

**DANSKE
REGIONER**



Dampfærgevej 22
Postboks 2593
2100 København Ø

T 35 29 81 00
F 35 29 83 00
E regioner@regioner.dk

Afrapportering om transportteknologier

Projektleder: Region Midtjylland

Januar 2013

Indhold

1. Baggrund	2
2. Proces og aktiviteter	3
2.1. Mødeaktivitet	3
2.2. Litteraturstudie.....	3
2.3. Studietur	5
2.4. Seminar	7
3. Oversigt over transportteknologier	9
3.1. Typer af transportteknologier	9
3.2. Oversigt over hvad transportsystemer er egnet til at transportere	13
3.3. Status på transportteknologier i kvalitetsfondsbyggerierne.....	15
4. Kriterier for valg af transportteknologi	19
4.1. Bygningsstruktur	19
4.2. Arbejdskoncepter.....	19
4.3. Anlægs- vs. driftsøkonomi	20
4.4. Flexibilitet	20
4.5. Sammenhængskraft.....	21
4.6. Fremadrettet arbejdsudbud	21
4.7. Patientsikkerhed	22
4.8 Arbejds miljø.....	22
4.9. Hygiejne	22
5. anbefalinger	23
5.1. anbefalinger til hospitaler/regioner	23
5.2. anbefalinger til fællesprojekter	24
Bilag a: Litteraturstudie	25
Bilag b: Studietursrapport Karolinska	25

1. Baggrund

Danske Regioner er tovholder for et ambitiøst projekt om fælles regional opsamling af viden, udveksling af erfaringer og udvikling af idéer om sygehusbyggeri. Projektet skal være med til at sikre, at regionerne i højere grad og mere systematisk deler og udvikler viden om centrale elementer i sygehusbyggeri

Kilde: www.godtsygehusbyggeri.dk, september 2012

I regi af projektet om videndeling identificerede regionerne i foråret 2011 ti pejlemærker for fælles indsatser om sygehusbyggeri.

Dette er afrapportering fra pejlemærket om transportteknologier. Som arbejdstitel anvendte projektgruppen PATIS (Perspektiv i Automatiserede Transportløsninger Inden for Sundhedsvæsenet).

Projektbeskrivelsen for PATIS¹ blev godkendt den 14. juni 2011 af styregruppen for 'Projekt om videndeling i sygehusbyggeri'. Der var tale om et et-årigt projektforbud med start i september 2011 og afslutning i september 2012.

Projektgruppen for PATIS bestod af:

- André Paasch, Ingeniør, Nyt Universitetssygehus Aalborg, Region Nordjylland
- Kaj Hyldgaard, teknisk koordinator, Nyt Universitetssygehus Aalborg, Region Nordjylland (fra februar 2012)
- Jens E. Horn, Logistikudvikler, Odense Universitetshospital, Region Syddanmark
- Isabelle Bossen Nielsen, Projektleder, Nyt Hospital og Ny Psykiatri Bispebjerg, Bispebjerg Hospital, Region Hovedstaden
- Robert Jensen, Servicechef, Glostrup Hospital, Region Hovedstaden
- Morten Johansson, Udviklingschef, Koncernservice, Region Sjælland
- Mette Ribberholt, AC-medarbejder, DNV-Gødstrup, Region Midtjylland (sekretær indtil 31.3.2012)
- Ole Teglggaard, Chefkonsulent, DNV-Gødstrup, Region Midtjylland (formand)

Projektgruppen har sikret koordinering og fremdrift i relation til projektbeskrivelsen samt sørget for lokal forankring i de enkelte regioner og på regionens sygehuse, herunder deltagelse i møder, konferencer, studietur og afrapportering.

¹ Projektbeskrivelse: Pejlemærker for vidensdeling om sygehusbyggeri, Transportteknologier, 08.06.2011

2. Proces og aktiviteter

2.1. Mødeaktivitet

I løbet af projektperioden mødtes projektgruppen med 4-6 ugers mellemrum. Møderne blev holdt på skift i de forskellige regioner.

Der blev holdt møder i alle 5 regioner, hvor lejligheden blev benyttet til at se relevante logistiske løsninger på hospitaler. Projektgruppen har blandt andet set forskellige affaldsløsninger, rørpostsystemer, automatiske lagerreoler, automatiseret sterilcentral, automatisk sengevasker, monorail-system, væskevogns-koncept, mv.

Projektgruppen arrangerede en præsentation og drøftelse af et udviklingsprojekt omkring IHL (Intelligent Hospitalslogistik) med firmaet Intelligent Systems A/S. Dette møde og efterfølgende dialog bidrog til at videreudvikle IHL-projektet, som uddybes i et efterfølgende afsnit.

Endvidere valgte projektgruppen at kigge nærmere på persondimensionering på hospitaler, herunder teknologier til persontransport. Der er tale om et fagområde, som har en række snitflader til vare- og godstransport, men som ligger uden for projektbeskrivelsen.

Umiddelbart måtte projektgruppen konstatere, at der ikke findes meget tilgængelig viden om dette fagområde. Projektgruppen henvendte sig af den grund til firmaet Atkins Danmark A/S. Atkins valgte uden beregning at sende en management konsulent fra deres London-kontor til et udvidet projektgruppemøde, hvor konsulenten gav et oplæg om værktøjer til dimensionering og analyse af persontrafik på hospitaler. Projektgruppen fandt fagområdet spændende og relevant, men havde ikke tid til at dyrke det yderligere givet det relativt korte projektførløb.

2.2. Litteraturstudie

Projektgruppen gennemførte et litteraturstudie af transportteknologier i relation til sygehuse². Baggrunden var et ønske om at få overblik over, hvad der aktuelt findes af viden om sygehusspecifikke transportteknologier.

Metodemæssigt blev søgningen inddelt i to kategorier:

- a. en overordnet søgning primært med udgangspunkt i www.google.dk. Denne søgning blev dokumenteret ved henvisninger med aktive links til de relevante hjemmesider.

