



Industriell installationsteknik

Slutrapport

Martin Lennartsson

Luleå Tekniska Universitet

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1	
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum: 2011-01-24	Sida: 2 (15)

SAMMANFATTNING

För byggföretag som vill arbeta industriellt med hög prefabriceringsgrad är installationsteknik en central fråga att lösa. Utvecklingen bör styras i en riktning med en högre grad av prefabricering, med tydligt definierade processer och integrerade försörjningskedjor. Projektet startades och utgick ifrån detta behov.

Sedan Sverige blev medlem i EU har två steg tagits för industriellt byggande i trä. I steg ett verifierades konstruktionslösningar och i steg två utvecklade process- och byggtekniker som utnyttjar trämaterialens egenskaper. Det tredje och sista steget innebär den slutliga systemintegreringen i slutprodukten där byggnadens försörjningssystem integreras i det industriella stomkonceptet.

Komplexiteten för installationer styrktes av den upphandling som gjordes mot konsultbranschen och visar att det finns potential för utveckling. Med denna utgångspunkt, så har projektet genererat massor med ny kunskap. Produkt- och komponentlösningar med skarvteknik och snabbkopplingar har testats med gott resultat.

Studier som även visade problematiken med utförare, som fortfarande befinner sig i ett "traditionellt byggtänk". Vidare finns det nu vetskap om hur kanaliseringen sker i byggnaderna, vilket ger möjligheter att koordinera olika media på ett sätt som effektiviserar produktionsprocessen, bland annat med förbättrade schaktlösningar. Dessutom har studier med individuell mätning av media och energibesparing resulterat i beredskap och en förmåga att hantera de nya energikrav som kommer inom en snar framtid.



Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum: 2011-01-24
		Sida: 3 (15)

FÖRORD

Installationsteknik är en kärnfråga som kräver utveckling för att öka konkurrenskraften hos industriella byggföretag. De studier som har genomförts inom ramen för projektet har genererat mycket ny kunskap vad gäller produktionsmetoder, processuppbyggnad och försörjningskedjor. Dessutom har företagen kunnat positionera sig rörande olika lösningar med energibesparing och hållbar utveckling som kommer att styra samhällsagendan framöver. Projektet har finansierats av TräCentrum Norr och deltagande företag.

Ett varmt tack riktas till alla deltagare som har arbetat med projektet. Er entusiasm och uthållighet har gjort att vi har kunnat avsluta projektet med gott resultat och mycket ny kunskap som kan fungera som fundament i den fortsatta utvecklingen av svenskt industriellt husbyggande. Ett speciellt tack riktas till

Hans Lindbäck, Lindbäcks Bygg

Georg Svensson, Finndomo (tidigare Norvag Byggsystem)

Bengt Abelsson och Anders Rönnlund, Martinsons Byggsystem

Bengt Adolphi och Göran Wilson, Setra Group

Erling Lind, Moelven Byggmodul

Roger Lidström, Reglerteknik i Norr

Berndt Hortlund, Norconsult

Olle Hagman, Direktör TCN

Hans-Eric Johansson, Sveriges Träbyggnadskansli

Tomas Fagergren, Brandskyddslaget

Anders Björnfot, Luleå Tekniska Universitet

Lars Stehn, Luleå Tekniska Universitet

Luleå januari 2011

Martin Lennartsson

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1	
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum: 2011-01-24	Sida: 4 (15)

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	5
1.1	BAKGRUND	5
1.2	SYFTE	5
1.3	METOD	5
1.4	MEDVERKANDE FÖRETAG	5
2	GENOMFÖRDA STUDIER	6
2.1	MARKNADSUNDERSÖKNING	6
2.2	KARTLÄGGNING ELINSTALLATIONER.....	6
2.3	FULLSKALEFÖRSÖK: SNABBKOPPLINGSSYSTEM.....	7
2.4	KARTLÄGGNING INSTALLATIONER	7
2.5	TEKNIKUPPHANDLING	8
2.6	PILOTSTUDIE: SKARVTEKNIK	9
2.7	BEHOVSUNDERSÖKNING: INDIVIDUELL MÄTNING AV MEDIA	10
2.8	UTVÄRDERING AV KRAV PÅ BRANDSÄKERHET	10
2.9	UNDERSÖKNING AV LÖSNINGAR FÖR ENERGIBESPARING	11
3	FORSKNINGSRESULTAT	14
4	DISKUSSION	14

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1	
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum: 2011-01-24	Sida: 5 (15)

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Sedan 1990-talets första år har träindustrin verifierat fungerande lösningar där trämaterialen visade att de uppfyllde funktionskraven. Brand pekades ut som en nyckelfråga men stegljudisolering var också en avgörande funktion att finna lösningar för. Träbyggandet har även utvecklat process- och byggtekniker som utnyttjar dess unika kombination av styrka och låg vikt. Detta innebär en möjlighet till hantering av prefabricerade enheter med högt förädlingsvärde och stora transportavstånd. Trävolymsbyggande flyttar det mesta av arbetet till industrin och med massivträteknik ökar de möjliga spännvidderna avsevärt.

