts ha tillräckliga incitament för personalen, eftersom de flesta uppger att de glömt kampanjen 2009 och inte har förändrat sitt beteende efter den. Kampanjen Energismart i Norr innehöll värdefull information om beteenden och alternativ men missade incitamenten för vårdpersonalen på avdelningarna. Kampanjen drevs som en tävling mellan de fyra norrlandstingen och uppföljning av resultat skedde endast på landstingsnivå, vilket kan ha bidragit till att den upplevdes svår att ta till sig för avdelningarna. Enligt teorin blir resultaten bättre om incitament och uppföljning sker på en lägre nivå anpassad för målgruppen, i det här fallet vårdpersonalen.

9.2 Datorer och energianvändning

Beräkningarna av effektiviseringsmöjligheterna för datorer visade att det finns mycket att spara enbart på den enkla åtgärden att stänga av datorer när de inte används, hela 48 och 35 procent av energianvändningen för datorerna kunde sparas på avdelningarna, enligt beräkningarna. Datorer är ett område där möjligheten att energieffektivisera inte är kopplad till lokalförutsättningarna utan till arbetsuppgifter och beteende och därför borde energianvändningen kunna minska på båda avdelningarna trots de olika lokalförutsättningarna. På AVA var vetskapen dålig om rutiner kring avstängning av datorer och trots att man på avd. 15 hade vetskap om rutiner framkom i enkät och intervjustudien att dessa rutiner följdes dåligt. En förklaring till varför situationen ser ut som den gör ligger förmodligen i informationsförmedling från IT-staben till avdelningarna. IT-staben har innan införandet av fjärrstart-systemet uppmanat de anställda att inte stänga av sina datorer, eftersom de ville kunna genomföra uppdateringar nattetid. Även om information har gått ut om förändringen i samband med införandet av fjärrstart, har informationen inte riktigt fått fäste bland vårdpersonalen.

För att få till en förändring på området krävs tydliga rutiner som följs. För att det ska kunna bli så är det viktigt att informationen som förmedlas är konkret och tydlig och ges till alla medarbetare och att den även finns tillhands i närheten av datorn som en påminnelse. Det får inte bli krångligt att komma ihåg vilken dator som ska stängas eftersom det leder till osäkerhet hos användaren och kräver en extra ansträngning av användaren. Det kan räcka för att användaren ska känna att det är en för stor ansträngning eller negativ konsekvens av beteendet.

Den här studien visar bara extremfallen, förmodligen står inte alla datorer på dygnet runt trots att rutiner saknas eller inte följs, men beräkningen illustrerar hur mycket energianvändningen kan minskas med hjälp av en liten insats. Ett alternativt sätt att minska energianvändningen från datorer skulle kunna vara att införa ett automatiskt system där datorerna går i energisparläge efter en viss tids inaktivitet istället för att kräva att personalen stänger av datorerna själva. För- och nackdelar med ett sådant system har inte studerats i denna studie.

9.3 Belysning: Energianvändning, funktion och lönsamhet

När det gäller införande av ny belysning visade LCC-beräkningarna att det endast skulle vara lönsamt att införa ny belysning i korridoren på avd. 15. Det beror på att det i korridoren går att enkelt minska både den installerade effekten och drifttiderna för belysningen, utan att påverka ljuskvaliteten för användarna. I vård- och undersökningsrummen kan varken den nuvarande installerade effekten minskas särskilt mycket eller drifttiderna genom införande av belysningsstyrning.

Det är kombinationen av att armaturerna är dyrare om de ska kunna styras med DALI-styrning och att DALI-styrningen i sig själv är dyrare än analog styrning, som gör att investeringskostnaderna blir mycket högre i vård- och undersökningsrummen. Kombinerat med att endast en mindre energibesparing kan uppnås gör det att belysningen blir olönsam. I vård- och undersökningsrum kan det istället finnas andra fördelar med att införa ny belysning, framförallt när det gäller ljuskvalitet. Även om det lönsammaste alternativet är att behålla den befintliga belysningen i vård- och undersökningsrum kan det leda till arbetsmiljöproblem och minskad trivsel, eftersom de

gamla lysrören ger upphov till flimmer, samt ger ett helt jämt och odynamiskt ljus utan möjlighet till styrning.

Belysningsstyrning är viktigt både för att minska energianvändningen och för att öka funktionalitet och trivsel. Om det är energianvändning som ska minskas är frånvarostyrning att föredra eftersom den kräver att användaren aktivt tänder belysningen när den behövs jämfört med närvarostyrning som tänder automatiskt vid närvaro.