² Litteraturstudie, transportteknologier inden for sygehusvæsenet, 03.01.2012, Mette Lysgaard Ribberholt, DNV-Gødstrup

- b. en systematisk søgning i forskellige biblioteksdata-baser og hjemmesider. Denne søgning blev dokumenteret ved henvisninger til bøger, artikler, mv.

Der er opmærksomhed på at der findes en række mere eller mindre kommercielle fora, som producerer og offentliggør viden på transportteknologiområdet. Et eksempel herpå er det USA-baserede *AHRMM (Association for Healthcare Resource & Materials Management)*. Sådanne fora er som udgangspunkt ikke medtaget i litteraturstudiet.

Litteraturstudiet dokumenterede, at der findes en betydelig mængde litteratur om transportteknologier inden for sygehusvæsenet. Samtidig viser litteraturstudiet, at der er betydelige begrænsninger i de emner, som litteraturen beskriver.

I den fundne litteratur indgår relativt meget materiale inden for følgende områder:

- ✓ marketingmateriale fra leverandører, fabrikanter og rådgivere
- ✓ præsentationer fra seminarer, konferencer, mv.
- ✓ analyser og planer fra hospitaler og tilknyttede rådgivere.

Der findes derimod relativt begrænset materiale inden for følgende områder:

- ÷ implementeringsprocesser og organisering
- ÷ evalueringer (funktionalitet, kvalitet, resultater)
- ÷ business cases / cost-benefit analyser
- ÷ persontransport (patienter, personale, pårørende)

I relation til den igangværende planlægning af hospitalsbyggerier rundt i Danmark er det væsentligt at sikre vidensdeling og erfaringsudveksling.

Litteraturstudiet viser, at der findes relevant materiale, som kan være med til at inspirere disse nybyggerier.

Samtidig må det konstateres, at meget væsentligt materiale som økonomivurderinger og implementeringsprocesser er yderst begrænset beskrevet i litteraturen. Dette skyldes formentlig, at der ikke har været tradition for at dokumentere logistikløsninger og transportteknologier på samme måde som eksempelvis klinisk proces. Desuden kan det skyldes, at der på nogle områder er tale om relativt nye teknologier, som der ikke er megen erfaring med i hospitalsvæsenet i Danmark, eksempelvis AGV-transport.

Der skal på den baggrund lyde en klar opfordring til sygehusejere, rådgivere, forskningsinstitutioner, m.fl. om at styrke dokumentationen af nye transportteknologier inden for hospitalsverdenen. Dette kan finde sted både i relation til planlægning af nye teknologier (planlægningskriterier, budgetter for

drifts- og anlægsøkonomi, organisatoriske processer, mv), men også i relation til allerede etablerede teknologier, hvor empirisk viden om regnskaber, funktionalitet, kvalitet, mv. er vigtige parametre at have viden om for beslutningstagere.

2.3. Studietur

Projektgruppen arrangerede en studietur til Karolinska Universitetssjukhuset, Huddinge, i Stockholm for at studere AGV-transport. Studieturen blev dokumenteret i en særskilt studietursrapport³.



Baggrunden for turen til Karolinska var et ønske om at se en anden type AGV, end den man typisk har i Norge og Tyskland, som ofte er inspirationskilder for dansk sygehusbyggeri. Desuden var det et ønske at komme mere i dybden med AGV-transport, herunder de økonomiske overvejelser i relation til investering i AGV. Særligt var der fokus på at følge den samlede logistikproces fra varerne blev modtaget i varemottagelsen til varerne var transporteret ud og placeret på endelig forbrugsplads på det enkelte afsnit samt efterfølgende returlogistik.

Ud over projektgruppen var der inviteret en ekstra deltager med fra hver region for at sikre videndeling.

Det skal bemærkes, at der på nuværende tidspunkt ikke er AGV'er i drift på danske sygehuse. Der har været gennemført et forsøg i Svendborg med AGV'en Roberta⁴, men derudover har projektgruppen ikke kendskab til yderligere eksempler. Derfor er der stort behov for at blive klogere på AGV-teknologien, da der i flere kvalitetsfondsprojekter er overvejelser om at indføre AGV-transport.

³ Rapport fra studietur til Karolinska, Universitetssjukhuset, Stockholm, 20-21.3.2012

⁴ Roberta: Transportrobotten på Svendborg Sygehus, Syddansk Universitet, 16. december 2009



Fra studieturen kan fremhæves, at:

- den direkte investering i 22 AGV'er på Karolinska, Huddinge, beløb sig til 20 mill. SEK
- Den afledte investering i ekstra elevatorer samt nedtagning af tidligere kædetransportsystem og renovering af gulvbelægning beløb sig til henholdsvis 25 og 20 mill. SEK. Det vil sige, at den direkte investering i AGV'er kun udgjorde 30% af den samlede investering.
- AGV'erne kørte i tidsrummet kl. 07.00 – 19.00, hvor der var en fast teknisk vagt tilstede til at sikre driften. Intentioner om at AGV'erne kunne køre døgnet rundt viste sig ikke gennemførlig i praksis.
- I beregningen af en samlet business case på indførelse af AGV-transport bør afledte investeringer samt afledte driftsressourcer til teknisk AGV-bistand/-vagt medregnes.
- Karolinska havde beregnet tilbagebetalingstiden til knap 5 år på AGV'erne, men der er lidt uklarhed om, hvor mange afledte udgifter der er medtaget i regnestykket.
- Af økonomiske årsager besluttede man på Karolinska at anvende eksisterende transport-/trådvogne til transport med AGV. Dette viste sig efterfølgende at afstedkomme mange problemer med fremadrettet standardisering og udvikling. Det var Karolinska's erfaring, at der bør laves en fælles standard for en hel region eller endnu bedre en national standard for både AGV'er og tilhørende transportvogne for at opnå den bedste samlede økonomi og logistiske effektivitet.
- Der var sideløbende med AGV-investeringen blevet investeret 69 mill. SEK i 150 rørpoststationer fordelt over hele hospitalet. Beregninger viste en tilbagebetalingstid på 3,6 år på rørpostsystemet.
- Karolinska fremhævede synergien mellem rørpostsystemet og AGV-systemet. Transportsystemerne var hver især dedikeret til transport af

bestemte varer. Da rørpostsystemet håndterede et meget stort volumen af små-forsendelser, blev dette system vurderet som det vigtigste enkeltstående transportsystem på hele hospitalet.

