

Slutrapport

*Projekt "Udvikling af en dynamisk og fleksibel tag
and trace model til energi- og driftsoptimering på
Hospitalsenheden Horsens"*

Hospitalsenheden Horsens

17-01-2012

Indhold

1. Indledning	4
1.1 Resumé	4
1.2 Projektets udgangspunkt	7
1.3 Projektets værtskab	9
2. Projektforløbet	11
2.1 Hospitalets tilgang til projektet	11
2.2 Analysemodel og rapportens opbygning	12
2.3 Projektforløbet	13
3. Analyse af Tag and Trace teknologier og systemer.....	16
3.1 Problemstilling	16
3.2 Tag and Trace teknologier	16
3.3 Dialog med leverandører	18
3.4 Overvejelser i forhold til patienter og medarbejdere	20
3.5 Erfaringer fra andre projekter og andre lande	21
3.6 Tag and Trace på Hospitalsenheden Horsens	24
3.7 Opsamling	27
4. Analyse af potentialerne for dynamisk energistyring ved hjælp af Tag and Trace	29
4.1 Problemstilling	29
4.2 Hospitalets fysiske rammer	30
4.3 Hospitalets energiforbrug, tekniske installationer og drift	32
4.4 Arealanvendelser	36
4.5 Udvælgelse af pilotområder til energioptimering	37
4.6 Opsamling	44
5. Analyse af personale-flow	46
5.1 Problemstilling	46
5.2 Optimering af personale-flow vha. optimering i antal skridt	46
5.3 Potentialer ved Tag and Trace	46
5.4 Opsamling	48
6. Analyse af optimering af drift og vedligeholdelse – medico-teknisk udstyr	49
6.1 Problemstilling	49
6.2 Beskrivelse af vedligeholdstilgang	49
6.3 Valg af Vedligeholdsmetode	51
6.4 Vedligeholdsplanlægning	52
6.5 Tracking af udstyr	53

6.6	Potentialer	55
6.7	Opsamling	55
7.	Tag and Trace model.....	57
7.1	Introduktion.....	57
7.2	Modellen	58
7.3	Potentialer med Tag and Trace.....	60
7.4	Opsamling	61
8.	Konklusion og anbefalinger.....	63
8.1	Overordnede konklusioner	63
8.2	Anbefalinger	64

Rapportens forfattere

Projektleder Thea Boje Windfeldt, Innovationskonsulent, Hospitalsenheden Horsens.

Projektdeltager Jørgen Bjerg, partner, Vesko

Projektdeltagere Sonny Sørensen, ekstern konsulent, Kuben Management (tidligere NRGi Rådgivning)

Projektdeltager Julie Holt, ekstern konsulent, Kuben Management (tidligere NRGi Rådgivning)

1. Indledning

1.1 Resumé

Formålet

Projektets formål har været, at identificere muligheder og potentialer for udviklingen af en trådløs kommunikationsløsning gennem Tag and Trace teknologi, der kan sammenholde og skabe synergi mellem hospitalets interne logistik, energiforbrug og vedligehold. Her har hovedformålet været, vha. Tag and Trace, at udvikle en mere dynamisk energistyring gennem sammenkoblingen af hospitalets drift med de faktiske energibehov. Sekundært har formålet været at kortlægge, hvor der ellers er potentialer for at mindske spildområder i hospitalets drift vha. Tag and Trace.

Resultaterne skal formidles som et oplæg til hospitalsledelsen og øvrige hospitalsledelser og driftspersonale omhandlende identificerede potentialer og muligheder, samt anbefalinger til, hvorledes potentialer og muligheder vil kunne indfris.

Projektets mål og fokusområder

Projektforløbet har kredset om kortlægning af viden og data, der skal bidrage til at analysere potentialer for mindskning af spild indenfor en række områder på Hospitalsenheden i Horsens:

- Spild i energiforbruget
- Spild i lokaleudnyttelse/arealanvendelser
- Spild i medarbejder-flow
- Spild i patient-flow (senere fravalgt)
- Spild i forbindelse med anvendelsen af medico-teknisk udstyr

I projektforløbet er det alene det somatiske hospitals behandlingsområder på Hospitalsenheden Horsens, der har dannet den fysiske ramme for projektets undersøgelser og hermed konklusioner.

Med henblik på at vurdere mulighederne indenfor dynamisk energistyring, har et mål i projektet været at udvikle en selvstændig Tag and Trace model, der kan rumme arealanvendelser, energiforbrug, belastningsprofiler mv. i en sammenhængende potentialemodel. Den udviklede model skal, udover at udlede potentialer for styring i enkelte arealanvendelser og anlægstyper, kunne udnyttes til simulering af potentiale vurderinger for det samlede hospital.

Projektets resultater

Af de mest relevante kilder til energiforbrug på hospitalet er energiforbruget til ventilation, varme og belysning blevet identificeret. Medico-teknisk udstyr står for en meget lille del af det samlede energiforbrug på hospitalet. Det faktiske energibehov på hospitalet er blevet defineret som belastningsprofiler (her forstået som den patient- og personalebelastning), der kan lægges ned over en række arealanvendelser på hospitalet, forstået som f.eks. gangarealer, sengestuer, kontorer og undersøgelseslokaler, set over et døgn, en uge, eller en anden given periode. Med henblik på indsamling af data er en række pilotområder på hospitalet blevet udvalgt, der er repræsentative for de nævnte arealanvendelser.

Følgende teoretiske potentialer for optimering af energistyring (inkl. arealanvendelser), medarbejder-flow og medico-teknisk udstyr er blevet kortlagt igennem projektforløbet:

▪ **Dynamisk energistyring**

Kortlægningen af potentialerne i optimering af energistyring viser, at der primært kan optimeres vha. af Tag and Trace, når de ældre anlæg er blevet udskiftet, og en moderne anlægsinfrastruktur er på plads. I forvejen vil udskiftning af ældre anlæg, især fordelt på ventilation, varme og belysning, kunne optimere energiforbruget med ca. 40 %, og med yderligere kobling til Tag and Trace (her forstået som en bedre sammenhæng mellem styring og belastningsprofiler), vurderes det muligt at opnå yderligere energieffektiviseringer på op mod **1.300.000 kWh årligt**, her primært baseret på

optimering og styring af ventilationsanlæg. Samtidig er det vurderingen, at et bedre overblik over belastningsprofilerne på de enkelte afsnit vil kunne bidrage til en effektivisering af arealudnyttelsen, forstået som en bedre afvejning mellem driftsomkostninger og behandlingsbehov/udvidelse af behandlingsaktiviteter.

- **Medarbejder-flow – i projektet defineret som ”antal skridt”**

Kortlægningen af potentialerne i optimeringen af medarbejder-flow forstået som ”antal skridt” viser, ved relativt simple beregninger, potentialer for besparelser i antal skridt i omegnen af **10-15 mand-år** for ca. 2/3 af hospitalets samlede antal ansatte. Der er her ikke tale om besparelser i antallet af personalet, men om besparelser i medarbejderbevægelser i givne arbejdssituationer, der vil kunne bidrage til at frigøre tid og ressourcer til mere værdiskabende aktiviteter. Samtidig forventes optimeringen i antal skridt vha. Tag and Trace, at kunne bidrage til at optimere f.eks. ressourceplanlægningen og derigennem at bidrage til afdelte effekter i form af et forbedret arbejdsmiljø. Potentialet kan indfris via tracking af medarbejdere, udstyr og patienter, med den hensigt at optimere konkrete ”bevægelseskrævende” flows/arbejdsprocesser.

- **Udstyr**

Omdrejningspunktet for analysen i optimeringen af medico-teknisk udstyr, har været en kortlægning i potentialerne for sporing af udstyr med henblik på at understøtte hospitalets eksisterende vedligeholdssystem. Kortlægningen af potentialerne i optimeringen af vedligehold af medico-teknisk udstyr (primært mobilt udstyr) vil have grænseflader til optimering af medarbejderbevægelser, da optimeringen omhandler sporing, identifikation eller positionering af, hvor udstyret befinder sig. Der kan ikke som sådan identificeres kvantitative potentialer ved optimering af vedligeholdet, men der kan gennem inddragelse af eksisterende erfaringer fra lignende projekter identificeres et overordnet potentiale for besparelser på ca. **1.000.000 kr./årligt** i anskaffelse af nyt udstyr. Dette udspringer af at behovet for nyt udstyr forventes minimeret ved et større overblik over ”hvad man har” og hermed en mere optimal udnyttelse af det eksisterende udstyr.

Skal hospitalet have det maximale udbytte af sporing, identificering og lokalisering af udstyr og personer, står det klart at informationerne skal være let tilgængelige for brugerne og ikke nødvendigvis tilgås på centralt placerede skærme, eller gennem mange forskellige systemer, som personale skal forholde sig til. I stedet anbefales det at informationen vises decentralt via personligt kommunikationsudstyr, gennem en samlet og fælles tilgang til informationen (f.eks. en samlet app til smartphones eller lign.). Dette er en konklusion der er opnået ved, at markedet i dag præsenterer et væld af teknologier, der skal kommunikere forskellige slags data til brugerne. Her ville skrækscenariet være, at brugerne enten skal forholde sig til for mange teknologier, eller skal bruge mere tid på at finde de mange informationer, der oprindeligt er tiltænkt som en hjælp/optimering af hverdagen.

- **Lokaler**

Som en sidegevinst har projektet vist at areal- og lokaleudnyttelsen er meget varierende. Der er stor forskel på brugsmønstrene i hospitalets lokaler og afsnit, hvilket har stor betydning for fastlæggelse af hvilke driftsstrategier, der vil være mest hensigtsmæssige. I de fleste kontorafsnit følger rumbelastningen naturligt den daglige arbejdstid mellem kl. 8 og 17, dog med den største benyttelse i løbet af formiddagen. Akutafdelingen der består af skadestuen, et modtageafsnit til modtagelse af akutte kirurgiske og medicinske patienter samt et observationsafsnit til færdigbehandling af patienter der er indlagt i kortere tid, har den laveste belastning om natten og er størst belastet mellem kl. 9 og 22. Medicinsk ambulatorium følger den daglige arbejdstid med størst belastning om formiddagen mellem kl. 9 og 12. Der er forholdsvis stor forskel på sengeafsnittene. Et større kendskab til lokalebelastningerne kan give hospitalets ledelse bedre muligheder for at tilrettelægge anvendelsen af lokalerne optimalt. Dette gennem en bedre afvejning mellem muligheder for udvidelse/nedlæggelse af behandlingsaktiviteter set op imod driftsomkostninger, og især være med til at danne et mere eksakt grundlag til vurdering af hospitalets fremtidige udbygningssbehov.

Projektets konklusioner og anbefalinger

Energistyring

En vigtig konklusion er, at det på nuværende tidspunkt ikke vil være muligt at udnytte Tag and Trace løsninger til energistyring, da teknologierne ikke er modne teknologisk og økonomisk, med hensyn til de databehov, der vil være. Samtidig vil driftsstrategien være meget svær at optimere med udgangspunkt i hospitalets eksisterende anlægsinfrastruktur. Argumentet for Tag and Trace og energistyring vil heller ikke opstå på baggrund af energibesparelserne alene.

De store fordele ligger i, at Tag and Trace giver mulighed for at skabe en unik platform, der kan hjælpe til at synliggøre, styre og lede mange af organisationens strategiske fokusområder. Da systemet principielt kan kobles på alle bevægelige elementer, personer og udstyr og hermed understøtte kommunikation og dokumentation, kan brugsmulighederne virke utallige. Det er i forbindelse med udbygningen af Tag and Trace platform, der kan være styret af mange forskellige rationaler, at Tag and Trace til energistyring på sigt vil give god mening at udbygge. Med andre ord skal selve Tag and Trace systemet/platformen til dynamisk energistyring være udviklet i forvejen eller etableres i forbindelse med andre områder, så det ikke er energibesparelsen, der står for investeringen alene. Det vil hovedsageligt være hospitalets strategiske fokusområder, der vil have tyngde nok til at starte processen med indførelse af Tag and Trace i større målestok.

Det overblik, der kan opnås med "dynamisk energistyring", bliver en helt ny måde at arbejde med energistyring på. Via et udbygget Tag and Trace system, bliver det muligt løbende at sammenkoble energiforbrugene med belastningen (aktiviteterne) på hospitalet. Herved får man et helt nyt og optimeret udgangspunkt for energioptimering, energioptimal drift og effektiv arealudnyttelse. En sammenkobling, der vurderes at kunne optimere energiforbruget med op mod 10 % samtidig med at det kan blive en hjørnesteen i hospitalets facility management, hvilket kan øge den strategiske tilgang til området.

Udbygning af Tag and Trace systemer

Anbefalingen er som nævnt en strategisk tilgang til Tag and Trace. Det er anbefalingen, at Tag and Trace primært skal ses som en støttefunktion til kerneforretningen på Hospitalsenheden Horsens, forstået på den måde, at kerneproduktionen består af serviceydelser, som skal understøttes gennem infrastrukturen, herunder IT-infrastruktur. Strukturen i behandlingen er primært bundet op på personalet og det sundhedsfaglige område. Sammenligner man f.eks. med produktionsvirksomheder, vil personalet på tværs af værdikæden på hospitalet have større betydning for produktionen.

Systemerne skal derfor primært understøtte strukturen i produktionen (behandlingsaktiviteterne), dvs. personalet. Tag and Trace systemer bør ses som en samlet og understøttende/optimerende struktur, som forskellige personaletyper kan trække på, og på forskellige måder – men hvor kernen, eller den samlede platform, er sammenhængende. Den samlede platform skal løbende kunne ændres og udbygges, og derfor være dynamisk. Anbefalingen er derfor en referencearkitektur, der understøtter, at data kan udveksles på tværs af systemer – f.eks. at personaledata, udstyrsdata og bygningsdriftsdata vil kunne kommunikeres på tværs, for således at opbygge en mere fleksibel driftsstrategi – måske samlet i ét system. Herunder vil et ønske om, at brugertilgangen er så forsimplet som muligt, via en opsamlende kommunikationsteknologi (informationsskærme/smart-phones) og f.eks. et single sign on, bedre kunne indfries. På denne måde lægger projektgruppens sig op af Det Nye Universitetshospital i Århus (DNU) arbejde med etablering af en fælles referencearkitektur for udbygningen af Tag and Trace på Regionens hospitaler.

Effektivisering generelt

De sidste vigtige konklusioner fra projektet er, at energieffektivisering ikke nødvendigvis skal ses i sammenhæng med direkte energibesparelser. En stigning af aktiviteterne på hospitalet over en årrække indenfor de eksisterende bygningsmæssige og driftsmæssige rammer, vil ikke have den store påvirkning på energiforbruget, da det medico-tekniske udstyr betyder meget lidt i det samlede energiforbrug. Kan hospitalet nedbringe spild i arealudnyttelsen, i medarbejder- og patient-flows samt spild relateret til udnyttelse, vedligehold og indkøb af medico-udstyr, vil hospitalet opleve en stigning i produktivitet samtidig med at energiforbruget fastholdes på nogenlunde det samme niveau. Det er forventning

gen, at hospitalet på denne baggrund vil kunne opleve en stigning i energieffektiviteten, der vil være højere end ved "jagten på energibesparelser" alene.

Dog vurderes det, at der på baggrund af det eksisterende datagrundlag vil være potentialer for energibesparelser, ved at sammenholde eksisterende belastningsprofiler til den eksisterende drift af anlæggene. Især i de afsnit, der viser en større nedgang i aktiviteterne og hermed belastning hen over døgnnet, vil driftsstrategien løbende kunne revurderes. Hermed behøver man ikke nødvendigvis tage det fulde teknologiske spring, før det økonomisk, teknologisk og tidsmæssigt (for driftspersonalet) vil være optimalt. En vigtig erfaring i projektet har været hvor meget man i forvejen kan opnå med tilgængeligt data, hvad angår vurderingen af driftsstrategien set op i mod en kortlægning af belastningsprofiler til vurdering af det faktiske energiforbrug. Dette vurderer projektgruppen, er en yderst relevant erfaring til brug for øvrige hospitaler og sygehusenheder i Danmark og i udlandet.

1.2 Projektets udgangspunkt

Projektets formål

Projektets formål har oprindeligt været at udvikle en trådløs kommunikationsløsning til Hospitalsenheden Horsens, der kunne sammenholde og skabe synergi mellem hospitalets interne logistik, hospitalets energiforbrug og vedligehold. Kommunikationsløsningen skulle baseres på Tag and Trace løsninger, hvor der fokuseres på realtidssporing af hospitalsudstyr, relevante medarbejdergrupper og patienter. Sporingen skulle nyttiggøres i forbindelse med optimering af hospitalets energistyring og vedligehold samt hospitalets ressourceanvendelse. Således har formålet med projektet været, at bidrage til skabe bedre overblik, danne grundlag for øget effektivitet, og bedre patientservice.

Det har på denne baggrund været tanken, at løsningen skulle afprøves i fuld skala på Hospitalsenheden Horsens for at dokumentere energibesparelspotentialet og demonstrere potentielle effektiviseringer i hospitalsdriften. Samtidig skulle projektet dokumentere Tag and Trace løsningens forretningsmæssige potentiale.

Projektets styregruppe har igennem projektforløbet valgt at prioritere rammerne for projektet anderledes. Der viste sig ikke at være grundlag for at gennemføre reelle tests af Tag and Trace teknologier og systemer og hermed for en færdigudvikling af den trådløse kommunikationsløsning. Dette skyldes dels, at de relevante teknologier på nuværende tidspunkt ikke er tilstrækkeligt modne og økonomisk attraktive, samt at der i Region Midtjyllands regi nu er etableret en tværgående arbejdsgruppe, der skal arbejde videre med udviklingen af rammerne for og udbud af Tag and Trace infrastrukturen på Regionens hospitaler og sygehusenheder.

Der blev hos Energi Horsens, som er en lokal udviklingsfond, oprindeligt søgt støtte til den erhvervsrettede del i forhold til demonstration i fuld skala, forretningsudvikling og kommercialisering samt markedsføring af projektet. Ansøgningen blev også støttet af Region Midtjylland og Horsens kommune, da kommercialisering forventes at kunne skabe lokal erhvervsudvikling blandt kommunens og regionens leverandører og installatører. På trods af en tæt dialog besluttede Energi Horsens fondens bestyrelse dog ikke at støtte projektet økonomisk.

Projektets forløb og dialogen med potentielle leverandører har vist at der i lokalområdet findes en lokal virksomhed (Prosign RFID), som måske kunne være interesseret i at indgå i et samarbejde med hospitalet om udvikling af en eller flere konkrete sporingsløsninger, der f.eks. kunne bidrage til at indfri det, i projektet, identificerede potentiale. Dette forhold kunne på sigt udnyttes, herunder i forhold til Energi Horsens - nu Insero - til på ny at drøfte eventuelle samarbejdsmuligheder. Projektets Styregruppe anbefaler derfor Hospitalsledelsen at vurdere, om denne mulighed er til stede indenfor DNU's rammer for Fremtidens Sundhedsvæsen i Region Midtjylland.

I det realiserede projekt har formålet været at identificere muligheder og potentialer, samt på denne baggrund at udarbejde anbefalinger til Hospitalsledelsen og arbejdsgruppen i Regionen, hvad angår

netop udviklingen af en trådløs kommunikationsløsning, der kan bidrage til energieffektivisering gennem dynamisk energistyring, samt effektivisering af vedligehold og øvrig ressourceanvendelse. Der er i projektet således gennemført analyser, simuleringer og mulige fremadrettede strategier for udnyttelse af springsteknologier både til energistyring og til effektivitetsforbedringer.

Det er således forhåbningen, at resultatet kan indgå i den nyetablerede arbejdsgruppes arbejde i regionsregi, og at projektets resultater vil komme til at indgå i hospitalernes fremtidige overvejelser, både i forbindelse med renoveringer og udbygninger.

Projektets oprindelige tidsplan var 2011-2014. Undervejs i projektet viste det sig nødvendigt at justere den reelle tidsplan ned til 2011-2012, da teknologier og den udviklede løsning ikke skulle afprøves i praksis.

Projektets idé

Projektets hovedidé er, at ved at sammenkoble oplysningerne fra Tag and Trace systemet med styringen af de tekniske anlæg, kan der opnås en regulering, der følger de daglige variationer på hospitalet. Det har på denne baggrund været forventningen, at der på baggrund af projektet kunne realiseres et u-udnyttet energisparepotentiale på 2. mio. kWh årligt, som det efterfølgende har været forventningen, at kunne uddrage teoretisk. Ved en fuld implementering på hospitalet forventedes den samlede effektiviseringsgevinst at andrage et effektiviseringspotentiale på op imod 4 % af hospitalets samlede driftsomkostninger, når afledte effektiviseringsgevinster også inddrages.

Projektet skulle desuden afdække øvrige områder, hvor et Tag and Trace system kan skabe mulighed for synergi. Dette kunne f.eks. være optimering af adgangskontrol, evakueringsplaner, medicinering, forplejning, personlige servicetilbud osv. I det endelige projekt er der arbejdet videre med især optimering af hospitalets øvrige ressourceanvendelse, her set som personale-flow og ressourcer, samt indkøb, brug og vedligehold af medico-teknisk udstyr.

Det forventede resultat er således en Tag and Trace model der kan implementeres på Hospitalsenheden Horsens, andre af landets Regionshospitalet og i øvrigt inspirere sundheds- og plejesektoren til nytænkning.

Projektets baggrund og problemstilling

Der er tale om et first-mover projekt, som forventes på sigt at kunne udnyttes kommercielt.

Der findes 5 regioner i Danmark med 50 hospitaler, som forventes at kunne drage nytte af erfaringerne og den opnåede viden fra projektet. Desuden forventes resultatet at kunne anvendes på tilsvarende hospitaler i den vestlige verden.

Projektet bidrager til at opfylde mindst 3 af regeringens 10 mål i 2020 Danmark:

- 1) Danmark skal være blandt de 10 lande i verden, hvor man lever længst, bl.a. gennem inddragelse af viden fra forskellige sygehuse, bedre styring og gennemsigtighed og effektiv anvendelse af ressourcer.
- 2) Danmark skal være et grønt og bæredygtigt samfund, hvor der fokuseres på reduceret energiforbrug og yderligere hensyn til miljø og forsyningssikkerhed bl.a. gennem væsentlige energibesparelser.
- 3) Den offentlige sektor skal være blandt de mest effektive og mindst bureaukratiske i verden bl.a. gennem udbredelse af IT teknologi og nye arbejdsgange som frigør medarbejdere fra unødige rutineopgaver

Dette projekt har fokus på identificeringen og på sigt realiseringen af potentialet indenfor alle 3 mål, samtidig med at projektet vil kunne bidrage til at skabe grundlaget for vækst og nye arbejdspladser i

lokalsamfundet. Alene på Hospitalsenheden Horsens forventes en energibesparelse på op til 2 mio. kWh. Hertil kommer gevindsten fra større effektivitet gennem optimal udnyttelse af hospitalets ressourcer.

Projektresultater kan være relevante inden for andre områder, eksempelvis social- og sundhedssektoren, hotelbranchen og undervisningsbranchen.

1.3 Projektets værtskab

Hospitalsenheden Horsens er bestående af Hospitalsenheden Horsens og Brædstrup samt Skanderborg Sundhedscenter. I forhold til projektet, er det alene Hospitalsenheden Horsens, der er fysisk placeret på Sundvej 30 i Horsens, der danner fysisk ramme for projektets udførelse.

Hospitalet er et én af de fem hospitalsenheder i Region Midtjylland og udvalgt til at være akuthospital. Hospitalet har 1600 ansatte, og behandler årligt flere end 147.000 ambulante patienter, flere end 1.700 fødsler og udskriver flere end 28.000 patienter efter indlæggelse. Hospitalet har et tæt samarbejde med kommuner og praktiserende læger, og arbejder hele tiden på at skabe bedst mulig sammenhæng i patienters behandling, indlæggelse og udskrivelse.

Patientaktiviteten er i de senere år steget med ca. 10 % årligt. Samtidigt hermed, er aktiviteten blevet samlet på Hospitalsenheden Horsens fra Regionshospitalet Odder, som er lukket, og fra Regionshospitalet Brædstrup, som i dag kun rummer et Livsstilscenter. Hospitalet havde en gennemsnitlig indlæggelsestid på 2,8 dage i 2012. Den høje patientaktivitet og det, at hospitalet er akuthospital, indebærer en udvidelse af stort set alle hovedfunktioner i det eksisterende hospital, herunder en udvidelse af hospitalets eksisterende akutfunktion, ambulatoriefunktion samt patient- (inkl. fødsels-) funktion. Hertil er der ligeledes krav til en fysisk modernisering af bygningerne og arealerne, som også skal understøtte nye behov indenfor effektivitet, sikkerhed, arbejdsmiljø mv. Dette vil bidrage til at gøre behovet for smart teknologi og ressourceeffektivisering endnu højere, når udviklingen for det nye hospital tages i betragtning.

I udviklingen af et "nyt" hospital fremover er der betragtninger, som indtænkes:

- Bygningsmassen vil fremover skulle tilpasses og udbygges, således at denne bedre vil kunne tilpasse sig ændringer i organisering, aktivitet og fremtidig teknisk udvikling.
- De bygningsmæssige rammer skal udvikles, således at rammerne giver bedre mulighed for anvendelse til forskellige formål afhængig af behov – f.eks. gennem indretning af multifunktionelle rum, der kan anvendes til forskellige funktioner uden eller med begrænset grad af ombygning
- bygningsmassens udvidelsesmuligheder, f.eks. hvad angår bygningernes placering i forhold til intern og ekstern logistik

En ambition er, at de fysiske rammer i høj grad skal være en medvirkende faktor til at opnå en "højt kvalificeret og effektiv udredning og behandling af patienten". Dette skal blandt andet opnås gennem at vurdere og udforme den fremtidige arealanvendelse, med fokus på effektiv drift og rationelle patientforløb. Her er der f.eks. fokus på en infrastruktur, som begrænser transport af patienter, personale, pårørende og varer, og de forskellige funktioner skal bedst muligt understøtte den tværgående og sammenhængende opgaveløsning og give let og hurtig adgang til ydelserne. Her er der også fokus på synergi-effekter, f.eks. hvad angår ressourceudnyttelsen. F.eks. skal udnyttelse af overskudsenergi og andet spild optimeres, således at man optimerer den samlede energiudnyttelse. Den effektive drift og det rationelle patientforløb skal ligeledes understøttes gennem den strategiske brug af informationsteknologi.