För byggföretag som vill arbeta industriellt med hög prefabriceringsgrad är installationsteknik en central fråga att lösa. Detta grundas på att utvecklingen för installationer har gått långsamt och i dagsläget saknas en industriell anpassning när det gäller såväl produkt, process och försörjningshänseende. Utvecklingen bör styras i en riktning med en högre grad av prefabricering, tydligt definierade processer och integrerade försörjningskedjor. Projektet startades och utgick ifrån detta behov där det också kunde visas att kostnaderna kopplade till installationer uppgår till 20 % i ett projekt.

Vidare behövs det en anpassning till ökade krav på energibesparing och bättre övervakning av mediaförbrukning. När projektet startades så pågick en långsam och utspridd utveckling av installationer inom det industriella träbyggandet. Installationer hanterades på ett traditionellt sätt med optimering till platsbyggda projekt och tillhörande organisation.

1.2 Syfte

Projektets syfte är att utveckla hanteringen av installationer inom industriellt husbyggande i trä. Den eftersträvade lösningen tar sin utgångspunkt från en mer övergripande syn på installationsteknik; som en egen process inom byggsystemet. I arbetet har produktlösningar, projektering och externa aktörer beaktats.

1.3 Metod

I och med att kunskapsnivån initialt var låg har projektet arbetat sig framåt med att utföra olika studier där resultaten sedan har legat som grund för val av kommande studier. Vidare har det även skett en omvärldsbevakning för att kunna hantera förändrade krav och önskemål från intressenter, såsom myndigheter och beställare. Parallellt har det också pågått en akademisk process som har drivit forskningen inom industriellt träbyggande framåt. De genomförda studierna och dess resultat samt forskningsresultat presenteras i kapitel 2 och 3. Detta följs av en diskussion i kapitel 4.

1.4 Medverkande företag

Ursprungligen ingick Lindbäcks Bygg och Norvag Byggsystem i projektet. Fokus var inledningsvis att utveckla innovativa komponentlösningar för elsystemet. Därefter bestämdes att även inbegripa övriga installationssystem (VVS) och dessutom involvera de tre företagen Martinsons Byggsystem, Setra/Plusshus samt Moelven Byggmodul.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1	
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum: 2011-01-24	Sida: 6 (15)

2 GENOMFÖRDA STUDIER

2.1 Marknadsundersökning

Deltagande företag: Lindbäcks Bygg och Norvag Byggsystem

Motiv och syfte: Den ansats som valdes initialt var komponentutveckling, vilket betyder integration av smarta produktkomponenter i byggsystemet. Undersökningen inventerade marknaden av befintliga komponenter och system för elinstallationer utifrån applicerbarheten inom industriellt byggande, dvs. förenkling av montering och anslutning.

Resultat:

- Snabbkopplingssystem från Wieland och Ensto valdes för vidare utredning vilka tillåter enkel anslutning med snäppkontakter. Efter att företagen träffat säljare för de två systemen valdes vidare samarbete med Ensto.

2.2 Kartläggning elinstallationer

Deltagande företag: Lindbäcks Bygg

Motiv och syfte: Undersökning av potentialen till reducering av produktionstiderna för elinstallation. Målsättningen var också att karakterisera vilka olika värdeskapande aktiviteter som bygger upp elinstallationen. Dessutom gjordes en granskning av inrapporterade fel på ritningar och vilka konsekvenser som detta får.

Resultat:

- Värdeskapande aktiviteter har korta cykeltider (från ca 30 sekunder upp till ett par minuter). Det är därför svårt att optimera total cykeltid för processen elinstallation endast genom effektivisering av individuella aktiviteter.
- Elinstallation inkluderar 14 unika aktiviteter där det totala antalet aktiviteter överstiger 80 vilket medför svårigheter att samordna aktörer inom elinstallationen.
- Inrapporterade ritningsfel kan innebära korrigeringsarbete som tidsmässigt mångfalt överstiger den planerade. Därför är det förbättrad projektering för att minska felfrekvensen i och med hur allvarligt det är när de uppstår.