For yderligere information henvises til studietursrapporten.

2.4. Seminar

PATIS arrangerede sammen med logistiknetværket under Danske Regioner et seminar om logistik og transportteknologier. Seminaret blev afholdt i Projektafdelingen for DNU, Skejby den 14. juni 2012. I forlængelse heraf deltog hovedparten af deltagerne i et efterfølgende logistik-arrangement hos firmaet Alectia, så der blev tale om en samlet logistikdag:

Program for logistikdag 14.6.2012

Kl. 09.30 - 11.00: De sidste 50 m på DNU (arrangeret af logistiknetværket)

Kl. 11.00 - 13.00: Status på arbejdet i PATIS (arrangeret af PATIS)

Kl. 14.00 - 18.00: Temaeftermiddag om hospitalslogistik (arrangeret af Alectia)

I denne rapport kommenteres alene PATIS-arrangementet, men det var et mål i sig selv at få koordineret de forskellige logistikaktiviteter og sat fokus på logistik i nybyggerier ud fra forskellige perspektiver.

Der var 20 deltagere i PATIS-arrangementet med repræsentation fra alle 5 regioner. Deltagerne kom både fra projektsekretariater for kvalitetsfundsbyggerierne samt fra udviklings- og driftsfunktioner med relation til nybyggerier.

Programmet indeholdt præsentation af det gennemførte litteraturstudie, studietursrapport fra Karolinska-turen, værktøjer til persondimensionering, IHL-udviklingsprojektet samt fokus på synergien mellem transportteknologier og sporbarhed.

Omkring sporbarhed var formanden⁵ for pejlemærke 9 om 'Sporbarhed af apparatur, udstyr, patienter og personale' inviteret til at give et oplæg med fokus på synergi mellem transportsystemer og sporbarhed.

⁵ Kontorchef Heine Overby, Projektafdelingen, Nyt Aalborg Universitetshospital

Oplægget om sporbarhed og den efterfølgende diskussion viste tydeligt, at der er mange synergier mellem sporbarhed, transportteknologier og logistik i almindelighed. Gennem hele logistikkæden er der behov for at kunne spore forbrugsvarer, apparatur og transportkasser/-vogne af hensyn til dokumentation, kvalitetssikring samt effektiv lagerstyring.

I forhold til kvalitetsfundsbyggerierne var der enighed om, at valget af transportteknologi kommer før valg af sporbarhedsteknologi, idet sporbarhedsteknologien efterfølgende forventes at kunne implementeres på alle transportteknologier. Det vil ske typisk ved hjælp af RFID-tags, som kan påklistres eller indstøbes i stort set ethvert materiale.

Konklusionen var således, at der er et meget tæt samspil mellem transportteknologi og sporbarhed, men at emnerne udviklingsmæssigt og teknologisk vurderes at være relativt uafhængige af hinanden.



3. Oversigt over transportteknologier





3.1. Typer af transportteknologier




I dette afsnit beskrives kort en række forskellige transportteknologier, som vurderes relevante i forhold til hospitalslogistik.





Det skal understreges, at der ikke er tale om en udtømmende eller detaljeret beskrivelse. Beskrivelsen har alene til hensigt at skabe overblik over relevante transportteknologier på hospitaler.

Tabel 1: Oversigt over transportteknologier på hospitaler

Transport-teknologi	Illustration	Beskrivelse
Rørpost		<p>Rørpost er et system til transport af små vareenheder i lukkede beholdere (kanistre), som sendes gennem rør ved hjælp af trykluft eller vakuum. Rørene har typisk en diameter på 160 mm i moderne systemer. Rørposten transporteres med en hastighed på 15-20 km/t.</p> <p>På hospitaler anvendes rørpost eksempelvis til transport af breve, papirjournaler, laboratorieprøver, blodposer, medicin, mv.</p> <p>De typiske rørpostsystemer er <i>alle-til-alle</i>, hvor man ved hjælp af et datasystem kan sende post mellem alle stationer i systemet. Alternativt kan det være et <i>stjerne</i>-koblet system, hvor alle stationer kan sende til en central station.</p> <p>Senest er der kommet <i>point-to-point</i> systemer, hvor primært blodprøver sendes uden brug af kanistre i 40 mm slanger. Point-to-point systemer er hurtigere end traditionelle rørpostsystemer (ca 25 km/t) og bruges typisk på områder, hvor der er behov for envejstransport af store volumener af prøver.</p>
AGV		<p>AGV (automated guided vehicle) er en ubemandet mobil robot, der selvstændigt fragter gods fra sted til sted med en hastighed på op til 6 km/t. AGV'en styresystem kan være baseret på forskellig teknologi, f.eks. laser eller transponder.</p> <p>Den første AGV blev ibrugtaget i starten af</p>

Transport-teknologi	Illustration	Beskrivelse
		<p>1950'erne. AGV-udviklingen stammer fra industrien, hvor AGV'er oftest kører på lagre og industriarealer. På hospitaler kører AGV'er typisk i tunneller og transportkorridorer, og ikke direkte blandt patienter, pårørende og klinisk personale.</p> <p>Der er over de seneste år udviklet forskellige varianter af AGV'er, f.eks. TUG som er en lille AGV beregnet til at køre rundt på kliniske afdelinger blandt personale, patienter og pårørende med eksempelvis papirer, kliniske prøver og linned.</p>
Sug		<p>Affaldssug er et system, hvor affald suges væk gennem et underjordisk rørsystem. Via et vakuum-sug transporteres affaldet under jorden til en container placeret i en affaldscentral.</p> <p>Rørsystemet kan typisk håndtere 1-4 forskellige affaldsfragmenter.</p> <p>Et linnedsug svarer til et affaldssug. I et linnedsug transporteres urent linned bort fra de kliniske afdelinger til en central for afhentning af urent linned; typisk placeret tæt på affaldscentralen.</p> <p>Hidtil har sug typisk været etableret med 500 mm jernrør. Der er inden for de senere år kommet sug med 200 mm komposit-rør, hvor sække kastet i et 500 mm indkast komprimeres til en diameter på 200 mm og derefter suges bort i systemet.</p>
Skakt		<p>I en skakt falder det indkastede affald, urene linned eller andet direkte til kælderniveau ved hjælp af tyngdekraften. Derfra transporteres affaldet til en affaldscentral, hvorfra det bortskaffes med lastvogn.</p> <p>Ofte ses skakte med en diameter på 500 mm.</p> <p>En faldskakt i et etagebyggeri kræver, at rørføringen går lodret op/ned i byggeriet.</p>
Vareelevador		<p>En vareelevador kan være en relativt lille elevator dedikeret til transport af eksempelvis sterilt genbehandlingsgods, affald eller lignende. Elevatoren kan ikke medtage personer.</p> <p>En vareelevador kan også være en almindelig størrelse elevator dedikeret til transport af</p>