För att styrningen ska upplevas positivt är det viktigt att den utformas på ett användarvänligt sätt. Om styrningen blir för komplicerad tappas hela effekten med den ökade funktionaliteten och trivseln och blir istället ett störningsmoment. För att undvika det behövs information om hur styrningen fungerar och varför men det är viktigt att komma ihåg att det inte ska behövas en utbildning för att förstå hur man tänder, släcker eller växlar belysningen. Styrningen ska vara så enkel att man på en gång förstår hur man tänder, släcker eller växlar belysningen när man går in i lokalen. Det här är extra viktigt att tänka på för installationsansvariga på en arbetsplats som en vårdavdelning där personalen behöver kunna fokusera på vårdarbetet.

LED-belysning visade sig i denna undersökning vara det minst lönsamma alternativet av de två nya belysningsalternativen i alla tre lokaltyperna som undersöktes på avd. 15. Skillnaden beror inte på energieffektivitet, LED-belysning och T5-lysrör ger jämförbart ljusutbyte, utan skillnaden ligger i armaturpriset. T5-armaturer är fortfarande klart billigare i inköp, runt två tredjedeler av priset för LED-armaturer men priset för LED-armaturer har en sjunkande trend. Om eller när en brytpunkt nås där det inte blir någon skillnad i inköpspris mellan belysning med LED och T5-lysrör, blir LED-belysning det lönsammaste alternativet eftersom det inte tillkommer någon kostnad för byte av ljuskällor under drifttiden, vilket det gör för T5-belysning. Dessutom fortsätter utvecklingen av effektivare LED-chip och -armaturer, vilket gör att ljusutbytet ökar.

Att välja LED-belysning har dessutom andra fördelar. LED skapar en större valfrihet och flexibilitet eftersom armaturerna går att få i många olika utföranden. Genom att använda LED kan en mer dynamisk belysningsmiljö skapas, vilket ökar trivseln och funktionaliteten. Eftersom LED-belysning kan färgstyras kan man exempelvis välja att ha en varmare färg i vårdrummen när ingen undersökning sker och ett kallare mer kliniskt ljus vid undersökning. Med nya LED-armaturer undviks även problem med att LED ger ett för riktat ljus för att passa som allmänbelysning.

9.4 Vidare analys och diskussion

De tre landstingen som ingick i områdesstudien har i olika former använt avtal och kampanjer som ger tydliga incitament för vårdpersonalen att arbeta med energieffektiviseringsfrågor. Kampanjerna som Region Skåne och Locum genomfört hade både incitament i form av tävlingar, där vinsten var att få energieffektiviserande åtgärder genomförda på avdelningarna. På så sätt skapades ett engagemang genom att de positiva konsekvenserna av ett handlande ökade. Eftersom de positiva konsekvenserna dessutom var konkreta och låg nära i tiden, ökade chansen att användarna blev aktiva.

Landstinget Dalarnas Miljökontrakt är en variant av gröna avtal och även där har fokus legat på att skapa engagemang genom frivillighet och att minska energianvändningen

genom att arbeta med mjuka värden som information, utbildning och engagemang. Med avtalen säkerställs att möten där lokalens energiprestanda och möjligheter att energieffektivisera på avdelningen sker kontinuerligt och att uppföljningen kommer avdelningen till del. Positivt med avtalen är att man uppmuntrar ett frivilligt engagemang hos personalen på avdelningen istället för att tvinga på energieffektiviseringen uppifrån. Enligt Sjödén i *Livsstil och miljö – värderingar val och vanor*, är det viktigt att användarna känner handlingsfrihet. Det gör dem mer positivt inställda till att förändra beteende. Att incitamentet är ekonomiskt (två procent hyresavdrag) bidrar också till att motivera personalen eftersom incitamentet är enkelt och tydligt och kommer dem till del på avdelningen. En nackdel som dock finns med att enbart bygga gröna avtal med mjuka värden är möjligheten att mäta resultaten. Eftersom avtalen inte förbinder en avdelning att minska energianvändningen är det svårt att mäta vilka konkreta minskningar som sker i energianvändningen genom avtalet. Det finns därför en risk att man trots avtalen inte uppnår en minskad energianvändning.

Utifrån vad som framkommit i enkät- och intervjustudien skulle Landstinget Västernorrland kunna dra nytta av att införa tydligare incitaments- och åtgärdsprogram för att minska energianvändningen ute på avdelningarna. Den satsning som landstinget tidigare genomfört för beteenderelaterad energieffektivisering har varit bra på att föra ut information på ett tydligt sätt men arbetet har inte fått önskvärd påverkan efter kampanjens slut. Det skulle kunna bero på att incitamenten för personalen inte varit tillräckligt starka samt att återkoppling och uppföljning inte givits i tillräckligt stor utsträckning. Det är även så att det kontinuerliga arbetet med användarrelaterad energieffektivisering skulle behöva styras tydligare, genom bestämda möten etcetera, för att bibehålla effekten av tillfälliga kampanjer, vilket någon form av gröna avtal skulle kunna bidra med.