Figur 1. Aktiviteter från elinstallationsprocessen, Lindbäcks Bygg.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1	
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum 2011-01-24	Sida: 7 (15)

2.3 Fullskaleförsök: Snabbkopplingssystem

Deltagande företag: Norvag byggsystem

Motiv och syfte: Utvärdera Enstos snabbkopplingssystem genom ett fullskaleförsök i ett utvalt projekt. Projektet följdes från projektering till installation på byggplats.

Resultat:

- Installationskonsulten hade problem med att anpassa elinstallationen till det industriella byggandet vilket indikerar en generell brist på kunskap i branschen.
- Potential finns för att göra tidsvinster med upp till fyra gånger i jämförelse med traditionell installation.
- Logistiska problem resulterade i sena och felaktiga leveranser. Ett område som är viktigt inom industriell tillverkning och ställer krav på både beställare och leverantör.
- Elektrikerna som utförde installationen visade en negativ inställning till systemet, kopplat till rädslan att kortare produktionstider innebär minskad debiterbar tid.
- Vikten av noggrann projektering belystes eftersom kunskap krävs om kopplingspunkter och kabellängder.



Figur 2. Komponenter från Enstos snabbkopplingssystem, fr. v. Förgreningsblock, Kopplingsbox, 5-polig kontakt.

2.4 Kartläggning installationer

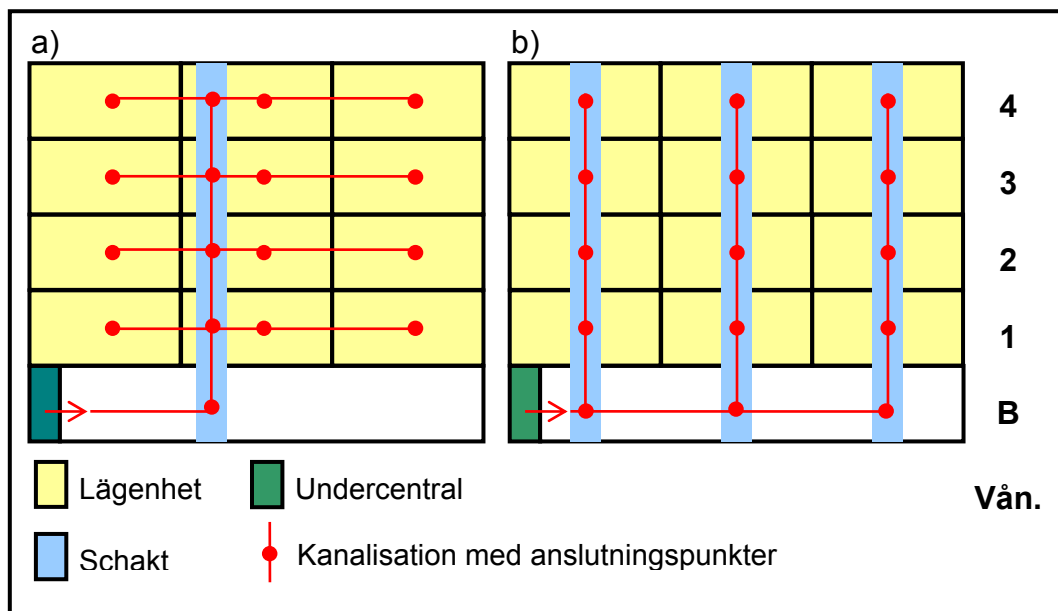
Deltagande företag: Lindbäcks Bygg, Norvag Byggsystem, Martinsons Byggsystem, Setra/Plusshus, Moelven Byggmodul

Motiv och syfte: Med resultaten från de inledande studierna som underlag beslutades att göra en bredare ansats, vilket innebar att det fortsatta arbetet även omfattade VVS-installationer. Vidare gjordes bedömningen att det krävs en generell gemensam lösning för industriella byggföretag, därför inkluderades Setra/Plusshus, Martinsons Byggsystem och Moelven Byggmodul i projektet. Med den nya ansatsen behövdes en flödesanalys av installationerna hos samtliga företag för att hitta gemensamma beröringspunkter och potential för gemensam utveckling.

Resultat:

- En central knutpunkt som måste lösas är vertikal kanalisering, dvs. uppbyggnad av schakt med innehåll och uppdelning.
- Två generella sätt för vertikal kanalisering används, horisontell kanalisation med ett schakt eller flera schakt som försörjer lägenheter för samtliga våningar (Figur 3).