Transport-teknologi	Illustration	Beskrivelse
		forbrugsvarer, linned, mad, mv. Elevatoren kan benyttes af servicepersonale og/eller af AGV'er.
Monorail		<p>En monorail er en jernbane med blot én skinne, hvor hjulene står på linje efter hinanden. Den enkelte transportvogn sikrer egen fremdrift. Skinne kan være ophængt i loft eller lagt i gulvet. Monorails er velegnet til hurtigt at flytte store godsmængder.</p> <p>Oprindeligt kendes monorails fra persontransport, men anvendes også i betydeligt omfang i industrien.</p> <p>I hospitalssammenhæng har monorail-systemer været kendt fra flere installationer på danske hospitaler i 1970'erne. På nuværende tidspunkt findes – så vidt vides – et af de sidste fungerende monorail-systemer på Hvidovre Hospital.</p>
Conveyor		<p>Et conveyor-system er typisk et bånd- eller kædetrukket transport-system.</p> <p>Der findes flere varianter af conveyor-systemer, som primært finder anvendelse i produktions- og lagerfaciliteter.</p> <p>Conveyor-systemer er i stand til at transportere forskellige typer af gods, både standardstørrelser og irregulære størrelser. Transporthastigheden i et conveyorsystem kan være op til 50 km/t.</p> <p>På hospitaler har conveyor-systemer ikke været anvendt i stor udstrækning, men dog i visse produktionsmæssige sammenhænge i f.eks. laboratorier.</p>
Lagerautomat		<p>Lagerautomater er kompakte vertikale eller horisontale enheder, der er velegnet til lagring af smågods, som typisk optager uforholdsmæssigt meget plads i almindelige lagerreoler. Lagerautomaten giver meget lagerplads på få m² og effektiv indlagring og plukning.</p> <p>Lagerautomater med udtag på flere etager kan anvendes som kombineret lager- og transportsystem.</p>

Transport-teknologi	Illustration	Beskrivelse
		<p>Der findes forskellige varianter af lagerautomater. En pater noster er en cyklisk elevator, som oprindeligt blev brugt til persontransport, men efterhånden overvejende til lagring af smågods. I en automatisk lagerautomat er der et VMS-system, som sørger for at lagre godset optimalt og placere de mest anvendte skuffer/varer nær plukkeåbningen.</p> <p>Der findes adskillige pater nostre og automatiske lagerautomater rundt omkring på danske hospitaler, bl.a. til lagring af forbrugsvarer, medicin, mindre hjælpemidler, mv.</p>
Miniload		<p>En miniload er en kombineret kran- og lagerløsning til varer opbevaret i beholdere, f.eks. plastkasser.</p> <p>Kasserne lagres typisk i højlagre og fremfindes ved hjælp af ubemandede automatiske kraner.</p> <p>Kraner har i miniload-løsningen afløst truck'en eller den enkelte medarbejder, der går rundt og plukker varer fra reoler. Kranerne udmærker sig ved deres hastighed og mulighed for at gå i højden.</p> <p>Hver enkelt kasse er kodet med stregkode eller RFID, som kraner ved hjælp af pluklister automatisk henter til plukkepladsen. Kranerne reorganiserer og optimerer automatisk lagrene.</p>
Truck	 	<p>En truck er et personbetjent køretøj beregnet til at flytte varer, gods og transportvogne med.</p> <p>På danske hospitaler anvendes en række forskellige personbetjente trucks til transportformål. Disse trucks er typisk el-drevne til indendørs brug og benzin- eller eldrevne ved udendørs brug.</p> <p>En variant af den personbetjente truck er den automatiserede sengeskubber, hvor en portør/servicemedarbejder stående på en lille platform kan transportere en hospitalsseng med eller uden patient .</p>
Manuel		<p>Der vil formentlig altid være behov for manuel transport, hvor en medarbejder selv transporterer (bærer, skubber, trækker) en vare, et medicinsk</p>

Transportteknologi	Illustration	Beskrivelse
		<p>udstyr, et større hjælpemiddel og lignende.</p> <p>Manuel transport vil særligt være relevant ved varer, som på grund af størrelse eller udformning ikke kan transporteres i de automatiske transportsystemer.</p> <p>Desuden kan manuel transport være konkurrencedygtig på en række områder, hvor transportbehovet er begrænset eller vanskeligt at systematisere.</p>

Projektgruppen har undervejs i projektføreløbet fokuseret på de enkelte transportteknologier. Der findes en række komplementære teknologier, som har naturlig sammenhæng til transportteknologierne.

Et eksempel er teknologier inden for sporbarhed, eksempelvis RFID.

Et andet eksempel er automatiske senge- og vognvaskere, som de pågældende transportteknologier skal koordineres og samordnes med for at sikre optimal effektivitet af det samlede logistiksystem.

3.2. Oversigt over hvad transportsystemer er egnet til at transportere

I nedenstående tabel er givet en vurdering af, hvilke transportsystemer der er vurderet velegnet (grøn) eller egnet (gul) til at transportere forskellige typer af varer, gods, medicin, mad, mv.

Det skal pointeres, at markeringerne i tabellen er udtryk for en overordnet vurdering, som givetvis kan diskuteres på en række områder. Formålet med tabellen er at give et overblik og ikke at være præcis ned i detaljen.