På länssjukhuset i Sundsvall är en stor del av problemen med inneklimatet kopplade till att värme- och kylsystem är luftburna och sammankopplade med ventilationen i stor utsträckning. Det är ett uppmärksammat problem som landstinget arbetar med att komma bort från men utifrån förutsättningarna med byggnadens system och de begränsade ekonomiska möjligheter landstinget har, tar ombyggnation av systemen tid.

Det olyckliga uppstår när problemen med värme- och kylsystem sammankopplas med energieffektivisering. Eftersom det talas mycket om att sjukhuset ska energieffektivisera är det lätt för vårdpersonalen att misstolka och tro att problemen med inneklimatet uppkommer på grund av effektiviseringen. Kommentaren i enkätstudien om att det är dumt att spara energi om personal och patienter blir lidande, visar att det finns ett behov av mer information kring hur systemen fungerar och varför problemen uppkommer. Annars riskerar man att personalen blir skeptiska till allt införande av energieffektiviserande åtgärder.

Det skulle vara bra med information om hur energieffektiviserande åtgärder faktiskt förbättrar inneklimatet och bidrar till en bättre arbetsmiljö. Då skulle incitamenten bli större för vårdpersonalen att aktivt engagera sig i energifrågor på arbetsplatsen. Det är även av yttersta vikt att allting fungerar när energieffektivisering har skett på en avdelning, som exempelvis AVA. Utifrån vad som framkom i både intervju- och enkätstudien hade det varit en del problem när avdelningen startades igång vilket användarna kan råka koppla ihop med energieffektiviseringen och därför bli negativt inställda till energieffektiviseringsåtgärder.

Ett annat problem som identifierats är att miljöombudets ansvarsroll till stor del handlar om miljöfrågor som källsortering och material. Eftersom det är viktiga frågor som tar tid finns risken att energifrågorna inte blir prioriterade och glöms bort. Därför skulle det vara bra om ansvarsfördelningen för energieffektiviseringsfrågor på avdelningen förtydligades.

10. Slutsatser och vidare studier

Av energianvändningen i en vårdbyggnad går ungefär lika delar till uppvärmning som till el. Av elanvändningen är det hälften som går till verksamhetsel, där de tre stora posterna i fallande skala är belysning, IT- och vårdutrustning. Verksamhetselanvändningen är den energianvändning som har stor potential att minskas genom förändrade beteenden och vanor hos vårdpersonalen. Beräkningarna i studien visar att inom IT-området skulle en minskning av energianvändningen från datorer med en tredjedel på AVA och med hälften på avd. 15, kunna uppnås om de system som landstinget har för driftreducering användes fullt ut.

Elanvändningen till belysning på vårdavdelningarna går inte lika enkelt att minska genom beteendeförändringar eftersom verksamheten på avdelningarna är igång dygnet runt i kombination med att det är stora avdelningar där mycket personal och vårdtagare rör sig. Detta gör det svårt att skapa rutiner för att släcka ned belysningen. Här finns det istället flera tekniska lösningar som både kan bidra till en minskad energianvändning och förenkla för användarna. Besparingspotentialen är stor vid införande av energieffektivare och mer användaranpassad belysning, i studien beräknas elenergianvändningen minska med drygt 80 procent vid införande av effektivare belysning och anpassad belysningsstyrning på avd. 15. Att införa ny korridorsbelysning på avdelningen skulle dessutom vara ekonomiskt lönsamt för landstinget ur ett livscykelperspektiv. Även i vård- och undersökningsrum är energibesparingspotentialen hög, cirka 40-60 procent, även om det inte går att uppnå samma ekonomiska lönsamhet i dessa fall. LED-belysning ger något lägre lönsamhet i alla de undersökta fallen men är flexiblare än belysning med T5-lysrör, vilket kan ge en bättre arbetsmiljö och en ökad trivsel.

Studien av vårdpersonalens attityder och beteenden kopplade till energieffektivisering tyder på att vårdpersonalen på avd. 15 och AVA inte engagerar sig i energieffektiviseringsfrågor på avdelningen i någon större utsträckning. Lokalens förutsättningar verkar till viss del spela in i personalens anledningar att inte engagera sig i energieffektivisering. Attityden skiljer sig inte åt särskilt mycket mellan avdelningarna men anledningarna till attityden skiljer sig åt. De som arbetar på den orenoverade avd. 15, upplever en uppgivenhet kring energieffektiviseringsfrågan och känner inte att de har någon möjlighet att påverka, medan personalen på nyrenoverade AVA, upplever att de inte behöver göra särskilt mycket eftersom lokalerna redan är energieffektiva.