- Horisontell koordination behövs i brukarenheterna, dvs. uppbyggnad av kjanalisation av media i undertak, och slitsar.
- Insamlade erfarenheter visade att tillgängliga arbetssätt och system är anpassade till den traditionella byggindustrin med montering och anpassning på arbetsplatsen.



Figur 3. Schaktlösningar i profil: a) Horisontell kanalisation med ett schakt, b) Flera schakt som försörjer lägenheter för samtliga våningar.

2.5 Teknikupphandling

Deltagande företag: Lindbäck's Bygg, Norvag Byggsystem, Martinsons Byggsystem, Setra/Plusshus, Moelven Byggmodul

Motiv och syfte: Upphandlingen var ett försök att hitta totallösningar som tog hänsyn till drivkrafter som funnits i utvecklingen av byggtekniker, såsom IT-projektering, standardisering, anpassad logistik, industriell tillverkning och rationell sammankoppling. Bakom upphandlingen stod byggföretagen och riktades mot svenska installationskonsulter. Föreslagna lösningar skulle hantera samordning och integration av samtliga installationssystem och vara anpassningsbara till olika typer av byggsystem, vilket innebar gränsöverskridande arbete mellan olika fackområdena i det traditionella byggandet. De utvärderingskriterier som användes var, funktionalitet, inbyggbarhet, flexibilitet, utvecklingsbarhet och Industrialiseringspotential.

Resultat:

Konsultbranschen visade stort intresse för upphandlingen vilket resulterade i fem olika förslag från Rejlers, WSP, Norconsult, Bravida och Tyréns. Utvärderingen visade dock bristen på totallösningar som inbegrep samtliga system och beslut togs om att inte vidareutveckla något av de inkomna förslagen. Upphandlingen kan därför ses som ett misslyckande men demonstrerar svårigheten och komplexiteten som finns för utveckling av installationer. Dessutom kunde mycket värdefull kunskap extraheras från de inkomna förslagen:

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1	
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum 2011-01-24	Sida: 9 (15)

- Dagens regelverk och förordningar bromsar utvecklingen.
- Affärsstrukturen i branschen med stora, starka grossister är hindrande för utveckling.
- Framtida krav på fördelningsmätning och energisnåla system kräver utveckling.
- Bostadssprinkler kan med fördel användas för att minska brandskydds krav.
- Modulariseringsprinciper kan användas där installationsmoduler byggs separat.

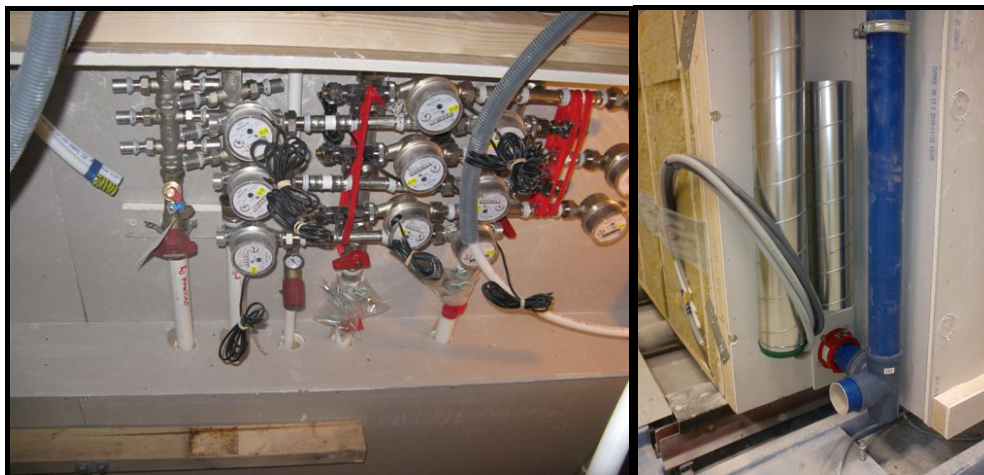
2.6 Pilotstudie: Skarvteknik

Deltagande företag: Lindbäcks Bygg

Motiv och syfte: Efter upphandlingens avslut beslutades att fortsättningsvis bedriva utvecklingen i mindre delar, varav en var försök med skarvteknik. Lindbäcks tittade på en prefabricerad lösning som testades i ett projekt med två identiska byggnader. Lösningen användes på den ena byggnaden och jämfördes mot den andra där en tidigare metod använts. Lösningen omfattade en "undertakslåda" med kanalisering som ska anslutas i undertak på korridor och som sedan monteras klart på plats.