Tabel 2: Oversigt over hvad transportsystemer er egnet til at transportere

	--- Rørpost ---		----- AGV ---		----- Sug ---		Fald	Vare-	Mono	Truck/	Con-	lager-	Mini
	40m	160m	AGV	Mobil*	Affal	linne	skak	elavato	-	manue	veyo	automa	-
	m	m	*	*	d	d	t	r	rail	l	r	t	load
Forbrugsvarer													
Små klin. prøver*													
Større klin. prøver**													
Mad													

Visse transportteknologier er specialiserede systemer dedikeret til transport af bestemte varer/gods. Det gælder for eksempel det lille rørpostsystem på 40 mm, som er målrettet til hurtige envejs-forsendelser af primært blodprøver. Et andet eksempel er affalds- og linnedrug, som alene transporterer henholdsvis affald og urent linned.

3.3. Status på transportteknologier i kvalitetsfundsbyggerierne

Projektgruppen har spurgt de enkelte kvalitetsfundsbyggerier til status på deres valg af transportsystemer. Resultatet er vist i nedenstående tabel.

Det skal bemærkes, at tabellen viser et øjebliksbillede, som givetvis vil ændre sig over de enkelte byggeriers projektførløb. Desuden skal bemærkes, at kvalitetsfundsbyggerierne er på meget forskellige projektstadier. Generelt må man sige, at jo tidligere i projektførløbet, des mere usikkerhed vil der være om transportsystemerne. Dette ses eksempelvis i Nyt Nordsjælland, Nyt Bispebjerg, Køge og Viborg, hvor principielt alle transportteknologier holdes som åbne muligheder på indeværende tidlige tidspunkt. Omvendt er eksempelvis DNU relativt langt i projektførløbet og derfor må valget af transportteknologier ikke forventes at ændre sig væsentligt i den videre proces.

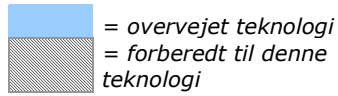
Tabel 3: Overvejelser om transportteknologier i kvalitetsfundsbyggerierne

	--- Rørpost ---		---- AGV ---		---- Sug --		Fald- skak t	Vare- elavato r	Mono - rail	Truck/ manue l	Con- veyo r	lager- automa t	Mini- load
	40m m	160m m	AGV *	Mobil* *	Affal d	linne d							
Nyt Aalborg													
Viborg/akut mv													
DNV-Gødstrup													
DNU													
Nyt OUH													
Aabenraa/akut													
Kolding/akut													
Nyt Køge													
Slagelse/FAM													
Psyk Slagelse													
Nyt Nordsjælland													
Nyt Riget/Nordfløj													
Nyt Bispebjerg													
Nyt Herlev/akut mv													
Nyt Hvidovre/akut													
Psyk Sct. Hans													

* AGV, selvkørende robot primært beregnet til varetransport i

logistikmiljø

*** Lille AGV (f.eks. Aethon TUG) der kører rundt blandt personale, patienter, m.fl.*

 = overvejet teknologi
= forberedt til denne teknologi

Tabellen viser overordnet, at teknologier som rørpost, AGV, sug/skakt, vareelevatorer, lagerautomater og manuel transport ser ud til at blive relativt udbredte i kvalitetsfundsbyggerierne.

Omvendt ser de store infrastrukturelle transportsystemer som monorail og conveyor-systemer ikke ud til at blive særligt udbredte i kvalitetsfundsbyggerierne. Der er dog projekter, som fortsat holder alle muligheder åbne.

3.4. Case-beskrivelse af Intelligent Hospital Logistics (IHL)

Idé

At udvikle en prototype på et fuldautomatisk sygehusbaseret lager-, transport- og logistiksystem, som skal være enkelt, pålideligt, intelligent og effektivt og fungere ligeså nemt som et rørpostsystem. Der findes på verdensplan ikke et tilsvarende samlet logistik- og transportsystem målrettet til sygehuse.

Mål

- reducere gåafstande for klinisk personale
- reducere den arbejdstid, der er knyttet til logistikopgaven
- reducere lagerbeholdninger centralt og lokalt
- tilvejebringe bedre data til lager- og forbrugsstyring, herunder sporbarhed

Løsning

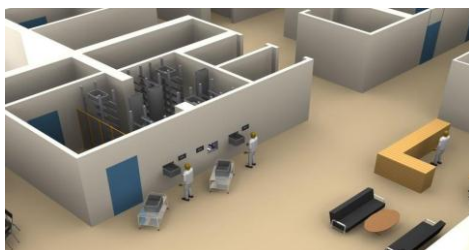
IHL baserer sig på transport og lagring af varer i plastkasser i størrelsen 60x40x31 cm. IHL fungerer ved hjælp af:

- fuldautomatisk horisontal transport og lagring af kasser
- fuldautomatisk vertikal transport af kasser og buffer-lager i liftskakt
- smartphone/tablet-computer app og PC/web-klient til bestilling af varer
- fuldautomatisk åbning til kasse-lift udstyret med touch skærm
- smartphone/tablet-computer app og PC/web-klient til bestilling af varer



IHL kan transportere og lagre stort set alt, der kan være i plastikkasserne, blandt andet sterilgods, kliniske prøver, medicin, forbrugsvarer, linned, post, mad, affald, mv. IHL reducerer arealbehovet til depoter på afsnittene, idet depoterne samles i miniload-tårne, som servicerer alle etager.

Brugerflade



IHL-udtag vist på en klinisk afdeling.

Personale bestiller varen via PC/PDA og kan afhente varen i udtaget.

Tilsvarende kan personalet returnere eller bortskaffe returvarer ved udtaget.

Teknologi

Prototypen i IHL-projektet bygger videre på kendt teknologi. Automatiseringsdelen udvikles på baggrund af et automatisk kasselager (MiniLoad) kombineret med minirobot-transport.

Udviklingsprojekt

Et konsortium bestående af en række private virksomheder og hospitaler sendte medio 2012 ansøgning til Forsyningsfonden om støtte til at udvikle et projekt, hvor en fuld demonstrationsmodel skulle opstilles på Hvidovre Hospital. I første omgang blev ansøgningen ikke godkendt, da en væsentlig partner i konsortiet valgte at trække sig. Konsortiet overvejer at sende fornyet ansøgning i december 2012. Såfremt projektet godkendes, vil projektet blive implementeret i løbet af 2013/2014.

IHL-casen viser et meget lovende eksempel på nytænkning og innovation inden for hospitalslogistik.

Reelt er mange af transportteknologierne vist i tabel 1 ældre teknologier, eksempelvis affalds- og linnedug, monorail, conveyor, rørpost og pater nostre.

De nyere teknologier er især AGV'er, automatiske lagerautomater og miniload. *Det er ved at sammensætte disse nye teknologier og målrette dem til et hospitalskoncept, at IHL-projektet er unikt.*

For at klargøre perspektivet i IHL er neden for vist en række formuleringer fra et supplerende notat⁶ udarbejdet til Fornylsesfonden.

- IHL er et transport- og lagersystem, som kan transportere store mængder fra A til B med AGV og transportere mindre mængder i en kasse fra A til B med Autostore robotten. Til disse to transportsystemer knyttes et mindre vertikalt automatiseret lagersystem i form af miniload, som fungerer som lokaldepot for klinikken og i samarbejde med AutoStore robotterne fungerer som et stort samlet centrallager for hele hospitalet. Miniloader anvendes samtidigt til vertikal transport. Det er sammenkædningen af de tre systemer, der gør IHL unik og gør, at det kan være med til at reducere det kliniske personales tidsforbrug på logistikopgaver.
- IHL kan anvendes som internt transportsystem til at håndtere de mange mindre interne forsendelser, som i dag transporteres manuelt rundt på et hospital.
- Det vil reducere hospitalets driftsomkostninger i forhold til den tid plejepersonalet og servicepersonalet skal bruge på logistikopgaver. Det drejer sig om den tid, der skal bruges på at bevæge sig rundt på et sengeafsnit/hele hospitalet for at finde de forbrugsartikler man skal anvende for at transportere smågods til andre af hospitalets afdelinger.
- Når man går fra flersengsstuer til enkelt sengstuer betyder det, at plejepersonalet kommer til at gå 1/3 mere rundt på sengeafsnittet end de gør i dag. Dette er vel at mærke, hvis man laver hospitalslogistik på de nye danske superhospitalet, som man har gjort på Åhus. Med IHL kan man holde gåafstanden på det niveau man har i dag.
- Det er ikke lønsomt at placere de mange forskellige varer i hvert lokaldepot. Det betyder, at det kliniske personale skal bruge tid på at lede efter og hente varer hos andre sengeafsnit. Med IHL har man konstant et overblik over hvilke varer, der er hvor, og de kan bringes hen til der, hvor der er behov for det, uden at det kliniske personale skal bevæge sig langt efter det. Det kommer til at gøre en kæmpe forskel i det kliniske personales dagligdag.
- Der transporteres mange forskellige typer af gods rundt på et hospital som små enkelt forsendelser. Dette gøres i dag manuelt af enten service- eller plejepersonale. Med IHL har man et internt transportsystem, som kan løse denne opgave automatiseret.

⁶ Kommentering af ekspertvurdering nr. 2 på IHL-projektet', 18. september 2012, Lars Krause Nielsen indkøbs- og logistikchef og Jens Erling Horn, logistikudvikler, Odense Universitetshospital og Svendborg Sygehus

4. Kriterier for valg af transportteknologi

Når der skal vælges transportteknologier til et hospital, er der en lang række faktorer, man skal være opmærksom på.

Neden for er beskrevet de faktorer, som projektgruppen anser som de væsentligste ved valg af transportteknologi.

4.1. Bygningsstruktur

Det er en afgørende faktor for valg af transportteknologi, om der er tale om barmarksbyggeri, tilbygning eller ombygning af eksisterende bygninger.

Ved et barmarksbyggeri er alle former for transportteknologi i udgangspunktet mulige. Først når der foreligger et programgrundlag og et projektforslag begynder der at ske indsnævringer i valgmulighederne.

Ved tilbygning til eksisterende byggeri vil det ofte være et mål at få koordineret infrastruktur og transportteknologi med det eksisterende byggeri og den eksisterende logistik. Det gør alt andet lige den efterfølgende drift lettere at planlægge og implementere. Der er dog også mulighed for at skifte transportkoncept, hvis teknologiudviklingen eksempelvis har ændret sig væsentligt siden det oprindelige byggeri. Forskellige transportteknologier i samme byggeri er dog ikke uproblematisk i den efterfølgende driftsfase.

Ved ombygning af eksisterende byggeri vil transportteknologien i mange tilfælde være låst på forhånd. Er der eksempelvis affaldssug, rørpost, monorailsystem eller andre 'indbyggede' transportteknologier, vil det ofte være særdeles udgiftstungt at skifte transportteknologi.

4.2. Arbejdskoncepter

Ved valg af transportteknologi skal der være fokus på, hvilke opgaver transportsystemet skal løse. Det skal i den sammenhæng understreges, at et transportsystem ikke er et mål i sig selv, men derimod et middel til at levere de ønskede varer/ydelser til patienter, personale, m.fl. Derfor er det afgørende vigtigt ved valg af transportteknologi, at man kender de koncepter, som hospitalet arbejder med.

Et eksempel kunne være, at såfremt hospitalet ønsker at levere varmholdt mad fra et centralkøkken til de enkelte afsnit, vil det stille krav om relativ hurtig transport af madvogne et antal gange i døgnet. Dette kan eksempelvis ske manuelt ved en servicemedarbejder eller ved hjælp af AGV. Såfremt hospitalet tilbyder a la carte mad døgnet rundt, så vil manuel transport eller AGV-transport af kostportioner fra et centralkøkken formentlig være ineffektivt. I stedet vil det være mere relevant med et conveyor- eller

monorail-system, der hurtigt kan sikre transport fra centralkøkken til de enkelte afsnit.

Et andet eksempel kunne være medicineringskonceptet på det pågældende hospital. Såfremt der arbejdes med et traditionelt medicin håndteringssystem, vil medicin i hele pakninger samt væsker blive transporteret fra et apotek til lokale medicinrum typisk af en servicemedarbejder eller ved hjælp af AGV. Såfremt hospitalet i stedet anvender dosisdispenseret medicin, vil plukning og blanding typisk ske på apoteket, hvorefter medicinen hurtigt sendes til det pågældende afsnit. Her vil rørpost være velegnet som følge af den høje transporthastighed og muligheden for automatisering.

Tilsvarende eksempler kunne beskrives for forbrugsvarer, sterilgods, linned, uniformer, mv.

4.3. Anlægs- vs. driftsøkonomi

Ved hospitalsbyggeri skal man være opmærksom på sammenhængen mellem anlægsøkonomi og den efterfølgende driftsøkonomi. Ofte vil der være omvendt proportionalitet mellem disse forhold, således at sparede anlægskroner kan lede til øgede driftsudgifter – og omvendt.

Som eksempel kan nævnes, at ved at investere i et rørpostanlæg vil man efterfølgende kunne reducere udgifter til manuel transport af breve, blodprøver, medicin, mv. Dette eksempel er temmelig oplagt, da der er dokumenteret en god business case på anskaffelse af rørpost (kort tilbagebetalingstid).

Et andet eksempel kan illustrere en mindre oplagt sammenhæng mellem anlægs- og driftsøkonomi. Det kunne være investering i et affaldssug, som er en forholdsvis stor anlægsinvestering. Imidlertid vil den kun lede til en begrænset besparelse på driftsøkonomien som følge af stort energiforbrug. I dette tilfælde vil anlægsinvesteringen ikke have den helt store indflydelse på driftsøkonomien, hvorfor valg af affaldssug ofte vil være begrundet i andre forhold end de rent økonomiske.

4.4. Flexibilitet

I kvalitetsfundsprojekterne er det væsentligt at få etableret transportløsninger, som er så flexible og robuste, at de kan sikre de krævede leverancer både nu og fremadrettet. Det må ikke være sådan, at der ved ombygninger/tilbygninger om nogle år, vil blive problematisk at sikre den nødvendige transportlogistik. Det er erfaringen, at selv ved nybyggerier går der kun ganske få år, inden der bliver behov for at bygge om og justere den bygningsmæssige infrastruktur.

I den sammenhæng må det overvejes, hvilke transportteknologier, som kan tilgodese disse behov. Eksempelvis vil et omfattende monorailsystem være designet til at løse transportopgaver ud fra det eksisterende transportbehov. Imidlertid vil et monorailsystem ofte være både vanskelig og omkostningstungt at ændre på fremadrettet. I de danske sygehusbyggerier fra 1970'erne blev der flere steder installeret store monorail-/conveyor-systemer. Størstedelen af disse systemer er efter 15-30 års drift blevet nedlagt som følge af bygningsændringer og ændrede transportbehov. Dette var også tilfældet på Karolinska Universitetssjukhus i forbindelse med overgang til nyt rørpost- og AGV-system, jf. studietursrapporten.

Der kan ikke herske tvivl om, at der vil blive stillet krav om sporbarhed ved stort set alle former for transport fremadrettet. Dette skal den pågældende transportteknologi kunne håndtere. Det forventes også at blive tilfældet, da transportløsningen ellers ikke vil være konkurrencedygtig på markedet.

4.5. Sammenhængskraft

Ved valg af transportteknologi til et hospital vil der være behov for en palette af forskellige løsninger, for at kunne honorere det samlede transportbehov af varer, prøver, affald, mv.

Det er vigtigt, at der sikres synergi og sammenhængskraft mellem de valgte transportteknologier. Derved vil transportkæden kunne opretholdes også ved overgange mellem forskellige teknologier.

Inden for lean-tankegangen er det almindeligt kendt, at spild typisk opstår ved ansvarsskift. Inden for transportteknologi kunne en analogi være, at spild typisk opstår, når varer, prøver, mv. overflyttes fra en transportteknologi til en anden. Som eksempel kan nævnes rørpost, som sikrer hurtig transport fra prøvetagningssted til laboratorium. Imidlertid indgår der ofte en manuel arbejdsgang ved modtagelse af prøven og opstart af analyseprocessen i laboratorieudstyret. Sådanne overgange skal der være fokus på at få automatiseret.

4.6. Fremadrettet arbejdsudbud

I valg af transportteknologi er det relevant at vurdere det fremtidige arbejdsudbud, da den demografiske udvikling med mindre årgange og højere uddannelsesniveau på sigt kan gøre det vanskeligt at rekruttere den fornødne manuelle arbejdskraft til transportfunktioner.

Der er på indeværende tidspunkt ikke problemer med at rekruttere denne form for arbejdskraft, og der er også forskellige holdninger til, hvor vanskeligt det fremadrettet vil blive. Under alle omstændigheder vurderes det fremadrettede

arbejdsudbud at være en parameter, som bør indgå i de strategiske overvejelser.

4.7. Patientsikkerhed

Uanset valg af transportteknologi skal der være fokus på patientsikkerhed. Det vil sige, at der skal være leveringssikkerhed for de transporterede varer, prøver, mv. Desuden må transportformen ikke ændre på de transporterede varers eller prøvers kliniske kvalitet.

Som eksempel kan nævnes, at transport af blodprøver via rørpost med høj acceleration/deceleration og skarpe sving kan påvirke blodprøvernes kliniske værdier. Derfor bør det dokumenteres og sikres i alle rørpostinstallationer, at prøverne kan sendes uden signifikant klinisk påvirkning.

Som et andet eksempel kan nævnes, at AGV-transport ikke må være til fare for patienter. Forsøget med den tidligere omtalte AGV 'Roberta' på Svendborg Sygehus viste, at der var risiko for sammenstød mellem robot og patient. Formentlig blandt andet af den grund har AGV-transport udviklet sig til overvejende at foregå i tunneller og transportgange, hvor der ikke samtidig er trafik af patienter og pårørende.

4.8 Arbejds miljø

Plukning, lagring og transport af varer, prøver, sterilgods, mv. på et hospital er ofte tungt og gentaget arbejde med diverse arbejdsmiljøproblemer til følge.

Automatiseret transportteknologi kan i betydeligt omfang være med til at mindske sådanne arbejdsmiljøproblemer.

Eksempelvis kan robotteknologi og automatiske lagerautomater i en sterilcentral aflaste personale fra tunge løft i ubekvemme stillinger samt mindske ensidigt gentaget arbejde.

Et andet eksempel er arbejdsmiljøproblemer ved manuelt at skubbe/trække tunge og uhåndterbare vogne med linned, affald, sterilgods, mv. Her kan automatisering afhjælpe langt hovedparten af disse problemer, hvad enten der er tale om truck, AGV, monorail, mv.

4.9. Hygiejne

Uanset valg af transportteknologi skal det sikres og dokumenteres, at hygiejnen er i orden.

Som eksempel kan nævnes rørpost, hvor transport af blod og kemoterapi i rørpost kan udgøre en hygiejnemæssig risiko. Såfremt der ved et uheld skulle

opstå læk af blod eller medicin fra en rørpostpatron, vil der kunne opstå tilsmudsning og smitterisiko rundt på hele hospitalet.

Et andet eksempel kunne være affaldssug, hvor affaldet bortskaffes umiddelbart fra afsnittene, men hvor rengøring af rørene i affaldssuget kan være problematisk. Der opstår let lugtgener ved hul på poser mv. i suget. Der findes efterhånden teknologiske løsninger til automatisk rengøring af rør i affaldssug og rørpostanlæg, men det er et område, som ikke er fuldt udviklet endnu.

5. anbefalinger

Projektgruppen har formuleret en række anbefalinger, som er målrettet henholdsvis regioner/hospitaler og tværregionale/nationale udviklingsprojekter.

5.1. anbefalinger til hospitaler/regioner

1. Vær konkret og stil velovervejede krav til service- og logistikløsninger, når der formuleres konkurrencemateriale for nybyggerier (Erfaringerne fra de kvalitetsfondsbyggerier, som allerede har været gennem processen er, at i modsat fald bliver rådgivernes input på service- og logistikområdet ikke tilstrækkeligt kvalificeret)
2. Tænk i fleksible og robuste transportløsninger, der løbende kan tilpasses fremadrettede ændringer/udvidelser og dimensioneres derefter.
3. Kend dit hospital *inden* der vælges transportteknologi. Det er vigtigt at finde egnede transportløsninger til de besluttede kliniske og ikke-kliniske arbejdsgange – ikke omvendt.
4. Vælg en hensigtsmæssig *kombination* af transportteknologier – der findes ikke én 'optimal' teknologi, som kan håndtere de mange varierede transportbehov på et hospital.
5. Automatiser transport hvor det er muligt og rentabelt, for derved at sikre økonomisk effektivitet, hurtig og sikker transport samt godt arbejdsmiljø.
6. Undgå at gøre transportteknologier unødigt komplicerede, men sørg for at teknologierne effektivt løser opgaven uden unødige omladninger, dobbelthåndteringer og ansvarsskift.
7. Tænk på automatiske lagerautomater som kombinerede lager- og transportenheder. Det øger perspektivet i lagerautomater betydeligt.

8. Dokumenter nye projekter og transportløsninger ved evalueringer, notater og artikler, således at viden og erfaringer kan deles.

5.2. Anbefalinger til fællesprojekter

9. IHL

IHL-projektet beskrevet i afsnit 3.4. er et OPI-samarbejde og fælles udviklingsprojekt. Der er opmærksomhed på, at IHL-ansøgningen til Fornyelsesfonden i første omgang ikke blev godkendt som følge af væsentlige ændringer i konsortiets sammensætning. Projektgruppen støtter fortsat op om projektet og ser det som et af de mest perspektivrige udviklingsprojekter i mange år inden for hospitalslogistik.

10. Fælles standarder for transportmateriel

Der er behov for at få formuleret fælles standarder for transportmateriel. Her tænkes særligt på de transportvogne (trådvogne), som langt hovedparten af hospitalerne bruger til transport af mad, linned, sterilgods, mv. Udviklingen går mod større og mere centrale regionslagre på en række områder. Desuden forventes AGV introduceret på mange hospitaler, hvilket vil stille særlige krav til eksempelvis stelhøjden på transportvogne. Der foreslås etableret en tværregional arbejdsgruppe med den opgave at udarbejde fælles standarder for transportvogne, skabsmoduler, mv. Det vil åbne for øget tværregionalt samarbejde og koordinering, ligesom det vil harmonisere den kommende anskaffelse af AGV'er, transportvogne og skabsmoduler på hospitaler.

11. Fælles standarder for rørpost

Der er behov for at få formuleret fælles standarder for, hvad der kan transporteres i rørpost. Der er etableret adskillige rørpostsystemer over de senere år, og hver gang har det enkelte hospital været nødt til at undersøge, hvilken indvirkning transportsystemet har på de kliniske værdier i relation til eksempelvis blodprøver og kemoterapi. Der foreslås etableret en tværregional arbejdsgruppe med den opgave at samle eksisterende - og i nødvendigt omfang udarbejde nye - fælles retningslinjer for, hvad der kan sendes via rørpost (kliniske og ikke kliniske varer og prøver) og under hvilke konditioner (hygiejne, arbejdsmiljø, mv.)

12. Videndelingsforum

Pejlemærket om transportteknologier har tydeligt vist, at der er behov for at fokusere på transportteknologier og -infrastruktur på både nye og eksisterende hospitaler. Projektgruppen anbefaler, at der fortsat skal være et videndelingsforum på dette område. En mulighed kunne være at lade logistiknetværket, som blev etableret på det første netværksseminar på Hotel Munkebjerg, overtage denne rolle. Projektgruppen anbefaler på den baggrund, at logistiknetværket udarbejder forslag til kommissorium for et sådant formaliseret videndelingsforum, som Danske Regioner derefter tager stilling til.

* * * * *

Bilag a: Litteraturstudie
Bilag b: Studietursrapport Karolinska