De främsta identifierade hindren för energieffektivisering på avdelningarna är brist på tid, misslyckad informationsförmedling och oklara incitament. Informationen måste förmedlas till alla i personalen, vilket den inte upplevs göra nu och den måste förmedlas på rätt plats och vid rätt tid, så att den blir relevant att ta till sig för personalen. Bristen på incitament för personalen leder till att energieffektivisering prioriteras bort och att engagemang uteblir.

Framgångsfaktorer som identifierats i denna studie är att det finns ett engagemang för energieffektivisering hos vårdpersonalen på ett generellt plan. Dessutom har Landstinget Västernorrland ett i grunden bra system för att sprida information via miljösamordnare och miljöombud. Detta arbete har gett en bra grundinformation om energieffektivisering. Det finns även rutiner kring användning av datorer och

vårdutrustning som genom tydligare information kan bidra till en minskad energianvändning.

För att förbättra möjligheterna till energieffektiviseringen på avdelningarna behöver de hinder som finns avhjälpas och framgångsfaktorerna utnyttjas på ett bättre sätt. För att energieffektiviseringsfrågan inte ska bortprioriteras, krävs att det skapas kontinuerliga mötestillfällen för personalen där energifrågor kan diskuteras, gärna i samråd med drift och fastighetspersonal. För att utnyttja den positiva attityd som finns till energieffektivisering generellt, gäller det att skapa grundförutsättningar för personalen kombinerat med frivillighet i beteendeförändringen och med positiva incitament och på så sätt skapa ett engagemang.

Incitamenten behöver inte enbart vara i form av ekonomiska medel, utan det kan räcka med att tydligare uppföljning ges på avdelningsnivå och att personalen får uppmuntran när de genomför beteendeförändringar. Att Landstinget Västernorrland tillsammans med de andra tre norrlandstingen satsar på att visualisera energianvändningen är mycket positivt. Det viktiga i det arbetet är att visualiseringen blir på rätt nivå, så att den blir greppbar för personalen ute på avdelningarna.

Det är även viktigt att energieffektiviseringsarbetet inte blir något på sidan av som bara tar extra tid utan att arbetet sammankopplas med arbetsmiljö och ekonomi så att det blir tydligt att det ger något tillbaka till avdelningen. Genom ett införande av någon form av Gröna avtal skulle arbetet med beteenderelaterad energieffektivisering struktureras tydligare och chanserna att engagemanget ökar bli större.

För vidare studier vore det intressant med en större enkätstudie för att se om attityderna och förutsättningarna skiljer sig åt mellan olika typer av avdelningar och i så fall hur. En sådan studie skulle vara intressant både inom Landstinget Västernorrland och generellt inom sjukvården i Sverige.

Käll- och litteraturförteckning

Litteratur

Abel, E., Elmroth, A., *Byggnaden som system*, andra reviderade upplagan, Forskningsrådet Formas, 2008.

Biel, A., *Väljer människor att agera miljövänligt?* s. 48-59 i antologin *Livsstil och miljö - värderingar, val, vanor*, Lundgren, L. (Red.), Kristianstads Boktryckeri AB, Kristianstad, 1999.

Enberg, H., *Minimikrav på luftväxling, En tolkning av Boverkets byggregler, Arbetsmiljöverkets föreskrifter, Socialstyrelsens allmänna råd och andra dokument*, 9:e utgåvan, 2012.

Månsson, L., Svensson, R., *Ljus och rum, planeringsguide för belysning inomhus*, 2:a utgåvan, Ljuskultur, Stockholm, 2010.

Lundgren, L., *Önskemål och möjligheter*, s. 9-33 i antologin *Livsstil och miljö - värderingar, val, vanor*, Lundgren, L. (Red.), Kristianstads Boktryckeri AB, Kristianstad, 1999.

Olsson, Ulf; et al., *Kalkylering för produkter och investeringar*. Studentlitteratur, Polen, 2007.

Orestål, U., *Ventilation, Byggvägledning 7, En handbok i anslutning till Boverkets byggregler*, 4:e utgåvan, Svensk Byggtjänst, Vällingby, 2007.

Sjödén, P-O., *Ny livsstil... på livstid?*, s.61-82 i antologin *Livsstil och miljö - värderingar, val, vanor*, Lundgren, L. (Red.), Kristianstads Boktryckeri AB, Kristianstad, 1999.

Sveriges Kommuner och Landsting (SKL), *Gröna avtal för ett bättre samarbete, En guide för hållbarhet i offentliga lokaler*, Stockholm, 2012.

Rapporter

Drakenberg, B., Kjellman A., Energikontoret Skåne (2005), Klimatkampanj i vården – förstudie, Region Skåne. Tillgänglig online på:
http://www.miljo.skane.se/sv/d/bilagor/Klimatkampanj_kompl_rapport1%20v%C3%A5rden%202005-05-18.pdf

Landstinget Västernorrland (LVN), (2008), Energy Factor 2. Tillgänglig online på:
<http://www.lvn.se/energyfactor2>

Landstinget Västernorrland (LVN), (2009), Slutrapport Klimatinvesteringsprogram 2005-2008.