Resultat:

- Placering av rörledning i korridorolv ses som en fördel av både personal i fabrik och på arbetsplats.
- Fördelare för värme och vatten bör placeras i underkant av korridor taket, vilket förenklar montage av slangkopplingar och möjliggör variation för montering av fördelare.
- Schakt bör tillverkas bredare och mindre djupa för enklare sammankoppling och låsning av rör samt bättre utrymme för slang och dess hålltagning.
- Förläggning av rör i korridorolv kontra traditionell upphängning med takjärn, gängstänger, svep och skruvförband gav en tidsvinst på 15 %. I och med detta behöver inte stråken isoleras och det finns besparingar om ca 250 kr per meter stråk.
- Avlopp i schakt där man ersatt gjutjärn med plast har väsentligt förbättrat arbetsmomentet och gett en tidsbesparing på hela 50 %.



Figur 4. T.v. Prefabricerat rörstråk och dess anslutningspunkt i korridorens undertak. T.h. Avloppsstam i plast.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum: 2011-01-24
		Sida: 10 (15)

2.7 Behovsundersökning: individuell mätning av media

Deltagande företag: Lindbäcks Bygg

Motiv och syfte: I och med att kraven på individuell mediaförbrukning kommer att öka, bestämdes att en behovsundersökning skulle göras. Denna syftade till att skapa en beredskap för den nya kravbilderna och minska beroendet av installationskonsulter. Konkret betydde det utredning av regler och krav, vilka system som finns på marknaden, och att genomföra en pilotstudie med det system som anses lämpligast.

Resultat:

- Uppmätta värden måste vara spårbara för att skapa trovärdighet, dvs. möjlighet att visa hur och var mätning sker.
- Mätare som används för debitering ska vara typgodkända. Utländska godkännanden är även giltiga i Sverige.
- Fördelningsmätare används vid mätning av förbrukning i lägenheter. Dessa mätare behöver ej vara typgodkända.
- Flödesmätare behöver vara utbytbara, normalt i tidsintervallet 3-10 år, vilket beror på vattenkvaliteten.
- En utredning gjord vid Chalmers Energicentrum¹ förordar M-bus som kommunikationsprotokoll vid insamlingen av mätdata.

Vid ett projekt av Lindbäcks i Piteå gjordes ett pilotförsök med individuell mätning av lägenheternas förbrukning. Mätdata insamlas med M-Bus systemet av kallvatten, varmvatten, värme, el och rumstemperatur. Utrustning från Armatec och Manodo används (demo finns på Internet²). Dessa system hade bäst totalekonomi. Hyresgästerna kan följa sin förbrukning via ett webbanpassat gränssnitt. Utvärderingen visar att vidare undersökning av VV och El är intressant medan det kan vara svårt att få ekonomi på KV och Värme.

2.8 Utvärdering av krav på brandsäkerhet

Deltagande företag: Lindbäcks Bygg, Moelven Byggmodul

Motiv och syfte: Erfarenheten visar att det används överdimensionerade lösningar och målet med studien var att utreda möjligheten att använda lösningar med hög prefabriceringsgrad som ändå klarade av uppsatta krav på brandsäkerhet. I arbetet anlätades Tomas Fagergren från Brandskyddslaget som redogjorde för krav på brandsäker dimensionering. Dessutom gjordes en utredning av boendesprinkler i öppna schakt för att undersöka möjligheten att ta bort brandkravet mellan schakt och lägenheter.

Resultat:

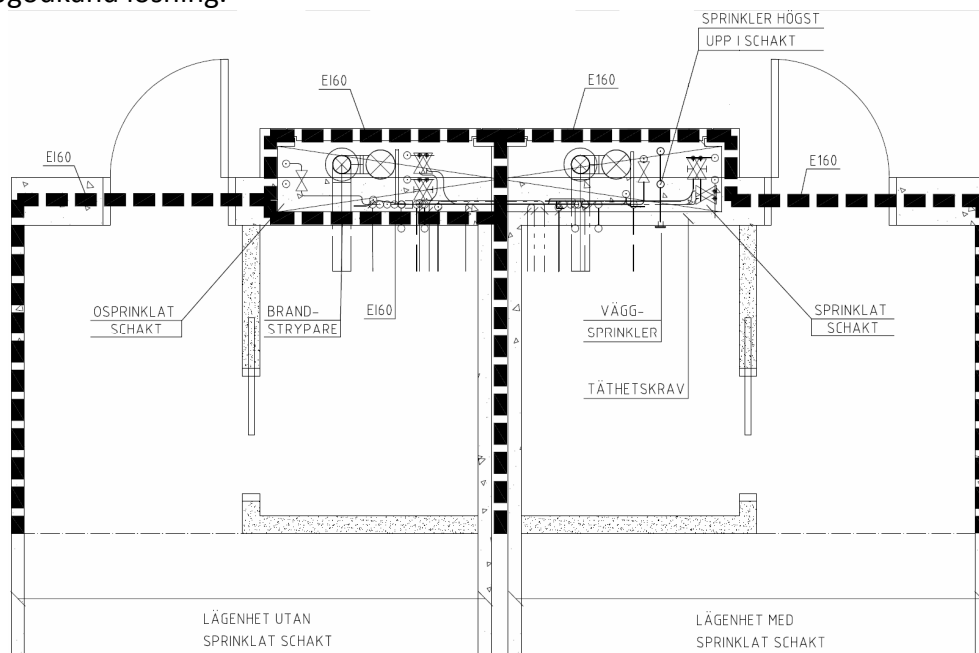
- Brandgaser kan spridas i fastigheten genom ventilationskanaler. Därför är utformningen av ventilationen är avgörande.

¹ Jagemar, L. och Olsson, M (2009) "Individuell mätning och debitering i flerbostadshus Underlag för offentlig upphandling" Chalmers EnergiCentrum (CEC)

² <http://www.manodo.se/sboxdemo> (besökt 2011-01-24)

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1	
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum 2011-01-24	Sida: 11 (15)

- När brand utbryter byggs trycket upp. I och med att luften strävar efter jämvikt kan tilluftssystemet få motsatt verkan när trycket överstiger det tryck som finns i tilluften.
- Tilluftsdon kan placeras närmare golvet där trycken är lägre, men det ger sämre luftcirkulation. Ett backströmningsskydd som stänger kanalen kan användas om trycket blir för högt.
- I täta rum kan farligt höga tryck byggas upp vid brand. För t.ex. passivhus är det därför stor viktigt att ventilationsanläggningen dimensioneras korrekt.
- Olika bedömning görs för olika kommuner och dessutom görs olika bedömningar för olika konsulter. Det finns också olika krav i Norden, dvs. ej gemensamma regler.
- Blandschakt med elinstallationer ökar den faktiska risken att brand kan utbryta.
- Om sprinklerhuvud installeras högst upp i schaktet på den allmänna kallvattenledningen samt vägg-sprinkler i angränsande rum utgår brandcellskravet och ersätts enbart med ett täthetskrav.
- Förhoppningen är att ett fullskaleprov med sprinkler i schakt hos SP kan innebära en typgodkänd lösning.



Figur 5. Principskiss för sprinkler i schakt.

2.9 Undersökning av lösningar för energibesparing

Deltagande företag: Lindbäck's Bygg, Finndomo, Martinsons Byggsystem, Setra/Plusshus, Moelven Byggmodul

Motiv och syfte: I och med den skärpta kravbilden med energibesparing bestämdes att göra en undersökning av olika lösningar med en huvudinriktning; uppvärmning med VVC, och två därtill kopplade delar, utnyttjande av ventilationsaggregat med hög verkningsgrad och utnyttjande av solpaneler. Med ett alternativt uppvärmningssystem kan fjärrvärmesystemet uteslutas, men det förutsätter värmeväxlare med hög temperaturverkningsgrad och utökad isolering av klimatskalet. Vidare så kan anpassning av solpaneler till värmesystemet innebära ytterligare besparingar. Undersökningen utfördes av Norconsult.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1	
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum: 2011-01-24	Sida: 12 (15)

Resultat:

VVC-uppvärmning

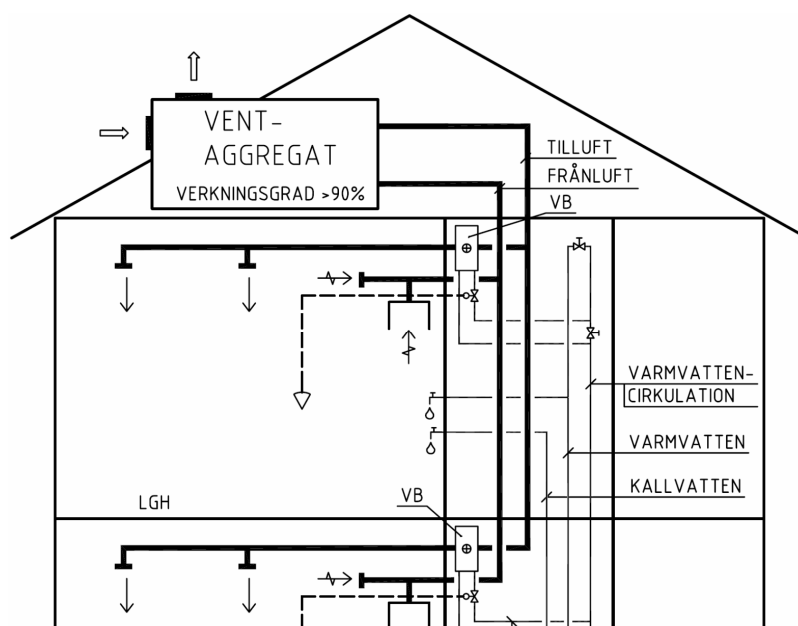
- Då vatten är klassificerat som livsmedel så måste legionellarisken beaktas med ett anpassat styrsystem som ger temperaturer i intervallet 50-60 °C.
- VVC-alternativet kan användas oberoende av val av värmekälla. Ordinarie ledningar ersätts med vv/vvc-ledningar med utökade dimensioner.
- Förslag på uppvärmning av respektive lägenhet med eftervärmningsbatterier i tilluft för varje lägenhet:
 - Flöde: 55 l/s
 - Effekt: 1,2 kW
 - Temperaturintervall: 59-51 °C
 - Lufttemperatur före batteri: 18°C
 - Lufttemperatur efter batteri: 37°C
 - Korrosionsbeständigt tillufts batteri för förbrukningsvarmvatten
 - VVC-pump dimensioneras för tryckfall i kanalvärmarna och tillkommande effekt.
 - Konventionella värmesystem utgår (besparingspotential 15 000 kr per lägenhet).

Fördelar:

- Inget värmesystem
- Mindre schaktyta
- Större uthyrningsbar yta
- Billigare installationskostnad
- Fjärrvärmväxlare enbart för varmvatten

Nackdelar:

- Samma inblåsningstemperatur i hela LGH
- VVC systemet genom värmebatteriet måste spolas igenom 1ggr/dygn ca 3 min (sommartid)
- Utökade dimensioner på VV/VVC ledningar.
- Ökade luftmängder i förhållande till BBR-krav för att kunna nyttja kanalsystem som värmebärare



Figur 6. Principskiss för VVC-uppvärmning.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1	
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum 2011-01-24	Sida: 13 (15)

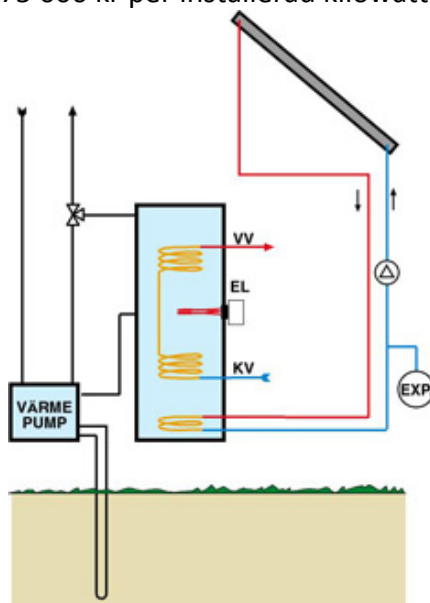
Temperaturverkningsgrader

FTX-aggregat finns med olika typer av värmeväxlare. Noteras kan att hög verkningsgrad kan betyda att eftervärmningsbatteriet utgår.

- Korsströmsväxlare har lägre verkningsgrad (~60 %) än motsvarande roterande växlare. Om dessa ska ha hög verkningsgrad krävs stora byggmått.
- Roterande växlare ger luktåterföring. Därför kan kompletterande rening behövas.
- Roterande växlare har c:a 80 % verkningsgrad. Verkningsgrader över 90 % betyder större rotorer eller kräver seriekoppling.
- Aggregattillverkare som är certifierade av Eurovent finns, men också tillverkare som inte har blivit granskade.
- Totalverkningsgraden på aggregaten inklusive den fläktspecifika eleffekten i jämförelse med den behandlade luftmängden (Spf-värdet) betyder att vid högre interna tryckfall utökas aggregatstorleken.
- Vid höga verkningsgrader så utgår värmebatteriet (beror även av utomhusklimat).