Hospitalet har allerede fokus på infrastrukturen og er derved i forvejen foran når det gælder brugen af IT-teknologier i driften af hospitalet. Herunder via adskillige eksisterende Tag and Trace projekter, som bidrager til en høj grad af effektivitet, sikkerhed og fleksibilitet i patientbehandlingen. Hospitalet gør i

forvejen brug af Tag and Trace på en række områder, men har et behov for at se strategisk på brugen af Tag and Trace, herunder at undersøge muligheder, og udbygge sammenhængende principper for, hvordan Tag and Trace kan gavne hospitalet indenfor de underlagte værdier – dette såvel indenfor hospitalets eksisterende rammer, såvel som fremtidige.

Der er i projektforsløbet overordnet identificeret en række hovedområder, som har relevans at undersøge med hensyn til effektiviseringspotentialer ved brugen af Tag and Trace.

I den forbindelse er der ønsket til, at Tag and Trace og øvrige effektiviseringsværktøjer så vidt muligt bidrager til en øget ressourceeffektivitet og mindskning af spild, hvor energieffektivitet er ét af de vigtigste parametre. Set i forhold til fremtidens fysiske og behandlingsmæssige udbygning af hospitalet, er det mindre relevant at tale om deciderede ressource-/energibesparelser. Her er der således primært tale om direkte og indirekte energieffektivitet, hvad angår fysisk drift og i behandlingsaktiviteterne.

Projektets partnere og organisering

Projektets partnere består af Hospitalsenheden Horsens samt rådgivningsvirksomhederne Vesko ApS og Kuben Management (tidligere NRGi Rådgivning).

Alle partnere har deltaget aktivt i både styre- og arbejdsgrupper gennem forløbet.

Hospitalsenheden Horsens har varetaget opgaven som projektleder, med bistand fra Kuben Management. Derudover er der ved projektstart etableret 4 arbejdsgrupper, hvor der er arbejdet videre med undersøgelser og analyser indenfor hvert af områderne. Den løbende fremgang, samt sammenhænge og synergi mellem områderne har været drøftet på styregruppemøder og arbejdsgruppemøder på tværs. Arbejdsgrupperne er sammensat og organiseret som følger:

- Tag and Trace teknologier, leverandørdialog og kortlægning af muligheder: Hospitalsenheden Horsens (innovationsafdelingen) og Kuben Management (NRGi Rådgivning)
- Muligheder for forbedringer af energieffektivitet vha. Tag and Trace: Hospitalsenheden Horsens (Teknisk afdeling), Kuben Management og Vesko
- Muligheder for optimering i hospitalets drift (teknik og behandlingsområdet): Hospitalsenheden Horsens (på tværs) og Vesko
- Muligheder for optimering af det strategiske vedligehold (især medico-udstyr): Hospitalsenheden Horsens (på tværs), Vesko og Kuben Management

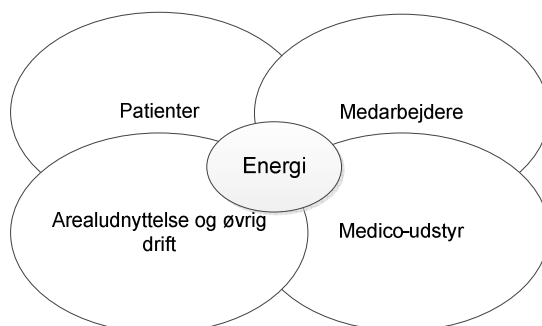
Projektets organisering og arbejdsgruppernes struktur afspejler et tværfagligt forløb, som også afspejler sig i projektets resultater, og hermed i indeværende rapport.

2. Projektforløbet

2.1 Hospitalets tilgang til projektet

Overordnede mål

Der er igennem projektforløbet etableret nogle mål for, hvad Tag and Trace skal kunne bidrage med indenfor projektforløbet. Målene hænger sammen med øvrige vigtige mål for hospitalet, som omhandler fokus på medarbejder- og patienttilfredshed, fokus på økonomi, samt fokus på effektiv og professionel drift. Projektet skal i denne sammenhæng bidrage til reduktionen af "spild" i den daglige drift, omsat til følgende hovedområder:



- *Patienter*: fokus på effektiv patientbehandling, herunder fokus på sikkerhed og det effektive patient-flow, som kan forbedre patientbehandlingen og patienttilfredsheden
- *Medarbejdere*: fokus på det effektive medarbejderflow, her især i form af reduktion i "antal skridt" og øvrige former for tidskrævende og unødige arbejdsprocesser, som frigør mere værdiskabende tid til kerneydelsen
- *Medico-teknisk udstyr*: fokus på bedre udnyttelse, bedre lokalisering med henblik på hurtigere behandling, samt forbedret vedligehold og mindsket indkøbs/anskaffelsesbehov
- *Arealudnyttelse (og øvrig drift)*: fokus på forbedret udnyttelsesgrad af arealerne, f.eks. i form af "færre tomme lokaler" eller forbedret produktion og hermed mere energieffektivitet/m². Arealudnyttelsen er i høj grad bestemmende for "det faktiske energibehov", hvorfor der skal være en overensstemmelse med arealudnyttelsen og den øvrige drift på hospitalet.

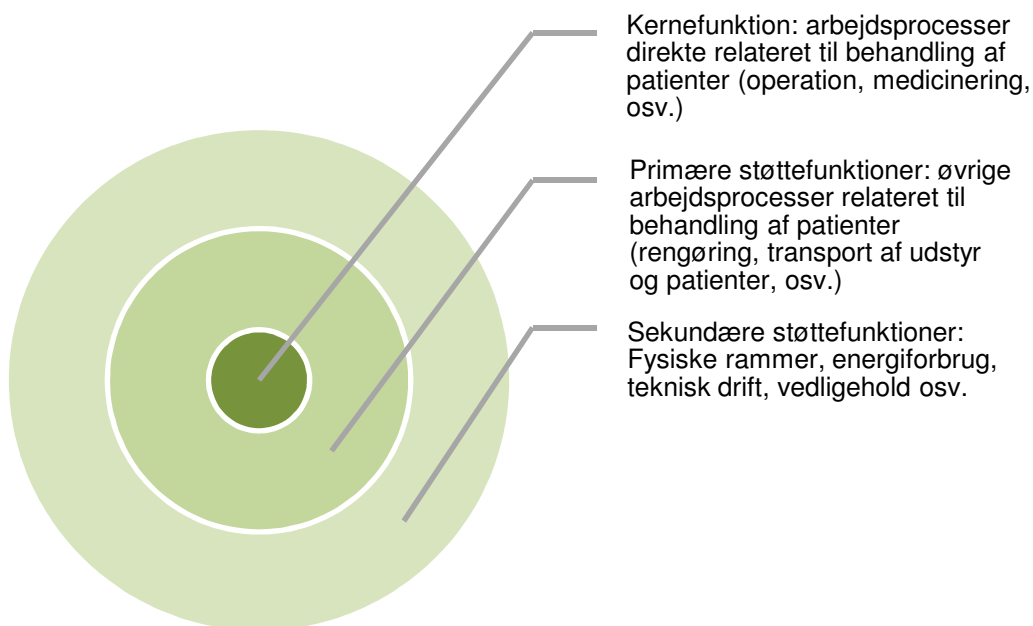
Tværgående for de forskellige hovedområder, er der fokus på effektivisering/optimering af energi, tid, og økonomi. Energieffektivisering eller reduktion af energispildet skal forstås ud fra 2 parametre:

- Direkte reduktion af energispild, gennem f.eks. forbedret drift (i form af kvantificerbare energibesparelser og/eller energiforbrug per produktionsenhed)
- Indirekte reduktion, f.eks. i form af øget/optimeret produktion set i forhold til samme eller mindre mængde energi (afkobling af produktion og energiforbrug), men hvor energieffektiviseringen vil være en ikke-kvantificérbar, afledt effekt

Målene bidrager til at etablere rammer for, hvordan projektet skal anskueliggøres. Projektets fokus på energieffektivitet og Tag and Trace skal derfor have relation til, og bidrage direkte eller indirekte til understøttelsen af optimering af identificerede spildformer.

Det er udover målene vigtigt at have "niveauet" for øje, når der er tale om effektiviseringer og reduktion af spild: spild i kernefunktionen (patientbehandlingen), samt spild i understøttende funktioner (transport, drift, vedligehold, energiforbrug osv.). Hvilken af delene bidrager identificerede effektiviseringsmuligheder til? Og kan reduktionen af spild i de understøttende funktioner bidrage til reduktion af spild i kerne-

funktionen? Dette kan derfor omsættes til følgende, figur, hvor de forskellige niveauer er indbyrdes afhængige:



Når der således i projektet er fokus på reduktion af spild, bør reduktionspotentialer i støttefunktionerne altid tage hensyn til, at der enten også afstedkommes direkte spildreduktion i kernefunktionen, opnås indirekte spildreduktion i kernefunktionen, og som det mindste kriterium ikke sker forringelser i kernefunktionen.

2.2 Analysemodel og rapportens opbygning

Den primære arbejdshypotese i projektet har været, at Tag and Trace systemer kan udnyttes til en mere dynamisk energi- og driftsstyring set i forhold til det faktiske energibehov. Ligeledes vil Tag and Trace kunne bidrage til en effektiviseret arealudnyttelse, effektivisering/reduktion af spild i forhold til medico-teknisk udstyr, samt effektivisering af medarbejder-flow samt patient-flow og -behandling.

Projektets analysemodel er visualiseret ved følgende figur, som skitserer projektets overordnede arbejdsspørgsmål:

Hospitalsfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Overordnet forståelse af de fysiske rammer for behandlingen: hvordan er hospitalet opbygget, og hvordan ser behandlingsfunktionerne ud (ambulatoriefunktion, sengehospitalsfunktion, akutfunktion mv.)?
Eksisterende energiforbrug	<ul style="list-style-type: none"> • Hvordan ser energiforbruget på hospitalet ud? • Hvilken teknik understøtter de givne funktioner? • Hvordan fungerer drift- og vedligeholdet på hospitalet (inkl. drift- og energistyring) ? • Hvordan kan det "faktiske energiforbrug" defineres?
Belastning i arealerne	<ul style="list-style-type: none"> • Hvordan ser arealudnyttelsen ud i givne funktioner? • Hvordan og hvor meget udnyttes arealerne? (tid) • Hvor belastede er arealerne? (grad/omfang)
Medico-teknisk udstyr	<ul style="list-style-type: none"> • Hvorfor skal der spores? • Hvilke udstyrstyper kan identificeres, og være relevante med henblik på sporing (hvad er parametrene)? • Hvad ville potentialerne være ved sporing?
Personale-flow	<ul style="list-style-type: none"> • Hvilke behov er der for optimering i personale-flow? • Hvordan kan personale-flow defineres og operationaliseres? • Hvad er potentialerne ved Tag and Trace og optimering af personale-flow (hvad er parametrene)?
Optimering med T&T	<ul style="list-style-type: none"> • Hvordan kan Tag and Trace udnyttes til energistyring/optimering? • Hvilke fordele/bagdele har brugen af Tag and Trace i forhold til eksisterende teknologi? • Hvad er energieffektiviseringspotentialerne ved Tag and Trace, og kan de opveje investeringen i et Tag and Trace system? • Er Tag and Trace til energistyring teknologisk muligt på nuværende tidspunkt?

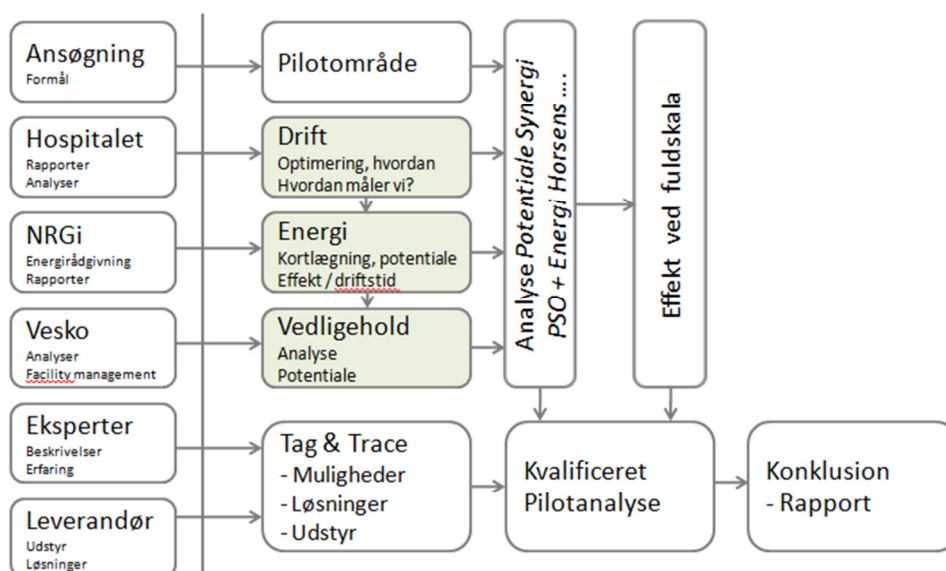
På denne baggrund er der valgt at undersøge følgende områder, som udgør analysemodellen i projektet, og som er opdelt i disse sammenhængende trin:

1. Projektets vidensgrundlag hvad angår Tag and Trace teknologier
2. Analyse af energiforbrug, teknik og drift på hospitalet og belastning i arealerne, forstået som et udtryk for det faktiske energibehov – hvor ligger mulighederne indenfor Tag and Trace?
3. Analyse af muligheder og potentialer for optimering/mindskning af spild i personale-flowet vha. Tag and Trace
4. Analyse af muligheder og potentialer for optimering/mindskning af spild i forhold til det medico-tekniske udstyr vha. Tag and Trace
5. Udvikling af Tag and Trace model

Dette leder frem til projektets resultater og anbefalinger, hvad angår dynamisk energistyring, optimering af personale-flow, drift og vedligehold af medico-udstyr samt udbygning af Tag and Trace systemer.

2.3 Projektforløbet

Projektforløbet er angivet ved følgende model:



Der har til at starte med været anlagt en række spor i projektet, hvor der til dels er blevet arbejdet på at identificere relevante pilotområder, samt etableret fire arbejdsgrupper, der skulle bidrage til at identificere muligheder og potentialer indenfor projektets fokusområder:

- Gruppe 1. Optimering af drift (medarbejderskridt og lokaleudnyttelse)
- Gruppe 2. Optimering udstyrs- og rumbelastning samt vedligehold
- Gruppe 3. Effektivisering af energiforbrug
- Gruppe 4. Kortlægning af TT teknologi og dialog med leverandører

Det har vist sig igennem projektløbet, at der ikke er tilstrækkeligt grundlag til en afprøvning af teknologier i fuld skala, hvorfor de fire arbejdsgrupper har arbejdet videre med at etablere grundlaget for en teoretisk muligheds- og potentialevurdering i stedet. Arbejdet med indsamling af datagrundlaget og udvikling af en teoretisk model har været relativt mere omfattende af karakter, end hvis der havde været mulighed for afprøvning og herigennem dataindsamling. Følgende skridt er analytisk blevet foretaget igennem forløbet:

- Det nuværende energiforbrug er blevet kortlagt gennem en række fysiske gennemgange og indsamling af tilgængelige data (f.eks. fra CTS-anlæg)
- Løbende og langvarig dialog med potentielle leverandører, samt regionens IT, vedrørende Tag and Trace teknologier og potentialevurdering
- Kortlægning af hospitalets tekniske installationer og driftsstrategier gennem fysiske gennemgang og indsamling af tilgængeligt teknisk data
- Kortlægning af hospitalets eksisterende administrative data
- Kortlægning af hospitalets medico-tekniske udstyr gennem administrative data
- Kortlægning af hospitalets arealanvendelser gennem en række fysiske gennemgange
- Udvælgelse af pilotområder og dialog/interviews med personale fra de udvalgte afsnit
- Opsætning af teknologier og måling af rumbelastninger på lægegang med 3 forskellige sporingsteknologier

- Løbende udvikling og arbejde med Tag and Trace model
- Løbende arbejdsgruppemøder og styregruppemøder

I løbet af projektet besluttede styregruppen at ændre strategi, så projektet i højere grad fokuserede på løsningsmuligheder fremfor i praksis at afprøve forskellige Tag and Trace teknologier til dataindsamling fra pilotområderne. I stedet for faktiske måledata fra de udvalgte pilotområders belastnings- og brugsmønstre er der anvendt administrative data, som på tilnærmet vis kunne illustrere de faktiske forhold. Disse data indgik efterfølgende i en udviklet simuleringsmodel til beregning af arealanvendelsen og hermed de faktiske energibehov i pilotområderne. Modellen blev efterfølgende skaleret op til hele hospitalsområdet. Den ændrede strategi viste sig yderst brugbar med henblik på at vurdere potentialerne ved en mere dynamisk energistyring.

3. Analyse af Tag and Trace teknologier og systemer

3.1 Problemstilling

RFID er endnu ikke færdigudviklet til sundhedssektoren, men flere danske og udenlandske eksperter spår at RFID teknologien med små chips og radiosendere i løbet af de kommende år vil finde vej til hospitalerne til at holde styr på medicin, udstyr, patienter, personale m.m.

Det er denne påstand, der har været projektets udgangspunkt sammen med en forventning om at samme teknologi også vil kunne udnyttes, til at skabe bedre balance mellem energibehov og energiforbrug. Projektet har derfor vurderet og undersøgt mulighederne med to forskellige hovedtyper indenfor Tag and Trace teknologier til henholdsvis energistyring og til sporing af udstyr og personer.

Kapitlet indeholder derfor en gennemgang af de Tag and Trace teknologier, der har været undersøgt, herunder hvordan Tag and Trace teknologier og systemer skal forstås. Derudover gennemgås de erfaringer og det vidgrundlag, projektet har opnået gennem en dialog med leverandører og en gennemgang af andre lignende projekter i udland og indland. Kapitlet afsluttes med en gennemgang af eksisterende erfaringer med Tag and Trace på Hospitalsenheden Horsens, samt hvilke overordnede områder, hospitalet ønsker at undersøge potentialer indenfor, hvad angår effektiviseringer ved brug af Tag and Trace. Ovenstående gennemgang giver det nødvendige vidensgrundlag, herunder teknologiforståelse, til en efterfølgende vurdering af mulighederne indenfor energistyring, og effektiviseringspotentialer indenfor udstyr og personale-flow.

3.2 Tag and Trace teknologier

Tag and Trace teknologier kan, med udgangspunkt i RFID, bruges til:

- Sporing
Sporing handler om at spore patient/personalebevægelser, udstyr etc. fra A-B – hvor har de været eller bevæget sig i systemet/i arealerne, f.eks. over en given periode?
- Positionering/lokalisering
Positionering handler om, at kunne finde en persons eller udstyrs præcise lokation i et givent system/arealer, her og nu.
- Identifikation
Identifikation handler om, entydigt at fastslå hvem eller hvad, der foretager en bestemt handling såsom at betjene udstyr, opnå adgang til bygninger, IT-systemer, at blive vedligeholdt mv.

Et samlet Tag and Trace system skal forstås som det samlede kommunikationssystem, fra teknologi til evt. opsamling af data, til informationsleverancen til brugeren:

- Information kan gå direkte fra en Tag and Trace device til brugeren – f.eks. medarbejdertelefoner, der har en tracking-device (f.eks. GPS) indbygget, og som derved sender direkte besked til brugeren om, hvor den nærmeste kollega befinder sig. Her er det især inden for real-time positionering, at dette gør sig gældende.
- Information kan også opsamles gennem data fra Tag and Trace devicen, som opsamles i en softwarebaseret database og derfra bearbejdes og kommunikeres videre til brugeren. Dette er særligt relevant ved sporing. Her gælder det især, at:
 - I første omgang skal det besluttes, hvilken form for data man skal bruge, der har betydning for hvilken teknologi, der skal benyttes – skal passiv eller aktiv teknologi benyttes, eller en kombination af begge?

- Herefter skal dataen opsamles fra teknologien og behandles med fokus på slutbruger(ne) – hvor dataopsamlingen typisk vil ske trådløst, kan bearbejdelsen ske ”manuelt” eller gennem software (databaseopsamling, databeregninger, osv.)
- Rammer og metode for databehandling skal bestemmes, og kommunikeres, afhængigt af de forskellige målgrupper, der skal bruge informationen

Hvor databehandling og kommunikation til brugeren kan foregå gennem mange forskellige informationskanaler og teknologier, har Tag and Trace systemet den fordel, at den kan foregå trådløst fra A-Z. Det giver den klare fordel, at især behandlingspersonalet, som primær målgruppe, kan få leveret informationen direkte i ”egen lomme”, f.eks. gennem en særlig teknologi (f.eks. smart-phone), som den enkelte medarbejder har på sig. Hermed behøver personalet f.eks. ikke at ”løbe” frem og tilbage ved info-skærme eller computere, for at få den information, der ikke sjældent skal bruges akut. Samtidig kan informationen leveres ”med det samme”, f.eks. gennem en ”her og nu” positionering af et efterspurgt medico-teknisk udstyr.

Undersøgte sporingsteknologier

De undersøgte teknologier er primært indenfor RFID (Radio-Frequency Identification) teknologi som fællesbetegnelse, herunder:

- Passiv teknologi
 - LF - ”Low Frequency” teknologi: aflæsning på 10 cm afstand, 1 genstand af gangen
 - HF – ”High Frequency” teknologi: aflæsning på 0,5 m afstand, flere genstande af gangen
 - UHF – ”Ultra High Frequency” teknologi: aflæsning på 5-10 meters afstand, aflæsning af op til 300 genstande per sekund – dette er en standardiseret teknologi
 - NFC – ”Near Frequency Communication” teknologi: point-to-point aflæsning, f.eks. indenfor sikkerhed og betaling (f.eks. dankortsterminaler) – dette er en standardiseret teknologi
- Aktiv teknologi
 - Telemetri: her er der tale om real time systemer, som dog ikke er en standardiseret teknologi – bruges til data og positionering
 - RTLS (wifi): Real Time Locating System – anvender wifi-teknologien, og benyttes især til lokations-bestemmelse
 - GPS: Global Positioning System: her er der tale om satellit kommunikation, som ligeledes bruges til lokations-bestemmelse

Passive Tags

Denne teknologi kan på mange måder sammenlignes med en mere avanceret form for strejkode. I stedet for en strejkode anvendes en ”tag”. En tag er en lille antenne (folie), hvorpå der er monteret en chip. En sådan tag vil typisk have en størrelse på omkring 8 x 50 mm mens den lille chip er 1,5 mm i diameter.

Når en tag kommer ind i et radiofelt, vil antennen generere energi til den lille chip/processor og en værdi vil blive afsendt. Da registrering af en tag foregår via radiobølger er det ikke nødvendigt at taggen er synlig. Det betyder, at en given proces kan laves fuldautomatisk (ingen manuel betjening eller besvær med at finde den rigtige strejkode).

Udviklingen af de passive tags er kommet langt både med hensyn til holdbarhed og prisniveau, og der findes i dag mange forskellige typer:

- Lav frekvens til korte afstande (10 cm, med et emne ad gangen)
- Høj frekvens til afstande på 0,5 meter med op til 30 emner ad gangen

- Ultra høj frekvens til afstande på 5 - 10 meter med op til 300 emner per sekund.

Aktive Tags

Modsat passive tags, skal aktive tags have et batteri. Denne type tag kommunikerer typisk via et standard trådløst netværk (WiFi) eller lignende. Aktive tags er en anden teknologi end passive tags. Til sammen komplementerer de behovet for sporing, identificering og positionering af emner. Aktive tags kan være en fordel, såfremt der f.eks. allerede er etableret et WiFi netværk. De aktive tags er særligt anvendelige til positionering og sporing samt registrering af temperaturer, som f.eks. sporing af mobilt hospitalsudstyr eller personers bevægelsesmønstre indenfor en fastlagt geografi på en eller flere etager, eller alarmer fra vigtige køleprocesser.

3.3 Dialog med leverandører

Projektgruppen har været i dialog med en række leverandører med henblik på at afsøge markedet for udviklede teknologier og løsninger.

Der er i projektet undersøgt løsninger fra følgende virksomheder, samt samarbejdet med og testet et par af udbyderne i projektet (markeret med fed):

- | | | |
|--------------|----------------|------------------|
| ▪ Motorola | ▪ 2Trace | ▪ Ekahau |
| ▪ Lyngsøe | ▪ Prosign | ▪ Sonitor |
| ▪ Systematic | ▪ Go-Applicate | ▪ Vemco |

Ingen af de kontaktede leverandører har erfaring med at anvende Tag and Trace til energistyring, hvor der er tale om at tage brugsmønstre i lokaler eller afsnit eller på anden vis identificering og kommunikation af faktiske energibehov sammenkoblet med styring af anlæg. Hertil er tilbagemeldingen, at forskellige opstillede scenarier, som vil blive drøftet senere i indeværende rapport, og som er drøftet mellem arbejdsgruppen og de enkelte leverandører, er for krævende rent teknologisk, eller for omkostningsfulde. Her handler det især om, at de portaler, der skal opsamle data fra tags, er for omkostningsfulde i forhold til den mængde, der vil være behov for med hensyn til udbygning af et Tag and Trace system til energistyring alene.

Det står derfor rimelig klart, at Tag and Trace teknologi på nuværende tidspunkt, ikke med den nuværende teknologi og måske især økonomi, er den bedste måde direkte at effektivisere energiforbruget på, men måske kan være ganske velegnet til at forbedre hospitalets drift i øvrigt. Den eksisterende teknologi er velegnet til sporing og lokalisering af udstyr og personer og til overvågning af enheder, hvor det er vigtigt at kende den aktuelle driftstilstand.

Skal hospitalet have det maximale udbytte af sporing, identificering og lokalisering af udstyr og personer, står det klart at informationerne skal være let tilgængelige for brugerne og som tidligere nævnt ikke nødvendigvis præsenteres på centralt placerede skærme, men i stedet vises decentralt igennem personligt udstyr. Dette er en konklusion der er opnået ved, at markedet i dag præsenterer et væld af teknologier, der skal kommunikere forskellige slags data til brugerne – her ville et skrækszenarie være, at brugerne enten skal forholde sig til for mange teknologier, eller skal bruge mere tid på at finde de mange informationer, der oprindeligt er tiltænkt som hjælp/optimering af hverdagen.

Afprøvede teknologier

Der er i projektet afprøvet 3 forskellige slags teknologier på et pilotområde, hvor data ikke var tilgængeligt på øvrig vis. Teknologierne er afprøvet på lægegang på P3 (tredje sal i bygning 5) til identificering af brugsmønstre og personalebelastning henover døgnet i forskellige arealer på afsnittet. Resultaterne af afprøvningen gennemgås i kapitel 4. Der er til formålet opsat et målesystem fra virksomheden Vemco, og der er blevet afprøvet følgende 3 forskellige typer af teknologier:

1. Måler baseret på kamerateknologi

Måleren baseret på kamerateknologi er den mest præcise teknologi, der har været afprøvet. Denne er placeret i gangarealet på P3, således at der kan spores aktivitet ind og ud af afsnittet. Fordelen ved kamerateknologi er, at teknologien kan "genkende" eller registrere personer, med henblik på f.eks. at spore hvor længe, vedrørende befinder sig i arealet indenfor søgefeltet. Den udvalgte teknologi kan dog ikke genkende personen fra gang til gang, og så snart personen bevæger sig ud af søgefeltet, kan udstyret ikke registrere, at der er tale om den samme person. Der kan desuden være en udfordring med udstyret, hvis der er flere personer, der går ind eller ud samtidig. Fordelen ved kamerateknologien er dog, at denne kan registrere aktivitet over et forholdsvis stort område, og at udstyret kan justeres gennem at tilgås via internettet og foretages en virtuelt styret og visuel justering i placering, detaljeringsgrad, sporingsparametre og lignende. Der er hermed tale om et "intelligent" sporingsystem. En øvrig udfordring ved udstyret er, at enhedsprisen er meget høj, set i forhold til øvrige teknologier.

2. Målertrafik forbi censoren, ind og ud

Det andet afprøvede system er lidt mere "primitivt". Her er 2 censorer placeret, således at den ene sensor måler bevægelser ind, og den anden sensor måler bevægelser ud, af et givent areal. Teknologien blev placeret ved indgangen til sekretærkontoret på P3, hvor det administrative personale (her primært sekretærer) holder hus. Denne teknologi giver en måling, der viser *retningen* af trafikken, der bevæger sig forbi måleren. Dog kan teknologien ikke genkende, om samme person går ind eller ud, dvs. at teknologien ikke kan genkende og registrere det reelle antal personer, der benytter sig af arealerne dagligt.

3. Målertrafik forbi censoren

Den tredje afprøvede teknologi er en relativt lav-teknologisk løsning sammenlignet med de to ovenstående. Denne er baseret på en lysensor, der via infrarød registrerer bevægelser. Hver gang lysstrålen brydes, det vil sige at der er trafik *forbi* censoren, tæller det for en bevægelse. Denne teknologi blev placeret ved lægekantoret, som er det største kontor på lægegangen. Denne teknologi kan således ikke registrere, hvorledes man bevæger sig ind eller ud af arealerne. For at give et reelt billede over antal bevægelser, skal resultaterne divideres med 2 (bevægelser ind og ud af det givne areal).

Generelt kan det siges, at nøjagtigheden på den første teknologi ligger på ca. 90 %, den anden teknologi på ca. 80 %, og den tredje noget lavere. Erfaringerne med afprøvningen viser, at teknologien gerne må være relativt præcis, hvis tolkningen af personalebevægelserne skal kunne foretages uden forudgående kendskab til arbejdsgangene. Her viser sig den tredje teknologi ikke at være tilstrækkelig. Fordelen ved den første teknologi er, at denne vil kunne indstilles til mange forskellige sporingsopgaver, men teknologien koster selvfølgelig også derefter.

Udover Vemco, samarbejder hospitalet i forvejen med virksomheden Sonitor, med sporing af medarbejdere i akutafdelingen vha. ultralyd. Erfaringerne med sporingsteknologien fra Sonitor er vigtig at inddrage i projektet, med hensyn til muligheder for netop sporing af personale, hvilket vil blive uddybet senere i rapporten.

3.4 Overvejelser i forhold til patienter og medarbejdere

Hospitalet har igennem det sidste år "tracket" medarbejderne i Akutafdelingen med ultralyd. Inden opstart af projektet var der overvejelser om medarbejderne ville opleve at blive "overvåget". Man gjorde det derfor klart for alle, at systemet var til fordel for medarbejdere imellem, som bedre kunne lokalisere hinanden i de ofte akutte situationer, og finde ud af, om vedrørende var optaget eller ledig, og at systemet derfor ikke skulle udnyttes til overvågning af deres arbejde.

Lægegruppen var de første, som blev tracket, hvorefter sypleje-gruppen fulgte efter. I dag er alle medarbejdere i Akutafdelingen tracket, når de er i afdelingen. Medarbejderne oplever nu en afhængighed af systemet, som vises på afdelingens kliniske logistiktavler, "Cetrea emergency", idet der opleves færre forstyrrelser i arbejdet, mere ro i afdelingen men også sparede skridt for den enkelte medarbejder. Det

har været Hospitalets vision hele vejen igennem, at "tracking" netop ikke skulle handle om overvågning, men om effektivisering af flow i afdelingerne. Samme overvejelser gøres i relation til på sigt at spore patienter og øvrigt personale.



Foto fra Akutafdelingen, hvor der hænger Klinisk Logistiktavler, hvor personalets position fremgår.

3.5 Erfaringer fra andre projekter og andre lande

Der kan identificeres mange projekter i ind- og udland, der har arbejdet med at afdække forskellige potentialer med Tag and Trace teknologi, og hermed også en række konkrete erfaringer, der kan opsamles.

Det Nye Universitetshospital i Århus

Ud over Regionshospitalet Horsens, der selv arbejder innovativt med at afprøve forskellige teknologier, har Det Ny Universitetshospital i Århus (DNU) arbejdet med at afdække behovet og potentialerne for Tag and Trace teknologi, herunder hvilke teknologier, der egner sig hvorhenne i hospitalsverdenen. Se model nedenfor:

Anbefalinger om teknologi

Sporing af	Type 1 Små/mange/billige objekter	Type 2 Andre objekter
Behov for sporing	Varebakker, væskeposer, medicin, instrumenter, småt udstyr, etc.	Personer, vogne, senge, medicinsk udstyr, it-udstyr, hjælpemidler, etc.
På udvalgte steder	RFID/stregkoder	RFID/stregkoder
Mellem bygninger, afsnit og etager	RFID	RFID (Wi-Fi)
Overalt på hospitalet indenfor 3-10 meter	Ikke muligt	Wi-Fi
I udvalgte lokaler med høj sikkerhed	RFID	RFID
Mere nøjagtigt end et lokale	Manuelt med RFID/stregkoder	Manuelt med RFID/stregkoder Andre teknologier, fx ultralyd

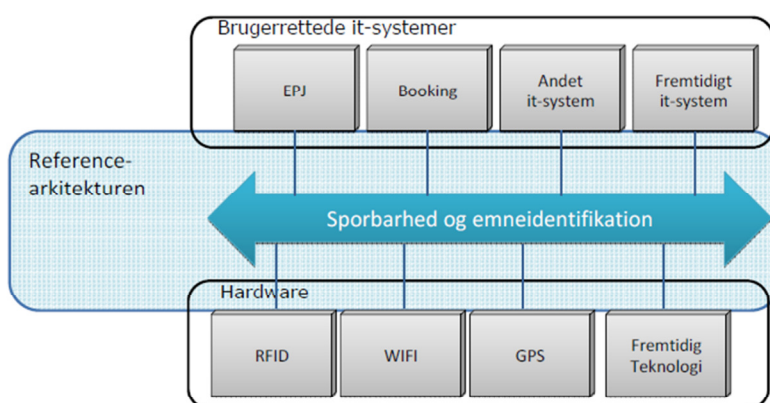
Med forbehold for ændringer.

Tabellen viser primært de gængse teknologier, der anbefales udnyttet, ved sporing af udstyr og personer. Især her viser DNU's undersøgelse, at sporing af personer, herunder medarbejdere bedst foregår gennem udnyttelsen af et eksisterende wifi-system, med aktive tags, der f.eks. kommunikerer via ultralyd. Ultralyd viser sig at være den mest nøjagtige teknologi til positionering af især medarbejdere.

DNU arbejder i den forbindelse med at etablere standarder for brugen af Tag and Trace teknologi på regionsniveau i Region Midtjylland, som hermed skal være gældende for samtlige af regionens hospitaler og sygehusafsnit. Dette arbejde baserer sig blandt andet på internationale standarder på området. Samtidig er det DNU, der leder de overordnede udbud, der skal gælde på regionsniveau, herunder for Hospitalsenheden Horsens.

Som led i arbejdet på regionsniveau har DNU forholdt sig til behovet for en reference arkitektur, der samler informationer fra potentielle Tag and Trace teknologier og distribuerer dem til de rette modtagere, samt sikrer at teknologierne kan tale sammen på hus- og regions-niveau. Se model nedenfor:

Referencearkitektur for sporbarhed og emneidentifikation



Det Nye Universitetshospital i Aarhus

Hovedpointen med en referencearkitektur er, at man ser systemerne som en modulopbygget helhed set i forhold den funktion, systemerne samlet bidrager til (overordnet forstået som en støttestruktur for effektiv patientbehandling). En sammenhængende arkitektur skal bidrage til, at:

- Data kan genbruges på tværs af systemerne og anvendes til sammenkørsler
- Det er billigere og enklere at udskifte delsystemer undervejs, og hermed også at køre udbud på ny teknologi
- Det gør det lettere at understøtte forretningen
- Mulighed for moderne løsninger, såsom "single sign on" (fælles indgang til personalet)
- Bedre muligheder for integration af systemer i den samlede platform

En referencearkitektur stiller krav til, at der etableres et principsæt, som netop angiver rammerne for det fælles systemplatform. Hermed kan fremtidige Tag and Trace projekter bedre planlægges og styres, ligesom det giver bedre mulighed for at forudse gevinster, udfordringer og fremtidsudsigter.

DNU har derudover praktisk erfaring fra 2 igangværende pilotprojekter med Tag and Trace, som har udgangspunkt i en praktisk test (proof of concept) af referencearkitekturen. Det ene projekt omhandler styring af sengeflow på hospitalet, og det andet pilotprojekt omhandler en smart-phone app til "selvhjulpne" patienter, selv at finde rundt på hospitalet.

Herlev Hospital

Herlev Hospital har siden december sidste år (2011) udleveret alt personaletøj automatisk med et system, der registrerer hvert stykke tøj ved hjælp af RFID-teknologi. Medarbejderen stikker sit ID-kort ind i en udleveringsautomat, og 15 - 18 sekunder efter kommer der et stykke tøj ud.

Hvert stykke tøj har en passiv RFID-chip isat, og når en medarbejder afleverer sit tøj i en af de fem afleveringsautomater på omklædningsgangen, registreres det og sendes videre til vask.

Før automatiseringen, fik hospitalet indsamlet ca. 24.000 stykker tøj, der ellers har ligget "rundt omkring" hos medarbejderne. Ved hjælp af RFID-teknologien er der i dag 9.000 stykker tøj i omløb. Ud over en besparelse på det, der tidligere har været en stor udgift til forsvundet tøj, er der nu opnået en årlig besparelse på en halv mio. kr. til almindeligt indkøb af arbejdstøj.

Erfaringer fra USA

Her har arbejdsgruppen især identificeret et hospital i Georgia, som tidligere har haft en ekstern leverandør til at spore både lokation og brug af det mobile hospitalsudstyr. Hospitalet har nu i stedet valgt at tage opgaven hjem, og fundet ud af, at de ved hjælp af RFID kan spare rigtig mange penge.

Valget faldt på et system med 900 MHz aktive RFID tags (RTLS), og det har siden vist sig at spare hospitalet for ca. \$400.000 om året. Nu har man mulighed for, på en mere effektiv måde at spore, hvor det mobile hospitalsudstyr er, og ikke mindst hvad det bliver brugt til.

RFID systemet blev taget i brug i maj 2010, og dækker ca. 75 % af hospitalets samlede areal. Tidligere ville man have betalt en ekstern leverandør til at lokalisere udstyret og viderebringe dem til hospitalets koordinator, som herefter selv bragte dem videre til de forskellige patientværelser. I dag bruger hospitalet eget personale til at lokalisere enhederne og bringe dem til koordinatoren.

Hospitalets personale kan se enten et kort eller en enkelt afdeling på intranettet. Medarbejderne kan indtaste et ID nummer, hvorefter man på kortet kan lokalisere enheden i det område, som er dækket af RTLS-teknologien. Medarbejderne kan også se, hvilket udstyr, der er i hvilke områder.

Erfaringer fra Tyskland

Hospitalet i Bielefeld, som er beliggende i Midt-Tyskland, har som de første udstyret alle senge med RFID-brikker. På den måde kan alle senge nemt identificeres og rengøres efter behov.

Ved hjælp fra RFID-brikker kan hospitalssenge nu selv fortælle, hvornår de skal gøres rene. I skrivende stund er der et projekt i gang, der skal hæve det generelle rengøringsniveau af hospitalssenge i Tyskland, på baggrund af erfaringerne fra Bielefeld.

Siemens har sammen med sengeproducenten Stiegemeyer indbygget to UHF-RFID sendere i sengene. Radiobrikkerne sender et signal til modtagere ved dørene, som sender dataen videre til administrations-softwaren. Derfra sendes instruktioner tilbage om, hvilken grad af rengøring den konkrete seng kræver.

Med nyt administrations-software og integrerede RFID-brikker kan alle senge nu overvåges og rengøres, mens der tages højde for, om en patient har ligget med en brækket ankel eller med en smitsom sygdom i sengen.

I fremtiden kan man på hospitalet også overvåge, hvor længe rengøringen og vedligeholdelsen varer. Ud fra disse oplysninger kan man konstant forholde sig til behovet for antallet af senge. På den måde står man ikke med for mange senge, der optager plads, eller for få senge, så der ikke er plads til patienterne.

På *hospitalet i Saarbrücken* bliver patienterne udstyret med specielle RFID-armbånd med deres patientnummer indkodet. Dermed kan de lettere identificeres i forbindelse med uddeling og dosering af medicin. Resultatet er større sikkerhed i denne proces på hospitalet, samtidig med at administrationen og arbejdsgangene på hospitalet bliver lettet.

Andre brancher

RFID teknologien er derudover allerede kendt i flere brancher. I logistikbranchen er RDFI med til automatisk at holde styr på ind- og udgående varer. Hos DKI logistik anvendes retningsbestemt RDFI i forbindelse med læsning og lodsning af containere, samt ved flytning af paller mellem haller. For at sikre deltagelse har Social- og Sundhedsskolen Syd indført sikker og nem mødere registrering af skolens 600-700 elever ved hjælp af RFID. I vaskerisektoren anvendes RDFI til lokal styring af hospitalsdepoter og hygiejnekontrol.

3.6 Tag and Trace på Hospitalsenheden Horsens

Hvad Tag and Trace forventes at kunne udnyttes til

Mange forskellige områder er blevet drøftet, hvor Tag and Trace kan bidrage til en effektivisering af arbejdsgange eller patientservicen, i henhold til Regionhospitalets visioner. Dette er indenfor følgende områder:

1. Energioptimering
2. Lokaleudnyttelse
3. Udstyr
4. Medarbejdere
5. Patienter

Energioptimering

Energieffektiviseringen er det vigtigste fokus i projektet, hvor det primært er spørgsmålet, om og hvordan Tag and Trace kan bidrage til en mere effektiv energistyring. Dette gennem en mere effektiv afstemning mellem drift, og det faktiske energibehov på konkrete arealer. Det har været drøftet, hvad der skal til, for at "afdække de faktiske energibehov", og hermed, hvilken funktion Tag and Trace skal have.

Her har undersøgte spørgsmål været:

- Hvordan kan det "faktiske energibehov" defineres i en hospitalssammenhæng, og hvordan undersøges dette?
- Hvor "dybt" kan vi komme i styringen af arealer – på rumniveau eller afsnit – og hvilket datagrundlag skal bruges?
- Hvordan kan Tag and Trace udnyttes, og giver brugen af Tag and Trace en større optimering ved energistyring, og hvad er fordelene sammenlignet med gængse styringsteknologier (CO₂-følere, pir-sensorer etc.)?
- Hvordan kan et samlet potentiale for energieffektivisering vha. Tag and Trace identificeres for den samlede Hospitalsenhed?

I projektets regi er der primært tale om, at koble belastningsprofiler/brugsmønstre for forskellige arealer tættere sammen med anlægs- og udstyrsdriften, og hermed opnå en mere energieffektiv drift.

Lokaler/rum

Som en afledt effekt af, at kende det faktiske energibehov, blev der i styregruppen igennem projektforløbet åbnet for en diskussion af, hvor godt man i forvejen udnytter givne arealer – hvorfor energistyre, hvis man kan producere mere/bedre i de samme arealer?

Her er det hypotesen, at der i sporingen af brugen af lokaler/rum og andre arealer, kan være potentialer i at skabe overblik over belastningsprofiler (brugsmønstre), og hermed hvorvidt arealerne bliver udnyttet optimalt. Dette kan f.eks. omhandle en sub-optimal brug af kontorlokaler, som måske skaber et fejlagtigt billede af, at der mangler kontorlokaler på hospitalet. Et andet eksempel kan være, om brugen af

sengestuer kan optimeres, således at en nogle af dem helt kan nedlukkes om natten, i weekender eller i mindre spidsbelastede perioder, eller gøres mere effektivt klar til brug mellem patienterne. Hermed vil energieffektivitet have et omdrejningspunkt i bedre udnyttelse og effektiviseret produktion i givne arealer, for det samme energiforbrug.

Udstyr

Med hensyn til udstyr er der primært tale om det mobile udstyr. Her kan det dreje sig om:

1. At lokalisere udstyr, som der bliver brugt meget tid på at lede efter, f.eks. gennem sensorer der registrerer hvornår udstyret kommer ind og ud af forskellige afdelinger og lokaler. Dette ville kræve et dækkende Tag and Trace system i hele hospitalet
2. At registrere udstyr der udlånes til patienter udenfor hospitalet. Her ville det f.eks. kunne være omkostningseffektivt, at kombinere med en registrering af patienternes telefonnummer, således at der kan sendes en reminder (sms) om aflevering af udstyr. Ved det mindre omkostningstunge udstyr kan der være tale om at oprette et mindre gebyr på udlåning, så der ikke nødvendigvis skal bruges så meget tid på at få det afleveret tilbage.
3. At finde ud af, hvornår og hvor ofte et givent el-forbrugende udstyr udnyttes, og registrere hvornår dette skal til opladning. F.eks. hvor ofte oplever personalet ikke at kunne udnytte et givent apparat fordi det er løbet tør for strøm, og er der et overforbrug af nogle af apparaterne med større slid til følge, fordi der netop ikke er helt styr på hvor og hvornår det bruges, samt hvornår det skal oplades?
4. Tracking af udstyrsanvendelse (f.eks. driftstimer) og integration med vedligeholdsdatabasen, med henblik på bedre at planlægge drift og vedligeholdet af en given udstyrsgruppe. F.eks. registreres planlagt vedligehold i databasen, og der spores efter hvor udstyret befinder sig, når det skal vedligeholdes. Vedligeholdet kan f.eks. planlægges således at man tager én afdeling af gangen, med henblik på at forstyrre afdelingerne mindst muligt.

Noget af det faste udstyr vil på sigt kunne indgå, hvis det f.eks. handler om at identificere, om udstyr placeret forskellige steder i et eller flere afsnit er i brug – og om den nærmeste lokalitet, hvor udstyret er ledigt og måske hurtigt kan bookes.

Det har været drøftet, hvilke dele af ovenstående, der vil kunne indgå i indeværende projekt, med hensyn til at identificere effektiviseringspotentialer vha. Tag and Trace. Her er det især pkt. 1 og 4, der har været i fokus, som kunne være relevante med hensyn til de teknologier, der er i spil (RFID).

Der er igennem projektforløbet arbejdet med at kortlægge mulige udstyrsgrupper, der vil være relevante at spore/lokalisere. Det stod dog hurtigt klart, at en kortlægning af udstyr med henblik på sporing er meget kompleks, da muligheder for sporing afhænger i høj grad af hvordan det enkelte afsnit bruger udstyret, med mindre der er tale om tværgående udstyr. Af denne årsag kræver kortlægningen en høj grad af brugerinvolvering, samtidig med at det enkelte udstyr skal vurderes med hensyn til en række parametre – f.eks. kan det overhovedet betale sig at spore set i forhold til enhedsprisen, skyldes behovet for sporing manglende procedurer eller uhensigtsmæssig adfærd, osv. Kortlægning af udstyr med henblik på potentialer ved sporing blev vurderet for stort og komplekst et projekt til projektets rammer, tid og økonomi. Her er anbefalingen, at der på hospitals- og regionsniveau arbejdes videre med at etablere nogle principper for, hvilke udstyrskategorier der kunne være interessante at arbejde med, hvor der kunne etableres konkrete pilotprojekter og på denne baggrund udarbejdes konkrete businesscases.

Projektgruppen har især fundet det interessant, at arbejde videre med pkt. 4 om tracking af udstyrsanvendelse set i forhold til integration i vedligeholdsdatabasen, da det her handler om en mindre omfattende mængde udstyr der skal vedligeholdes, og som ud fra givne parametre nemmere kan kortlæg-

ges. Vedligeholdet har ligeledes stor relevans hvad angår effektiviteten i den daglige drift og ressourceeffektivitet.

Medarbejdere

Med hensyn til medarbejdere har hospitalet i forvejen et Tag and Trace projekt kørende i Akutafdelingen, der omhandler sporing af læger og sygeplejersker samt andre faggrupper, der har deres gang i akutafdelingen. Her kunne det være interessant, også at inddrage andre personalegrupper i andre afdelinger, relateret til en effektivisering af arbejds gange og flow. Inddragelsen af medarbejderne i udformningen af systemet kan bidrage til at sikre en god og brugerrettet implementering af systemer, samt optimal udnyttelse af systemet efterfølgende.

I den forbindelse er energigevindsten også indirekte, i form af en mere effektiv ressourceudnyttelse, eller mere effektiv behandling i forhold til samme energiforbrug. Ud over effektiviserings og ressourcegevinster, er der et stort incitament i, at forbedre arbejdsmiljøet – kan der vha. effektivisering vha. Tag and Trace skabes et bedre arbejdsmiljø som afledt effekt? Dette kan f.eks. være i form af større overblik og mindre stress.

Patienter

Der kan gøres mere for at effektivisere arbejdsprocesserne og øge patientservicen. Det opleves relativt ofte, at patienterne kommer for sent til aftaler, da de først skal bruge tid på at finde en parkeringsplads. Samtidig skal patienterne rundt til forskellige afdelinger på hospitalet, hvis de f.eks. skal tage forskellige prøver før en operation.

Det ville være optimalt at vide hvor patienterne bevæger sig på hospitalet, samtidig med at udvikle en applikation til patienterne om hvor de skal hen. Der kan også arbejdes med en bedre kommunikation mellem afdelingerne mht. forløbet for den enkelte patient. Det opleves også, at ventende patienter "forsvinder" – f.eks. ned til kiosken. Her kunne et tracking-system også være optimalt, f.eks. i form af et sporingsbart armbånd med patientoplysninger, som evt. også kan kommunikere med patienten.

Sammenhængen til energi ville være, at patienterne kommer hurtigere igennem forløbene og hermed giver et hurtigere patientforløb set ift. samme energiforbrug. Der vil ligeledes kunne hentes gevinster ved mindsket arealbelastning (at patienterne kommer hurtigere/mere effektivt igennem A-B-C). Udover energigevindsten ville sporing af patienter have relevans for hospitalets Kvalitetsstyring, i og med at sporing vil kunne bidrage til et tydeliggere billede af hvor, hvordan og hvornår, patienterne befinder sig på Hospitalet. Dette ville bidrage til værdifuld viden i sammenhæng med eksisterende patientrettede systemer. Sidst men ikke mindst vil der være et sikkerhedsmæssigt perspektiv, som ville retfærdiggøre sporing af patienter – f.eks. gennem passive tags i dørkarme eller lignende.

Patientsporing vurderes dog at være et relativt omfattende projekt i sig selv, hvor det kan tage lang tid at få de tilladelser der skal til i henhold til persondataloven, herunder patientsamtykke og patientinformationssikkerhed mv., og er derfor ikke en del af indeværende projekt.

Eksisterende Tag and Trace projekter på Hospitalsenheden Horsens

Der er på Hospitalsenheden Horsens allerede etableret en række Tag and Trace teknologier, som har været initieret som decentrale projekter i afdelingerne. Der har derfor været nødvendigt indenfor projektets rammer at kortlægge og skabe et samlet overblik over de eksisterende teknologier og projekter. Herunder også at vurdere, om der er erfaringer, der kan udnyttes i forbindelse med dette projekt.

På Hospitalsenheden Horsens er der i dag, med hensyn til eksisterende sporingsaktiviteter, primært tale om sporing af personale eller udstyr:

- Tracking af personale i Akutafdelingen (bedre lokalisering af kollegaer) gennem Ultralyd fra Sonitor – her er erfaringen, at Tag and Trace ikke skal ses som et overvågningssystem, men hvis det bliver udbygget rigtigt, med brugeren i centrum, bliver et hjælpemiddel til optimering af ar-

bejdsgangene. Derudover er den afprøvede teknologi med ultralyd en stor succes, da denne viser at være særdeles stabil og præcis hvad angår lokalisering af medarbejdere.

- Personalekort med magnetstribe og chip på hele hospitalet (dørkontrol og betalingsmiddel m.m.) gennem passiv RFID – dette system optimerer f.eks. på sikkerheden, for at undgå at o-behørigt ikke har adgang – erfaringen er at dette system er relativt simpelt og virker efter hensigten.
- Registrering og sporbarhed af instrumentbakker og løst-pakkede instrumenter i Sterilcentralen (øger rengøringsikkerheden) gennem strejkode-teknologi (T-DOC) kombineret med passive id-kort – dette er en afprøvet teknologi, som rent faktisk bidrager i praksis til at højne rengøringsikkerheden.
- Implementering af et Indkøbs- og logistikmodulssystem (bestilling af varer via brik-system med strejkoder og netværksscanner) på hvert afsnit, som er en hurtigere og mere fejlfri måde at bestille de nødvendige varer på.
- Identifikation af blodprøver i Centrallaboratoriet gennem strejkode på glas, PDA og kort med chip/RFID
- Overfaldsalarm på akutafdelingen (beskyttelse af personale mod overfald via tilkaldknap og automatisk gengivelse af overfaldnes position) gennem DECT-telefon og følere i dørkarme
- Tyverimærkning af it-udstyr
- Sporing af servicemedarbejdere via DECT-telefoner (arbejdsbelastningsfordeling, ikke udviklet endnu) gennem DECT-telefoner og systemet "Jobagent" – erfaringerne er, at dette igen giver muligheder for at optimere den enkelte medarbejders hverdag, når systemerne tager udgangspunkt i brugernes konkrete behov.

Hospitalsenheden Horsens har en meget innovativ tilgang til IT/Tag and Trace projekter, hvorfor der er forskellige projekter på forskellige områder, hvorfra der laves erfaringsopsamling efterfølgende. Der er overordnet set gode erfaringer med projekterne, hvis udgangspunktet ligger hos brugerne – som det for eksempel har vist, at i-Hospitalssystemet, klinisk logistik¹ har givet, og som nu er blevet udvidet til hele hospitalet.

Udover ovenstående projekter, har projektforløbet også vist, at hospitalet i forvejen har adgang til og bearbejder mange data, der kan supplere Tag and Trace systemerne og hermed give yderligere værdi, eller angive et behov for effektivisering. Dette ligger især i form data fra de patientadministrative systemer, der angiver belægningsgrader relativt præcist (hvorfor sporing af patientmængden hen over døgnnet kan blive overflødig) samt vagtplanlægningssystemer, der angiver antal medarbejdere hvor og hvornår på overordnet vis. Som de efterfølgende analyser vil vise, kan man således komme langt med eksisterende data og systemer, uden nødvendigvis at skulle investere i ny teknologi.

3.7 Opsamling

Der er igennem projektforløbet lagt et omfattende arbejde i at kortlægge teknologier og teknologiske muligheder i dialog med forskellige leverandører. Samtidig har det været vigtigt at etablere rammer for det videre arbejde med kortlægningen af Tag and Trace potentialer, som udmønter sig i konkrete undersøgelser-/analyser, som vil blive beskrevet yderligere i indeværende rapport:

¹ i-Hospitalet er et klinisk logistiksystem til det kliniske personale. Det skaber bedre overblik, bedre koordination og bedre kommunikation blandt det kliniske personale. Se mere på cetrea.dk

- Definerings af faktiske energibehov og sammenhæng til energistyring vha. Tag and Trace
- Ovenstående skal ses i sammenhæng med muligheder for optimering i selve arealudnyttelsen
- Potentialer i, og for optimering af udstyrsanvendelsen og vedligeholdet
- Potentialer for optimering af personale-flow og bedre udnyttelse af medarbejderudnyttelsen, herunder med henblik på et forbedret arbejdsmiljø

Konklusioner, der er tænkt ind i arbejdet med de øvrige analyser, handler om, at teknologierne ikke er modne endnu hvad angår kobling af Tag and Trace til energistyring. Samtidig skal forskellige Tag and Trace teknologier vurderes:

- Set i forhold til hvordan og hvornår forskellige RFID teknologier (passive eller aktive tags) vil kunne udnyttes
- Set i forhold til Regionens og hospitalets arbejde med fastsættelse af teknologi- og systemkrav, der skal bidrage til en sammenhængende arkitektur – hvad angår hensyn til brugerne gennem en samlet "brugerportal" og kommunikationsteknologi eller sammenhæng til eksisterende, udbyggede systemer – f.eks. wifi.
- Hvornår eksisterende og tilgængelige data med fordel vil kunne integreres.

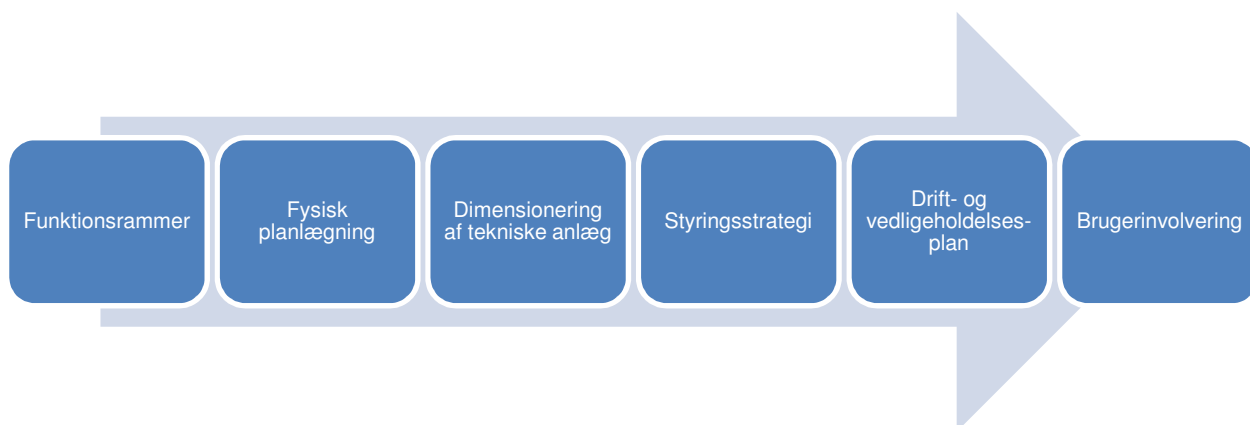
4. Analyse af potentialerne for dynamisk energistyring ved hjælp af Tag and Trace

4.1 Problemstilling

Den bærende undersøgelse i projektet omhandler en afprøvning af hypotesen om, at "energispildet" kan kortlægges og mindskes i form af en mere dynamisk energistyring, der tager udgangspunkt i det faktiske energibehov. Der er i den forbindelse udarbejdet en række arbejdsspørgsmål, hvoraf de vigtigste omhandler:

- Hvordan kan det "faktiske energibehov" defineres i en hospitalssammenhæng, og hvordan undersøges dette?
- Hvor "dybt" kan man komme i styringen vha. Tag and trace – energistyring på rumniveau, areal typer eller afsnit – og hvilket datagrundlag kan bruges?
- Hvordan kan Tag and Trace udnyttes, giver brugen af Tag and Trace en større optimering ved en mere dynamisk energistyring, og hvad er fordelene sammenlignet med gængse styringsteknologier (CO₂-følere, pir-sensorer etc.)?
- Hvordan kan et samlet potentiale for energieffektivisering vha. Tag and Trace identificeres for den samlede Hospitalsenhed Horsens?

Ser man på etableringen af en større bygningsmasse, her et hospital, er det vigtigt at have sig den overordnede proces for øje - fra start til slut. Dette indbefatter overordnet set - men ikke udtømmende:



Funktionsrammerne indbefatter beslutninger om hospitalets overordnede funktioner, fysiske behov og arkitektoniske principper.

Den *fysiske planlægning* indbefatter en skitsering af de overordnede arbejdsprocesser/funktioner (akut, ambulatorium, sengefunktioner, behandlingsakser mv.) og dertil relaterede fysiske planer (skitsering af plantegninger og øvrige funktionskrav).

Først her kan man udarbejde de tekniske specifikationer, dvs. *dimensioneringen af de tekniske anlæg* for de enkelte områder, ved hjælp af en kortlægning af de understøttende funktionaliteter (krav til indeklima, belysning, luftskifte, temperaturer mv. i de konkrete områder).

Når de tekniske anlæg er blevet dimensioneret, følger *styringsstrategien* efter – er der døgnbelastning eller dagbelastning, osv.

Når styringsstrategien kendes, kan der nu etableres en *driftsplan* og efterfølgende en *vedligeholdelsesplan* – hvordan skal anlæggene køre og hvorledes skal en stabil drift understøttes

Graden er *brugerinvolvering* afhænger af graden af manuel vs. automatisk styring – brugerinvolveringen foregår allerede i udviklingsfasen.

Her gør det sig gældende, at kernefunktionaliteten (behandlingsbehov) og de primære støttefunktioner (heraf afledte fysiske rammer), er bestemmende for planlægningen af de sekundære støttefunktioner, såsom tekniske specifikationer og driftsstrategien - som igen har betydning for f.eks. energiforbruget, og mulighederne for energieffektiv drift.

Således er det vigtigt at forholde sig til, hvor det tekniske udstyr befinder sig i ovenstående livscyklus, og hvilke muligheder og begrænsninger dette giver, vedrørende muligheden for at komme ind og påvirke energieffektiviteten. Jo tidligere i livscyklussen man kan komme ind, jo større mulighed har man for at opnå en høj energieffektivitet. Ved en vurdering af mulighederne for energistyring baseret på Tag and Trace er det afgørende, at forstå Hospitalsenheden Horsens ud fra ovenstående parametre. Tag and Trace til brug til energistyring vil primært være relevant for det 3. og 4. niveau, men de reelle potentialer påvirkes allerede af de helt overordnede fysiske (bygningsmæssige) rammer.

Skal potentialerne for at benytte Tag and Trace til en mere dynamisk energistyring kortlægges, er det afgørende at have en forståelse for Hospitalsenheden Horsens overordnede funktioner, overordnede arbejdsprocesser og fysiske planer, samt tekniske anlæg og driftsstrategi, som bliver beskrevet i indeværende kapitel. Herfra er det vigtigt, at definere "faktiske energibehov". Dette bliver i projektet defineret ved at kortlægge brugsmønstre i form af belastningsprofiler i forskellige arealtyper, som er særligt repræsentative for hospitalet. Disse forskellige forhold udgør kernen for, hvordan en Tag and Trace model kan udvikles, der kan bidrage til at identificere muligheder og potentialer for energistyring – i konkrete arealtyper, såvel som for enkelte anlægskategorier.

Hvor dette kapitel primært fokuserer på identificering og udvikling af det nødvendige videns- og datagrundlag, bliver modeludviklingen, muligheder og potentialer beskrevet i kapitel 7.

4.2 Hospitalets fysiske rammer

Hospitalsenheden Horsens - bygninger og overordnede funktioner

Hospitalsenheden Horsens består af en række forskellige bygninger, og indeholder i dag 3 hovedfunktioner:

- Akutfunktionen (rød markering)
- Ambulatoriefunktionen (gule markeringer)
- Patient/sengefunktionen (grønne markeringer)

Derudover indeholder hospitalet en psykiatrisk funktion og en række stabsfunktioner (Teknisk afdeling, Køkken, Administration m.m.).

Figur 1 – Bygningerne og deres nøgledata

Bygning	Funktion	Bygge år	Om – tilbygget år	Areal - kælder	Areal med kælder
1	Teknisk afdeling	1941	1969	1.218	1.296
2	Linnedepot	1942	1972	450	827
3	Elevbygning	1943	1990	962	1.443
4	Nord	1970	1996	5.625	5.625
5	Patientbygning	1970	1995	13.468	15.282
6	Syd	1970	1996	4.096	5.681
7	Køkken	1974	-	1.236	2.566
8	Psyk	1985	1993	8.751	11.495
9		1993	1997	2.438	2.438
9	Teknikrum	1993	1997	292	292
10	Ambulance-central			568	658
11	Sammenkobling	2005	-	128	128
11	Dagkir	2005	-	2.208	2.290
12	Adm. Bygning	2009	-	1.172	1.172
Sum				42.612	51.193



Det kan af ovenstående tabel ses, at hospitalet er opført af forskellige omgange. Hovedkomplekset, som består af bygning 4, 5 og 6 er bygget i 70'erne. De fleste bygninger har været ombygget i 1990'erne, her primært i form af indvendige ombygninger og mindre ud- eller tilbygninger. De ældste bygninger fremstår i traditionelt muret byggeri, mens de nyere bygninger er opført som moderne systembyggeri i beton. Således er byggestilen meget tidsafhængig, og kvaliteten og tilstanden på bygningsmassen fremstår ligeledes meget forskellig.

Den fysiske struktur på hospitalet – her især det somatiske hospital, er bygget op omkring nogle "behandlingsakser". Her er der tale om, at hovedfunktionerne er opbygget efter niveauer – på stueetage-niveau er ambulatorierne for "gående" patienter beliggende, på første etage er de akutte funktioner udbygget, og patient/sengefunktionerne er udbygget på de øvre etager.

Den fysiske struktur er ligeledes bygningsmæssigt opbygget efter hovedfunktioner, og ikke efter afdelingsstrukturen. Således er afdelinger fysisk placeret i forskellige bygninger, afhængigt af funktionsopbygningen. F.eks. kan et behandlings/kirurgisk afsnit være placeret i bygning 11 eller 6, og sengeafsnittet for samme afdeling være placeret i bygning 5.

Af ovenstående plan fremgår det, at de somatiske funktioner er placeret i det nordvestlige område i det samlede hospitalareal. De somatiske funktioner står for ca. 26.000 m² eller ca. 50 % af det samlede areal (inkl. kælderareal). Længst mod nord er dagkirurgien (bygning 11) placeret.

Herefter ses behandlingsbygningen Nord (bygning 4), der rummer akutmodtagelsen, skadestuen og operationsafdelingen på 1. sal, samt lægevagten (medicinsk ambulatorium) og hovedindgangen med information, kiosk og opholdsarealer, i bygningens stueetage.

Fra bygning 4 er der direkte adgang til højhuset (bygning 5), som primært fungerer som patienthospital med sengeafsnit. I stueetagen er centrallaboratoriet placeret, og de medicinske, kirurgiske og ortopædkirurgiske sengeafdelinger er placeret på etagerne ovenover, sammen med fødegang og afdelingen for kvindesygdomme.

Fra såvel bygning 4 og 5 er der direkte adgang til bygning Syd (bygning 6), som rummer en række ambulatorier og røntgenafdelingen. I bygning 9 er der etableret forskellige funktioner, med fysioterapi, ergoterapi, varmtvandsbassin i 1. sal og sygehusapotek, hæmodialyse og barselsafdeling på 2. sal.

Bygning 12 er først for nyligt blevet tilbygget, og rummer i dag centraladministrationen.

I det nordøstlige hjørne (bygning 1, 2, 3 og 7) ligger et pædiatrisk ambulatorium, en jordemoderkonsultation og en elevbygning, et centralkøkken (bygning 7), et maskinhus (teknisk afdeling, bygning 1) samt et linnedepot.

Bygning 8 i det sydøstlige hjørne rummer det psykiatriske bygningskompleks på lidt over 11.000 m².

Således er Hospitalsenheden Horsens i dag adskilt i "kolde" og "varme" funktioner, og der er etableret én primær adgang i bygning 4 til patienterne, hvad angår de somatiske behandlingsområder.

4.3 Hospitalets energiforbrug, tekniske installationer og drift

Som led i at forstå den overordnede tekniske drift på hospitalet, er energiforbruget blevet kortlagt, fordelt over el og varme.

På Hospitalsenheden Horsens foregår mange forskellige processer, som har indflydelse på det samlede varmeforbrug. Varmeforbruget på hospitalet er ikke alene et udtryk for den komfortmæssige opvarmning af bygningerne. F.eks. kan der være specifikke temperaturbehov i særlige behandlingsområder, særligt varmeudledende udstyr, særlige kølebehov mv., hvorfor det samlede varmeforbrug ikke alene kan ses som værende udtryk for klimaskærmens energimæssige ydeevne. Der bruges ligeledes i stort omfang varme til opvarmning af ventilationsluften.

Især kortlægningen af elforbruget giver en bedre forståelse af hospitalets infrastruktur, hvad angår tekniske installationer, herunder driftsstrategi. En af årsagerne er, at elforbruget relateret til produktionen (behandlingen af patienter), er relativt lille (mellem 5-10 % af elforbruget samlet set, afhængigt af behandlingsafsnit), set i forhold til elforbruget til bygningsdriften – hvor ventilation og el-installationer, her især belysning, er vigtigst i omfang hvad angår hospitalets el-forbrug.

Dette er vel at mærke, når forbruget fra særligt el-forbrugende behandlingsudstyr er trukket fra, såsom MR-scannere, som i første omgang ikke vurderes at have relevans for Tag and Trace baseret energistyring. Den udførte energikortlægning er i højere grad blevet fokuseret omkring kortlægning af "normal-aktiviteter" på hospitalet. Særligt varmeforbrugende processer er ligeledes fratrukket det samlede energiforbrug, og her kan i særlig grad varmtvandsbassinet nævnes.

Kortlægning af energidata

Forsyningsmæssigt er Hospitalsenheden Horsens selvforsynende i varme, og til en hvis grad i el. Dette skyldes, at Hospitalsenheden Horsens selv producerer 2/3 varme og 1/3 el fra naturgas. Hospitalet bruger i omegnen af 1.300.000 m³ naturgas årligt.

Hospitalets samlede energiforbrug for 2010 er som følger, omregnet til kWh:

Samlet energiforbrug i år 2010		
[kWh]		
El	Varme	Sum
3.848.400	8.450.065	12.298.465

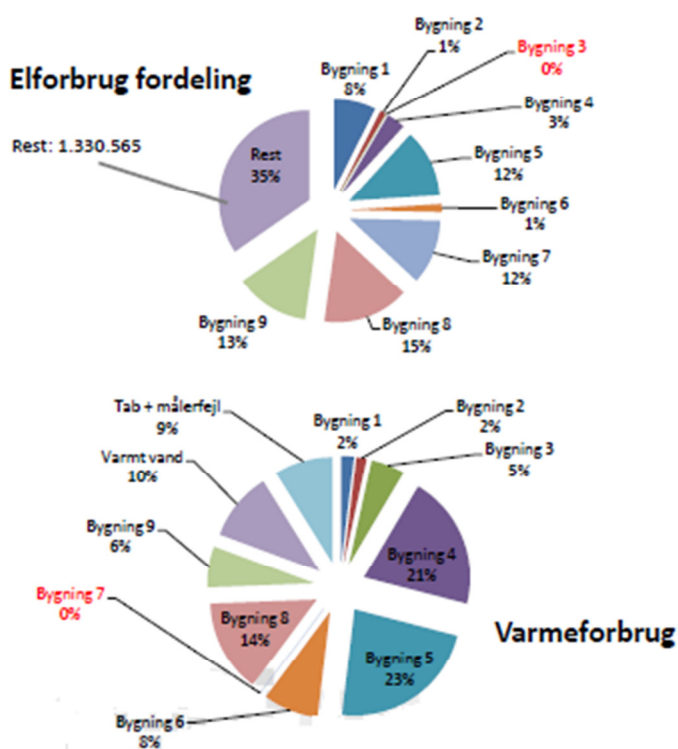
Følgende tabel angiver en fordeling af energiforbruget per bygning. Oversigten over energiforbruget per bygning er udarbejdet, med henblik på bedre at kende de enkelte bygninger, samt at dele det samlede energiforbrug ned i nogle mere håndgribelige størrelser:

Energiforbrug [bimålere]			
Bygning	Elforbrug	Varmeforbrug	Sum
1	287.122	160.651	447.773
2	39.410	127.489	166.899
3	-	431.199	431.199
4	126.770	1.729.804	1.856.574
5	289.762	1.935.147	2.224.909
6	53.149	707.812	760.961
7	440.275		
8	592.116	1.194.501	1.786.617
9	509.230	529.676	1.038.906
Sum	2.337.835	6.816.278	9.154.113



- Varme (+ varmt vand) samlede forbrug: 8.450.598 kWh (kortlagt 91%)
- Energiforbrug varmt vand: 884.080 kWh
- Tab + manglende målinger: 749.707 kWh
- El samlede forbrug: 3.850.065 (Kortlagt 62%)

Forbrugstal for enkelte bygninger har ikke været tilgængelige via hospitalets ældre energistyringsprogram som er tilknyttet hospitalets CTS-anlæg, og kan på baggrund af den eksisterende målerstruktur ikke direkte afmåles. "Restforbruget" vil bedre kunne identificeres ved en visuel gennemgang, hvis dette knyttes til meget specifikke arealer/afsnit. I alt er ca. 91 % af det totale varmeforbrug og 62 % af det totale elforbrug blevet kortlagt. CTS-aflæsningen giver på trods af nogle manglende forbrugstal et tilstrækkeligt samlet billede over forbruget per bygning, der bedre kan bidrage til en validering af resultaterne ved en visuel gennemgang.



Ovenstående billeder giver en overordnet opsummering af kortlægningens resultater. Resultatet viser et relativt jævnt niveau, set i forhold til hvordan de enkelte bygninger ser ud i øvrigt. Hospitalsenheden Horsens er energitungt, hvilket skyldes at bygningsmassen, herunder tekniske installationer, er opbygget igennem flere generationer.

Eksempelvis står bygning 5 for en relativt stor del af varmeforbruget, men er også fordelt over flere etager. Som bidragende årsag til det store varmeforbrug er bygning 5 bygget i betonelementer i 1970, og klimaskærmen fremstår derfor mindre grad energimæssigt fremtidssikret. I bygning 4 er en række specialfunktioner beliggende, f.eks. en række OP-stuer, som generelt har en stor belastning varmemæssigt. Tallene for energiforbruget i bygning 9 er blevet fratrukket forbrugstallene fra større specialfunktioner, f.eks. varmtvandsbassinet, med henblik på et mere retvisende billede af bygningens egentlige energiforbrug. Bygning 11 er ikke en del af kortlægningen – til dels er bygning 11 en meget nyere bygning end de øvrige, og indeholder en lang række specialfunktioner, her især særlige OP-stuer, som har afgørende betydning for dets samlede energiforbrug. Det blev derfor besluttet ikke at kortlægge yderligere på bygningen.

Særligt ventilationsanlæggene på Hospitalsenheden Horsens viser sig at være relativt vigtigt for det samlede energimæssige billede. En ikke-uvæsentlig del af anlæggene er af ældre dato, og kører med ren indblæsning og udsugning – helt uden varmegenvinding. Hvor enkelte ældre anlæg er blevet udskiftet, er de nye anlæg blevet etableret med varmegenvinding. Samtidig køres der med et jævnt, og relativt stort luftskifte, hvor indblæsningsluften opvarmes. Energibelastningen af hospitalets ventilation kan illustreres ved af følgende tabel, som viser fordelingen mellem energi til opvarmning af bygningen set op imod opvarmning af ventilationsluft i bygning 4, 5 og 6. Tabellen viser, at forholdet fordeler sig næsten 1:1:

Fordeling mellem energi til opvarmning af bygningen og opvarmning af ventilationsluften							
Dato	Hoved måler	Nord varme	Nord vent	Syd varme	Syd vent	MP varme	MP Vent
Bygning		4	4	6	6	5	5
31-01-2010	1.486	180	109	53	70	169	169
28-02-2010	1.277	159	95	45	63	144	144
31-03-2010	1.013	128	67	35	50	109	109
30-04-2010	692	89	45	19	36	73	73
31-05-2010	556	71	27	11	24	57	57
30-06-2010	312	36	5	1	4	28	28
31-07-2010	206	19	0	1	0	10	10
31-08-2010	237	26	1	3	1	6	6
30-09-2010	357	44	7	5	9	20	20
31-10-2010	671	82	27	19	32	60	60
30-11-2010	1.031	131	55	32	54	113	113
31-12-2010	1.528	213	106	54	85	179	179
Sum	9.366	1.178	544	274	428	965	965
Fordeling %	100	32	68	61	39	50	50

Fordeling mellem varme & opvarmning af ventilationsluft		
Opvarmning af bygningen	2.417	55,5 %
Opvarmning af ventilationsluft	1.937	44,5 %

I bygning 4 ligger operationsstuerne. Her bruges store energimængder til ventilation

Udover ventilation vurderes belysning at have en ikke-uvæsentlig betydning hvad angår elforbruget. Der er generelt mange driftsstimer på belysning på hospitalet, og er i mange afsnit i døgndrift med en relativ høj effekt/m².

Det har tidligere været nævnt at det medicinske udstyr ikke udgør en væsentlig del af det samlede elforbrug. Potentialer for energioptimering på det medicinske udstyr er meget forskellig fra afsnit til afsnit, i forhold til mængder af og størrelser på udstyret. Samtidig vil brugsmønstre oftest være afhængige af

en behandlingsfaglig vurdering, hvorfor brugsmønstre for samme udstyrskategori ofte vil være meget varierende fra afsnit til afsnit. Optimeringsmuligheder vil derfor være forskellige fra udstyr til udstyr, og skal ses i sammenhæng med det specifikke behandlingsafsnit.

Beskrivelse af de eksisterende forhold og tilstande – tekniske anlæg

De tekniske anlæg, der har størst betydning for hospitalets energiforbrug relaterer sig som nævnt i ovenstående gennemgang af energikortlægningen, til produktion og distribution af varme, ventilation og belysning. Vandforbrug, herunder varmtvandsforbrug, er ikke særligt uddraget, men ligger under kategorien "varme".

Varme

Varmen leveres af hospitalets eget varmforsyningsanlæg, der består af:

- 2 stk. gasmotorer. Motorerne producerer strøm, samtidig med at de leverer varme.
- 2 stk. kedler. Kedlerne benyttes hovedsageligt til spidslast, da hospitalet ikke har mulighed for at sælge strøm ved denne driftsform.
- 1 akkumuleringskøle, der sikrer at hospitalet kan producere, når elprisen er høj. Samtidig bidrager køle til, at motorerne kan holdes på et optimalt driftspunkt.

Varmefordelingen kører fra kedel-centralen ud til de respektive hovedteknikrum i bygningerne. Herfra grener systemet sig ud og forsyner de enkelte dele af hospitalet. Varmen fordeler sig til dels via strenge i facaderne op til radiatorerne, og via den opvarmede indsugningsluft.

Ventilation

I den ældre del af hospitalet er ventilationsanlæggene hovedsageligt af ældre dato (og er ikke renoverede). Anlæggene er opbygget som separate indblæsnings- og udsugningsanlæg. Disse anlæg er hovedsageligt opbygget uden varmegenvinding. De steder, hvor ventilationsanlæggene er udskiftet, er der etableret varmegenvinding. Hovedsagelig dækker ventilationsanlæggene etagevis, men mange steder ligger rørledningen også på kryds og tværs i bygningen, alt efter opståede behov og muligheder for at udbygge, f.eks. efter nyopståede ventilationsbehov. Infrastrukturen bærer således præg af at bygningerne er blevet om- og tilbyggede af flere omgange, hvilket gør det samlede anlægssystem/infrastruktur meget komplekst.

Hospitalet har mange gamle anlæg som typisk stammer fra bygningernes opførelsestidspunkt, hvilket har en stor påvirkning på energiforbruget. Det skal dog nævnes at de anlæg, der skiftes, udskiftes til energieffektive anlæg. Der er således stor bevidsthed om energioptimering indenfor de fysiske rammer, den eksisterende infrastruktur tillader.

Elinstallationer til belysning

Hovedparten af belysningen på hospitalet er udført som lysstofrør. Den ældre del af belysningsanlæggene er udbygget med 36 W T8-rør. De områder, hvor belysningen er udskiftet, er der hovedsageligt valgt armaturer med T5-rør, hvilket er en mere energieffektiv løsning. I nogle af gangarealerne i f.eks. patienthospitalet har teknisk afdeling, i dialog med de respektive afsnit, forsøgt at slukke for hvert andet armatur, grundet en unødigt stor belysningseffekt og hermed elforbrug.

Overordnet driftsstrategi

Hospitalet har et CTS anlæg, hvorfra de tekniske anlæg styres. I de områder af hospitalet, hvor der ikke arbejdes i døgndrift, slukkes de tekniske anlæg via CTS anlægget. Her kan en udfordring være, at opretholde overblikket over brugsmønstre i de enkelte områder, og således om slukningen af de tekniske anlæg følger de faktiske behov.

Driftsmæssigt udgør hospitalets ældre bygninger og installationsinfrastruktur en række udfordringer. De mange gamle anlæg kan være svære at styre, og mange steder opretholdes en konstant drift, med hensyn til anlæggets driftssikkerhed. Rammerne for styring og drift er således forholdsvis fastlåste.

En anden udfordring er, at når der laves små optimeringer, bliver man bundet op på den eksisterende infrastruktur. Væsentlige driftsmæssige forandringer, herunder en modernisering af og en bedre fysisk og driftsmæssig sammenhæng i anlægsinfrastrukturen, vil først kunne påregnes ved en større renovering af den samlede bygningsmasse. Ved større ombygninger vil f.eks. spørgsmål vedrørende decentraliseret eller centraliseret drift og styring kunne være relevante. Hospitalet er på nuværende tidspunkt, som nævnt, driftsmæssigt relativt låst af de eksisterende strukturer.

4.4 Arealanvendelser

Det er de somatiske funktioner, her forstået som bygning 4, 5, 6, 9 og 11, der udgør projektets fokusområder hvad angår potentialerne for Tag and Trace. De "kolde" områder (stabs- og servicefunktioner) anses ikke i første omgang at være relevante med hensyn til udbygning af Tag and Trace systemer, mens særlige regler hvad angår den fysiske tilgang til psykiatri-området afstedkommer en afgrænsning for omfanget af nødvendige fysiske undersøgelser. Det er således ikke muligt indenfor projektets rammer at inddrage psykiatri-funktionen som pilotområde.

En måde, der kan bidrage til en dybere forståelse af energiforbruget på hospitalet, er at kortlægge brugsmønstre i de enkelte bygninger og arealer på hospitalet. En kortlægning af brugsmønstre bidrager til et klarere billede over faktiske energibehov, herunder hvilken styring, hospitalet bør anlægge.

Det er et interessant faktum, at hospitalet er relativt klart opdelt hvad angår akut-, ambulatorie- og sengefunktioner bygningsmæssigt, da disse funktioner angiver forskelligartede aktiviteter, som stiller særlige behov hvad angår energibehov og drift, herunder behovet for energistyring.

Bygning 11 er eksempelvis opdelt i 2 etager, og rummer de kirurgiske ambulatorier. De kirurgiske ambulatorier er i funktion mellem kl. 7.00 – 18.00 i dagtimerne, hvorefter bygningen lukker ned. I dagtimerne er arealerne derfor intensivt benyttede. Bygning 9 og bygning 4 har forskelligartede brugsmønstre internt i bygningerne, da disse grundet de førnævnte behandlingsakser huser flere af de forskellige hovedfunktioner – bygning 4 huser akutfunktionen, et enkelt ambulatorium-afsnit samt hovedindgangen, mens bygning 9 huser såvel ambulatoriefunktioner (i stueetagen) som patient/sengefunktioner (i højden). Bygning 5 (patientbygningen) huser igen med undtagelse af stueetagen især patient/sengefunktioner, og bygning 6 rummer flere ambulatorium-funktioner.

En dybdegående metode at kortlægge brugsmønstre ville være at undersøge meget specifikke personale- og patient-flows henover døgnet, gerne fordelt over flere dage i en række uger, i meget specifikke arealer. Dette ville kunne give et detaljeret billede over arealanvendelsen, som vil kunne sammenkøbes med driften og energiforbruget i arealerne. Uden et udbygget personale-sporingsssystem ville dette f.eks. kunne gøres gennem omfattende feltobservationer og en lang række interviews.

Der er i projektet valgt en anden tilgang, der giver et tilstrækkeligt detaljeret billede, og som er mindre tidskrævende af kortlægge. Tilgangen angiver et klarere billede over, hvordan funktioner/afsnit er opdelt i arealtyper, som kan angive et overordnet billede over brugsmønstre. Der er tale om en kortlægning af placeringen og omfanget af forskellige arealfordelinger i de udvalgte bygninger:

Figur 3: Arealanvendelser på Hospitalsenheden Horsens

**Kortlægning af bygning: 4 – 5 – 6 – 9 og 11
samt inddeling i områder**

Anvendelse	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	6.1	6.2	9.0	9.1	9.2	11.1	11.2	Sum	Fordeling i %
Gang	180	765	270	290	175	290	290	290	290	400	280	190	130	190	210	150	4.390	20,8
Kontor	115	150	347	50	560	50	50	50	50	100	170	350	530	110	250	126	3.058	14,5
Serviceområde	880		340	325		325	325	325	325	10	120	40	60	130			3.205	15,2
Omklædningslo															30	18	48	0,2
Teknikrum					750								20		105	12	887	4,2
Depot										50						42	92	0,4
Skyllerum		30								40				60		36	166	0,8
Undersøgelseslokal	400									500	480	130		270	105		1.885	8,9
Operationsstue		335														252	587	2,8
Skadestue		90															90	0,4
Forum		65															65	0,3
Sengestue		250		600		600	600	600	600					300	20	189	3.759	17,8
Spiseområde				60		60	60	60	60								300	1,4
Labrotorium			387														387	1,8
Bassin												210					210	1,0
Træningslokale												250					250	1,2
Apotek													360				360	1,7
Rest	110		100	110		110	110	110	110	200	50	30	100	140	85		1.365	6,5
Sum	1.685	1.685	1.444	1.435	1.485	1.435	1.435	1.435	1.435	1.300	1.100	1.200	1.200	1.200	805	825	21.104	100

Gang + kontor + undersøgelseslokal + sengestuer udgør 62 % af det undersøgte areal.

Arealopdelingerne, som er opgjort i m², giver et klarere billede af, hvordan en bygning eller afsnit bliver udnyttet såvel arealmæssigt, som arbejdsmæssigt. Er der f.eks. relativt mange personalekontorer på et behandlingsafsnit, vil der være et relativt mindre areal, der bliver udnyttet til den direkte patientbehandling eller –pleje. Et stort areal tildelt sengestuer set i forhold til øvrige arealtyper i et afsnit, angiver typisk et sengeafsnit med korte indlæggelsestider. Arealfordelingerne fortæller også noget om, hvornår bygningen blev oprettet. Især bygning 4, 5 og 6 bærer præg af relativt store gangarealer set i forhold til kontor- eller behandlingsområder, grundet i en tidstypisk funktionalitetsbetragtning med meget klare funktionsopdelinger.

Af de væsentligste arealanvendelser i de undersøgte bygninger kan der på baggrund af tabellen nævnes gangarealer, sengestuer, serviceområder (opbevaring, opholdsarealer, afdelingskøkkener m.v.), kontorer (personalerettet), samt undersøgelseslokal (patientrettet).

Gangarealerne står for den største procentvise andel af den totale arealopgørelse i bygning 4, 5, 6, 9 og 11 (næsten 21 % af totalarealet). Herefter følger sengestuerne trop med ca. 18 %. Samlet set udgør gangarealer, kontorer, undersøgelseslokal og sengestuer ca. 62 % af det undersøgte areal i de førnævnte bygninger (kælderetager ikke medtaget). Der er igennem projektførløbet arbejdet videre med, hvordan de overordnede arealopdelinger eventuelt vil kunne kategoriseres i underkategorier, f.eks. fra 1-mands- og op til 4-mands- sengestuer. Da de overordnede arealfordelinger i forvejen er relativt analytisk komplekse, bliver de følgende analyser afgrænsede til den overordnede opdeling.

4.5 Udvalgelse af pilotområder til energioptimering

Pilotområder

På baggrund af ovenstående kortlægning af arealanvendelser, er der af hensyn til den analytiske kompleksitet udvalgt enkelte arealtyper, til brug i det videre analysearbejde. Dette gælder:

- Gangområder, som står for ca. 20 % af totalarealet

- Kontorområder og mødelokaler, som står for lidt under 15 % af totalarealet
- Undersøgelsesrum i ambulatorier, som står for ca. 9 % af totalarealet
- Sengestuer med forskellige patientforløb, som står for ca. 18 % af totalarealet

På denne baggrund er der ligeledes udvalgt særlige afsnit på hospitalet, hvor de forskellige arealtyper er særligt repræsentative for arbejdsaktiviteterne, og hvor der på denne baggrund kan udledes tæt-på-faktiske brugsmønstre. Pilotafsnittene er som følger:

- Det medicinske ambulatorium (bygning 4), her især undersøgelseslokaler
- Lægegangen (P3 – 3. etage, bygning 5), her især kontorer og gangområde
- Sengeafsnit med forskellige brugsmønstre: neuro- og endokrinologisk sengeafsnit (P6 - 6. etage, bygning 5) samt internt medicinsk sengeafsnit (P7- 7. etage, bygning 5), her især sengestuer
- Akutafdelingen (bygning 4), her især sengestuer

Det medicinske ambulatorium

Det medicinske ambulatorium beliggende i bygning 4 har tre specialer, endokrinologi, medicinsk dagambulatorium og kliniske diætister. Behandlingen varetages primært af speciallæger og sygeplejersker, og dertil knyttede sekretærer. Afsnittet har åbent mandag - torsdag kl. 08.00-16.00, og fredag kl. 08.00-15.00.

Det medicinske ambulatorium er fordelt på lidt under 1.700 m², hvoraf 400 m² til undersøgelseslokaler.

Lægegangen

Lægegangen (P3) er beliggende på 3. etage i bygning 5, og er et administrativt afsnit for hjertemedicinsk afdeling og huser overlæger, afdelingens ledelse og afdelingssekretærer. Der er hermed ikke adgang til patienter og pårørende.

Lægegangen er beliggende i et tidligere sengeafsnit, og består arealmæssigt af 12 kontorer, et større og et antal mindre mødelokaler, et antal mindre toiletter og nogle lange og brede fordelingsgange. Ca. 25 medarbejdere har deres daglige gang i afsnittet.

Lægegangen er fordelt på lidt over 700 m², hvoraf 560 m² til kontorer og 175 m² gangareal.

P6 og P7

Neuro- og endokrinologisk sengeafsnit (P6) er beliggende på 6. etage i bygning 5. Afsnittet er et akutafsnit med plads til 9 patienter, og afsnittet behandler primært apopleksipatienter. Personalegrupperne består af et tværfagligt team af sygeplejersker, social- og sundhedsassistenter, sygehjælpere, læger, ergoterapeuter og talepædagoger.

De fleste planlagte aktiviteter sker i dagtiden ved sygeplejepersonalet og terapeuter, og der er daglig stuegang ved de medicinske læger. Der er besøgstid stort set hele dagen, dog anbefalet efter kl. 15, og med undtagelse af 12.30 – 14.00.

P6 er fordelt på lidt over 1.400 m², hvoraf 600 m² til sengestuer og 290 m² gangarealer.

Det interne medicinske sengeafsnit (P7) er beliggende på 7. etage i bygning 5. Etagen har for få år tilbage gennemgået en totalrenovation, med fokus på isolering af facaden og nye vinduer, ny belysning og nyt ventilation, samt indvendigt nyt og mere "lækkert" spiseområde - øvrige indvendige rammer er som på de øvrige etager, dog med nye materialer.

Der er 1, 2 og 3 personers sengestuer, med normeret plads til 40 patienter. Afsnittet består af tre hovedafsnit, lungemedicinsk, gastroenterologisk, og geriatrisk afsnit. Der indlægges årligt ca. 2300 patienter, heraf langt de fleste akut. Det er generelt en afdeling med høj aktivitet, som kan give lidt ventetid. Afsnittet er bemanded med ca. 50 medarbejdere, og består af behandlingspersonale (læger, sygeplejer-

sker, social- og sundhedsassistenter, sygehjælpere) og administrativt personale (lægesekretærer og kontorpersonale) samt andre faggrupper, som kommer i afdelingen.

P7 er fordelt på lidt over 1.400 m², hvoraf 600 m² til sengestuer og 290 m² gangarealer.

Akutafdelingen

Akutafdelingen, som er beliggende i stueniveau i bygning 4, modtager alle akutte patienter (med skader, med ambulance mv.). Dette gælder dog ikke kardiologiske patienter, som går direkte til stamafdelingen.

Akutafdelingen består af skadestuen, et modtageafsnit til modtagelse af akutte kirurgiske og medicinske patienter samt et observationsafsnit til færdigbehandling af patienter, der er indlagt i kortere tid. Patienter skal enten udskrives eller overflyttes til deres stamafdeling enten på medicinsk eller kirurgisk afdeling indenfor 48 timer, og de ligger der i gennemsnit i 11 timer. Der er en plan om, at patienterne skal have lov til at ligge der en smule længere, da der kan være pladsproblemer ude i de afdelinger, som modtager patienter fra akutafdelingen.

Afdelingen har døgnåbent. Akutafdelingen er fordelt på lidt under 1.700 m², hvoraf 250 m² sengestuer og 765 m² gangarealer.

Belastningsmønstre

I sammenhæng med kortlægningen af brugsmønstrene i arealerne er det udover arealopdelingen nødvendigt at kigge videre på belastningsmønstrene på de enkelte afsnit, som angiver de konkrete brugsmønstre af de undersøgte arealer. Brugsmønstre defineres i projektet som såvel "*hvor, hvor mange*" der bevæger sig "*hvornår*" på et givent afsnit. Følgende er således en gennemgang af, hvor mange personer, der bevæger sig rundt i arealerne på et givent tidspunkt i døgnet.

Det er netop vores hypotese, at Tag and Trace kan bringe anlægsdriften tættere på de konkrete brugsmønstre, og hermed give yderligere energieffektiviseringer i driften af anlæggene.

Overordnede belastningsmønstre på hospitalet

Ved kortlægning af belastningsmønstre på hospitalet, viser der sig at være en relativt klar overordnet belastningsprofil afhængigt af hovedfunktioner og hermed i nogen grad i bygninger. Belastningsprofilerne angiver det samlede billede over patient- og personalebelastningen, og er baseret på en samlet vurdering af hvor længe, og i hvor høj grad, arealerne i de konkrete afsnit bliver udnyttet. Den overordnede kortlægning giver følgende billede:

- Afsnit indenfor akutfunktionen er stort set 75 - 100 % belastede når man tager den samlede døgnprofil i betragtning – her er der primært tale om akutafdelingen på 1. sal i bygning 4, samt enkelte kombinerede behandlings- og sengeafsnit i patienthospitalet, bygning 5.
- Afsnit, der især huser sengefunktioner har typisk en lidt lavere belastning end akutfunktioner og har alene et akutberedskab i nattetimerne, samt kan have en mindre nedgang i belastningen i weekenderne. Derfor kan arealer der huser sengefunktioner samlet set vurderes at være 50 - 75 % belastede, når man tager den samlede døgnprofil i betragtning. Her er der tale om hovedparten af sengeafsnittene beliggende i bygning 5.
- Afsnit indenfor ambulatoriefunktionen er alene belastet i dagtimer (her især fra kl. 7 – 17), dvs. 35-50 % i hverdagen. Samtidig holder de fleste ambulatorier lukket i weekender. Der er her primært tale om bygning 11 og 6 og dele af bygning 9 - samt stuetagen i bygning 4.

Dette samlede billede bidrager til en forståelse af belastningen i de forskellige identificerede arealopdelinger – dvs. gangarealer, undersøgelseslokaler, kontorer, og i mindre grad sengestuer – afhængigt af, hvilken hovedfunktion disse er tilknyttet.

Belastningsmønstre på de enkelte afsnit

Belastningsmønstrene på de enkelte udvalgte afsnit er primært foregået via anvendelse og analyse af eksisterende administrative data. Det tilgængelige administrative data viser den daglige patientbelastning/indlæggelser, fordelt over timer. Administrationsafdelingen benytter i forvejen disse data til forskellige formål, f.eks. til afregning med regionen, senge-belastningsprofiler samt til KS-formål, hvorfor disse er gjort tilgængelige.

Hvad angår personalebelastningen, vil denne være meget afhængig af patientbelastningen i arealerne. F.eks. har de afsnit, der altid har åbent, altid et akutberedskab tilgængeligt om natten. Der er dog generelt mindre personalebelagt nattetid, og lægevagt-ordningen sørger for, at forskellige læger kan bevæge sig rundt mellem afsnit og afdelinger i nattetid, hvis nødvendigt. Det vil derfor primært være patientbelastningen, der har betydning for de reelle belastningsmønstre, herunder personalebelastningen.

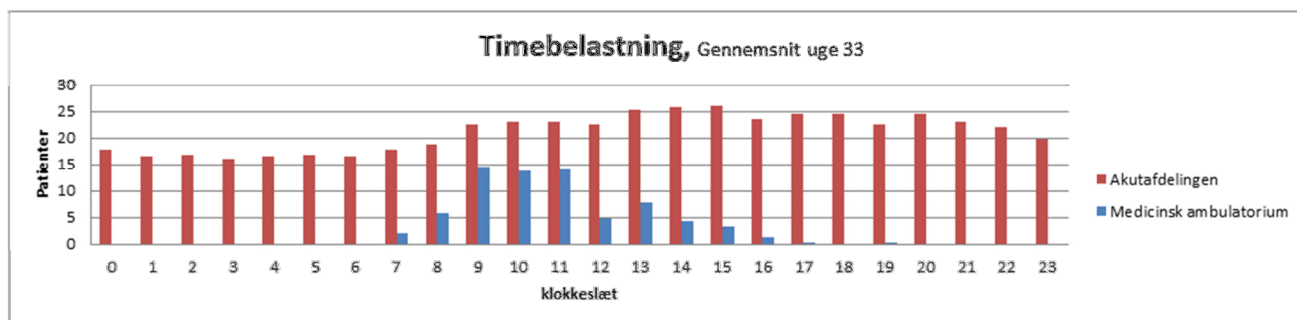
For de fleste pilotafsnit er belastningsprofilen grundlagt på baggrund af en akkumuleret døgnprofil (middelværdi per time) baseret på døgnprofiler fordelt over en uge. Den anvendte uge er i følgende analyse, uge 33 i år 2011.

Dette er med undtagelse af lægegangen på P3, hvor der ikke foreligger patientdata. Her har der i stedet været gode muligheder for at afprøve relativt tilgængelige sporingsteknologier som normalt anvendes til lokalisering og identificering, på rumniveau. Teknologierne har været afprøvet over et par måneder i sommeren 2012. De afprøvede teknologier er beskrevet nærmere i Tag and Trace analysen, i kapitel 3.

Akutfdelingen og det Medicinske ambulatorium, bygning 4

Timebelastningsoversigt Akutfdelingen																								
Dato	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
13-08-2012	19	17	16	12	13	15	15	14	16	21	22	26	19	24	27	26	23	26	27	22	27	26	20	
14-08-2012	20	19	17	17	17	17	17	18	20	27	22	21	22	27	22	31	31	26	27	24	24	20	20	
15-08-2012	18	18	18	16	16	17	16	17	19	23	22	28	26	24	28	25	25	33	28	24	24	21	23	
16-08-2012	13	13	15	15	15	15	14	16	18	21	24	16	19	26	26	27	26	22	23	23	24	22	25	
17-08-2012	19	18	16	16	17	17	17	17	16	17	17	21	17	29	25	22	21	21	20	24	26	30	26	
18-08-2012	18	18	19	20	20	21	20	23	23	28	30	23	30	25	28	28	20	20	20	18	20	19	20	
19-08-2012	17	13	16	16	17	16	17	19	20	20	24	27	25	22	24	23	19	24	26	22	26	24	21	
GNS.	18	17	17	16	16	17	17	18	19	22	23	23	23	25	26	26	24	25	24	22	24	23	22	
Højeste	20	19	19	20	20	21	20	23	23	28	30	28	30	29	28	31	31	33	28	24	27	30	26	
Laveste	13	13	15	12	13	15	14	14	16	17	17	16	17	22	22	22	19	20	20	18	20	19	20	
Median	18	18	16	16	17	17	17	17	19	21	22	23	22	25	26	26	23	24	26	23	24	22	21	

Timebelastningsoversigt Medicinsk ambulatorium																								
Dato	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
13-08-2012	0	0	0	0	0	0	0	2	6	17	20	24	6	16	8	5	4	0	0	0	0	0	0	
14-08-2012	0	0	0	0	0	0	0	1	5	20	20	18	8	9	5	4	1	1	0	1	0	0	0	
15-08-2012	0	0	0	0	0	0	0	5	11	23	18	18	7	7	7	7	2	0	0	0	0	0	0	
16-08-2012	0	0	0	0	0	0	0	1	5	23	19	20	6	13	9	5	1	0	0	0	0	0	0	
17-08-2012	0	0	0	0	0	0	0	5	8	19	20	19	7	10	2	2	1	0	0	0	0	0	0	
18-08-2012	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19-08-2012	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GNS.	0	0	0	0	0	0	0	2	6	15	14	14	5	8	4	3	1	0	0	0	0	0	0	
Højeste	0	0	0	0	0	0	0	5	11	23	20	24	8	16	9	7	4	1	0	1	0	0	0	
Laveste	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Median	0	0	0	0	0	0	0	1	5	19	19	18	6	9	5	4	1	0	0	0	0	0	0	



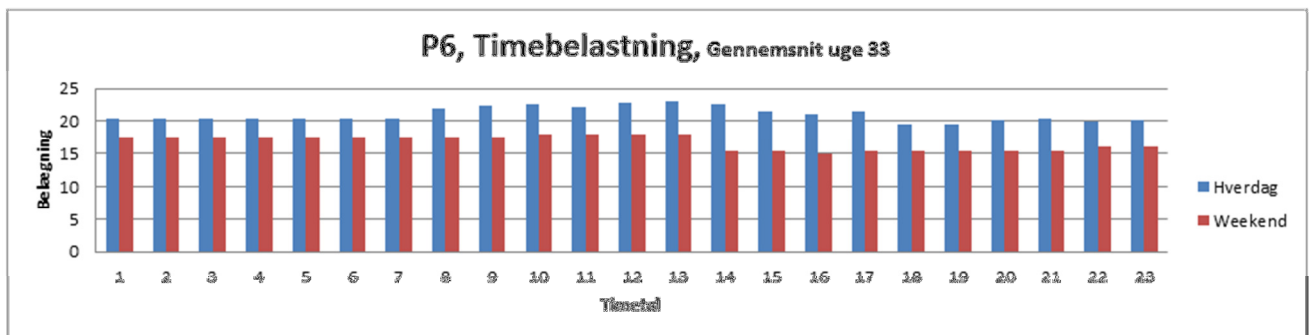
Som det ses af ovenstående tabel og graf, er der tale om 2 meget forskellige belastningsprofiler.

På akutafdelingen kan der observeres et relativt højt aktivitetsniveau hen over døgnet. Aktivitetsniveauet stiger jævnt hen over formiddagen fra kl. 7, og klinger langsomt af om aftenen fra kl. 20. Man kan på overordnet vis sige, at akutafdelingen er fuldt belastet mellem ca. kl. 8 – 22 dagligt. Der er tale om en gennemsnitlig stigning/nedgang i patientbelastningen på ca. 30 - 40 % mellem dag- og nattetimer.

Belastningsbilledet på det medicinske ambulatorium viser, at patientbelastningen er størst om formiddagen, mellem kl. 9 – 11. Der er en markant nedgang (ca. 60 %) i patientbelastningen fra kl. 12 – 17, hvor en større del af det tilknyttede personale er beskæftiget med administrative opgaver, forskning, eller tværgående aktiviteter (f.eks. lægegang på øvrige afsnit). Kl. 17 lukker afsnittet i teorien ned.

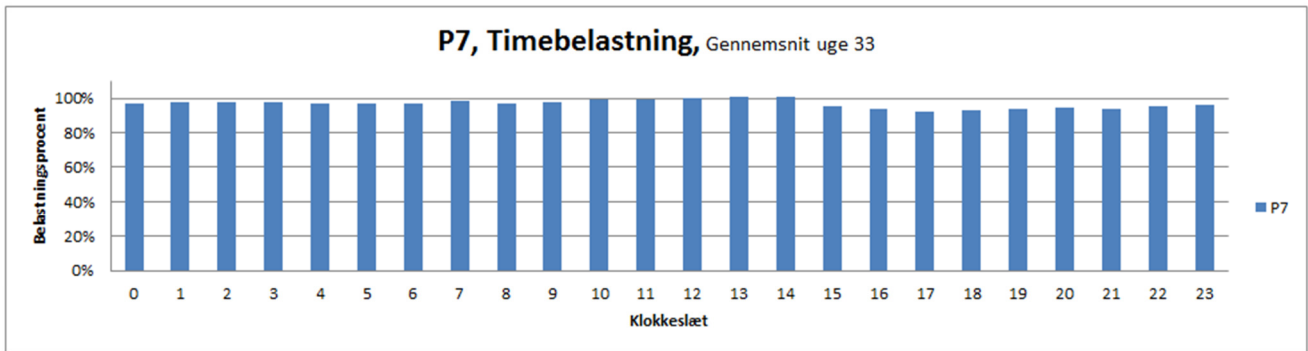
P6 og P7, bygning 5

Dato	Timebelastningsoversigt P6																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
13-08-2012	20	20	20	20	20	20	20	20	23	23	23	22	24	24	25	24	23	22	19	19	19	19	18	19
14-08-2012	19	19	19	19	19	19	19	19	20	21	21	20	19	19	17	17	20	19	19	19	21	22	22	22
15-08-2012	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23	24	24	24	25	25	24	23	23	21	22	23	23	23	23
16-08-2012	23	23	23	23	23	23	23	23	25	26	26	26	27	27	25	23	22	22	21	20	20	20	19	19
17-08-2012	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	20	20	20	19	20	20	21	18	18	18	18	18	18
18-08-2012	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	20	20	20	20	17	17	16	16	16	16	16	16	16	16
19-08-2012	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	14	14	14	15	15	15	15	15	16	16
Hverdag	20	20	20	20	20	20	20	22	22	23	22	23	23	23	22	21	22	20	20	20	20	20	20	20
Weekend	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16	16
GNS.	20	20	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21	22	21	20	19	20	18	18	19	19	19	19
Højeste	23	23	23	23	23	23	23	25	26	26	26	27	27	25	24	23	23	21	22	23	23	23	23	23
Laveste	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	14	14	14	15	15	15	15	15	16	16	16
Median	19	19	19	19	19	19	19	20	21	21	20	20	20	19	20	21	19	19	19	19	19	19	18	19
Antal disponible senge	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19



Belastningsbilledet på P6 er opdelt i en hverdagsbelastningsprofil og en weekendbelastningsprofil. Grafen viser en meget jævn belastning henover døgnet, som i weekenden ligger ca. 15 – 25 % lavere. På dagsbasis svinger belastningsprofilen med små 10 – 15 % fra dagstimer og nattetimer. Udsving mellem hverdag og weekend skyldes, at der i weekender alene er stuegang for akutte patienter, og mindre akutte patienter overføres til øvrige behandlingsafsnit.

Dato	Timebelastningsoversigt P7																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
13-08-2012	41	41	41	41	40	40	40	43	40	40	39	40	41	41	42	40	40	39	39	38	38	37	38	38
14-08-2012	38	38	38	38	38	38	38	39	39	39	40	41	41	41	41	38	40	38	38	38	41	41	41	42
15-08-2012	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	44	44	44	44	44	43	42	42	43	43	42	42	42	43
16-08-2012	43	43	43	43	43	43	42	42	42	42	44	44	44	44	45	42	39	38	38	39	39	39	39	40
17-08-2012	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	42	40	36	34	33	35	34	35	35	35	35
18-08-2012	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	33	31	32	32	33	33	33	33	34
19-08-2012	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	35	35	35	35	35	36	36	36	36	36	36	36	37	37
GNS.	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	40	40	40	40	40	38	37	37	37	38	38	38	38	38
Højeste	43	43	43	43	43	43	42	43	42	43	44	44	44	44	45	43	43	42	42	43	43	42	43	43
Laveste	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	35	35	35	35	35	33	31	32	32	33	33	33	33	34
Median	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	41	41	41	38	39	38	38	38	38	37	38	38
Antal disponible senge	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Belægningsprocent																								
13-08-2012	103%	103%	103%	103%	100%	100%	100%	108%	100%	100%	98%	100%	103%	103%	105%	100%	100%	98%	98%	95%	95%	93%	95%	95%
14-08-2012	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	98%	98%	98%	100%	103%	103%	103%	103%	95%	100%	95%	95%	98%	103%	103%	103%	105%
15-08-2012	105%	105%	105%	105%	105%	105%	105%	105%	105%	105%	110%	110%	110%	110%	110%	108%	108%	105%	105%	108%	108%	105%	108%	108%
16-08-2012	108%	108%	108%	108%	108%	108%	105%	105%	105%	105%	110%	108%	110%	110%	113%	105%	98%	95%	95%	98%	98%	98%	98%	100%
17-08-2012	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	105%	105%	100%	90%	85%	83%	88%	85%	88%	88%	88%	88%
18-08-2012	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	83%	78%	80%	80%	83%	83%	83%	83%	85%
19-08-2012	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	93%	93%
GNS.	97%	99%	99%	98%	97%	97%	97%	98%	97%	98%	99%	99%	100%	101%	101%	95%	94%	92%	93%	94%	95%	94%	95%	96%
Højeste	108%	108%	108%	108%	108%	108%	105%	108%	105%	105%	110%	110%	110%	110%	113%	108%	108%	105%	105%	108%	108%	105%	108%	108%
Laveste	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	83%	78%	80%	80%	83%	83%	83%	83%	85%
Median	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	103%	103%	103%	95%	98%	95%	95%	95%	95%	93%	95%	95%



Belastningen på P7 viser ligeledes et meget lille, generelt udsving i belastningsprofilen, og kan således siges at være meget højt belastet. Her er der ingen forskel i belastningen mellem hverdag og weekend. Belastningsprofilen svinger med maksimalt 5 %, typisk med en mindre nedgang i belastningen i de senere eftermiddagstimer.

Lægegangen P3, bygning 5

På lægegange på P3 er 3 forskellige teknologier blevet afprøvet, som tidligere beskrevet. Teknologierne er blevet afprøvet for gangarealet og for 2 forskellige kontorer, der benyttes af 2 forskellige personalegrupper, med forskellige brugsmønstre: et sekretærkontor, og et lægekantor. Begge kontorer kan kategoriseres som flermandskontorer (med plads til 4 - 6 arbejdspladser) Målingerne på baggrund af de tre afprøvede teknologier på P3 giver følgende resultater:

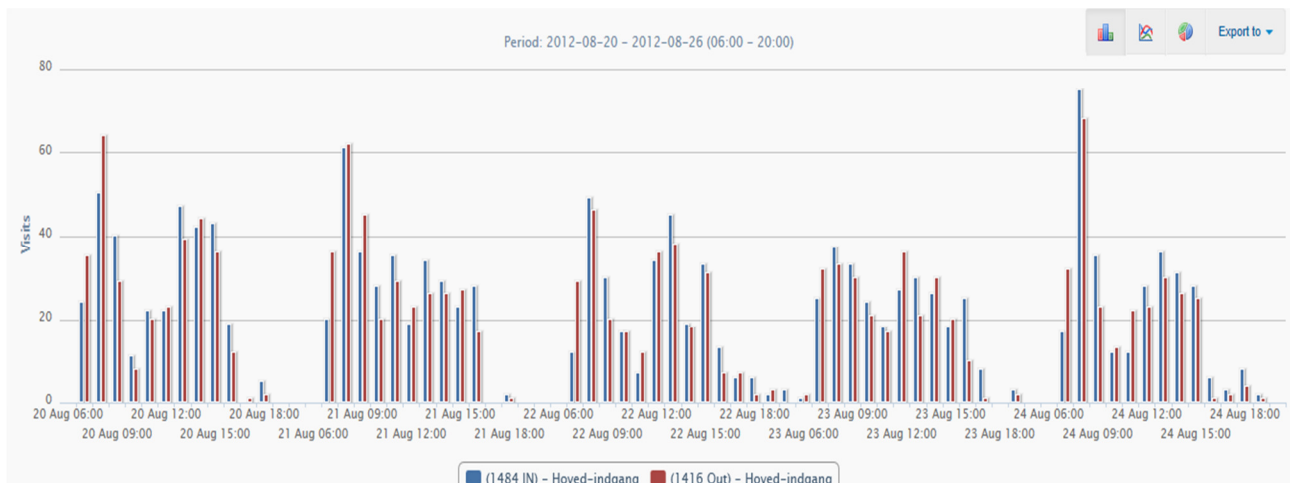


Diagram 1 – teknologi 1, gangarealet

Ovenstående diagram viser afprøvningen af den tidligere nævnte kamerateknologi på gangarealet på lægegangen, som blev placeret ved indgangen til lægegangen. Diagrammet viser belastningen i uge 34 i august 2012.

Diagrammet viser, at dagen starter ca. kl. 6 - 8, og at der efterfølgende er relativt lav bevægelsesaktivitet i gangarealet frem til kl. 12. Kl. 12 er der igen omfattende aktivitet til og fra lægegangen, som kan være et led i frokostaktiviteter og pauser. Der er relativt stor aktivitet i gangarealet mellem kl. 12-14, hvorefter aktiviteten foretager markant, indtil de sidste medarbejdere forlader arealerne frem til ca. kl. 18.

Dette billede viser et relativt klart mønster for, at personalet ankommer om morgenen til kontorerne og arbejder frem til ca. kl. 12, hvorefter personalet enten kommer tilbage til kontoret, eller at man som overlæge f.eks. er ude af arealerne til behandlingsaktiviteter. Følgende grafer uddyber de identificerede bevægelsesmønstre.

Følgende udtræk er foretaget for tirsdag den 21. august 2012, i tidsrummet kl. 6-17, for afprøvning af den tidligere beskrevne teknologi (med 2 tags, der registrerer bevægelser ind og ud af arealerne) ved sekretærkontoret:

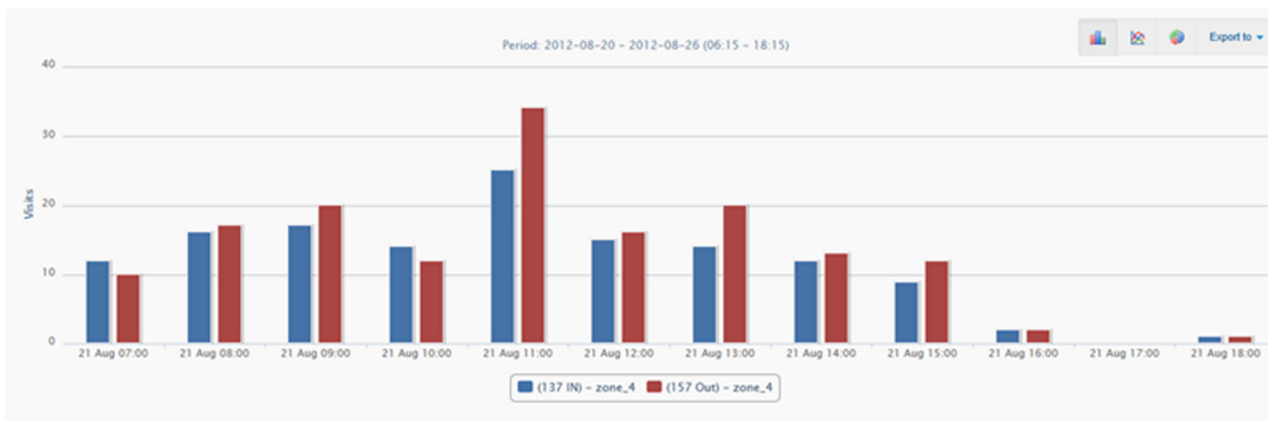


Diagram 2 – teknologi 2, sekretærkontoret

Der har vist sig en enkelt, men vigtig udfordring ved placering af censorerne i døren til sekretærkontoret. Udfordringen relaterer sig til, at printere, og andet større kontorudstyr er placeret i gangarealet, da der ikke er plads inde på selve sekretærkontoret. Dette viser sig som et relativt jævnt hvis ikke stigende aktivitet hen over formiddagen. Ved efterfølgende interviews af sekretærpersonalet på lægegangen kan følgende personalebevægelser dog udledes.

Mellem kl. (6) 7 - 8 ankommer sekretærpersonalet, og arbejder frem til kl. 12 på kontoret. Der er dog en hvis bevægelse, der skyldes henvendelser fra det øvrige personale, f.eks. fra overlæger. Kl. 11 - 12 er der stor aktivitet såvel ind til men især ud af kontorerne, som skyldes frokostaktiviteter. Fra kl. 12 – 15 er der ligeledes kontorgang for sekretariatspersonalet, hvorefter der er en nedgang i aktiviteterne, som led i at sekretærene afslutter arbejdsdagen og forlader arealerne.

Følgende udtræk er foretaget for tirsdag den 21. august 2012, i tidsrummet kl. 6-17, for afprøvning af teknologi 3 (den enkelte tag, der registrerer enhver aktivitet uden skelnen) ved et større lægekantor:

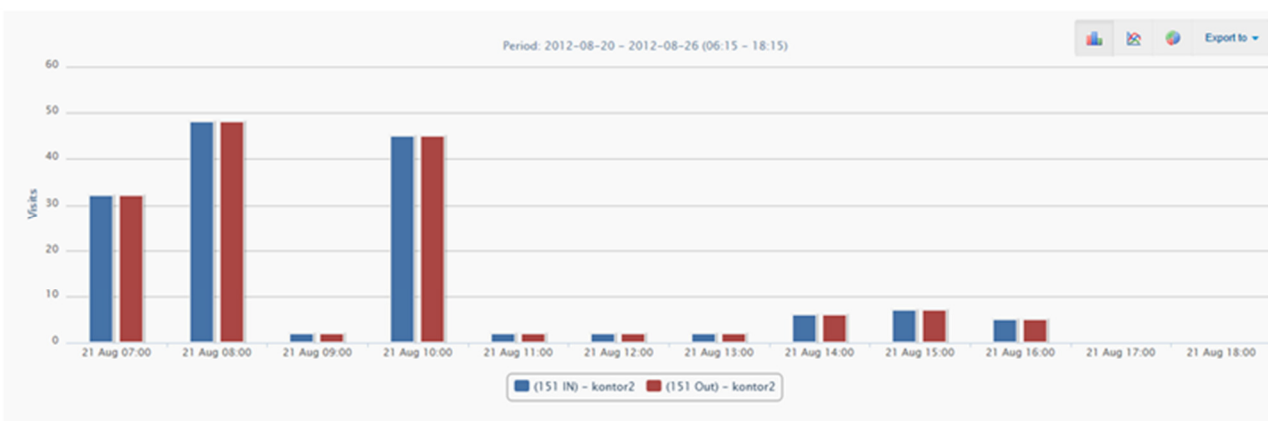


Diagram 3 – teknologi 3, lægekantor

Bevægelsesmønstrene er radikalt anderledes, hvad angår lægekantorerne.

Der er en stor stigning i aktiviteterne mellem kl. (6) 7 - 8, hvorefter aktiviteten foretager sig markant kl. 9. Kl. 10 stiger aktiviteten ligeledes igen markant, for herefter at ligger tæt på 0 frem til kl. 14. Fra kl. 14 – 16 er der igen en mindre aktivitet. Tolkningen har været, at overlægerne ankommer til deres respektive kontorer om morgenen, for herefter at bevæge sig ud af arealet, til behandlingsaktiviteter, hen ad

formiddagen. Nogle af lægerne kommer kortvarigt tilbage til kontoret efter lægegang før de afslutter arbejdsdagen. Dette billede er efterfølgende blevet bekræftet ved interviews af enkelte læger, der har kontor på lægegangen.

4.6 Opsamling

På baggrund af en kortlægning af energiforbruget på hospitalet, står det klart, at de mest interessante kilder til energiforbrug er varme, ventilation og belysning. Samtidig er funktionen af disse anlæg grundlæggende for alle områder på hospitalet. Det medico-tekniske udstyr, som består af nogle meget varierede udstyrstyper på hospitalet, har en relativt lille påvirkning på det samlede energiforbrug – i alt anslået til 5-10 % af det samlede elforbrug, afhængigt af behandlingsafsnittet.

En styringsstrategi på disse anlæg vil således medføre to fordele:

- Man berører en meget stor del af hospitalets samlede energiforbrug
- De grundlæggende anlæg er ikke helt så afhængige af de konkrete aktiviteter i de enkelte områder, såsom det medico-tekniske udstyr ville være. Forbruget bliver i højere grad afhængigt af brugsmønstre/belastningsprofilen i de enkelte områder (*hvornår og hvor mange personer er der i det pågældende område?*)

Muligheder for styring ved Tag and Trace

På nuværende tidspunkt kan det af to årsager være en udfordring, at anlægge en konkret styringsstrategi baseret på Tag and Trace.

Tag and Trace teknologien vurderes som tidligere beskrevet ikke moden til brug til energistyring, ud fra de databehov, der vurderes at være – her, at personbevægelser og hermed belastningsprofiler vil kunne spores, bearbejdes og lede til en umiddelbar eller kortsigtet styring. En vurdering er, at den passive teknologi ville være bedst egnet til energistyring, hvor teknologien skal registrere personbevægelser og hermed belastningsprofilen i udvalgte lokaliteter eller afsnit, hvorefter energiforbrug automatisk tilpasses efter det faktiske behov. En erfaring fra leverandørdialogen er, at teknologien endnu ikke er udviklet tilstrækkeligt til dette formål. Årsagen er, at de portaler, der skal opfange radiosignalerne fra de passive tags og som indeholder antenner og radiomodtagere, giver en række begrænsninger såvel fysisk som økonomisk. Det vil med den nuværende teknologi ikke være teknisk eller økonomisk muligt at opsætte portaler ved indgangen til alle de rum eller arealer, hvor en tilpasning af energiforbruget med fordel kunne tilpasses det faktiske behov. På sigt forventes der at komme bedre egnede og billigere løsninger, der kan registrere enkelte rums, eller givne arealers belastninger og brugsmønstre og som med fordel vil kunne anvendes i de rumtyper og arealer, hvor belastningen varierer over tid. Over tid vil f.eks. den aktive RFID teknologi også kunne komme i spil, hvor personalet spores og lokaliseres i givne arealer samtidig.

Den anden årsag er, at den eksisterende driftsstrategi er relativt fastlåst af den eksisterende anlægsstruktur. De fleste anlæg kan i nogen grad styres gennem det eksisterende CTS anlæg, men en "manuel" databearbejdning fra patientinformationssystemet og vagtplanssystemet er påkrævet med hensyn til at fastlægge de enkelte afsnits belastningsprofiler. CTS-styringen vil på denne baggrund kunne foregå med jævnlige mellemrum, og vil ligeledes foregå manuelt.

Dog er det interessant at kortlægge et teoretisk potentiale, der til dels tager stilling til at en brugbar Tag and Trace teknologi/system forefindes, og at anlægsinfrastrukturen bliver moderniseret indenfor en relativt kort årrække.

Det er i kapitlet kortlagt, at især gangarealer, kontorer, sengestuer og undersøgelseslokaler står for en relativt stor del af det somatiske hospitals samlede areal. Det er særligt interessant at undersøge, hvad en styringsstrategi for anlæggene, drevet vha. Tag and Trace, kan betyde for energiforbruget på områ-

der eller afsnit, der er repræsentative for de forskellige arealtyper (f.eks. kontorområder, sengestuer, ambulatorier mv.), når anlæggenes effekt i de enkelte afsnit, og afsnittenes belastningsprofiler, inddrages. Det anslås på baggrund af kortlægningen, at den gennemsnitlige belastningsprofil på hospitalet svinger med ca. 30 % i ca. 1/3 af døgnet – i nogle funktioner svinger belastningsprofilen mere (f.eks. ambulatorier), og i nogle andre funktioner mindre (f.eks. akutafdelingen og nogle af sengeafsnittene). Men hvad betyder belastningsprofilen for de overordnede styringsstrategier, og hermed effektiviseringspotentialer, på det samlede hospital?

5. Analyse af personale-flow

5.1 Problemstilling

En anden form for spild udover energi, og som vurderes relevant at undersøge, omhandler spild i medarbejder-flowet. Ifølge medarbejderne selv, bruges der meget tid på især at lede efter udstyr, og lede efter kollegaer, der kan varetage en bestemt funktion. Der bruges også meget tid på transport af senge/patienter samt udstyr på kryds og tværs af hospitalet.

Med hensyn til tracking af medarbejdere er det således især "antal skridt", der er relevante at undersøge, som et udtryk for effektivitet i "personale-flowet". Dette skyldes især, at der på Hospitalsenheden Horsens i forvejen er fokus på hvor meget personalet under de nuværende rammer bevæger sig af ovenstående årsager, for at kunne få arbejdsdagen til at hænge sammen.

5.2 Optimering af personale-flow vha. optimering i antal skridt

Undersøgelser viser, at hospitalspersonale i gennemsnit går ca. 1000 skridt i timen (ca. 720 m), hvilket kan omsættes til mellem 5 og 9 km på en almindelig vagt/arbejdsdag (en enkelt vagt kan vare 7 – 12 timer i gennemsnit). Da dette er en gennemsnitsbetragtning vil der være personalegrupper, f.eks. portører, der går væsentligt længere, hvorfor der her er fokus på sundhedsimplicationerne, f.eks. i form af slid i led, knæ, hofter mv.

Der kan være mange andre årsager til, at optimeringen af personale-flowet udtrykt i "antal skridt" er efterspurgt:

- Visse personalegrupper bruger meget tid på at lede efter forskellige slags udstyr, hvorfor der kan være et behov for sporing af mobilt udstyr med henblik på positionering – dette skaber tidsbesparelser og besparelser i antal skridt
- Der kan være et behov for sporing af personale, da personale ofte oplever at skulle lede efter bestemte personer der kan varetage en bestemt funktion (f.eks. læge, specialsygeplejerske eller lignende, og som kan være optaget af noget andet på det pågældende tidspunkt) – sporing vil f.eks. kunne bidrage til, at man ikke forstyrrer vedrørende i sit igangværende arbejde, eller at man kan finde nærmeste medarbejder indenfor den efterspurgte medarbejderkategori (f.eks. portør)
- Sporing af patienter, f.eks. når de ankommer via ambulance, kan bidrage til en hurtigere teamsammensætning, og at logistikken er på plads inden patientens ankomst

Sporingen kan således være personale- eller udstyrsbaseret, afhængigt af hvilke "skridt", der opleves størst behov i at optimere. Det, at optimere antal skridt vurderes især at kunne frigøre tid til andre, mere værdiskabende aktiviteter.

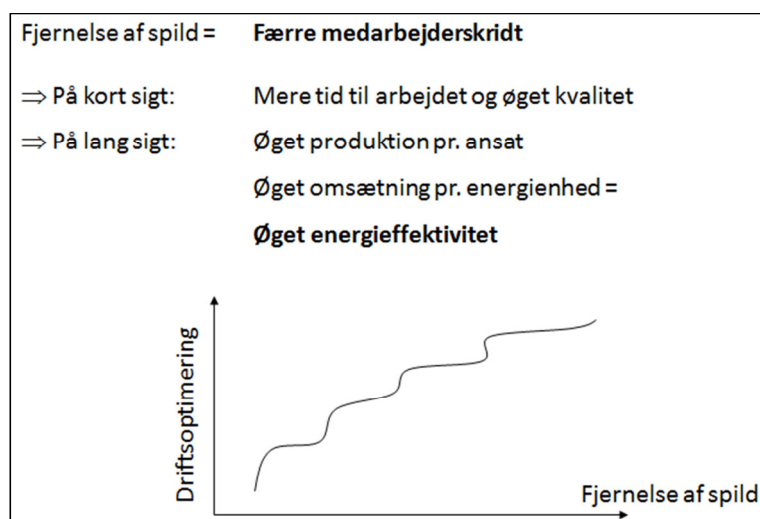
5.3 Potentialer ved Tag and Trace

Der kan på baggrund af en række eksisterende undersøgelser foretaget med netop optimeringen af antal skridt for øje (f.eks. i psykiatrien i Region Syddanmark), udarbejdes følgende regnestykke, som kan angive et meget overordnet potentiale for optimering af medarbejderskridt vha. Tag and Trace:

- Der er 1.600 ansatte på Hospitalsenheden Horsens. Det er en antagelse, baseret på et kendskab til de personalegrupper der bevæger sig meget i hverdagen, at ca. 2/3 af de ansatte (afrundet til 1000 ansatte), vil kunne få glæde af en optimering i antal skridt.

- Undersøgelser viser, at hospitalsansatte i gennemsnit går 1000 skridt i timen, hvilket i undersøgelserne svarer til ca. 720 meter i timen. Tager man længden af en arbejdsdag/vagt i betragtning, kan det givne personale komme til at gå mellem 5 og næsten 10 km på en arbejdsdag. Undersøgelserne fra Region Syddanmark viser endvidere, at det tager ca. 10 minutter at gå 720 meter, arbejdssituationen taget i betragtning.
- Det er endvidere en antagelse, at personale-flowet i det mindste bør kunne optimeres med ca. 10 %. Dette er en antagelse, der baserer sig på oplevede situationer på Hospitalsenheden Horsens, hvor respondenter selv giver udtryk for situationer der kunne optimeres, set i forhold til hvor meget de bevæger sig på en arbejds hverdag. På akutafdelingen, der indenfor det seneste år har udbygget og benyttet sig af sporing af medarbejdere, er vurderingen på 10 % fuldt ud realistisk.
- Disse 10 % svarer til ca. 7 minutter per person/dag – 7 minutter for en enkelt medarbejder virker måske ikke umiddelbart af meget – men ganges dette op på de personalegrupper, hvor der vurderes at være potentialer for optimering af antal skridt, er der tale om en optimering af 10 – 15 mandår i arbejdstimer.

Optimeringen af antal skridt kan desuden indirekte omsættes til energieffektivitet:



Der er således ikke tale om en konkret og målbar energibesparelse, men et udtryk for en øget produktivitet set i forhold til, at man fastholder det "samme" energiforbrug.

De reelle potentialer

Det er vigtigt, at når der er tale om en besparelse på 10-15 mandår, *ikke* er tale om en besparelse i antallet af personale. Det giver i praksis ikke mening med et mekanistisk syn på personaleressourcer, som dette ville give udtryk for.

Der er primært tale om en forbedring i den eksisterende hverdag, hvor det største potentiale er at frigøre tid til øvrige, værdiskabende aktiviteter, samt en aflastning af personalegrupper, som i forvejen kan siges at være relativt kropsligt belastede i hverdagen.

Hospitalet har som tidligere nævnt igennem det sidste år sporet medarbejderne i Akutafdelingen med ultralyd. Dette er tænkt som en hjælp til medarbejderne i den daglige drift, da fleksibilitet, og en hurtig sammensætning af teamet, kan være afgørende i en akut situation. Sporingen har vist sig at være meget brugbar for medarbejderne. Personalet nu en hvis afhængighed af, at kunne have overblik over, hvor deres kolleger er i realtid, og opnår store fordele især færre afbrydelser, men også i sparede skridt. Samtidig bidrager systemet til en forbedring af arbejdsmiljøet – udover oplevelsen af færre for-

styrrelser, er oplevelsen ligeledes, at teamsammensætningen foregår hurtigere, og bidrager til at tage et "pres" fra personale i stressende situationer.

Det er ligeledes vigtigt, at personalebaseret sporing ikke kommer til at omhandle overvågning, men at dette tænkes som et operationelt værktøj til brug for personalet. Hermed ikke sagt, at der ikke vil kunne opbygges et system, hvorfra visse informationer vil kunne udtrækkes – f.eks. af driftspersonalet, som kan være interesseret i at overvåge overordnede bevægelsesmønstre i konkrete arealer, i henhold til den forrige analyse. Heri ligger nogle etiske overvejelser, som skal defineres i sammenhæng og i overensstemmelse med konkrete overvejelser vedrørende databehov.

Hvis personalesporingen primært tænkes ind som en understøttende funktion til kernefunktionen, nemlig behandlingsaktiviteterne, vil der også kunne høstes flere fordele. Dette kan f.eks. være større arbejdsro i kritiske situationer, f.eks. som det er tilfældet på akutafdelingen, er hermed også større arbejdsglæde og mindre stress. Desuden vil dette kunne bidrage til større fleksibilitet og bedre udnyttelse af de menneskelige ressourcer i de konkrete situationer og en bedre tilrettelæggelse af arbejdsfunktionerne overordnet set.

5.4 Opsamling

På baggrund af en meget overordnet potentiale vurdering, er det vurderingen, at sporing af udstyr og personale med henblik på optimering i "antal skridt" vil kunne frigøre 10 – 15 mandeår samlet set på hospitalet, hos 2/3 af hospitalets ansatte. Denne besparelse skal primært ses som et udtryk for, hvor meget tid der vil kunne blive frigjort til øvrige værdiskabende aktiviteter (hurtigere behandling, mv.). Samtidig skal sporingen primært ses som en hjælp til medarbejderne i hverdagen, og vil kunne tilføre forbedringer i hverdagen, der vil eventuelt vil kunne opleves som forbedringer i arbejdsmiljøet, som det opleves hos hospitalets Akutafdeling.

Muligheder med Tag and Trace

En klar anbefaling, der har været drøftet i projektgruppen i forbindelse med analysen af optimering af medarbejderskridt, omhandler mængden og kompleksiteten i de teknologier, der skal anvendes af personalet. Skal Tag and Trace teknologi være en reel understøttende funktion i dagligdagen, skal de forskellige muligheder der ligger i Tag and Trace, kunne integreres i én eller få samlende teknologier, med et simpelt, brugervenligt brugerinterface. I dag benytter en væsentlig del af personalet sig at såkaldte DECT-telefoner, som er mobile og indehaves af den enkelte medarbejder. DECT-telefonerne bruges som intern kommunikationsteknologi, som sporingsdevice og som overfaldsalarm. På sigt forventes funktionaliteterne i DECT-telefonerne at blive videreudviklet til smart-phone format. Derudover gøres der brug af centraliserede informationsskærme, f.eks. på akutafdelingen, hvor informationen er let tilgængelig og strategisk placeret med hensyn til personale-flowet.

Anbefalingen er, at informationsplatformen, der skal understøtte Tag and Trace systemerne og kommunikationen af data, ikke spredes til flere forskellige teknologier (f.eks. endnu en tracking-device, som det pågældende personale skal forholde sig til), men samles på de eksisterende brugerplatforme (smart-phones og informationsskærme). Herved skal der ved brug af Tag and Trace tænkes samlet i én samlende brugerplatform, uafhængigt af de forskellige systemer. Desuden ville det kunne give god mening, at de forskellige systemer vil kunne tale sammen – her er der tale om, at Tag and Trace skal ses som et arkitektur-projekt, hvis potentialerne i Tag and Trace som en reel, understøttende funktion i behandlingen, skal kunne indfris. Styrken kommer således i summen, og hermed falder projektgruppens anbefaling god i tråd med DNU's eksisterende arbejde med at etablere en referencearkitektur.

6. Analyse af optimering af drift og vedligeholdelse – medico-teknisk udstyr

6.1 Problemstilling

Som tidligere nævnt, har projektgruppen vurderet det særligt interessant at undersøge sporing af udstyr, set i sammenhæng med hospitalets eksisterende vedligeholdssystem. Udfordringen er især, at koble et system, der fysisk håndterer identificeringen af udstyrets anvendelsesgrad og hermed vedligeholdsbehov, samt placering og tilsidesættelse, med hospitalets vedligeholdsstrategi. Dette skal samtidig udføres således, at det ikke skaber gener eller mangler hos det personale, der til daglig benytter sig af udstyret. Der er mange forskellige slags udstyrskategorier, som enten skal rengøres, udskiftes eller funktionstjekkes dagligt eller jævnlige. Her er spørgsmålet, hvilke muligheder og potentialer, der ligger i sporing, identificering og/eller positionering af udstyr, der skal vedligeholdes.

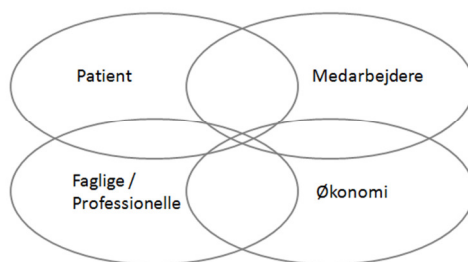
På denne baggrund er kapitlet opbygget efter følgende struktur:

1. Vedligeholdstilgang
2. Fokusområder (strategisk tilgang)
3. Opdeling af udstyr i kategorier
4. Kritikalitet
5. Vedligeholdsmetode
6. Opbygning af en vedligeholdsplan
7. Ledelse via vedligeholdssystemet og procedurer

6.2 Beskrivelse af vedligeholdstilgang

Når man ser på vedligeholdstilgangen er det vigtigt at dette gøres ud fra en strategisk tilgang, der understøtter Hospitalsenhedens mål og visioner. Herved bliver vedligeholdet en værdiskabende aktivitet, der understøtter de øvrige værdiskabende områder på hospitalet. Det er derfor vigtigt at udstyr og anlæg holdes i en tilstand, hvor de bidrager til skabelse af rammerne omkring hospitalets fire tidligere nævnte fokusområder:

Fokusområder



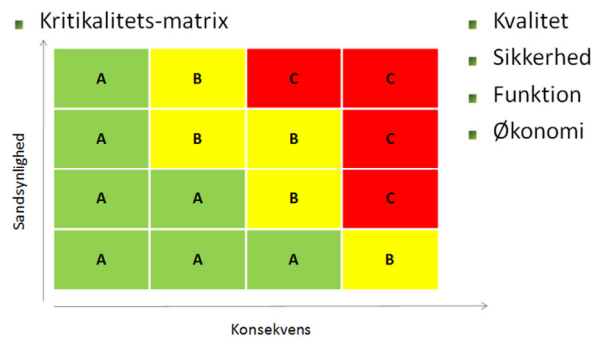
En og gerne flere af disse områder bør altid være at finde i de aktiviteter og tiltag, man foretager.

Organisering af vedligeholdet - kritikalitet

Når man forholder sig strategisk til vedligehold, starter man ofte med at vurdere, hvilket udstyr man ønsker at vedligeholde, og hvordan. Til at hjælpe med denne udvælgelse benyttes en kritikalitetsanalyse. Ud fra de opstillede kriterier i analysen, vurderes udstyret ud fra to parametre:

- Konsekvens
Hvilken konsekvens har det hvis udstyret fejler?

- Sandsynlighed
Hvilken sandsynlighed er der for, at fejlen vil optræde?



Er der lav konsekvens eller lav sandsynlighed, placeres udstyret i kategori A: Ikke kritisk udstyr. Hvis konsekvensen er middel eller sandsynligheden for fejl er høj, placeres udstyret i kategori B: Middel kritisk udstyr. Hvis konsekvensen er høj og sandsynligheden er middel/høj, placeres udstyret i kategori C: Kritisk udstyr.

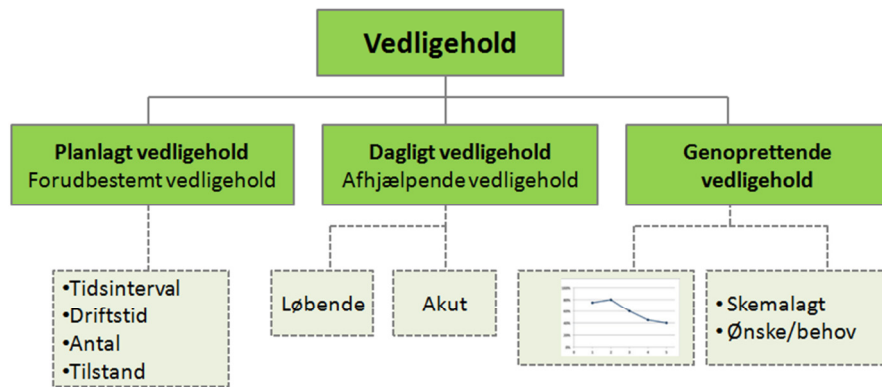
Det udstyr, der ikke kategoriseres som kritisk kræver ingen eller et minimum af vedligehold, hvorimod det udstyr, der kategoriseres som kritisk skal vedligeholdes så funktionen sikres. Det kan eventuelt være nødvendigt at ombygge udstyret så pålideligheden øges.

I det efterfølgende er givet et eksempel på en kritikalitetsanalyse, der er udført på hospitalets elektriske udstyr. Analysen opdeler udstyret i fire grupperne:

- 0: Udfald er acceptabelt
- A: Funktionen kan undværes i 2 til 5 min [Grøn]
- B: Funktionen kan undværes i 30 sek [Gul]
- C: Funktionen må ikke fejle [Rød]

Ud fra funktionskravene kan man fastlægge, hvordan de elektriske forsyningsanlæg skal opbygges. Hvilke funktioner er så vitale, at de kræver nødforsyning? Hvilken type af nødforsyning skal etableres for at skaffe den nødvendige sikkerhed, for opretholdelse af funktionen?

- 0: Ingen nødforsyning
- A: NET – op til 5 min forsinkelse inden 100 % nødforsyning [Grøn]
- B: NØD diesel [Gul]
- C: UPS [Rød]



Oversigt over vedligeholdsmetoderne på Hospitalsenhed Horsens

Når der tales om vedligeholdsmetoder er det hovedsageligt den akutte del, der forstyrrer den daglige planlægning. Den akutte del kan optræde indenfor alle grupper, også den planlagte, og kræver ofte at der reageres hurtigt. Dette er tilfældet, hvis et af de udstyr, der udføres forebyggende vedligehold på alligevel fejler. Her genetableres funktionen, hvorefter vedligeholdstilgangen tages op til vurdering og ændres, så lignende fejl ikke vil optræde i fremtiden.

På Hospitalsenheden Horsens samles de forebyggende aktiviteter i hospitalets vedligeholdelsesystem *Medusa*. *Medusa* er valgt på regionsniveau for at få det samme system på regionens 5 hospitalsenheder. Et fælles system og en ensartet tilgang til vedligehold på hospitalerne kan give regionen nogle fordele. Eksempler på områder, hvor hospitalerne kan opnå fordele ved at arbejde sammen på vedligeholdelsesområdet, kan være serviceaftaler, reservedele, dokumentation og samarbejdsaftaler.

6.4 Vedligeholdsplanlægning

Vedligeholdelsesystemet bliver omdrejningspunktet for hospitalets daglige tilgang til vedligehold. Det er derfor vigtigt, at den tekniske afdeling forholder sig til, hvordan de strategiske målsætninger afdelingen har på området, kommer til udtryk i systemet. Samtidig skal den tekniske afdeling definere, hvilke tilbagemeldinger i form af nøgletal, systemet skal kunne generere for, at afdelingen kan sikre den korrekte ledelsesmæssige tilgang til området. Meget af ledelsen skal bygges ind i systemet så det giver de rammer, som teknikerne skal agere indenfor. Når vedligeholdssystemet er rigtigt opbygget, vil det danne grundlaget for at teknikergruppen kan praktisere en høj grad af selvledelse. Sammen med synlige målsætninger er selvledelse et vigtigt element, når der er tale om motivation af den vidensmedarbejder, som vedligeholdsteknikeren er.

Medusa er et relativt nyt system, der er under opbygning på hospitalet. I systemet er opgaverne inddelt i fire hovedkategorier:

- Bygning
- Udenomsanlæg
- Udstyr
- Installationer

Til de forskellige områder er tilknyttet personalegrupper, der besidder de tekniske kompetencer, der svarer til det område han/hun arbejder indenfor.

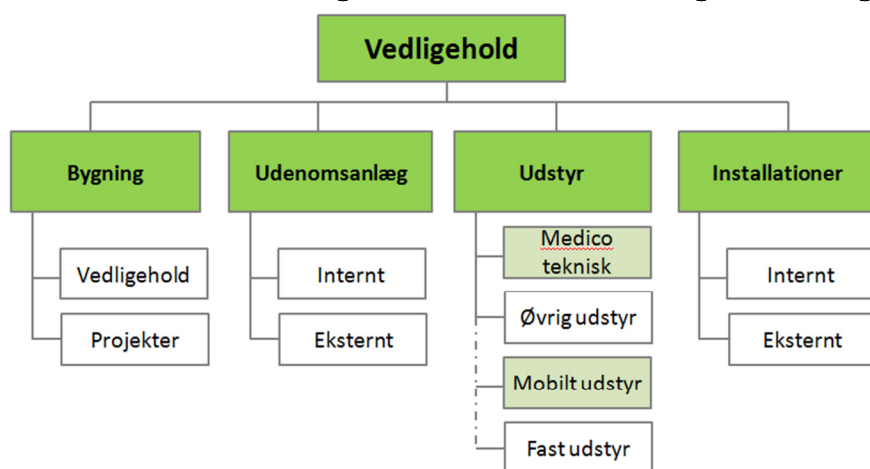
Det er hovedsageligt indenfor området *Udstyr* vi har en mobilitet, der gør at det kan være interessant at følge enhederne via Tag & Trace. På de øvrige områder er der tale om faste enheder, der oprettes i vedligeholdssystemet ud fra deres placering i bygningen.

Udstyr

Området *Udstyr* er inddelt i to hovedområder:

- Medico-teknisk udstyr
- Øvrigt udstyr

Disse to hovedområder er igen inddelt i to underinddelinger: mobil- og fast udstyr.



Hovedstrukturen i Medusa

6.5 Tracking af udstyr

For at komme i gang med Tag and Trace på udstyret, bør der udarbejdes nogle kriterier, hvorfra man kan få udvalgt det mobile udstyr, der med fordel vil kunne spores.

Kriterierne kunne være:

- Udstyr med høj udstyrsværdi
- Udstyr, der er kritisk set i forhold til vigtige områder på hospitalet
- Udstyr, der benyttes på tværs af afdelinger
- Udstyr, der benyttes på tværs af hospitalerne
- Udstyr der udlånes til patienter

Eksempler på udstyr med høj udstyrsværdi

Oversigt over bariatriske hjælpemidler i Hospitalsenhedens Hjælpemiddeldepot

	Max. belastning	tusinde kr.
▪ 1 Kipbar og hæve/sænke badebækkenstol	250 kg	35
▪ 2 Kipbare badebækkenstole	200 kg	15 pr. stk
▪ 1 kørestol med kipbar ryg	300 kg	20
▪ 1 kørestol sammenklappelig	325 kg	20
▪ 4 Badebænke	300 kg	4 pr. stk
▪ 2 Høj gangvogn	325 kg	10 pr. stk
▪ 2 Toiletforhøjer	325 kg	3,5 pr. stik
▪ 1 Gangbuk	270 kg	5
▪ 1 Selvkørende bariatrisk seng	400 kg	110
▪ 3 almindelige "store" senge	240 kg	30
▪ 1 Rollator	275 kg	4
▪ 1 Stålift	250 kg	32

▪ 1 Mobillift	300 kg	18
▪ 1 Selvkørende mobillift	325 kg	232

Eksempler på mobilt udstyr, der har strategisk betydning (ikke udtømmende):

- | | |
|--------------|----------------------------|
| ▪ Senge | ▪ Mobilt røntgen |
| ▪ Kørerstole | ▪ Mobilt behandlingsudstyr |
| ▪ EKG | ▪ IT |

Eksempler på udstyr, der bruges på tværs af afdelingerne

- | | |
|---|--|
| ▪ Lumholt maskine (ilt og atmosfærisk luft m. fugter t. kolt pt. Bor på P7) | ▪ Blodsukkerapp. (pt. måler via eget udstyr) |
| ▪ Akutkuffert/transporttaske bruges v. ledsaget transport (bor på M2 og sendes ud af huset med den medicinske mellemvagt) | ▪ IV-pumper (har ikke én pr. seng) |
| ▪ Lungefunktionsapparat (bærbar bruges til tjek af lungefunktion) – ambulatoriet, Akut, P7 | ▪ Dropstativer (ikke v. alle senge) |
| ▪ Blærescanner (på hovedkontor i sengeafd. på Akutafd.) | ▪ Senge til bariatriske pt. (overvægtige) |
| ▪ Holder-monitoring – døgnblodtryksmåler (låner pt. med hjem) | ▪ Mobillift |
| | ▪ Udstyr til sikring af frie luftveje |
| | ▪ Akut-udstyr på skadestuer |
| | ▪ Hjertestarter |
| | ▪ Rullatorer/kørestole |
| | ▪ Spineboards (hænger i akutafd. men bruges v. traume) – sker en udveksling m. respons |

Optimering af udstyr vha. Tag & Trace

Som det fremgår af eksemplerne på udstyr er der en stor sammenhæng mellem mængden af udstyr, dets placering og de antal skridt, personalet skal gå for at hente/finde udstyret. Forholdene omkring optimering af personaleskridt er omtalt i den forrige analyse i denne rapport. I det efterfølgende omhandles optimering af udstyret, set ud fra et udstyrs- og vedligeholdssynspunkt.

Når der er tale om, hvordan man kan optimere forhold omkring det mobile udstyr, er der hovedsageligt tre optimeringsområder, der er set på:

- Rettidig service i relation til brugstid
- Optimering af logistik set i forhold til vedligehold
- Optimering af indkøb og anskaffelser

De to første områder ligger indenfor samme kategori, og relaterer sig til optimering af logistikken omkring vedligeholdet af det mobile udstyr.

Tanken er at kendskab til udstyrets placering, kan gøre det lettere for personalet at få udstyret "pillet ud" af drift og sendt til vedligehold. I dag styres denne del via Medusa. Udstyret er oprettet i Medusa - på de forskellige typer af udstyr er de relevante vedligeholdsjob oprettet, samtidig med at der er anført et interval der viser, hvor ofte jobbet skal udføres. Når tidsperioden er gået, kommer jobbet op i systemet og udstyret "indkaldes" til service. Herefter er det personalet på afdelingerne, der ved den først kommende lejlighed, piller udstyret ud til vedligehold.

Hvis Tag & Trace skal ind og understøtte og optimere denne proces, er det vigtigt at systemet opbygges, så det reducerer den manuelle del af processen, dvs. at der skal være en kobling mellem Tag & Trace og Medusa.

Når man taler om optimering bør man vurdere, om en lignende optimering kan opnås vha. en simplere tilgang. Eksempelvis kan man benytte LEAN principperne, hvor man har rette udstyr på rette plads, hvilket kan give overblik over mængden af udstyr, mængden af udstyr i brug samt udstyrets tilstand.

Et andet område er optimering af udstyrsudnyttelsen. Kan man optimere brugen af udstyret, kan man sandsynligvis reducere den totale mængde af udstyr gennem at reducere behovet. En sådan reduktion vil have en positiv effekt på indkøbet af udstyr og efterfølgende vil der også være mindre udstyr at vedligeholde, hvilket vil reducere behovet for vedligehold.

6.6 Potentialer

Hvor det kan være svært umiddelbart at kvantificere potentialerne i optimeringen af logistikken omkring vedligeholdet af det mobile udstyr, da dette afhænger af de konkrete udstyrstyper, er det nemmere at identificere overordnede potentialer hvad angår en reduktion af udstyrmængden på baggrund af Tag and Trace. Hertil forventes det overordnede potentiale at kunne være helt op til 30 %, baseret på baggrund af andre lignende erfaringer. Følgende potentiale vurdering er foretaget i samarbejde med økonomiafdelingen på hospitalet, som har kendskab til hvor mange ressourcer der bruges årligt på indkøb af udstyr, indenfor hvilke udstyrsgrupper

Potentiale ved indførelse af Tag and Trace i forbindelse med reduktion af udstyr

Hospitalet køber årligt udstyr for:

▪ Medico-teknisk udstyr	7.000.000 kr.
▪ Øvrigt udstyr	5.000.000 kr.
Summen bliver	12.000.000 kr. i alt.

Det vurderes at 25 % af udstyret er mobilt udstyr, svarende til 3.000.000 kr.

Forskellige erfaringer tyder på, at Tag & Trace kan reducere behovet for udstyr med op til 30 %. Hvis det er det samme forhold, der gør sig gældende på Regionshospitalet Horsens, vil det give et overordnet potentiale på **1.000.000 kr./år**. Dette afhænger selvfølgelig af hvilket udstyr, der konkret vil kunne spares på.

Øvrige besparelser vil komme i form af en mindre direkte og indirekte nedsættelse af elforbruget. Med hensyn til det direkte elforbrug er der tale om nedsættelsen i mængden af elektrisk udstyr eller el i forbindelse med vedligeholdelsesprocesserne. Indirekte vil potentialerne ofte være noget højere, da der er tale om energiforbruget igennem udstyrets levetid, i form af energi til produktion, brug og afskaffelse, der hermed vil kunne spares. Indenfor de senere år, er der sket et paradigmeskift indenfor nedsættelse af CO₂ udledning, og hvor det tidligere har handlet om energieffektivisering i eget hus (såkaldte scope 1 og 2 besparelser), er der indenfor de senere år kommet større fokus på besparelser i værdikæden (scope 3 besparelser). Dette ses de nye EU-krav vedrørende grønne offentlige indkøb som et tydeligt eksempel på.

6.7 Opsamling

Der er mange forskellige forhold, der skal overvejes ved sporing af udstyr, med henblik på at understøtte vedligeholdsaktiviteterne på hospitalet. F.eks. skal vedligeholdstilgangen, herunder kritikaliteten af vedligeholdet på et givent udstyr, vurderes. Det vurderes, at det med hensyn til Tag and Trace især vil være det mobile medico-udstyr der vil være relevant, da det typisk vil være her, at vedligeholdet kan være udfordrende at sætte i system i praksis. Udover at understøtte det eksisterende vedligeholdssystem på hospitalet, er det en overordnet vurdering, at Tag and Trace på udstyret ligeledes vil kunne bidrage til anskaffelsesbesparelser på ca. 1.000.000 kr. årligt, da hospitalet samtidig ved hjælp af Tag and Trace kan optimere brugen af udstyret, og hermed nedsætte det samlede behov for en given udstyrsgruppe.

Mulige effektiviseringspotentialer vha. af Tag and Trace

En yderligere vurdering af, hvilke optimeringspotentialer der vil være ved Tag and Trace af medico-udstyret kan være ret kompliceret, og er ikke foretaget yderligere i projektets regi. Udover kritikalitetsanalyser, vil der skulle udarbejdes analyser vedrørende brugsmønstre og adfærd, relateret til de enkelte udstyrsgrupper, hvilket er et større kortlægningsarbejde i sig selv. Det skal samtidig også vurderes, hvordan optimeringen ville afstedkommes mest økonomisk – f.eks. hvorledes optimering i drift og vedligehold af givne udstyrstyper nemmere og billigere vil kunne afstedkommes gennem enkelte adfærd ændringer, eller ændrede procedurer. Ligger der et fornuftigt rationale i at tracke udstyr, skal passende teknologier ligeledes identificeres alt afhængigt af udstyrstype, vedligeholdet, og funktionen af tracking af udstyret.

7. Tag and Trace model

7.1 Introduktion

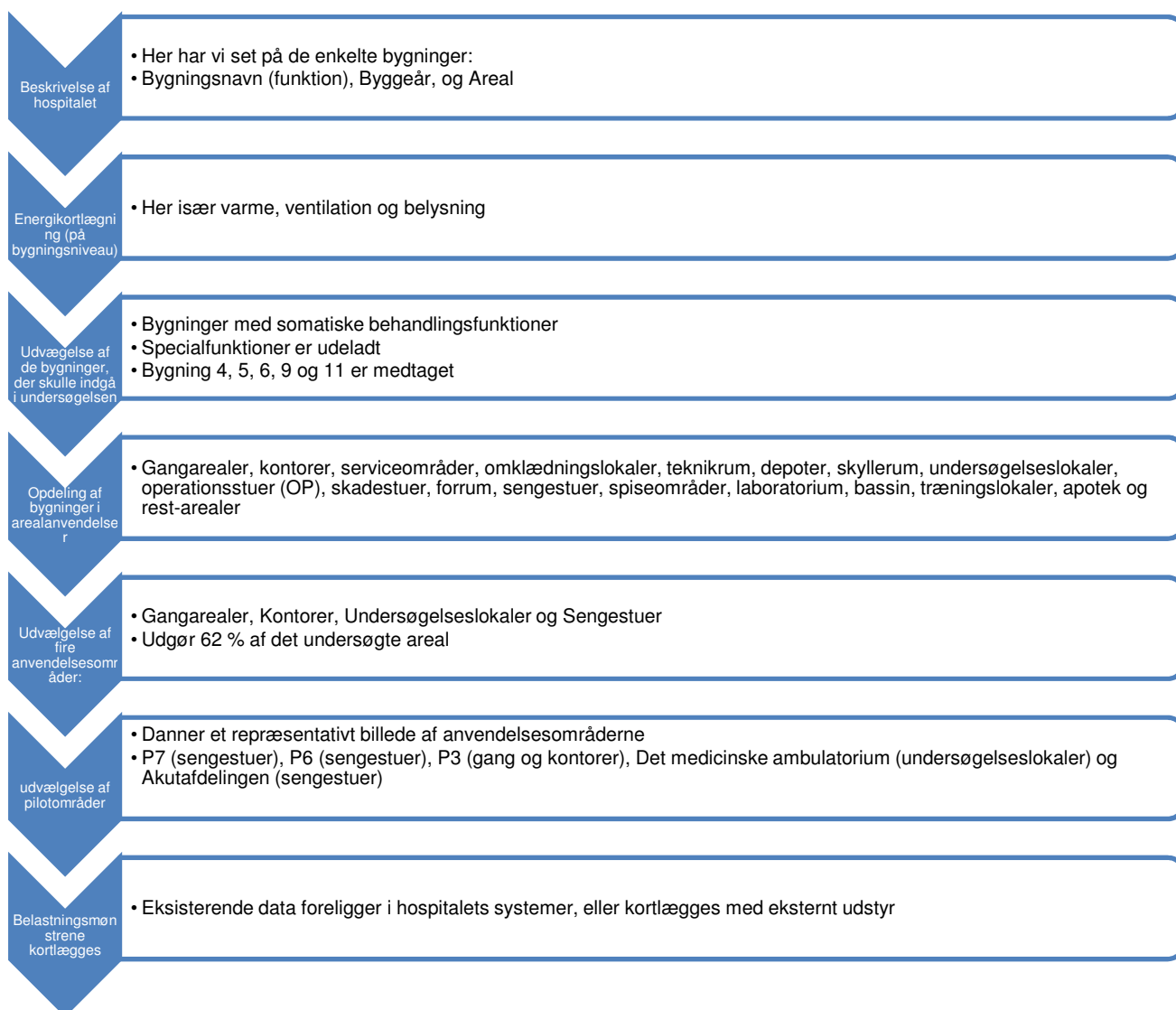
Formålet med Tag and Trace modellen er at skabe en kobling mellem areal, teknik og energiforbrug, som det før har været nævnt i forbindelse med analysen af energiforbruget og arealanvendelsen på hospitalet. Modellen må nødvendigvis blive teoretisk, da det som tidligere nævnt ikke vurderes muligt at anvende Tag and Trace løsningen til energistyring, her og nu. Modellen forudsætter, at der eksisterer en brugbar Tag and Trace løsning, og at anlægsinfrastrukturen på hospitalet er moderniseret. Således vil eksisterende potentialer vha. energistyring ikke blive vurderet.

Modellens udgangspunkt er, at når man sammenkobler anlæggets driftsdata (effekt) med driftsprofilen (driftstid), er det muligt at vurdere energiforbruget på det udvalgte anlæg:

Energiforbruget = Udstyrets optagne effekt (teknologi) x Driftstiden (driftsmønster)

Ud fra det koralagte årlige energiforbrug, er det nu muligt at vurdere hvilke områder, der har et forbrug, der gør det relevant at undersøge optimeringsmuligheder og herefter, hvordan dette kan gøres. Sidst men ikke mindst vurderes det, hvorvidt optimeringen kan optimeres yderligere vha. Tag and Trace.

I det efterfølgende oplystes vejen fra den overordnede beskrivelse af hospitalet, til den færdige Tag and Trace model.



Det er på denne baggrund, at Tag and Trace modellen opbygges, så resultaterne fra pilotområderne kan skaleres op til de øvrige dele af hospitalet.

7.2 Modellen

Kortlægning af udvalgte lokaletyper på Hospitalsenheden Hosens													
Lokale	Område	Belastning [dage/år]	Belastning [tid start]	Belastning [tid slut]	Benyttelse [timer/år]	Belastning [beregning]	Teknik	Effekt [W]	Belastning [påvirkning]	Areal på hospitalet [m2]	Energi på hospitalet		
											kWh	Sum el	Sum Varme
Kontor (læge)	P3	280	8	17	2520	30-60%	Lys	5	1	3058	38.531	124.840	390.788
							Udstyr	10	1		77.062		
							Ventilation (el)	6.000			9.247		
							Ventilation (varme)	73.000	0,50		112.510		
							Varme	91.000	1		278.278		
Kontor (sekretær)	P3	280	8	17	2520	85 - 100%	Lys	5	1	3058	38.531		
							Udstyr	10	1		77.062		
							Ventilation (el)	6.000			9.247		
							Ventilation (varme)	73.000	0,504		112.510		
							Varme	91.000	1		278.278		
Gang	P6	365	0	24	8760	Som det område den ligger i	Lys	10	1	4390	384.564	418.605	
							Ventilation (el)	6.000			34.041		
							Ventilation (varme)	73.000	1,29		414.162		
							Varme	91.000	1		399.490		
Sengestue	P7	365	0	24	8760	95 - 100%	Lys	5	0,7	3759	115.251	276.114	696.701
							Udstyr	4	1		131.715		
							Ventilation (el)	6.000			29.148		
							Ventilation (varme)	73.000	1,29		354.632		
							Varme	91.000	1		342.069		
Sengestue	P6	365	0	24	8760	50 - 60%	Lys	5	0,7	3759	115.251		
							Udstyr	4	1		131.715		
							Ventilation (el)	6.000			29.148		
							Ventilation (varme)	73.000	1,29		354.632		
							Varme	91.000	1		342.069		
Undersøgelseslokale	Ambulant	280	8	17	2520	66 - 100%	Lys	5	1	1885	23.751	67.453	
							Udstyr	8	1		38.002		
							Ventilation (el)	6.000			5.700		
							Ventilation (varme)	73.000	0,504		69.353		
							Varme	91.000	1		171.535		
Undersøgelseslokale	Akut	365	0	24	8760	50 - 100%	Lys	5	1	1885	82.563	229.280	349.370
							Udstyr	8	1		132.101		
							Ventilation (el)	6.000			14.617		
							Ventilation (varme)	73.000	1,29		177.835		
							Varme	91.000	1		171.535		

Kortlægning af udvalgte lokaletyper på Hospitalsenheden Horsens. Værdierne er sammensat, så de er repræsentative for hospitalet.

Modellen er sammensat ud fra ovenstående gennemgang, og det enkelte element skal aflæses som følger:

▪ Lokale

Modellen tager udgangspunkt i de lokaletyper, der udgør de største arealer på hospitalet (Kontor + gang + sengestuer + undersøgelseslokaler). Den enkelte lokaletype er på hospitalet indbyrdes relativt ens og kan derfor sammenholdes.

▪ Område

Området henviser til det pilotområde, der er taget udgangspunkt i

▪ Belastning

Belastningen udtrykker lokalernes benyttelsestid udtrykt i:

- Dage pr år
- Start tid på dagen (den tid hvor personalet møder ind)
- Slut tid på dagen (den tid hvor personalet går hjem)

Ganget sammen giver dette et antal benyttelsestimer pr. år.

▪ Belastningsvariation

Denne kolonne viser den belastningsvariation, der er i lokalerne. 66 – 100 % fortæller at belastningen varierer mellem 66 – 100 % i døgnet. Dette tal siger noget om hvilke reguleringskrav, der skal stilles til de tekniske anlæg. Som eksempel kan nævnes at belastningen på P7 generelt er højt (95 –

100 %). Fokus skal for P7 derfor ikke være på regulering, men i stedet på at udforme anlægget, så driftspunktet er så energieffektivt som mulig. På P6 er der en 30 % nedgang i belastningen i weekenden. Ventilationsanlægget bør derfor kunne nedreguleres til dette behov i weekenden.

- **Teknik**

Beskriver de teknikker, der er undersøgt - Belysning, medico-teknisk udstyr, ventilation (el), ventilation (varme) og varme.

- **Effekt**

Viser den gennemsnitlige effekt indenfor de undersøgte områder. Tallet fremkommer på baggrund af en fysisk kortlægning samt nøgletal, og efterfølgende udarbejdes et middeltal, der er repræsentativt for teknologien i den pågældende lokaletype.

- **Faktor**

Faktoren giver mulighed for at op/nedregulere driftstiden eller effekten indenfor den enkelte teknologi eller område. F.eks. er der fundet et middeltal for det årlige energiforbrug på ventilationsanlæggene. Ved de områder, der kun ventileres i 2520 timer/år reduceres dette tal med en faktor 0,5. I de områder, der har høj driftstid, øges forbruget ved at gange med en faktor over 1.

Når middeffekten ganges med det årlige antal benyttelsestimer, får vi energiforbruget udtrykt som: kWh/m²/år. Ganges dette tal med antallet m² indenfor den enkelte anvendelse fås det årlige energiforbrug på de undersøgte slutanvendelser udtrykt som kWh/år.

Som det er beskrevet, gør Tag and Trace modellen det muligt at analysere de forskellige områder og vurdere energiforbruget, set i forhold til slutanvendelser. For at få et overblik over hvilke teknologier, der kan være interessante at se nærmere på, skaleres de forskellige forbrug op til den udvalgte del af hospitalet. Denne opskalering er vist i det efterfølgende skema:

Energiforbrug på slutanvendelser					
Anvendelse	Lys	Udstyr	Ventilation	varme vent	varme
Gang	384.564	0	34.041	414.162	399.490
Kontor	38.531	77.062	9.247	112.510	278.278
Serviceområde	84.227	364.985	49.704	302.367	291.655
Omkleedningslokale	605	0	290	1.766	4.368
Teknikrum	4.470	0	5.365	31.740	80.717
Depot	464	0	552	3.358	8.372
Skyllerum					
Undersøgelseslokale	23.751	38.002	5.700	69.353	171.535
Operationsstue	29.585	29.585	86.925		53.417
Skadestue	15.768	7.884	1.396	8.491	8.190
Forrum	5.694	2.847	1.006	6.121	5.915
Sengestue	115.251	131.715	29.148	354.632	342.069
Spiseområde	9.198	26.280	4.644	28.251	27.300
Laboratorium					35.217
Bassin					19.110
Træningslokale	9.450	3.150	1.500	9.125	22.750
Apotek				87.183	32.760
Rest	59.787	59.787	21.130	128.542	124.215
Sum	781.345	741.297	250.648	1.557.601	1.905.358
		1.773.290		3.462.959	

Som det fremgår af tabellen er der et årligt energiforbrug til belysning på gangene på små 800.000 kWh. Belysningen er hovedsageligt opbygget med 36W T8 lysstofrør. Hvis man vil vurdere besparelspotentialet gøres dette ud fra teknologien. Ved at vælge armaturer med T5 rør kan energiforbruget skønsmæssigt reduceres med 20 – 25 %, svarende til 160.000 – 200.000 kWh/år.

Vælger man at opbygge belysningen med LED kan man sandsynligvis komme længere ned og herved opnå et større potentiale. Den vurderede besparelse sættes herefter i forhold til investeringen, og herved kan man danne sig et skøn over hvorvidt man skal gå videre med optimeringen.

7.3 Potentialer med Tag and Trace

Et område, der kan være interessant at undersøge, er ventilationen. Som tidligere nævnt har hospitalet en del ældre ventilationsanlæg i bygning 4, 5 og 6. Hovedparten af disse anlæg er opbygget uden varmegenvinding og ventilatorerne har dårlig virkningsgrad.

I det efterfølgende er det vurderet, hvad man kan forvente at spare, hvis man udskifter ventilationsanlæggene med nyere anlæg med høj virkningsgrad og varmegenvinding.

Nyt ventilationsanlæg i bygning 4, 5 og 6

Nuværende forbrug til opvarmning af ventilationsluft:	1.937.200 kWh/år
Elforbrug ca.	150.000 kWh/år
Sum:	2.087.200 kWh/år

Besparelse ved nyt ventilationsanlæg

Forbrug til nyt anlæg:

Varmegenvinding opbygges med væskekoblede flader	940.000 kWh/år
Elforbrug ca.	50.000 kWh/år
Sum:	990.000 kWh/år
Besparelse:	1.097.000 kWh/år

Hvis man går ind og opbygger et system vha. Tag and Trace, der løbende giver et billede af hospitalets belastning, vil man kunne optimere energiforbruget vha. en yderst effektiv energiledelse. Et sådant system vil kunne hjælpe den energiansvarlige med løbende at tilpasse de tekniske anlægs drift og dermed energiforbrug til den belastning, der er på hospitalet. Et eksempel kunne være de allerede optimerede ventilationsanlæg, der herved kunne optimeres yderligere:

Optimering vha. nedregulering af anlæg ud fra belastningsprofil fra Tag and Trace

Hvis det antages at luftmængderne på hospitalet kan reduceres med 30 % i 1/3 af tiden (som i den tidligere udførte kortlægning) bliver besparelsen:

$940.000 \text{ kWh (varme)} / 3 \times 30 \% =$	94.000 kWh
$50.000 \text{ kWh (el)} / 3 \times 0,6 =$	10.000 kWh
Sum:	104.000 kWh

Her skal 30 % i 1/3 del af tiden forstås som en middelværdi af den samlede belastningsprofil på hospitalet.

Et godt bud vil være, at et optimeret energistyringssystem baseret på Tag and Trace teknologi vil kunne bidrage til en besparelse på mellem 5 – 10 %. Besparelsen kommer ved, at man løbende kan tilpasse anlæggenes drift til det aktuelle belastningsbillede på hospitalet. Følgende beregning er baseret på, at hospitalets samlede forbrug ligger på lidt over 12. millioner kWh årligt, og med en besparelse på ca. 1.1 millioner kWh årligt på ventilationen, vil det samlede forbrug ligge på ca. 11,1 millioner kWh årligt. Det er de 11,1 millioner kWh, der vurderes at kunne effektiviseres vha. Tag and Trace:

Besparelsen vurderes til at ligge mellem:

555.000 og 1.110.000 kWh/år

Sammenlagt med et optimeret ventilationsanlæg
kommer besparelsen op på:

1.750.000 og 2.300.000 kWh/år

Andre potentialer

I forhold til spørgsmålet om energistyring vha. af en bedre sammenhæng mellem drift og det faktiske energibehov, har styregruppen drøftet en anderledes måde, hvorpå det kan energieffektiviseres, og samtidig reducere spild i arealanvendelsen. Der er her tale om, hvorledes belastningsprofilen over et specifikt område kan bidrage til en effektivisering i selve arealanvendelsen, dvs. i brugen af lokalerne.

Det viser sig, at arealerne (her undersøgelseslokaler) i det Medicinske ambulatorium typisk er relativt patientbelastede om formiddagen, men meget mindre belastede om eftermiddagen. Samtidig vil hospitalet over en årrække opleve en ikke-uvæsentlig stigning i antal patienter, herunder også til det Medicinske ambulatorium. Der er i den forbindelse overvejelser vedrørende muligheder for at udbygge faciliteterne med flere undersøgelseslokaler, eller hvordan man ellers vil kunne rumme den forestående stigning i antal patienter. Belastningsprofilen giver et klart billede af, at der vil kunne være muligheder for at udvide de patientrettede aktiviteter i eftermiddagstimerne, såfremt der også kan findes en løsning med flere ansatte, som også skal kunne rummes i arealerne. Hermed vil styringen af anlæg ikke blive nedsat om eftermiddagen – til gengæld vil produktiviteten stige relativt meget, set i forhold til, at energiforbruget som minimum fastholdes på det oprindelige niveau.

Samtidig har der i forbindelse med belastningsprofilen for Akutafdelingen været drøftet, om det kunne være muligt at lukke helt ned for de bagerst beliggende afsnit med sengestuer (7-8 sengestuer), som vil stå helt klare til ibrugtagning ved stigning i patientbelægningen om morgenen. Hermed ville et helt afsnit kunne nedlukkes.

7.4 Opsamling

På baggrund af den udviklede model, kan teoretiske potentialer ved brugen af Tag and Trace teknologi til en mere dynamisk energistyring beregnes. Som eksempel er det vurderet, at der til dels ved at modernisere ventilationsinfrastrukturen med nye energieffektive anlæg, og ved yderligere Tag and Trace baseret energistyring, vil kunne effektiviseres i omegnen af 1.750.000 og 2.300.000 kWh årligt.

En vigtig perspektivering er, at Tag and Trace til energistyring som tidligere nævnt ikke er muligt på nuværende tidspunkt. Det har dog været en vigtig læring i projektet, hvor langt man kan opnå ved at benytte sig af tilgængeligt administrativt data om patientbelægningen og personalebelastningen hen over døgnet. På sigt vil Tag and Trace integrationen uden tvivl bidrage til, at dette bliver nemmere at omsætte til direkte styring af anlæg.

I den forbindelse har projektgruppen diskuteret, hvor potentialerne for styring vil kunne ligge fremover – på anlægsniveau, eller helt ned på rumniveau? Dette vil afhænge af den forestående udbygning af hospitalet, med hensyn til størrelsen af anlæggene, og f.eks. hvor centralt eller decentralt, disse vil kunne styres – f.eks. ved ventilationsanlæg, gennem etableringen af spjæld. En decentral løsning er dog relativt omkostningsfuld i sig selv, og vil derfor primært afhænge af de behandlingsmæssige behov. Det er dog planen, at der skal indlægges en hvis fleksibilitet i anlæggene, såfremt arealerne skal kunne udnyttes til flere formål eller tilpasses organisationsændringer over en kortere årrække.

Sidst men ikke mindst har der været drøftet muligheder for decentral styring via eksisterende, decentrale teknologier i form af CO₂ følere, PIR-sensorer og lignende. Anbefalingen er, at man på så store arealer som hospitalet, skal være varsom med udbygningen af decentrale styringsteknologier, ud fra et vedligeholdsmæssigt synspunkt. Optimeringer opnået i decentral styring vil hurtigt kunne opvejes i behovet for det løbende vedligehold /udskiftningen af teknologierne.

Hermed er det en vigtig konklusion, at integrationen af Tag and Trace teknologi i nogen grad vil kunne bidrage til at definere en fremtidig driftsstrategi på Hospitalsenheden Horsens.

8. Konklusion og anbefalinger

8.1 Overordnede konklusioner

Baggrund

Det er formålet med projektet, at identificere nogle overordnede muligheder og potentialer for en mere dynamisk energistyring samt optimering af driften og vedligeholdet, der kan indgå i en for Hospitalsenheden Horsens strategisk vurdering af, hvordan Tag and Trace infrastrukturen indenfor disse områder kan udbygges på hospitalet. Herefter er det et ønske, at den udviklede Tag and Trace model samt øvrige anbefalinger skal bidrage til en kvalificering af Hospitalsenheden Horsens overvejelser omkring, hvor man som Regionshospital kan starte, og i hvilke retninger og indenfor hvilke visioner, Tag and Trace systemerne kan udbygges/videreudvikles. Følgende konklusioner og anbefalinger skal hermed, udover en afrapportering af projektet, ses som et beslutningsoplæg målrettet Hospitalsledelsen på Hospitalsenheden Horsens, samt den nedsatte arbejdsgruppe i regionsregi.

Der er i projektet arbejdet videre med at definere overordnede områder, der har strategisk betydning for hospitalet at etablere optimeringsstrategier på, og som ville kunne optimeres gennem brugen af Tag and Trace -teknologi og -systemer. Disse overordnede områder hænger tæt sammen med projektets mål vedrørende redueringen af spild indenfor medarbejder- og patient-flows, udstyr, lokaler/arealanvendelser samt energi, samt mere langsigtede planer hvad angår patientbehandlingen og de fysiske rammer (her forstået som hospitalets forestående fysiske udbygning).

De tre overordnede områder, som på baggrund af analysearbejdet og efter projektgruppens vurdering særligt vil kunne optimeres ved hjælp af Tag and Trace, omhandler dynamisk energistyring (set i sammenhæng med arealanvendelser og belastningsprofiler), personalebevægelser (forstået som optimering af antal skridt), samt medico-teknisk udstyr (her især vedligeholdet og anskaffelser).

Potentialer

Følgende teoretiske potentialer for optimering af energistyring, antal skridt og udstyr er blevet kortlagt igennem projektførelsen:

Dynamisk energistyring

Kortlægningen af potentialerne i optimering af energistyring viser, at der primært kan optimeres vha. af Tag and Trace, når de ældre anlæg er blevet udskiftet, og en moderne anlægsinfrastruktur er på plads. I forvejen vil udskiftning af ældre anlæg, især fordelt på ventilation, varme og belysning, kunne optimere energiforbruget med ca. 40 %, og med yderligere kobling til Tag and Trace (her forstået som en bedre sammenhæng mellem styring og belastningsprofiler), vurderes det muligt at opnå yderligere energieffektiviseringer på op mod **1.300.000 kWh årligt**, baseret på udtagne regneeksempler (primært ventilation).

Medarbejder-flow - Antal skridt

Kortlægningen af potentialerne i optimeringen af "antal skridt" viser ved relativt simple beregninger, potentialer for besparelser i antal skridt i omegnen af **10-15 mandår** for ca. 2/3 af hospitalets samlede antal ansatte. Der er her ikke tale om besparelser i antallet af personalet, men om besparelser i antal skridt, der vil bidrage til at frigøre tid og ressourcer til mere værdiskabende aktiviteter. Samtidig forventes optimeringen af antal skridt, gennem bedre ressourceplanlægning mv., at kunne give afdelte effekter i form af et forbedret arbejdsmiljø.

Udstyr

Kortlægningen af potentialerne i optimeringen af vedligeholdet af medico-teknisk udstyr (primært mobilt) vil have grænseflader til optimering i antal skridt, da det ofte vil dreje sig om sporing, identifikation eller positionering af, hvor udstyret befinder sig. Der kan ikke som sådan identificeres kvantitative potentialer ved optimering af vedligeholdet af udstyret, men der kan gennem inddragelse af eksisterende

erfaringer fra andre projekter identificeres et overordnet potentiale for besparelser på ca. **1.000.000 kr./årligt** i anskaffelser, da behovet for udstyr forventes minimeret ved at man har et større overblik over hvad man har, og hermed udnytter det eksisterende udstyr mere optimalt.

8.2 Anbefalinger

Dynamisk energistyring

På nuværende tidspunkt vurderes det ikke muligt, at udvikle et Tag and Trace system til energistyringsformål på Hospitalsenheden Horsens. Dette skyldes til dels, at teknologien ikke er moden til formålet, samt at hospitalets driftsstrategi er relativt fastlåst af den eksisterende anlægsinfrastruktur. Det vurderes dog at der indenfor en relativt kort årrække, vil kunne udvikles Tag and Trace systemer til formålet, ligeledes forudsat en modernisering af hospitalets anlægsinfrastruktur.

Kigger man på samlede besparelser, hvad angår brugen af eksisterende regulerende udstyr og energistyring baseret på Tag and Trace, vil der sandsynligvis ikke være de store forskelle. Desto nyere anlæg, desto bedre er reguleringen sandsynligvis allerede. Argumentet for Tag and Trace og energistyring vil derfor ikke komme på baggrund af energibesparelserne alene.

Projektgruppens generelle anbefalinger med hensyn til Tag and Trace og energistyring er som følger:

- De store fordele ligger i, at Tag and Trace giver mulighed for at skabe en unik platform, der kan hjælpe til at synliggøre, styre og lede mange af organisationens strategiske fokusområder
- Da systemet principielt kan kobles på alle bevægelige elementer, personer og udstyr og hermed understøtte kommunikation og dokumentation kan brugsmulighederne virke utallige. Når man først har et system, der er bundet op på den rigtige platform, vil der givetvis komme mange forslag fra medarbejdere og samarbejdspartnere til områder, hvor systemet kan hjælpe til at skaffe den synlighed og det fokus, der ligger til grund for varig udvikling – det er i forbindelse med udbygningen af Tag and Trace platform, der kan være styret af mange forskellige rationaler, at Tag and Trace til energistyring vil give god mening at udbygge.

Opgaven bliver i første omgang at få identificeret og systematiseret nogle områder, der repræsenterer et potentiale, der er så stort at man kan få opbygningen sat i gang, og det på en måde, så det kan udbygges, udvikles og forandres. I projektet har vi således set på tre hovedområder, som kunne bidrage til en sådan udvikling.

Når vi taler om dynamisk energistyring skal selve Tag and Trace systemet/platformen være udviklet i forvejen eller etableres i forbindelse med andre områder, så det ikke er energibesparelsen, der står for investeringen alene. Det vil hovedsageligt være hospitalets strategiske fokusområder, der vil have tyngde nok til at starte processen med indførelse af Tag and Trace i større målestok.

Det overblik, der kan opnås med Dynamisk energistyring, bliver en helt ny måde at arbejde med energistyring på. Via et udbygget Tag and Trace system, bliver det muligt løbende at sammenkoble energiforbrugene med belastningen (aktiviteterne) på hospitalet. Herved får man et helt nyt og optimeret udgangspunkt for energioptimering, energioptimal drift og effektiv arealudnyttelse. En sammenkobling, der vurderes at kunne optimere energiforbruget med op mod 10 % samtidig med at det kan blive en hjørnesteen i hospitalets facility management, hvilket kan øge den strategiske tilgang til området.

Udbygning af Tag and Trace systemer

Anbefalingen er som nævnt en strategisk tilgang til Tag and Trace. Det er anbefalingen, at Tag and Trace primært skal ses som en støttefunktion til kerneforretningen på Hospitalsenheden Horsens, forstået på den måde, at kerneproduktionen består af serviceydelser, som skal understøttes gennem infrastrukturen, herunder IT-infrastruktur. Strukturen i behandlingen er primært bundet op på personalet

og det sundhedsfaglige område. Sammenligner man f.eks. med produktionsvirksomheder, vil personalet på tværs af værdikæden på hospitalet have større betydning for produktionen.

Systemerne skal derfor primært understøtte strukturen i produktionen (behandlingsaktiviteterne), dvs. personalet. Tag and Trace systemer bør ses som en samlet og understøttende/optimerende struktur, som forskellige personaletyper kan trække på, og på forskellige måder – men hvor kernen, eller den samlede platform, er sammenhængende. Den samlede platform skal løbende kunne ændres og udbygges, og derfor være dynamisk. Anbefalingen er derfor en referencearkitektur, der understøtter, at data kan udveksles på tværs af systemer – f.eks. at personaledata, udstyrsdata og bygningsdriftsdata vil kunne kommunikeres på tværs, for således at opbygge en mere fleksibel driftsstrategi – måske samlet i ét system.

Herunder vil et ønske om, at brugertilgangen er så forsimplet som muligt, via en opsamlende kommunikationsteknologi (informationsskærme og smart-phones) og et single sign on, bedre kunne indfries.

Energieffektivisering

En anden vigtig konklusion fra projektet er, at energieffektivisering ikke nødvendigvis skal sammenkobles med direkte energibesparelser. En stigning af aktiviteterne på hospitalet over en årrække indenfor de eksisterende bygningsmæssige rammer vil ikke have den store påvirkning på energiforbruget, da det medico-tekniske udstyr betyder meget lidt i det samlede energiforbrug. Kan hospitalet nedbringe spild i arealudnyttelsen, i medarbejder- og patient-flows samt spild relateret til udnyttelse, vedligehold og indkøb af medico-udstyr, vil hospitalet opleve en stigning i produktiviteten samtidig med at energiforbruget fastholdes på nogenlunde det samme niveau. Det er forventningen, at hospitalet på denne baggrund vil kunne opleve en stigning i energieffektiviteten, der vil være højere end ved ”jagt af energibesparelser” alene.

Det vurderes dog, på baggrund af det eksisterende datagrundlag, at der vil være potentialer for energibesparelser at hente, ved at koble eksisterende belastningsprofiler til den eksisterende drift af anlæggene. Især i de afsnit, der viser en større nedgang i aktiviteterne hen over døgnet, vil driftsstrategien løbende kunne revurderes. Hermed skal man ikke nødvendigvis tage det fulde teknologiske spring, før det økonomisk, teknologisk og tidsmæssigt for driftspersonalet ville være optimalt. Det har været en vigtig erfaring i projektet, hvor langt man kan komme med i forvejen tilgængeligt data, hvad angår vurderingen af driftsstrategien set op i mod en kortlægning af belastningsprofiler til vurdering af det faktiske energiforbrug, hvilket vil være yderst relevant for øvrige hospitaler og sygehuseheder i Danmark og i udlandet.