Landstinget Västernorrland (LVN), (2010), Miljö- och energiplan för landstinget Västernorrland 2010-2014. Tillgänglig online på:

<http://www.lvn.se/Miljo/>

Landstinget Västernorrland (LVN), (2011), Styrdokument, Energikrav vid ny- och ombyggnation, version 2.

Landstinget Västernorrland (LVN), (2012), Årsredovisning 2011 Landstinget Västernorrland. Tillgänglig online på:
http://www.lvn.se/pagefiles/1766/tidigare-redovisningar/2011_%C3%85rsredovisning.pdf

Ljuskultur (2011), Värt att veta om belysning med LED, Stockholm.

Ramböll (2012), Belysningsstyrning Sundsvalls sjukhus, Ramböll AB, Sundsvall.

Statens energimyndighet (Energimyndigheten), (2008), Energianvändning i vårdlokaler-förbättrad statistik för lokaler (STIL 2), ER 2008:09. Tillgänglig online på:
[http://www.energimyndigheten.se/Statistik/Forbatttrad-energistatistik-i-bebyggelsen/Inventering-av-energianvandningen-i-lokaler-/](http://www.energimyndigheten.se/Statistik/Forbatttrad-energistatistik-i-bebyggelsen/Inventering-av-energianvandningen-i-lokaler/)

Statens offentliga utredningar (SOU) (2008), Vägen till ett energieffektivare Sverige, SOU 2008:110, Stockholm.

Sweco (2013), Länssjukhuset Sundsvall-Härnösand, Energiutredning, Sweco Systems AB, Östersund.

Elektroniska källor

Ljuskultur, Belysningsbranschens informationsorgan

Ljuskultur (2009a),
<http://ljuskultur.se/fakta-och-miljo/miljo/energieffektivisering/> (2013-03-15)

Ljuskultur (2009b),
<http://ljuskultur.se/fakta-och-miljo/belysningsplanering/regler-och-rekommendationer-for-belysning/> (2013-03-18)

Ljuskultur (2009c),
<http://www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/ljustekniska-begrepp/> (2013-03-15)

Ljuskultur (2009d),
<http://www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/ljustekniska-begrepp/> (2013-03-15)

Ljuskultur (2009e),
<http://www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/teknik/ljuskallor/glodlampor/> (2013-03-18)

Ljuskultur (2009f),
<http://www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/teknik/ljuskallor/halogenlampor/> (2013-03-18)

Ljuskultur (2009g),
<http://www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/teknik/driftdon/> (2013-03-18)

Ljuskultur (2009h),
<http://www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/teknik/ljuskallor/kompaktlysrör-och-lagenergilampor/> (2013-03-15)

Ljuskultur (2009i),
<http://www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/belysningsplanering/krav-pa-bra-belysning/> (2013-03-15)

Locum AB

Locum (2012), Christina Hallberg Höglund,
<http://www.locum.se/Om-Locum/> (2013-04-07)

Statens energimyndighet

Energimyndigheten (2012a), Peter Bennich,
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Energieffektivt-byggande/Belysning---ny/Ljuskallor/Urladdningslampor/Lysror/> (2013-01-25)

Energimyndigheten (2012b), Peter Bennich,
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Energieffektivt-byggande/Belysning---ny/Ljuskallor/Urladdningslampor/> (2013-01-25)

Energimyndigheten (2012c), Peter Bennich,
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Energieffektivt-byggande/Belysning---ny/Styrssystem-och-ljusstyrning/> (2013-01-25)

Energimyndigheten (2012d), Peter Bennich,
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Energieffektivt-byggande/Belysning---ny/Bestallare-och-upphandlare/Riktlinjer-och-standarder/> (2013-04-08)

Energimyndigheten (2012e), Peter Bennich,
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Energieffektivt-byggande/Belysning---ny/Bestallare-och-upphandlare/Livscykelanalys-LCC/> (2013-04-15)

Energimyndigheten (2013), Martina Berg,
<http://energimyndigheten.se/sv/Offentlig-sektor/Tillsynsvagledning/Mal-rorande-energianvandning-i-Sverige-och-EU/> (2013-06-17)

Intervjuer

Magnus Claesson, Enhetschef Avdelning 15 Sundsvalls sjukhus, Landstinget Västernorrland, intervju den 23/5 2013.

Anders Karlsson, Miljöombud IT-staben, Landstinget Västernorrland, intervju den 1/2 2013.

Mikaela Lenz, Miljö- och energisamordnare, Locum AB, intervju den 12/2 2013.

Jan Lindberg, Energicontroller, Landstinget Västernorrland, intervju den 29/1 2013.

David Nilsson, Energistrateg, Region Skåne, intervju den 1/3 2013.

Eeva-Liisa Nilsson, Miljöombud Akutvårdsavdelningen Sundsvalls sjukhus,
Landstinget Västernorrland, intervju den 19/3 2013.

Monika Sundström, Utbildningsansvarig, Landstinget Västernorrland, intervju den 31/1
2013.

Belinda Östrand-Bonde, Fastighetsförvaltare, Landstinget Dalarna, intervju den 13/3
2013.

Bilaga 1: Intervjuguide miljöombud

Arbetsrollen

Miljöombudsrollen:

- Ansvar
- Arbetsuppgifter
- Bakgrund: hur blev du miljöombud?
- Möjligheter: stöd, tid, pengar?
- Krävs det att du är drivande i frågorna?

Energisyn

- På vilket sätt är energifrågor viktigt för dig?
- Möjlighet att påverka energianvändningen på din arbetsplats.
- Avdelningens intresse för energifrågor.
- Mötesplatser för energifrågor: ex. APT.
- Har ni blivit tillfrågade om vilka vardagsproblem som hindrar er från att agera energieffektivt?

Tidigare kampanj: Energismart i norr 2009

- Berätta vad du kommer ihåg av kampanjen.
- Blev kampanjen positivt bemött av de anställda?
- Innebar den någon förändring av vardagsarbetet, och i så fall hur?
- Har ni fått någon uppföljning kring kampanjen? Hur?
- Energirond: används checklistan?

Inneklimat

- Hur tycker du att inneklimatet är, när det gäller luft, drag, värme?
- Åsikter kring inneklimat på avdelningen
- Får ni gehör för synpunkter när det gäller inneklimatet?

Vekramhetelanvändning

Belysning:

- Funktion.
- Rutiner för släckning.

IT och datorer:

- Rutiner för avstängning.

Vårdutrustning:

- Vilken typ av utrustning finns på avdelningen?
- Rutiner för avstängning
- Information.

Avslutande

- Finns det något ni är särskilt bra på när det gäller energifrågor och energieffektivisering på avdelningen?
- Finns det något ni behöver förbättra?
- Varför har det inte gjorts?

Bilaga 2: Enkätfrågor

Allmänt

1.) Hur länge har du arbetat på avdelningen?

2.) Hur viktigt tycker du att det är att försöka minska energianvändningen på en skala 1-5? (Ringa in den siffra som passar bäst)

- 1 Oviktigt
- 2
- 3 Ganska viktigt
- 4
- 5 Mycket viktigt

3.) Var tänker du mest på din energianvändning, på jobbet eller hemma?

(Kryssa i det alternativ som passar bäst)

- ☐ Mest hemma
- ☐ Lika mycket
- ☐ Mest på jobbet
- ☐ Vet ej, tänker inte på energianvändningen

Information

4.) Har du fått information om **varför** det är viktigt att energieffektivisera på din avdelning? (Kryssa i lämpligt/lämpliga alternativ)

- ☐ Ja, skriftlig information
- ☐ Ja, muntlig information
- ☐ Nej, jag har inte fått någon information

5.) Har du fått information om **hur** du kan bidra till att minska din avdelnings energianvändning? (Kryssa i lämpligt/lämpliga alternativ)

- ☐ Ja, skriftlig information
- ☐ Ja, muntlig information
- ☐ Nej, jag har inte fått någon information

6.) Vilket tycker du är det viktigaste motivet för att minska energianvändningen?

7.) Har din avdelning något energibesparingsmål? (Kryssa i lämpligt alternativ)

- ☐ Ja

- ☐ Nej
☐ Vet ej

8.) Om du svarade **Ja** på förra frågan (annars gå vidare till fråga 9): Finns det någon belöning om ni når målet? (Kryssa i lämpligt alternativ)

- ☐ Ja, Vilken sorts belöning? _____
☐ Nej
☐ Vet ej

9.) Används checklistan Energirond på din avdelning? (Kryssa i lämpligt alternativ)

- ☐ Ja
☐ Nej
☐ Vet ej

10.) Diskuteras energifrågor på gruppmöten, exempelvis arbetsplatsträffar? (Ringa in den siffra som passar bäst)

- 1 aldrig
2
3 ibland
4
5 ofta

11.) Kommer du ihåg informationskampanjen Energismart i Norr från 2009? (Kryssa i lämpligt alternativ)

- ☐ Ja
☐ Nej

12.) Om du svarade **Ja** på förra frågan (annars gå vidare till fråga 13): Har ditt beteende ändrats efter kampanjen och i så fall hur?

Inomhusklimat

13.) Hur tycker du att inomhusklimatet är på avdelningen på en skala 1-5? (Ringa in den siffra som passar bäst)

- 1 Dåligt
2
3 Okej
4
5 Bra

- 14.) Om du svarade **1-2** (annars gå vidare till fråga 15): Vilka problem finns med inomhusklimatet? (Kryssa i lämpligt/lämpliga alternativ)

☐ För kallt
☐ För varmt
☐ Dålig luft
☐ Dragigt
☐ Dålig belysning
☐ Dålig ljudmiljö
☐ Annat: _____

- 15.) Anser du att du har möjlighet att påverka inomhusklimatet? (kryssa i lämpligt alternativ)

☐ Ja
☐ Nej
☐ Vet ej

- 16.) Har du fått någon information om hur ventilationssystemet fungerar på avdelningen? (Kryssa i lämpligt alternativ)

☐ Ja
☐ Nej
☐ Vet ej

- 17.) Har du fått någon information om hur värme/kylsystemet fungerar på avdelningen? (Kryssa i lämpligt alternativ)

☐ Ja
☐ Nej
☐ Vet ej

Datorer

- 18.) Finns det någon gemensam dator där ni kan ”stämpla in” arbetstiden? (kryssa i lämpligt alternativ)

☐ Ja
☐ Nej

- 19.) Om du har en **egen** arbetsdator:

Hur ofta stänger du av din dator när du går hem från arbetet?
(Ringa in den siffra som passar bäst)

1	Aldrig
2	
3	Ibland
4	
5	Alltid

- 20.) Om du använder **gemensamma** datorer:
Finns det några rutiner för att stänga av datorer när de inte används? (kryssa i lämpligt alternativ)

☐ Ja
☐ Nej
☐ Vet ej

- 21.) Vet du om att landstingets datorer kan fjärrstartas? (Kryssa i lämpligt alternativ)

☐ Ja
☐ Nej

- 22.) Om du har en **egen** dator: Vet du hur du ska använda fjärrstart på din dator? (Kryssa i lämpligt alternativ)

☐ Ja
☐ Nej

Belysning

- 23.) Tycker du att belysningen fungerar bra på din avdelning? (kryssa i lämpligt alternativ)

☐ Ja
☐ Nej

- 24.) Om du svarat **Nej** på förra frågan (annars gå vidare till fråga 25): Om inte, vad är problemet med belysningen?

- 25.) Hur ofta tänker du på att släcka lampan efter dig **på arbetet** (om det går)? (Ringa in den siffra som passar bäst)

1 Aldrig
2
3 Ibland
4
5 Alltid

- 26.) Hur ofta tänker du på att släcka lampan efter dig **hemma** (om det

går)? (Ringa in den siffra som passar bäst)

- | | |
|---|--------|
| 1 | Aldrig |
| 2 | |
| 3 | Ibland |
| 4 | |
| 5 | Alltid |

- 27.) Om du svarat **olika** på fråga 25 och 26 (annars gå vidare till fråga 28): Varför tror du att ditt beteende skiljer sig åt?

Vårdutrustning

- 28.) Vet du vilken vårdutrustning som kan/får stängas av? (kryssa i lämpligt alternativ)

- ☐ Ja
☐ Nej
☐ Osäker

- 29.) Finns det rutiner att stänga av utrustning när den inte används? (kryssa i lämpligt alternativ)

- ☐ Ja
☐ Nej
☐ Vet ej

Avslutande frågor

- 30.) Finns det något ni är särskilt bra på avdelningen när det gäller att minska energianvändningen?

- 31.) Finns det något ni skulle behöva förbättra?

32.) Vilka tror du är de största anledningarna till att energisparande åtgärder och beteenden inte utförs på avdelningen? (Kryssa i lämpligt/lämpliga alternativ)

☐ Dålig information/Brist på kunskap

☐ Tidsbrist

☐ Kostsamt/Brist på pengar

☐ Gamla vanor

☐ Annat: _____

Bilaga 3: LCC-beräkningar belysning

[illegible]

Ekonomisk utvärdering av belysningsystem				
Livscykelanalys enligt riktlinjer från Statens Energimyndighet				
Version 2012-10-08				
PROJEKT: Examensarbete Sundsvalls sjukhus				
DATUM/HANDLÄGGARE: Lisa Nilsson				
PROJEKTNUMMER: Vårdrum avd. 15				
Förutsättningar				
Tid kalkylen omfattar	år	20		
Årlig real ränta (procent)		5%		
Årlig energiprisökning utöver inflationen (procent)		0%		
Årlig prisökning för ljuskällor utöver inflationen (procent)		0%	0%	0%
Armaturtyp		Befintlig T8	Ny T5	Ny LED
Armaturer				
Fabrikat/namn				
Antal armaturer	st	85	80	85
å-pris	kr/st	0	2800	3800
Armaturkostnad total	kr	0	224 000	323 000
Ljuskällor				
Antal lysrör/lampor per armatur	st	2	2	1
Lysrörens/lampornas effekt (W)	W/st	36	28	51
Effekt/ljuskälla inkl. driftförluster	W	45	31	56
å-pris (per lysrör)	kr/st	0	50	
Ljuskällekostnad total	kr	0	8000	0
Installation				
Material- och arbetskostnader/arm	kr	0	50	50
Styr- och reglerutrustning	kr	0	130000	130000
Övrigt	kr	0	0	0
Installationskostnader	kr	0	134 000	134 250
S:A INVESTERINGSKOSTNAD	kr	0	366 000	457 250
DRIFTSKOSTNADER				
Energikostnader				
Installerad effekt inkl. driftförluster	W	7 650	4 960	4 760
Parasitisk effekt	W	0	0	0
Drifttid	h/år	2 190	2 190	2 190
Typ av styrning (Ingen, Manuell, Närvaro, Dagsljus)		Manuell	Manuell (DALI)	Manuell (DALI)
Reduceringsfaktor		1,0	0,9	0,9
Energianvändning / år	kWh/år	16 754	9 776	9 382
Elpris	kr/kWh	0,90	0,90	0,90
Driftskostnad / år	kr/år	15 078	8 799	8 444
Beräkningsfaktor 1		13,09	13,09	13,09
Nuvärde energikostnader	kr	197 302	115 132	110 489
Ljuskällekostnader - inkl byte				
Ljuskällans livslängd	h	12 000	20 000	50 000
Utbytesintervall	år	5,48	10,15	25,37
Utbyteskostnad / st	kr	60	30	
Beräkningsfaktor 2		2,40	1,00	0,00
Nuvärde ljuskällekostnader	kr	24 491	12 800	0
TOTAL KOSTNAD (NUVÄRDE)	kr	221 794	493 932	567 739
Differens mot befintlig			-272 138	-345 946
			EJ LÖNSAMT	EJ LÖNSAMT

Ekonomisk utvärdering av belysningsystem				
Livscykelanalys enligt riktlinjer från Statens Energimyndighet				
Version 2012-10-08				
PROJEKT: Examensarbete Sundsvalls sjukhus				
DATUM/HANDLÄGGARE: Lisa Nilsson				
PROJEKTNUMMER: Vårdrum avd. 15				
Förutsättningar				
Tid kalkylen omfattar	år	20		
Årlig real ränta (procent)		5%		
Årlig energiprisökning utöver inflationen (procent)		0%		
Årlig prisökning för ljuskällor utöver inflationen (procent)		0%	0%	0%
Armatyrtyp		Befintlig T8	Ny T5	Ny LED
Armaturer				
Fabrikat/namn				
Antal armaturer	st	4	4	4
å-pris	kr/st	0	2800	3800
Armaturkostnad total	kr	0	11 200	15 200
Ljuskällor				
Antal lysrör/lampor per armatur	st	2	2	1
Lysrörens/lampornas effekt (W)	W/st	36	28	51
Effekt/ljuskälla inkl. driftförluster	W	45	31	56
å-pris (per lysrör)	kr/st	0	50	
Ljuskällekostnad total	kr	0	400	0
Installation				
Material- och arbetskostnader/arm	kr	0	1750	1750
Styr- och reglerutrustning	kr	0	5000	5000
Övrigt	kr	0	0	0
Installationskostnader	kr	0	12 000	12 000
S:A INVESTERINGSKOSTNAD	kr	0	23 600	27 200
DRIFTSKOSTNADER				
Energikostnader				
Installerad effekt inkl. driftförluster	W	360	248	224
Parasitisk effekt	W	0	0	0
Drifttid	h/år	2 920	2 920	2 920
Typ av styrning (Ingen, Manuell, Närvaro, Dagsljus)		Manuell	Frånvaro	Frånvaro
Reduceringsfaktor		1,0	0,7	0,7
Energianvändning / år	kWh/år	1 051	507	458
Elpris	kr/kWh	0,90	0,90	0,90
Driftskostnad / år	kr/år	946	456	412
Beräkningsfaktor 1		13,09	13,09	13,09
Nuvärde energikostnader	kr	12 380	5 970	5 392
Ljuskällekostnader - inkl byte				
Ljuskällans livslängd	h	12 000	20 000	50 000
Utbytesintervall	år	4,11	9,78	24,46
Utbyteskostnad / st	kr	60	30	
Beräkningsfaktor 2		3,09	1,67	0,00
Nuvärde ljuskällekostnader	kr	1 482	1 070	0
TOTAL KOSTNAD (NUVÄRDE)	kr	13 862	30 640	32 592
Differens mot befintlig			-16 777	-18 730
			EJ LÖNSAMT	EJ LÖNSAMT