Solpaneler

- Studier visar att antalet soltimmar är ganska jämnt fördelade oberoende av var man befinner sig i landet. Placering av paneler är naturligt bäst på sydsida.
- Lutning på utrustningen är optimal vid 45°, vinkeln ska ej understiga 20°. Med lägre lutning krävs större solfångararea för att uppnå samma effekt.
- För varmvattenberedning kan plana tak användas, montering sker då på ställning.
- Det finns hybridsystem som ger både el och värme. El produceras då med hjälp av halvledare och värme genom slutna vattensystem.
- Solfångare för värmevatten ger ett bidrag på 2,50 kr/kWh, maximalt 7500kr+moms per lgh i småhus och maximalt 3 MSEK i större projekt.
- Privatpersoner, offentliga organisationer och företag kan erhålla bidrag för elproduktion med solpaneler om max 60 % av investeringskostnad (högst 2 MSEK per solcellsystem och högst 75 000 kr per installerad kilowatt elektrisk toppeffekt).



Figur 7. Principen för användning av solpanel som värmekälla.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Martin Lennartsson	Utgåva: 1	
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn: Slutrapport Industriell Installationsteknik.doc	Datum 2011-01-24	Sida: 14 (15)

3 FORSKNINGRESULTAT

Forskningen från projektet har resulterat i två konferensbidrag, presenterade vid internationella konferenser i England och Taiwan, en tidskriftartikel, publicerad i Lean Construction Journal samt en Licentiatavhandling. Dessutom har en populärvetenskaplig artikel publicerats i branschtidningen Bygg och Teknik:

- Lennartsson, M., Björnfot, A. and Stehn, L. (2008). "Lean Modular Design: Value-based Progress of Industrialised Housing". 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-16), Manchester, UK, July 2008.
- Lennartsson, M., Björnfot, A. and Stehn, L. (2009) Production Control through Modularisation, Proceedings of the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Taipei, Taiwan
- Lennartsson, M. (2009) Modularity in Industrialised Timber Housing - A Lean Approach To Develop Building Service Systems. Licentiate thesis, Luleå University of Technology, Luleå.
- Lennartsson, M. and Björnfot, A. (2010) "Step-by-Step Modularity – a Roadmap for Building Service Development" Lean Construction Journal (2010) 17-29.
- Lennartsson, M. (2010) Utveckling av installationer I industriellt byggande med modularisering som drivkraft, Bygg & Teknik (5) 62-67.

4 DISKUSSION

Vidare utveckling av det industriella byggandet kräver att byggnadens försörjningssystem integreras i det industriella stomkonceptet. Detta bör ske med system på industrins villkor vilket innebär färre komponenter och artiklar och med styrd variation inom systemgränser. Det sker också på industrins villkor för organisation, komponentnivå, logistik och montering. Detta är utgångspunkten för detta projekt.

Med detta som utgångspunkt har projektet genererat massor med ny kunskap som kommer att fungera som underlag i den fortsatta utvecklingen. Produkt och komponentlösningar med skarvteknik och snabbkopplingar har testats med gott resultat. Studierna har även visat på organisatoriska problem som finns från det "traditionella byggtänket". Vidare finns det nu vetskap om hur kanaliseringen sker i byggnaderna, vilket ger bättre möjligheter att koordinera olika media på ett sätt som effektiviserar produktionsprocessen, bland annat med förbättrade schaktlösningar.

Dessutom har studierna med mätning av media och energibesparing resulterat i en bättre beredskap och förmåga att hantera förändrade krav som förväntas komma inom en snar framtid. Det finns fortfarande mycket utvecklingsarbete kvar att göra, men projektet har skapat en grund att utgå ifrån.

En naturlig fortsättning på utvecklingen av den industriella installationstekniken kan t.ex. vara utvecklingen av kompletta standardiserade installationsmoduler som kan prefabriceras och sedan enkelt monteras på byggplats. Installationsmodulerna ska med fördel kunna utnyttjas av samtliga industriella trähustillverkare, och i en framtid även för samtliga producenter av trähus, och varför inte som vision; av samtliga producenter av hus.

Om TräCentrum Norr

TräCentrum Norr finansieras av de deltagande parterna tillsammans med medel från Europeiska Utvecklingsfonden (Mål 2) och Länsstyrelserna i Västerbottens och Norrbottens län.

Deltagande parter i TräCentrum Norr är: Holmen Skog, Lindbäcks Bygg AB, Luleå tekniska universitet, Martinsons Group AB, Norra Skogsägarna, Finndomo AB, SCA Forest Products AB, Setra Group AB, Skellefteå kommun, Sveaskog AB, SÅGAB, Sågverken Mellansverige och SP Trätek.

Mer information om TräCentrum Norr finns på:

En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden