



HT.

Hälsa i Trä.

SLUTRAPPORT 2025

Innehåll

FÖRORD	2
BAKGRUND	5
FRAMTIDSSÄKRING AV VÅRDBYGGNADER	7
SJUKHUSBYGGANDE	7
INTENSIVVÅRDSÄVDELNING - IVA	12
OPERATION	13
VÅRDAVDELNING	14
BYGGSYSTEM OCH KONSTRUKTIONSTEKNIK	16
KOMPLEXA BYGGPROCESSER	19
KRAVSTÄLLNINGAR HOS TRÄBYGGSYSTEM	21
FIKTIVT CASE	23
TEKNIKOMRÅDEN	30
KLIMATPÅVERKAN	38
SAMMANFATTNING	42
SLUTORD	45
PARTNERS	47



Förord

Denna publikation är slutresultatet av innovations- och utvecklingsprojektet Hälsa i Trä (Health in Timber). Projektet beviljades finansiering 2023 inom Vinnovas utlysning Bygg för framtiden – innovation för en hållbar bygg- och anläggningssektor.

Det funktionsbaserade regelverk som infördes i Sverige 1994, och som bland annat möjliggjorde byggande av större och högre hus i trä, kan sägas vara startskottet för innovation och utveckling inom det svenska träbyggandet. Vi har gått från två till tjugo våningar – från bostadshus till kontor och hotell. Vi har till och med byggt världens högsta vindkraftstorn i trä!

NU ÄR DET DAGS att rikta blicken mot möjligheterna att också skapa hållbara sjukhusmiljöer med hjälp av trä. Sjukhusmiljöer är som små samhällen – de speglar livets olika skeden och är dessutom oerhört komplexa. Höga krav på funktion, ekonomi och teknik, men också på flexibilitet och generalitet, ska förenas med att skapa miljöer som bidrar till omsorg och välbefinnande. Det är en stor utmaning, och inget enskilt material är naturligtvis hela lösningen. Vi hoppas dock att projektet Hälsa i Trä ska inspirera till och visa hur trä som konstruktionsmaterial kan bidra till bästa möjliga sjukhusmiljöer, med minsta möjliga påverkan på klimatet och jordens ändliga resurser.

Den främsta drivkraften för att bygga mer i trä är behovet av att radikalt minska byggsektorns klimatpåverkan. Trä är ett förnybart byggmaterial. Trä binder koldioxid. Byggkomponenter i trä kan dessutom enkelt förtillverkas i fabrik under kontrollerade former. Den höga prefabriceringsgraden borgar för högre kvalitet och lägre kostnader, samtidigt som byggtiden förkortas. Detta innebär kostnadsbesparingar genom mindre störningar för omgivande

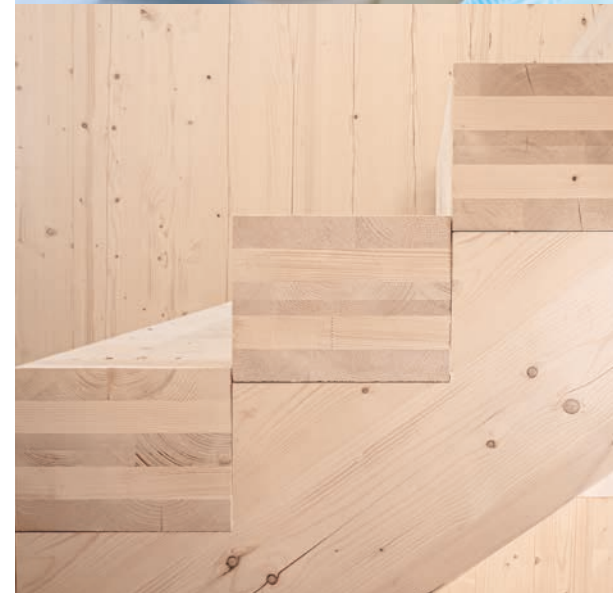
verksamheter, tidigare driftsättning och lägre kapitalkostnader. Den lägre vikten gör oftast att grundläggningen kan förenklas och därmed bli billigare. Byggande handlar i stor utsträckning om transporter – låg vikt innebär fler hus per lastbil eller tåg och därmed både lägre kostnader och minskad klimatpåverkan för transporter till och från byggarbetsplatsen. Vid påbyggnader medför den lägre vikten mindre behov av förstärkningar av befintlig stomme och grundläggning. Trämaterialets flexibilitet och lätthet, i kombination med möjligheten till hög prefabriceringsgrad, innebär också stora fördelar vid omvandlingar av redan byggda sjukhusmiljöer.

Offentliga beställare kan påverka utvecklingen inom byggsektorn och påskynda klimatomställningen genom sitt agerande. Många kommuner har sedan 2013 antagit träbyggnadsstrategier för att stödja utveckling, kunskapsspridning och visa goda exempel på träbyggnade. Grundtanken med träbyggnadsstrategierna är att få aktörerna att utvärdera möjligheten att bygga med trä i de fall där kommunen kan påverka byggnationens utformning, exempelvis i sitt eget byggande eller genom markanvisningar. Regionerna har samma möjlighet, och fyra av landets 21 regioner har antagit träbygg-

nadsstrategier: Region Värmland, Region Västerbotten, Region Dalarna och Region Jämtland Härjedalen.

Att föra samman sjukhus- och träbyggsektorerna – två etablerade och mogna teknikområden som tidigare inte samarbetat – innebär att projektet arbetat mer med innovation och utveckling än med forskning. I denna publikation sammanställs medverkande aktörers gemensamma reflektioner och insikter om möjligheter, fördelar och hinder för trä som konstruktionsmaterial i sjukhusbyggande. Förhoppningen är att det ska väcka nyfikenhet, initiera samtal och inspirera till fortsatt dialog och utveckling.

RISE har varit projektägare för projektet *HiT – Hälsa i Trä*, med CVA/Chalmers som expertpartner inom vård i projektledningen.



Bakgrund

Inom ramen för Fossilfritt Sverige har bygg- och anläggningssektorn tagit fram en färdplan för att visa hur de kan stärka sin konkurrenskraft genom att bli fossilfria eller klimatneutrala. Målet är nettonollutsläpp av växthusgas till år 2045. En del av lösningen är att öka byggandet i trä – ett förnybart material som binder koldioxid. Sedan mitten av 1990-talet, då det blev möjligt att bygga högre byggnader i trä, har en lägre klimatpåverkan i byggsektorn blivit en av de största drivkrafterna för utveckling av modernt träbyggande. Idag finns flera olika beprövade byggsystem och många leverantörer för bostäder, kontor och olika typer av verksamhetslokaler. De olika träbyggnadssystemen på marknaden tillhandahålls av olika företag, och oftast projekteras och uppförs en byggnad med endast en typ av stomsystem. Detsamma gäller byggsystem av betong och stål.

De senaste åren har planer för nya sjukhusbyggnader och hela sjukhusområden vuxit fram i flera regioner, såsom Skåne, Kronoberg, Värmland, Västerbotten och Västra Götaland.

Behovet av lokaler varierar, och i politiska beslut finns olika ambitionsnivåer för att optimera klimatpåverkan. Omställningsarbetet utmanas dock av önskan att material och teknik ska vara beprövade.

Projektet *Hälsa i Trä* kombinerar två drivkrafter:

- att fortsätta utveckla det moderna träbyggandet och
- att stödja en förflyttning mot minskad klimatpåverkan i det regionala byggandet.

Traditionellt byggs dagens sjukhus i betong och stål av byggentreprenörer som ofta är specialiserade på sjukhusbyggande. Att använda trä som konstruktionsmaterial för den bärande stommen är fortfarande en utmaning, då entreprenörerna saknar vana vid att arbeta med trä i sjukhusbyggnader. Kunskap saknas även i många led av värdekedjan och hos beställare. Träbyggleverantörerna har dessutom ingen eller begränsad erfarenhet av leveranser till sjukhusbyggnader.





Under 2019 genomfördes en förstudie inom Smart Housing Småland, där man undersökte möjligheterna att bygga sjukhus i trä. Studien var till stora delar positiv men identifierade också frågetecken och utmaningar, såsom brand och vibrationer, som behöver beaktas i större utsträckning – särskilt med hänsyn till robusthet. Ambitionen i det aktuella projektet har varit att fördjupa arbetet och identifiera de delar, typer av verksamhet och lokaler i ett sjukhus som kan byggas med träbyggnadsteknik som bas, samt visa att det finns existerande lösningar i träbyggandet som fungerar för dessa delar. Projektet har också sammanställt

de utmaningar som behöver adresseras för att möjliggöra ökad användning av trä som konstruktionsmaterial. Vi har valt att inom tid och budget fokusera på IVA, operation och vårdrum, och valt bort att närmare utreda röntgen/bilddiagnostik och labb.

Genom att, inom ramen för ett innovations- och utvecklingsprojekt, introducera träbyggnadssektorn och sjukhusbyggsektorn för varandra ges möjlighet till gemensamt lärande, samtidigt som möjligheter och utmaningar synliggörs och utforskas.

REFERENSER:

Fossilfritt Sverige

<https://fossilfritt Sverige.se/roadmap/bygg-och-anlaggningssektorn>
(Hämtad september, 2025)

Smarthousing

<https://smarthousing.nu/forstudieprojekt-visar-att-det-ar-fullt-mojligt-att-bygga-stora-sjukhus-i-tra/>
(Hämtad september, 2025)

Bild, omslag: Hjertet i Ikast. Foto: Adam Mørk

Bild, sida 2: Enköpings kommunhus. Foto: Mårten Lindquist

Bild, sida 3: Enköpings kommunhus. Foto: Mårten Lindquist

Bilder, sida 4: bild 1, Foto: Region Västerbotten
bild 2, Enköpings kommunhus. Foto: Mårten Lindquist

Bild, sida 5: Timber and CLT construction. Foto: Adobe Stock

Bild, sida 6: Timber construction. Foto: Adobe Stock

Framtidssäkring av vårdprojekt

GENERALITET, FLEXIBILITET OCH ELASTICITET

Mellan fem och femton procent av sjukvårdens lokaler bedöms byggas om årligen. Det innebär att det för större sjukhus ofta pågår byggnadsarbeten som stör den pågående verksamheten.

Livslängden för vårdbyggnader antas vara mellan femtio och hundra år, vilket innebär att de uppförs för att betjäna verksamheter och förutsättningar som i huvudsak är okända under projekteringsstadiet. Lokalerna ska därför projekteras för att möjliggöra olika användningar i framtiden. Vårdens utveckling är snabb medan de fysiska lokalerna är statiska. Skräddarsydda lokaler blir snabbt omoderna och kan fungera som bromsklossar för utvecklingen om de inte är tillräckligt förändringsbara.

I projektet har definitioner från dokumenten *Fullt Flexibel* och *Framtidssäkring i vårdbyggnader* använts för begreppen:

Generalitet: Byggnadsutformning som möjliggör förändrade omständigheter utan att utformningen själv förändras.

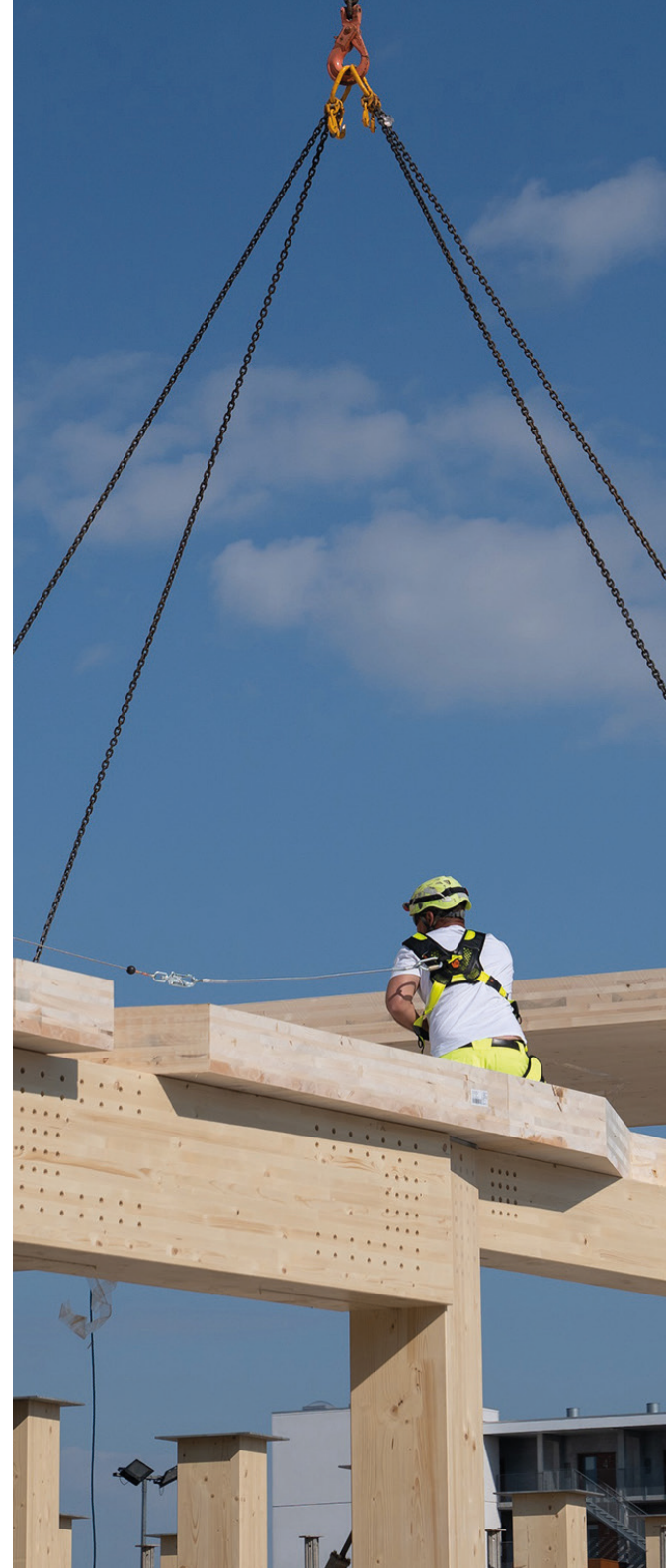
Flexibilitet: Byggnadsutformning som möjliggör förändrade omständigheter genom att utformningen själv förändras.

Elasticitet: Delar av byggnaden förändras i omfattning; tas bort, byggs till eller byggs på.

Redundans: Byggnadens installations-teknik anpassas genom ianspråktagande av reserver.

Hög generalitet och flexibilitet minskar behovet av ombyggnader och anpassningar. Sjukhusbyggnader bör vara flexibla, vilket innebär att de samhällsknutna och byggnadsknutna delarna bör vara generella och att de verksamhetsknutna delarna ska vara lätt anpassningsbara.

De byggnadsknutna delarna kan karaktäriseras utifrån deras funktionella och tekniska egenskaper. En byggnad har hög funktionell generalitet om rum och samband passar flera olika verksamheter. Avgörande parametrar är antal våningsplan, husdjup, våningshöjd, pelardelning, placering och dimensio-





nering av hissar, trapphus och korridorer. En byggnad har hög teknisk generalitet om bjälklagens lastkapacitet och systemen för mediaförsörjning passar flera olika verksamheter. Avgörande parametrar är bjälklagens bärförmåga, placering och storlek på håltagningar för installationsschakt, fläktrums storlek, redundans i media system med mera.

De verksamhetsknutna delarna avser komponenter som är relativt enkla att förändra, såsom mellanväggar, undertak, installationer, fast inredning och utrustning. Dessa är delar som normalt byggs om eller ändras när en ny nyttjare tar lokalen i bruk. En byggnad har hög grad av framtidssäkring om dess samhällsknutna och verksamhetsknutna delar är generella och de byggnadsknutna delarna är lätt anpassningsbara, vilket skapar flexibilitet.

Elasticitet tillåter att verksamheterna expanderar och krymper. Expansion kan ske inom byggnaden om det finns outnyttjade lokaler, vilket är dyrt, eller genom tillbyggnader, vilket är tidskrävande. I det senare fallet kan tid och kostnad modereras om den ursprungliga byggnaden är förberedd för tillbyggnad. Kontraktion kan åstadkommas genom rivning, vilket är störande och ofta kostsamt, eller genom avskiljning av de byggnadsdelar som inte behövs för annan användning eller uthyrning. Detta kan också vara svårt att genomföra men underlättas med förutseende fastighetsteknisk planering.

Eftersom projektets fokus har legat på konstruktiva frågor och trä som konstruktionsmaterial, och inte på installationsteknik, har begreppet redundans inte beaktats.

Begreppet redundans är traditionellt sammankopplat med generalitet, flexibilitet och elasticitet när framtidssäkring av sjukhusbyggnader diskuteras.

Problemställningen generalitet, flexibilitet och elasticitet gäller inte enbart vårdlokaler, utan är viktig för de flesta byggnadstypologier. Det är en allmängiltig fråga. I den kommersiella sektorn är lösningen för lokalbrukaren ofta att flytta och byta hyresvärd, och för fastighetsägaren att byta hyresgäst. Den utvägen kan användas för enklare sjukvårdslokaler, såsom vårdcentraler, men inte på ett sjukhusområde. Regionernas ofta hårt pressade ekonomi är en annan utmanande faktor, och lokalernas flexibilitet och generalitet ses ofta som en del av framtidslösningen.

Generalitet, flexibilitet och elasticitet ur ett träbyggnadsperspektiv

Projektet har fokuserat på generalitet, flexibilitet och elasticitet eftersom användningen av trä påverkar dessa aspekter i hög grad. För högteknologiska verksamheter, såsom röntgen och operation, är det framför allt generalitet som utmanas. Den typen av lokaler utgör dock inte en stor del av den totala volymen på ett sjukhusområde. Att använda trä som konstruktionsmaterial utmanar och/eller möjliggör de tre begreppen generalitet, flexibilitet och elasticitet.

Generalitet: Pelardelningen är en utmaning för högteknologiska verksamheter, framför allt operation. Höga bjälklagshöjder i träbyggnadsteknik är en utmaning för att uppnå generalitet eftersom det ger mindre utrymme för installationer och därmed verksamhetsbehov.

Flexibilitet: Håltagning och infästning är enklare i trästomme. Störningar för intilliggande verksamheter är mindre vid ombyggnad av en träbyggnad, vilket är fördelaktigt ur flexibilitetssynpunkt.

Elasticitet: Att utvidga en byggnad genom att lägga till våningar på höjden i träbyggnadssystem kan vara en mer effektiv och snabbare process jämfört med traditionellt byggande.

Vid kommande ombyggnationer är trä en fördel. Dammspridning blir mindre problematisk jämfört med ombyggnader på betongstomme, och buller som sprids genom den bärande stommen vid ombyggnation reduceras avsevärt. En annan fördel vid ombyggnationer är friare placering av avloppslägen jämfört med håldäck och TT-kassetter, som i större utsträckning låser nya möjliga lägen för rör.

Vid nybyggnation är produktionen också smidigare vid moment som infästning i bärande element – skruvar sätts direkt i träet utan föregående borring.

För den större volymen av lokaler på ett sjukhus, såsom mottagningar och vårdavdelningar, kan kraven på generalitet tillgodoses med träbyggande. Dessa lokaltyper kan också dra nytta av den extra flexibilitet som kan uppnås.

Med avseende på verksamhetstyper blir operation en utmaning för generalitet, med hänsyn till pelardelning och bjälklagshöjder, vilket inte kan uppvägas av de flexibilitetsfördelar som trä ger.

För IVA och vårdavdelningar kan tillräcklig generalitet uppnås avseende pelardelning och takhöjder. Mindre ombyggnader kan genomföras med minimerade störningar. Trä bör också medge god elasticitet vid påbyggnad, där expansion och demontering blir enklare att genomföra.

REFERENSER:

"Fullt Flexibel"

<https://vardgivare.skane.se/siteassets/3.-kompetens-och-utveckling/projekt-och-utveckling/framtidens-halsosystem/malbild-och-fardplan-for-framtidens-halsosystem.pdf>
(Hämtad augusti, 2025)

"Framtidssäkring i vårdbyggnader"

<https://www.skane.se/namndshandlingar/86250838/>
(Hämtad september, 2025)

Bild, sida 7: Woodhub, Odense. Foto: Dansk Drone

Bilder, sida 8: Woodhub, Odense. Foto: NXT

Sjukhusbyggande

INLEDNING

Centrum för Vårdens Arkitektur (CVA) har tillsammans med PTS tagit fram en serie av konceptprogram, bland andra Intensivvårdsavdelning (CVA & PTS, 2020a), Operation (CVA & PTS, 2020b) och Den goda Vårdavdelningen (CVA & PTS, 2019).

Innehållet i konceptprogrammen skall betraktas som rekommendationer grundade i evidensbaserad design, forskning och best practice. Det är alltså samlade erfarenheter från byggda vårdmiljöer, erfarenheter från yrkesverksamma samt den forskning som finns. Programmen fungerar som utgångspunkter för att planera, men exakta mått och specifika krav måste fastställas på projektnivå. De tre konceptprogrammen för IVA, OP och vård-avdelning har varit viktiga källor till information för *Hälsa i Trä*-projektet.

I projektets kartläggning av verksamheter-
nas kravställningar, som utgår ifrån koncept-
trapporter och andra gällande riktlinjer, har
fokus legat på att identifiera rekommenda-
tioner som kan påverka valet av stommen i
en byggnad. I följande avsnitt presenteras
de tre verksamhetstyperna kortfattat, och
här sammanställs också rekommendationer
och krav som anses kunna påverka valet av
stomme till en byggnad. Kartläggningen har
utförts i huvudsak utifrån följande aspekter:
funktionsmått och geometri, material och
hygien samt utrustning. Utöver dessa har
även frågan om framtidssäkring inkluderats
i kartläggningen. Byggnader behöver möjlig-
göra för verksamheter att förändras över tid,
och i planeringen av vårdens lokaler behö-
ver hänsyn tas till den snabba utvecklingen
av medicinteknisk utrustning, digitalisering,
diagnostisk- och behandlingsmetoder
med mera.



INTENSIVVÅRDS- AVDELNING

Intensivvård är en vårdnivå som innebär avancerad diagnostik, behandling och övervakning av svårt sjuka patienter med sviktande vitala funktioner. På IVA vårdas patienter som har akuta och livshotande tillstånd som kräver kontinuerlig monitorering och stöd för att säkerställa livsviktiga funktioner såsom andning och hjärtslag. Det finns också specialiserade intensivvårdsavdelningar för specifika vårdbehov, till exempel neurointensivvård och neonatalvård.



Bild 2: Illustration IVA-sal

OPERATION

På en operationsavdelning bedrivs högteknologisk kirurgisk verksamhet, och salarna är utrustade med högteknologisk utrustning, och hygieniska aspekter inom lokalen är mycket viktiga för att minimera risk för infektioner. Utöver den traditionella operationssalen finns även hybridsalar och interventionssalar. I *Hälsa i Trä*-projektet har hybrid- och interventionssalar inte prioriterats. Krav och rekommendationer som presenteras i kapitlet gäller i huvudsak den traditionella operationssalen.



Bild 3: Illustration OP-sal

VÅRDAVDELNING

En vårdavdelning är en enhet inom ett sjukhus där patienter vårdas och övervakas dygnet runt. En avdelning består bland annat av flera vådrum, som kan vara antingen enpatientrum eller flerbäddsrums. Verksamheten på en vårdavdelning inkluderar medicinsk behandling, omvårdnad, och rehabilitering. Patienterna kan vara inlagda för en mängd olika orsaker inklusive akuta sjukdomstillstånd eller kroniska tillstånd som kräver kontinuerlig vård.



Bild 4: Illustration vårdrum

OPERATION

Funktionsmått och Geometri

Lokalytan för en operationssal rekommenderas till minst 60kvm. Korrekt arbetsyta kring operationsbordet och fri passage runt den sterila zonen är mycket viktigt, och för att nå rätt proportioner i salarna och en bra arbetsyta runt operationsbordet rekommenderas minst 9 meter mellan pelare. Korridor dimensioneras för att möjliggöra möte mellan IVA-säng och bariatrisk säng, med ett rekommenderat minsta mått på 3200mm. (CVA & PTS, 2020b)

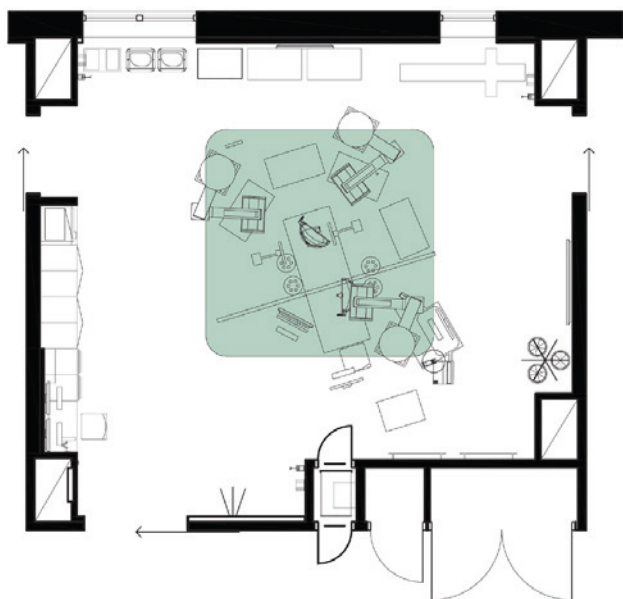


Bild 7: Principplan OP, med den sterila zonen markerad i grönt

Övriga funktionsmått inkluderar:

Höjd till undertak i operationssal:

minst 3200mm

Höjd ovan undertakets bärverk till bjälklag:

minst 1200mm

Höjd till undertak i korridor:

minst 2700mm

(CVA & PTS, 2020b)

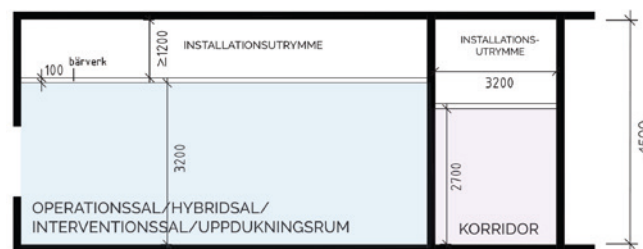


Bild 8: Principsektion OP

Material / Hygien

En operationssal har hygienklass 3. Skarvar mellan väggytor och annat material skall avrundas, inga springor mellan material får förekomma och fyllnadsmaterial skall tåla samma rengöring som ytskikt. Utöver detta ställs krav på lufttätethet för rätt tryckdifferens till omgivande lokaler, vilket byggnadsmässigt innebär att väggar skall ansluta till bjälklag, täta fogar och hög täthet på fönster och dörrar. (SFVH, 2016) Strålskydd skall installeras i väggar mot omgivande lokaler, ytterväggar och fönster i fasad. Även bjälklaget kan, beroende på tjocklek,

behöva förses med strålskydd. (CVA & PTS, 2020b)

Utrustning

Högteknologisk utrustning i en operationssal inkluderar bland annat operationsmikroskop, infusionspump, mobil röntgenutrustning, laparoskopisk utrustning samt laser och elektrokirurgiska enheter.

Hänsyn behöver tas till potentiellt vibrationskänslig utrustning. För mobil röntgenutrustning kan vibrationer påverka bildkvaliteten negativt, och för instrument likt operationsmikroskopet eller laser/elektrokirurgiska enheter är precisionskraven extremt höga. (Novak & Fégeant, 2009)

Framtidssäkring

Obesitas är en nationellt ökande trend, vilket föranleder ett krav på nya typer av sängar, britsar och operationsbord. Detta kan i sin tur komma att påverka rumsutformningen. Man ser även att robotassisterad kirurgi ökar, vilket förutsätter rätt placering av takhängd utrustning samt en väl tilltagen takhöjd i operationssalen. Den medicintekniska utvecklingen går snabbt framåt, och ett bjälklag som erbjuder flexibilitet för takinfästningar kan möjliggöra införandet av framtidens utrustning. (CVA & PTS, 2020b)

VÅRDAVDELNING

Funktionsmått och Geometri

Vårdrummet bör ha en yta om minst 16kvm och 3x3m per vårdplats, eller 20kvm med plats för anhörig vilket rekommenderas. Därtill kommer yta för hygienrum. I flerpatientrum rekommenderas minst 160cm mellan sängarna, och minimum 3x3m per vårdplats. (CVA & PTS, 2019)

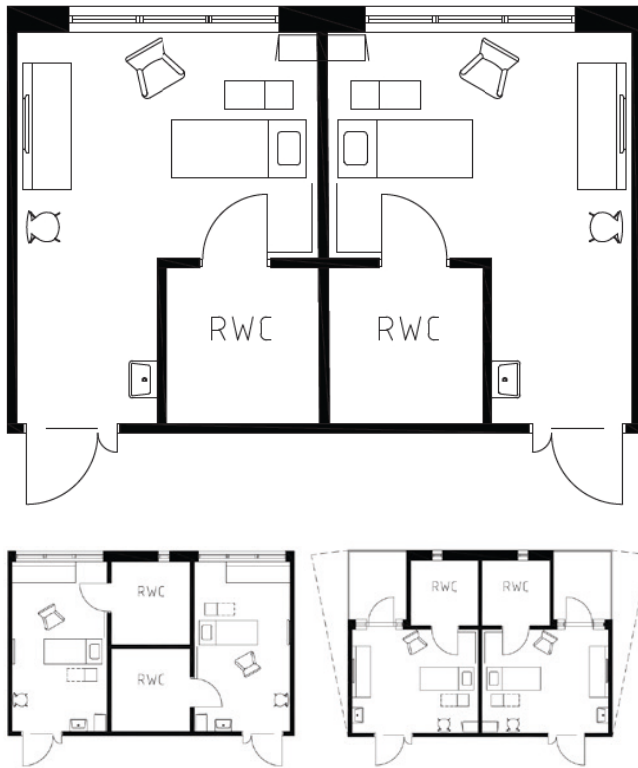


Bild 9: Olika rumstyper presenterade av CVA och PTS i "Den goda vårdavdelningen" från 2019.

Material / Hygien

Till skillnad från IVA och Operation är Vårdavdelningen hygienklass 2. Detta kan förklarat sammanfattas till att ytskikt ska tåla rengöringsmedel och desinfektion, möbler ska ha lätt rengörbara ytor, och vissa textilier är inte tillåtna. (SFVH, 2016) Utöver detta finnes inga vidare krav eller rekommendationer kring lufttätethet, strålskydd, konstruktionsmaterial etc.

Utrustning

Högteknologisk utrustning i ett vådrum inkluderar bland annat, likt en IVA, infusionspumpar och mobil röntgenutrustning. Även här bör hänsyn tas till utrustning som potentiellt kan vara vibrationskänslig.

Framtidssäkring

Nya typer av britsar och sängar kan komma att påverka rumsutformning. Forskningsresultat och best practice-erfarenhet rekommenderar att enpatientrum med egen WC byggs som standard, men tvåpatientrum kan förekomma vid ombyggnadsprojekt. (CVA & PTS, 2019)

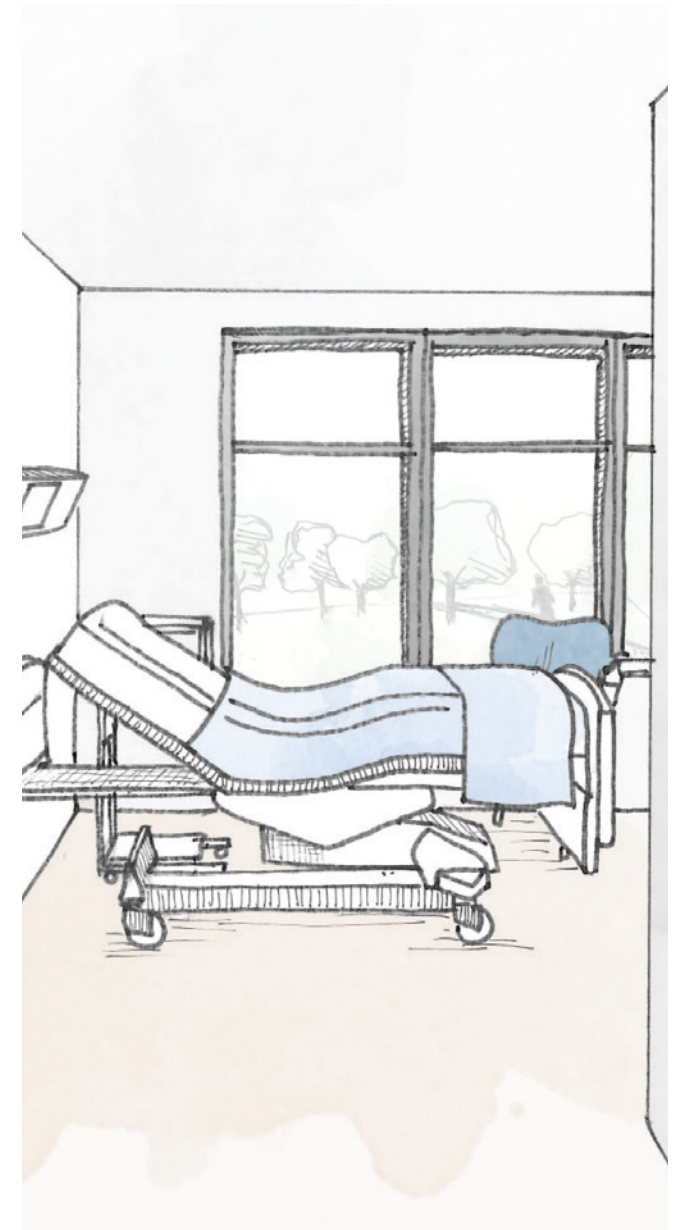


Bild 10. Exempel på Vårdavdelning.

REFERENSER:

Bygghälsa och vårdhygien

Svensk Förening för Vårdhygien.
(2016). Bygghälsa och vårdhygien. Svensk Förening för Vårdhygien.

Intensivvård

Centrum för Vårdens Arkitektur & Program för Teknisk Standard. (2020a). INTENSIVVÅRD. Evidensbaserade konceptprogram. Högteknologiska vårdmiljöer för intensivvård. Chalmers tekniska högskola.

Operation

Centrum för Vårdens Arkitektur & Program för Teknisk Standard.
(2020b). OPERATION. Evidensbaserade konceptprogram. Högteknologiska vårdmiljöer för operation med interventions- och hybridsalar. Chalmers tekniska högskola.

Den goda vårdavdelningen

Centrum för Vårdens Arkitektur & Program för Teknisk Standard. (2019). Den goda vårdavdelningen. Chalmers tekniska högskola.

Vibrationsprojektering av sjukhus

Novak, A., & Fégeant, O. (2009). Vibrationsprojektering av sjukhus. Bygg & Teknik, 3, 48-52.

Bild, sida 10: Vårdpersonal. Foto: Mårten Lindquist

Samtliga illustrerade bilder, sida 2-9, från Sjukhusbyggande-kapitlet hänvisas till CVA/PTS konceptprogram.

Bild, sida 15: Patienter. Foto: Region Västerbotten



Byggsystem och konstruksteknik

INTRODUKTION

De byggsystem i trä som vi har prövat mot de olika krav som ställs på sjukhus vill vi ge en introduktion till för att skapa en grund för de senare tekniska analyserna.

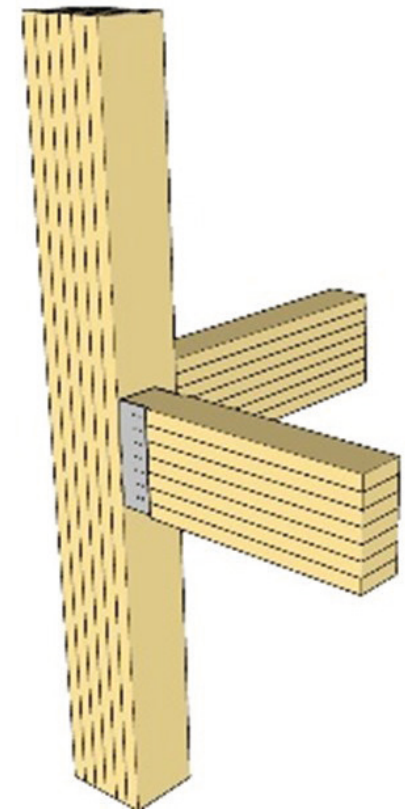
Träbyggsystemen som används idag kan huvudsakligen kategoriseras i tre grupper:

- Pelar-balkstommar i limträ, kompletterade med bjälklag av olika typer.
- Regelstommar med konstruktionsvirke eller lättbalkar och stabilisering med tunna skivor.
- Massivträstommar av korslaminerat trä.

Pelar-balkstommar

Pelar-balkstommar i limträ är materialeffektiva och används ofta i kommersiella lokaler såsom kontor och hallar, men även i bostäder – främst när man eftersträvar stora öppna golvytor eller fasader med stora öppningar. De har relativt låg prefabriceringsgrad och påminner om motsvarande byggande med prefabricerad betong eller stål.

En pelar-balkstomme kompletteras med olika typer av bjälklagselement, fasadelement och takkonstruktion utvändigt samt med icke-bärande innerväggar, installationer och inredning invändigt (se figur 1). Bjälklagselementen kan vara rena träkonstruktioner eller hybridkonstruktioner med trä, betong och/eller stål. Även byggnationer med rena betongbjälklag har förekommit.



Figur 1. Principfigur för pelar-balkstomme i limträ, som ska kompletteras med någon typ av bjälklagssystem.

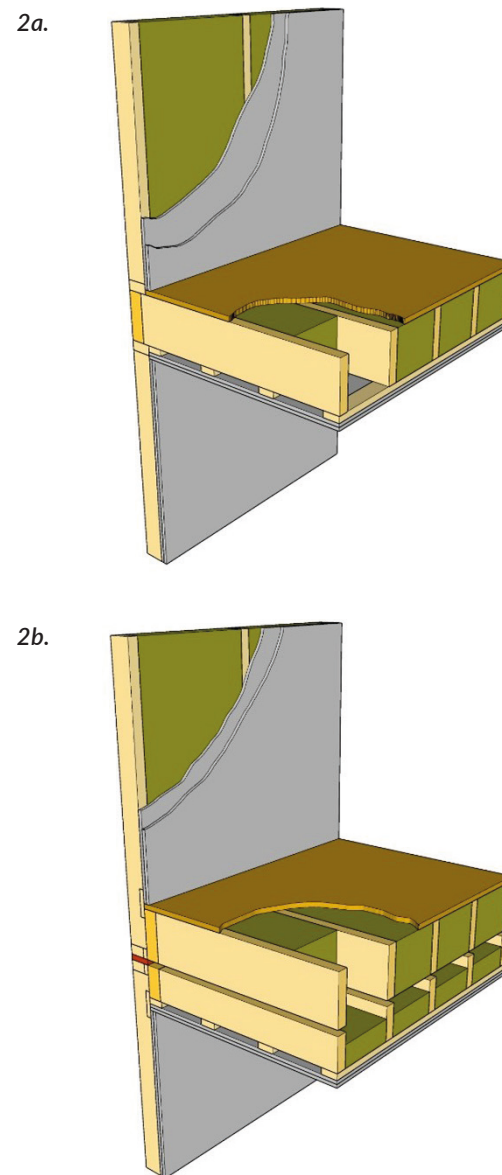
Regelstommar

Lättbyggnadsteknik i trä, eller byggande med regelstommar i trä, dominerar produktionen av framför allt villor och radhus samt annan bebyggelse upp till två våningar – både byggande på plats och med prefabricerade element. Byggande på plats med lösvirke minskar, men förekommer fortfarande vid produktion av småhus med hög grad av kundanpassning och vid påbyggnadsprojekt där prefabricerade system inte enkelt kan anpassas. Volymelement byggda med regelstomme är idag det dominerande sättet att bygga flerbostadshus med trästomme. Byggsystemet är också vanligt vid påbyggnader på befintliga byggnader. I figur 2 presenteras principerna för hopsättning av byggdelar.

En regelstomme består av homogent konstruktionsvirke eller lättbalkar som bär de vertikala lasterna, samt tunna skivor på en eller två sidor av balkarna. Tillverkningsmetoden ger byggelement som är styva och formstabila i förhållande till sin låga vikt. Vid prefabricering är färdigställandegraden ofta hög, både för plana element för väggar, bjälklag och tak, och för volym-

element, som sätts samman av de plana elementen. Planelement är exempelvis färdiga med grundmålad fasadbeklädnad och fönstersnickerier, men kompletteras på plats med ytskikt och vissa installationer. Volymelementen är självbärande och färdigställandegraden varierar. Installationer för el och VVS är vanligen monterade och sammankopplas först efter att volymerna har monterats.

Hög färdigställandegrad kräver att all projektering är färdig innan produktion i fabrik. Dessutom ställs stora krav på väderskydd under byggtiden när elementen levereras helt färdiga med isolering och ytskikt. Generellt är detta en fukt-säker produktionsmetod, eftersom man eftersträvar att montera element under en koncentrerad period – 20–30 volymer per dag till färdig höjd, med en takmodul som avslutning. Alternativt används en förtillverkad taksektion för tillfällig täckning vid uppehåll i montaget. Volymelementens storlek begränsas av transportmöjligheterna. Normalt är största breddmåttet för vägtransporter cirka 4,15 meter och största längdmått cirka 14 meter.



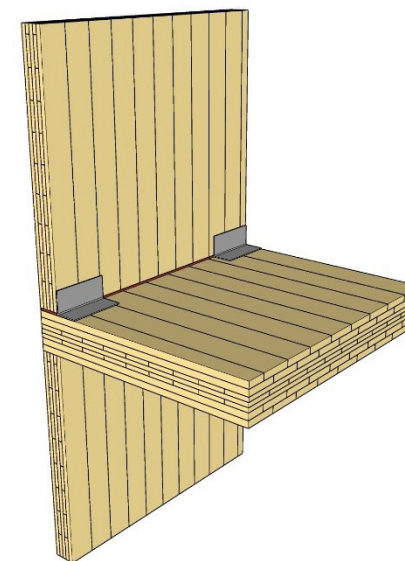
Figur 2. Principerna för hopsättning av byggdelar för byggande med konstruktionsvirke som **planelement** (2a) respektive med **volymelement** (2b).

Massivträstommar

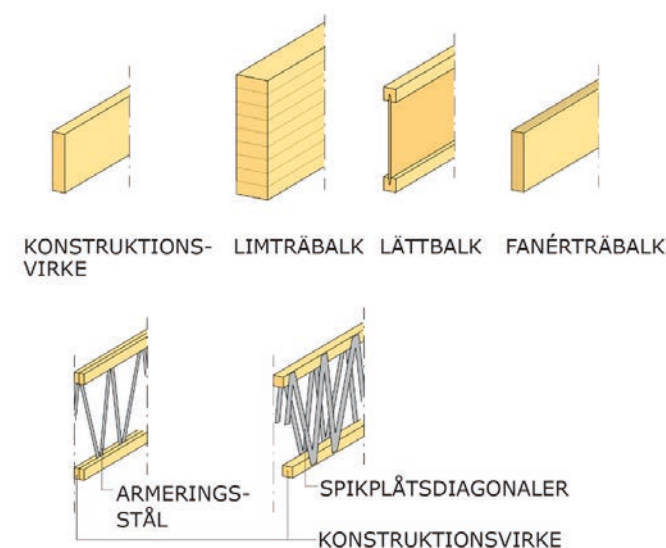
Massivträstommar består av korslaminerat trä (KL-trä), som byggs upp av flera lager hyvlat virke limmade korsvis. Stora skivor, cirka 3 × 16 meter, tillverkas och ger starka och styva byggelement med hög formstabilitet. Prefabriceringsgraden är hög, och elementen kundanpassas samt förbereds med hög måttnoggrannhet med ursparningar, urtag och öppningar för fönster och dörrar. De levereras oftast utan isolering och ytskikt. På byggarbetsplatsen monteras den bärande stommen och kompletteras sedan med ett väderskyddande klimatskal, icke-bärande innerväggar, installationer och inredning. Det förekommer även att både plan- och volymelement med högre prefabriceringsgrad tillverkas, med isolering och ytskikt på samma sätt som element med lättreglstommar.

Träbjälklag

Pelar-balkstommar behöver kompletteras med något slags bjälklag, men ingår som byggdel i byggsystem byggda med massivträ eller regelstomme. Till balkar används konstruktionsvirke, limträ eller laminerat fanerträ (LVL) som enskilda balkelement. Balkar kan också sammanfogas till effektiva, optimerade tvärsnitt av olika material, med flänsar av konstruktionsvirke eller laminerat fanerträ (LVL) och livmaterial av olika träskivor, såsom OSB och spånskiva, men även med metallbeslag (se figur 4). Valet av skivmaterial som används som bärande del i bjälklaget varierar beroende på bjälklagets belastning och funktion, från spånskivor till LVL-skivor. Bjälklagens uppbyggnad har ofta stor betydelse för hur byggnaden fungerar, men även för hur innemiljön upplevs. Både den bärande konstruktionens uppbyggnad och kompletterande delar, såsom golv och undertak, påverkar upplevelsen.



Figur 3. Principfigur för en bärande stomme tillverkad i korslaminerat trä, KL-trä.



Figur 4. Olika typer av bärande balkar som kan användas i bjälklag. (Illustrationer. Svenskt Trä)

BILDER

Samtliga bilder/illustrationer i detta kapitel: Svenskt Trä

Komplexa byggprocesser

REGIONAL BYGGPROCESS

Samhällsbyggande, där sjukhus ingår, är en komplex verksamhet, bland annat eftersom rekommendationer och regelverk är omfattande. Dessutom ska ett stort antal intressenter fatta många beslut som påverkar slutresultatet, samtidigt som ingen kan styra över någon annans beslut.

Det är en organisatoriskt komplex miljö och en långdragen process. För att reducera risker, möjliggöra kunskapsdelning och under organiserade former tillsammans förädla produkten, är det viktigt att arbeta stegvis med alla aktörer delaktiga från start. Det måste också råda samsyn om inriktning och ambitionsnivå, och aktörerna måste vara intresserade av att försöka förstå varandras perspektiv genom hela processen (Bottheim et al. 2023; Zinmark et al. 2019).

Om klimatomställningen ska lyckas krävs hög delaktighet från många intressenter. För att minska klimatpåverkan i det regionala byggandet, som är komplext, ställs behovet av samarbete ännu tydligare.

Samverkan krävs för att utveckla ny kunskap och bryta handlingsmönster och vanor.

Samarbetet i HiT - Hälsa i trä har tydligt visat att ingen sitter ensam med svaren. Alla aktörer i värdekedjan måste samarbeta sömlöst genom hela processen. På marknaden finns affärsmässiga avtalsformer för att leda och organisera arbetet i organisatoriskt komplexa miljöer och under långdragna processer (Rhodin, A. 2002).

REFERENSER:

Bottheim, K., A. Zingmark (2023), Att lyckas leda en komplex process, ISBN: 9789151907659, Länka Publishing

Zingmark, A., Bottheim, K. (2019), Att lyckas leda i samverkan, ISBN: 9789151907666, Länka Publishing

Rhodin, A. (2002). Interaktionsprocesser i byggprojekt: en studie i partnering som kraft för förändring (Doctoral dissertation, Luleå tekniska universitet).

Bild, sida 19. Woodhub, Odense. Foto: Dansk Drone



Träbyggprocessen

Det moderna träbyggandet, det vill säga byggande med trä i fler än två våningar, har utvecklats sedan 1990-talet, då föreskrifterna för byggande ändrades. Idag, 30 år senare, kan modernt träbyggande betraktas som beprövad teknik. Skillnader mot den traditionella byggprocessen finns framför allt avseende upphandling, projektering och byggande, särskilt vid industriellt byggande (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 2017).

De viktigaste skillnaderna är: Upphandling

- Industriellt träbyggande innebär ofta färdiga byggsystem med hög prefabriceringsgrad.
- Upphandling bör fokusera på funktionskrav snarare än detaljerade tekniska lösningar för att möjliggöra nytänkande och effektivitet.
- Funktionsentreprenad rekommenderas för att dra nytta av systemleverantörens kompetens och effektivitet.
- Tidig dialog med leverantörer är viktig för att undvika dubbelprojektering och för att anpassa projektet till byggsystemets möjligheter.

Projektering

- Projektering måste anpassas till det valda träbyggsystemet (planelement, volymelement, pelar-balksystem).
- Hög grad av förprojektering krävs, särskilt för stommar med hög färdigställandegrad.
- Träbyggsystem kräver särskild hänsyn till brand, ljud och vibrationer, fukt och täthet.
- Flexibilitet i planlösningar är möjlig, men system som exempelvis volymelement kan ha begränsningar.

Byggande

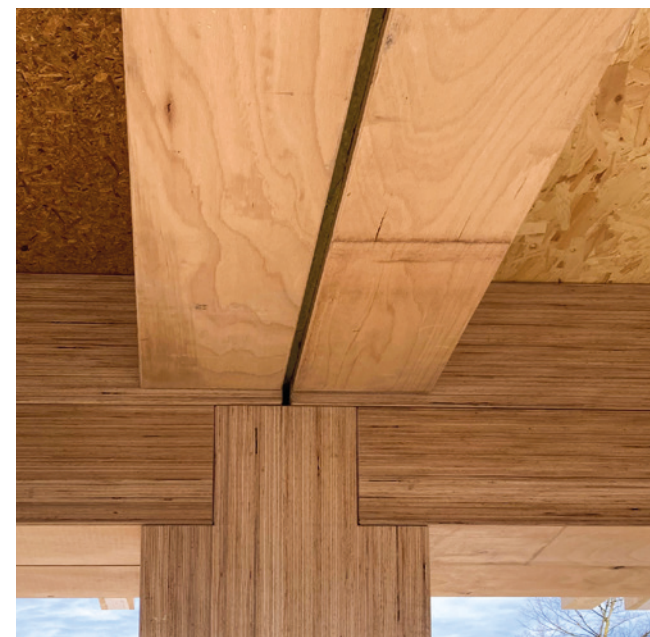
- Träbyggande är ofta industriellt, med prefabricerade element som monteras snabbt på plats, vilket ger kortare byggtid och därmed lägre kostnader.
- Kort byggtid och hög prefabriceringsgrad ger mindre störning från byggarbetsplatsen.
- God samordning mellan aktörer och tydliga gränssnitt mellan byggdelar krävs.
- Klimatsäkrad transport och montage samt noggrann hantering av fukt är viktiga.

Att bygga med trä kräver högre grad av planering och samverkan i byggprocessens tidiga skeden, på liknande sätt som vid sjukhusbyggande. En intressant frågeställning gäller möjligheten till synergier för att effektivisera byggandet av sjukhus.

REFERENSER:

Engström, S., Eriksson, P. E., Gustafsson, A., Serrano, E., & Wik, T. (2017). Handbok för beställare och projektörer av flervånings bostadshus i trä. ISBN: 9789188349934, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Bild, sida 20: i8, iCampus, Werksviertel, München
Foto: Monika Erfurt



Kravställningar och träbyggsystem

I detta projekt har vi fokuserat på vård-avdelningar, IVA och operationssalar. Det bör observeras att de tre verksamhetstyperna vid bedömningen antagits ha olika nivåer på krav, där minst avancerade krav hypotetiskt ställs på vårdavdelningar, något mer avancerade på intensivvårdsavdelningar, IVA, och mest avancerade på operationssalar, OP.

Tabell 1, 2 och 3 presenterar en sammanställd bedömning för respektive verksamhetstyp av möjligheten att uppfylla samlade funktionskrav inom teknikområdena ljud, laster/spännvidd, geometri, vibration och brand, vilka påverkar valet av stomme av trä med olika träbyggsystem eller hybridkonstruktion i trä tillsammans med stål och betong. Bedömningen har gjorts med utgångspunkt i hur stomsystemen används idag och huruvida de kan utvecklas för att uppfylla de tänkta kraven.

Bedömningen redovisas med tre färger:

- Grön = krav kan uppfyllas med idag använd träbyggsystem
- Gul = kravställning behöver studeras närmare för att säkerställa och eventuellt utveckla kapacitet för idag använd träbyggsystem
- Röd = kravställning kan inte uppfyllas med idag använd träbyggsystem

Kommentarer i matrisen ska tolkas som sådant som bör beaktas särskilt eller som underlättar att uppfylla kraven.

Bedömningen är att det, med hänsyn till last och spännvidder, bör vara möjligt att välja en pelar-balkstomme i limträ, en regelstomme med lättreglar, en massivträstomme i KL-trä eller en hybridkonstruktion. Däremot bör användning av en regelstomme av konstruktionsvirke och/eller bygga med prefabricerade moduler utredas särskilt. Övriga teknikområden behöver studeras mer i detalj och eventuellt anpassas för att säkerställa funktion.

INTENSIVVÅRDSAVDELNING					
	PELAR-BALK STOMME (Limträ)	REGELSTOMME (Lättreglar)	REGELSTOMME (Konstruktionsvirke)	MASSIVSTOMME (KL-Trä)	HYBRID (Samverkan trä/betong/stål)
LJUD	Horisontellt stegljud Ytskikt avgörande	Horisontellt stegljud Ytskikt avgörande	Horisontellt stegljud Ytskikt avgörande	Horisontellt stegljud Ytskikt avgörande	Horisontellt stegljud Ytskikt avgörande
LAST / SPÄNNVIDD					
GEOMETRI	Installationer avgörande	Installationer avgörande	Installationer avgörande		
VIBRATIONER	Separata korridorer	Separata korridorer	Separata korridorer	Separata korridorer	Separata korridorer
BRAND					

Tabell 1. För intensivvårdsavdelning sammanställd bedömning av möjligheten att uppfylla samlade krav för ljud, laster/spännvidd, geometri, vibration och brand för de olika stomsystemen.

OPERATIONSSAL					
	PELAR-BALK STOMME (Limträ)	REGELSTOMME (Lättreglar)	REGELSTOMME (Konstruktionsvirke)	MASSIVSTOMME (KL-Trä)	HYBRID (Samverkan trä/betong/stål)
LJUD	Horisontellt stegljud Ytskikt avgörande	Horisontellt stegljud Ytskikt avgörande	Horisontellt stegljud Ytskikt avgörande	Horisontellt stegljud Ytskikt avgörande	om vibrationer uppfylls
LAST / SPÄNNVIDD	Punktlaster	Punktlaster		Hybridlösning en förutsättning	
GEOMETRI	Installationer avgörande	Installationer avgörande		Installationer avgörande	
VIBRATIONER					Samverkansbjälklag
BRAND	Kemlast, Strålskydd	Kemlast, Strålskydd	Kemlast, Strålskydd	Kemlast, Strålskydd	Kemlast, Strålskydd

Tabell 2. För operationssal sammanställd bedömning av möjligheten att uppfylla samlade krav för ljud, laster/spännvidd, geometri, vibration och brand för de olika stomsystemen.

VÅRDAVDELNING				
	PELAR-BALK STOMME (Limträ)	REGELSTOMME (Lättreglar)	REGELSTOMME (Konstruktionsvirke)	MASSIVSTOMME (KL-Trä)
LJUD				
LAST / SPÄNNVIDD				
GEOMETRI				
VIBRATION				
BRAND				

Tabell 3. För vårdavdelning sammanställd bedömning av möjligheten att uppfylla samlade krav för ljud, laster/spännvidd, geometri, vibration och brand för de olika stomsystemen.

Arbetet med att undersöka möjligheten att använda trä som konstruktionsmaterial genomfördes som en begränsad och fiktiv projektering av avdelningar för intensivvård, operation och vård. Syftet har varit att visa kapaciteten hos de olika träbyggnadsteknikerna med olika stomsystem. Valet av stomme för de olika verksamhetstyperna har därför gjorts utifrån att det valda stomsystemet, med hänsyn till hur det används idag, kan behöva utvecklas ytterligare för att uppfylla de tänkta kraven.

- Operationssalen, med den mest avancerade kravställningen, antas konstrueras med en hybridkonstruktion bestående av stålbalkar och ett samverkansbjälklag i betong och KL-trä.
- Vårdrum, med hypotetiskt minst avancerad kravställning, antas konstrueras med en regelstomme i trä som prefabricerade moduler.
- Rum för intensivvård, med hypotetiskt något mer avancerad kravställning än vanliga vådrum, antas konstrueras med en pelar-balkstomme i limträ med bjälklag av lättbalkar i trä.

Fiktivt case: Region Västerbotten

Regionernas primära målsättning är att tillhandahålla god och säker vård. Region Västerbotten Fastigheter representerar i detta projekt behovsägare och beställare.

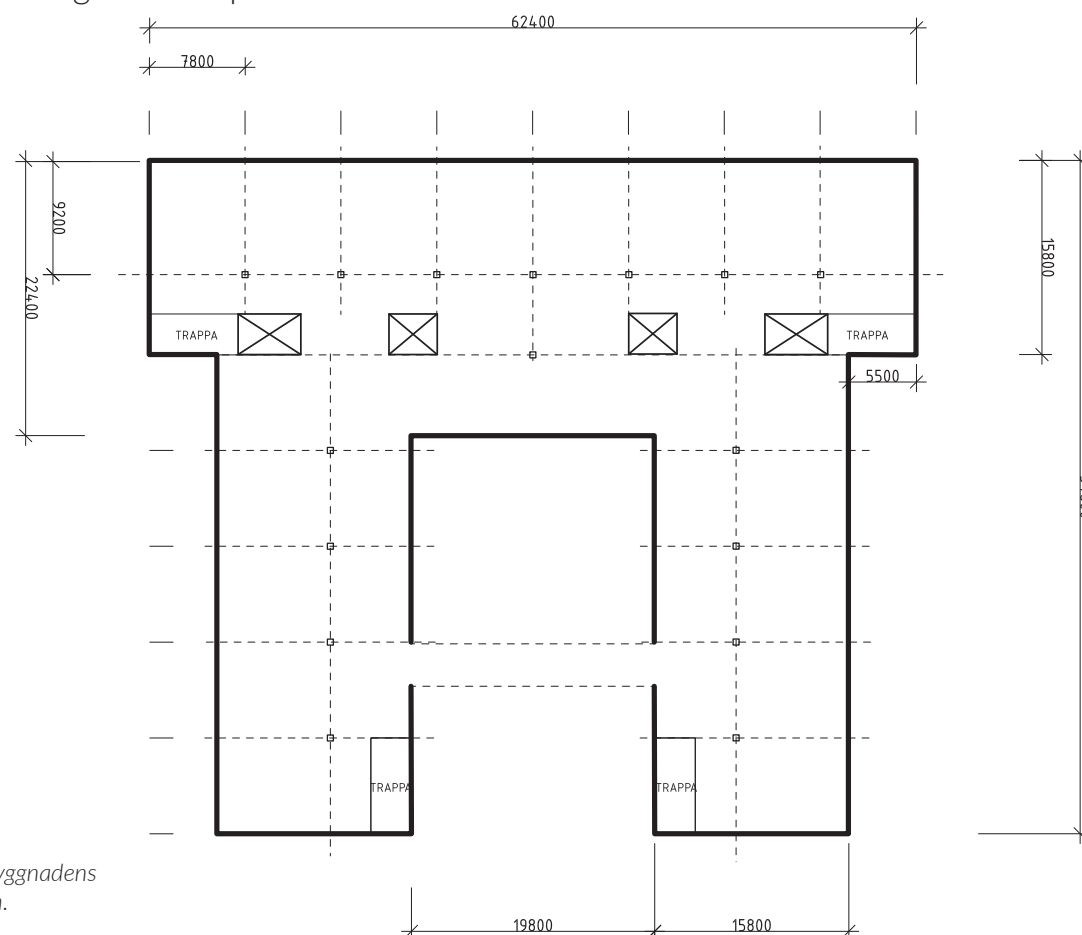
Fokus vid planering av byggnationer ligger på patientflöden, lokalernas ändamålsenlighet, nyttjandegrad samt samband mellan lokaler och verksamheter, arbetsmiljö för medarbetare, driftsäkerhet och minimerad energiförbrukning. Miljöpåverkan under bruksskedet är prioriterad, men även byggskedet börjar uppmärksammas, vilket är en huvudorsak till medverkan i det aktuella projektet. Byggnadstekniska frågor av intresse med avseende på träbyggande är täthet, vibrationer, ljud, brand, rengöring (vid eventuella synliga träytor) samt robusthet och investeringskostnader.

Region Västerbotten planerar om-, till- och nybyggnation av Skellefteå sjukhus. Den nya sjukhusbyggnaden omfattar cirka 40 000 BTA och ska innehålla avdelningar för operation, röntgen, intensivvård, akutvård, laboratorier, vårdavdelningar med mera.

VERTIKAL OCH HORISONTELL LOGIK

Region Västerbottens planeringsunderlag har använts som utgångspunkt för arbetet med den begränsade, fiktiva projekteringen av avdelningar för intensivvård, operation och vård. Arkitektunderlaget från den pågående projekteringen har anpassats till

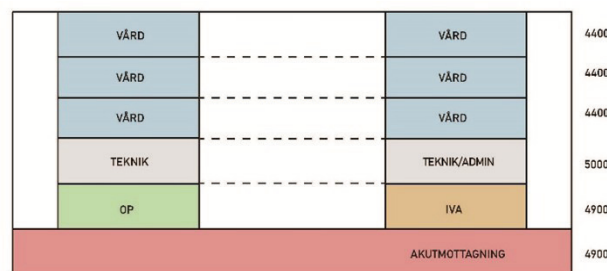
en mindre och enklare form. Endast en av de två byggnadskropparna har använts, även förbindelsevolymen med hisshall har uteslutits för att förenkla. Byggnadskroppens anslutande två flyglarna har placerats vinkelrätt mot huvuddelen, se *Figur 1*.



Figur 1. Principfigur för byggnadens form och modulnät 9,2 m.

Valet av modulmått $9,2 \times 7,8$ m för den bärande stommen har styrts av PTS rekommendation om en minsta yta på 60 m^2 för en operationssal. $9,2$ m är måttet i djupled i byggnaden och $7,8$ m längs byggnadskropparnas långsidor. I figur 1 visas principen för modulnätet i plan, vilket använts som utgångspunkt för att placera de andra verksamheterna utifrån PTS rekommendationer om ytors storlek. Principiellt möjliggör detta en enkelkorridorslösning med operationssalar och patientrum för vård och intensivvård placerade längs de yttre fasadlinjerna, samt en korridor i mitten med angränsande ytor för övriga funktioner som är väsentliga för verksamheten.

Verksamheterna har antagits ha samma vertikala fördelning som i den planerade nya sjukhusbyggnaden i Skellefteå, med akutmottagning i bottenvåningen, operation och intensivvård på planet ovanför, följt av ett plan med teknikrum och administrativa lokaler, och därefter tre plan med vårdavdelningar. Se principfiguren i Figur 2. Utgångspunkten för våningshöjder har varit $4,9$ m för operation och intensivvård, $5,0$ m för teknikvåningen och $4,4$ m för vårdavdelningar. I arbetet har det antagits att verksamheter som bilddiagnostik och annan känslig verksamhet placeras i andra delar än den fiktiva byggnaden med stomme i trä.



Figur 2. Fördelning av funktioner och verksamheter vertikalt.

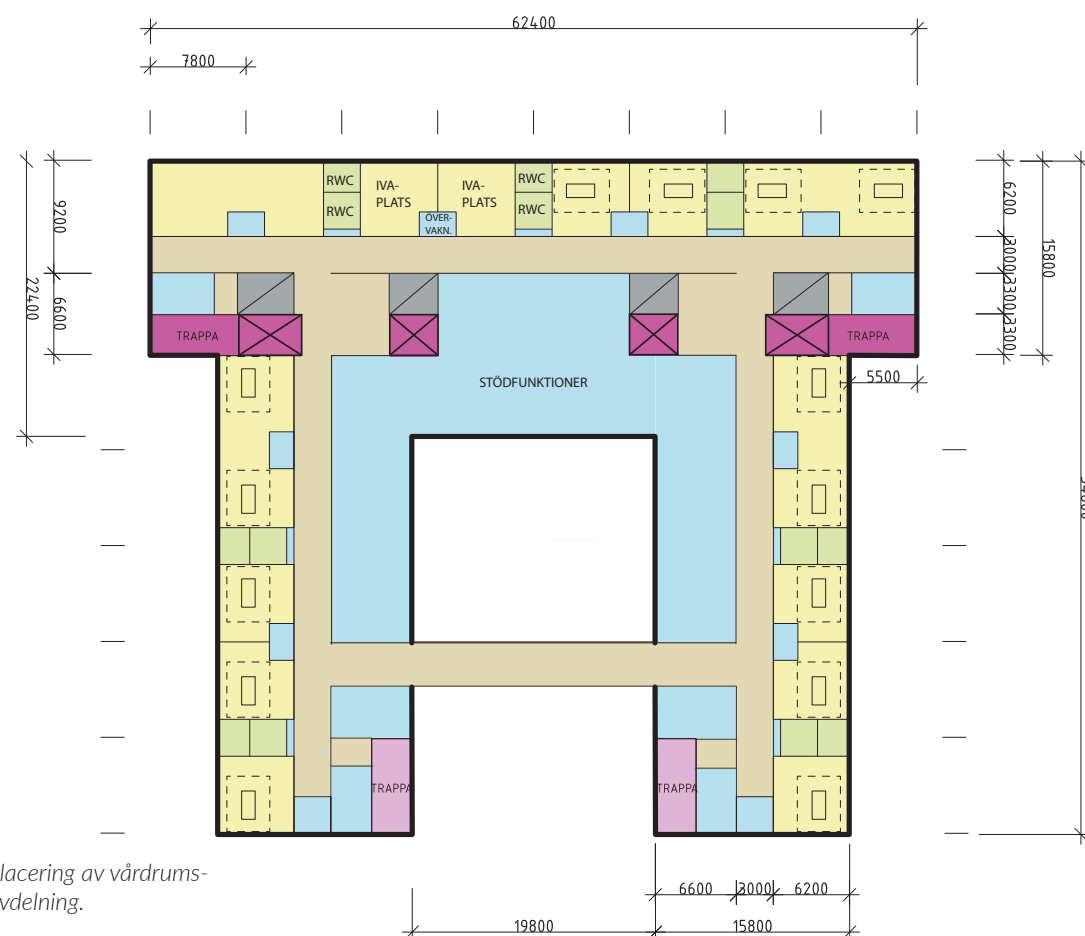
KONSTRUKTION OCH ARKITEKTUR

Dimensionering har gjorts både i brott- och

bruksgränstillstånd. Bjälklag och upplag för dessa har dimensionerats för en nyttig last på 4 kN/m^2 och koncentrerad punktlast på 4 kN , enligt rekommendationer i Boverkets konstruktionsregler, EKS.

INTENSIVVÅRDSAVDELNING

För verksamhetstypen intensivvårdsavdelning har en övergripande placering gjorts på det fiktiva våningsplanet enligt Figur A.



Figur A. Övergripande inplacering av vårdumsenheter på intensivvårdsavdelning.

Två vårdrum har ritats, vardera med plats för en vårdyta på 5 × 5 m för en patient samt separata RWC-delar vid ett övervakningsrum. Två RWC placeras intill varandra för återkommande grupper av vårdrum. För god överblick mellan vårdrummen delas de av ett glasparti med fönster och dörr.

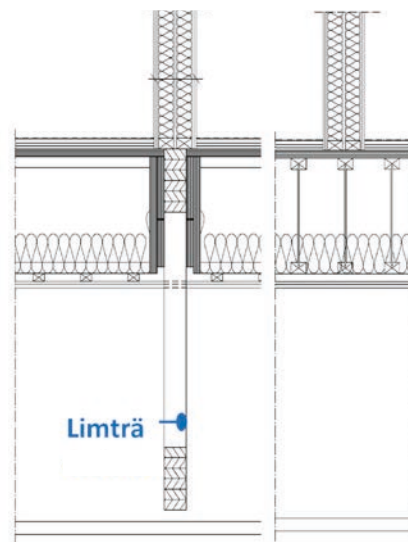
Den bärande stommen består av fackverksbalkar i limträ med centrumavstånd 7,8 m enligt modulmått längs byggnaden och en spännvidd på 9,2 m i djupled, fördelat på 6,2 m för vårdrum och 3,0 m för korridor.

Upplagt på fackverksbalkarna ligger bjälk-lagselement (exklusive över golv) bestående av:

- 22 mm golvspånskiva
- 13 + 13 mm gipsskiva
- 33 mm LVL-skiva
- Masonite lättbalkar HB500, c/c 300
- 190 mm mineralull
- 34 × 70 mm läkt
- 13 mm normal gipsskiva
- 13 mm brandskiva (Protect F)

- 1150 mm installationsutrymme
- Akustikundertak

Bjälklaget är dimensionerat för brandklass REI60. I *Figur B* visas detaljsektioner genom bjälklaget i riktning a) längs fackverksbalken i limträ och tvärs bjälklaget, samt b) längs lättbalkarna i bjälklaget. Bjälklaget läggs upp mellan fackverksbalkarna på knap av LVL på vardera sida om fackverket.

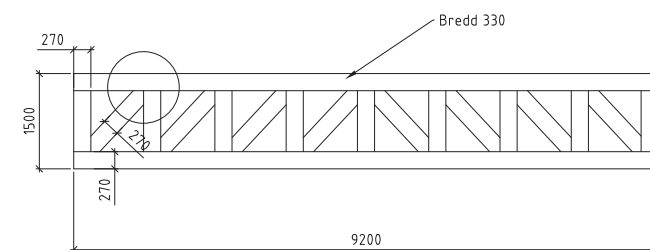


Figur B. Detaljsektioner genom bjälklaget för intensivvårdsavdelningen i riktning a) längs med fackverksbalken i limträ och tvärs bjälklaget samt b) längs med lättbalkarna i bjälklaget.

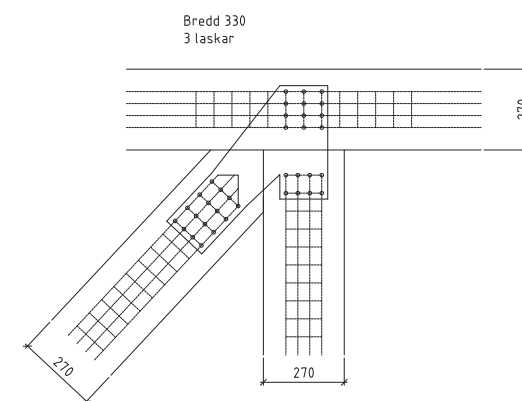
Den redovisade bjälklagskonstruktionens utformning beror på de krav som främst ställs i bruksgränstillståndet på grund av vibrationer, se avsnitt om vibrationer. Den

rumsavskiljande dubbelväggen består från utsidan av dubbla gipsskivor – en normal- och en brandskiva – på en 95 mm regels- tomme fullisolerad med mineralull, med en 20 mm luftspalt i mitten.

I *Figur C* visas en vy över fackverksbalken i limträ, och i *Figur D* en detalj över knutpunkten med inslitsade plåtar och dymlingar. Fackverksbalken har en höjd på 1500 mm och är tillverkad av limträ, kvalitet GL30C, med bredd 330 mm och höjd 270 mm för alla virkesdelar.



Figur C. En vy längs med fackverksbalk i limträ



Figur D. En vy över knutpunkt i fackverksbalk.

Fackverksbalkarnas utformning är baserad på brottgränstillstånd med avseende på dimensionering för brand. De grova virkesdimensionerna säkerställer bärförmåga för brandklass R60 utan behov av gipsskydd.

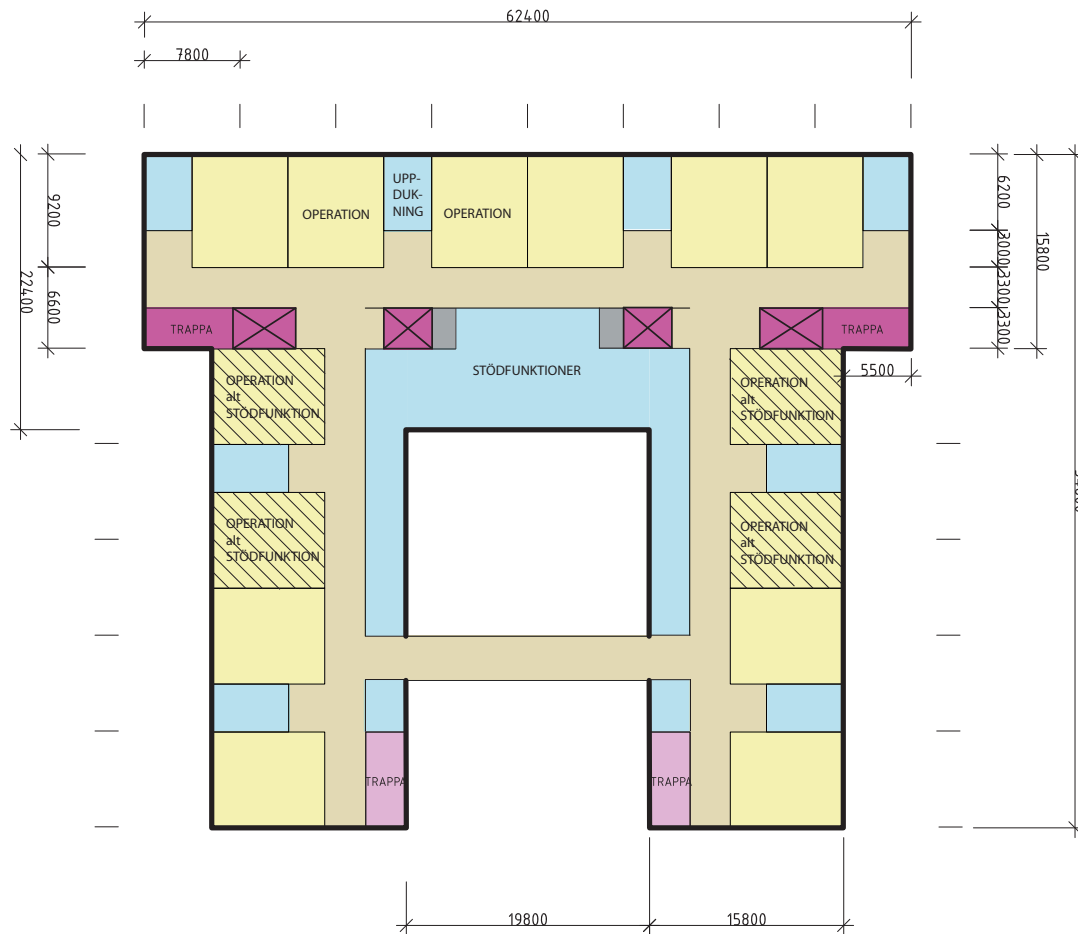
Om genomföring av installationer genom fackverksbalken inte kan lösas på ett tillfredsställande sätt i korridoren, är det möjligt att byta bärningsriktning för fackverksbalken och bjälklaget i linjen mellan korridor och patientrum. Fördelen med detta skulle vara ett slätt underlag i korridoren, kortare spännvidder för fackverksbalken och för bjälklagen i korridoren. Ett sådant byte skulle dessutom minska risken för störningar från ljud och vibrationer mellan korridor och patientrum.

OPERATIONSSAL

Valet av modulmått för den bärande stommen, $9,2 \times 7,8$ m, har styrts av PTS rekommendation om en minsta yta på 60 m^2 för en operationssal. I Figur E visas en övergripande inplacering av salarna på det fiktiva våningsplanet. Två intilliggande salar delar ett mellanliggande uppdukningsrum. Korridoren innanför operationssalarna är 3,3 m bred. Inledningsvis var det, på grund av de långa spännvidderna för bjälk-

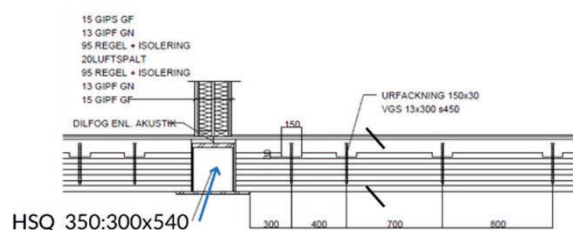
laget och de höga kraven på vibrationsdämpning, tveksamt inom projektgruppen om operationssalen skulle inkluderas i den

fiktiva projekteringen. Den inkluderades dock, eftersom projektets syfte var att utmana befintliga hinder.

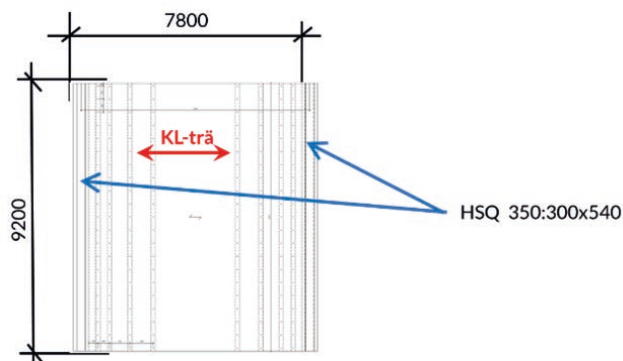


Figur E. Övergripande inplacering av operationssalar.

Arbetet resulterade i en hybridkonstruktion bestående av HSQ350:300×540-stålbalkar och ett samverkansbjälklag med 100 mm betong ovanpå 280 mm KL-trä, se *Figur F*. Bjälklaget ligger på flänsarna i underkanten av HSQ-balkarna. Samverkan mellan betong och trä uppnås med rader av skjufvörbindare i form av träskruvar (VGS 13×300) med centrumavstånd 450 mm längs KL-träplattans översida, med tvärgående urtag som är 150 mm breda och 30 mm djupa, enligt detaljritning i *Figur F* och planritning i *Figur G*.



Figur F. Detaljsektion genom bjälklag för operationssal med hybridkonstruktion av bärande HSQ-balk i stål med samverkansbjälklag av KL-trä och betong.



Figur G. Planritning över samverkansplatta i KL-trä och betong upplagd på HSQ-balkar i stål.

VÅRDAVDELNING

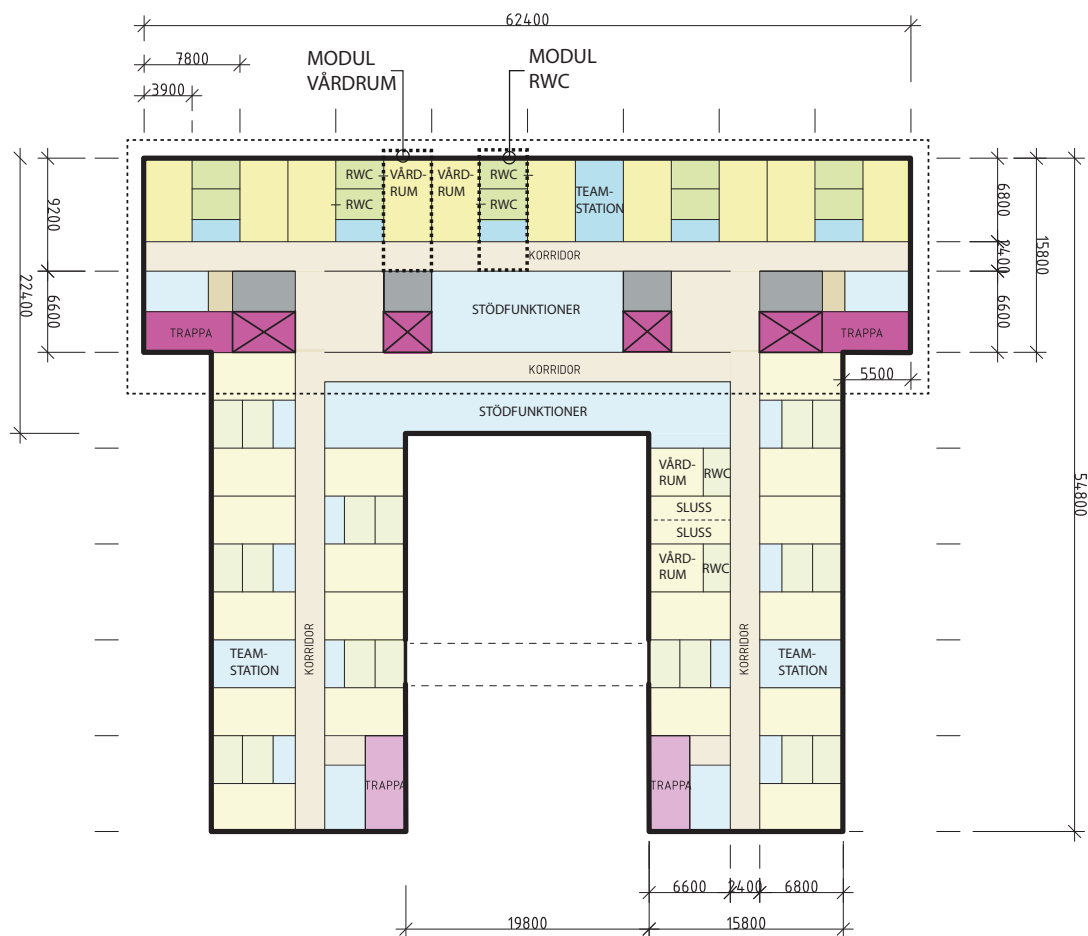
För verksamhetstypen vårdavdelningen har en övergripande inplacering av samtliga funktioner gjorts på det fiktiva våningsplanet för att säkerställa att det är rimligt och möjligt att använda prefabricerade moduler, se *Figur A*. Arbetet har fokuserat på hur vådrum med tillhörande RWC kan konstrueras för att bygga flera våningsplan med likadana prefabricerade moduler placerade på varandra, med hänsyn till mått och laster i bruksskede samt transport- och montageskedet. Se principfigur för planlösning.

Två huvudmoduler har identifierats: en vådrumsmodul inklusive del av korridor och en våtrumsmodul inklusive del av korridor. Korridorbredden hålls till minst 2400 mm, men breddas vid dörrar in till vådrummen, se *Figur B*.

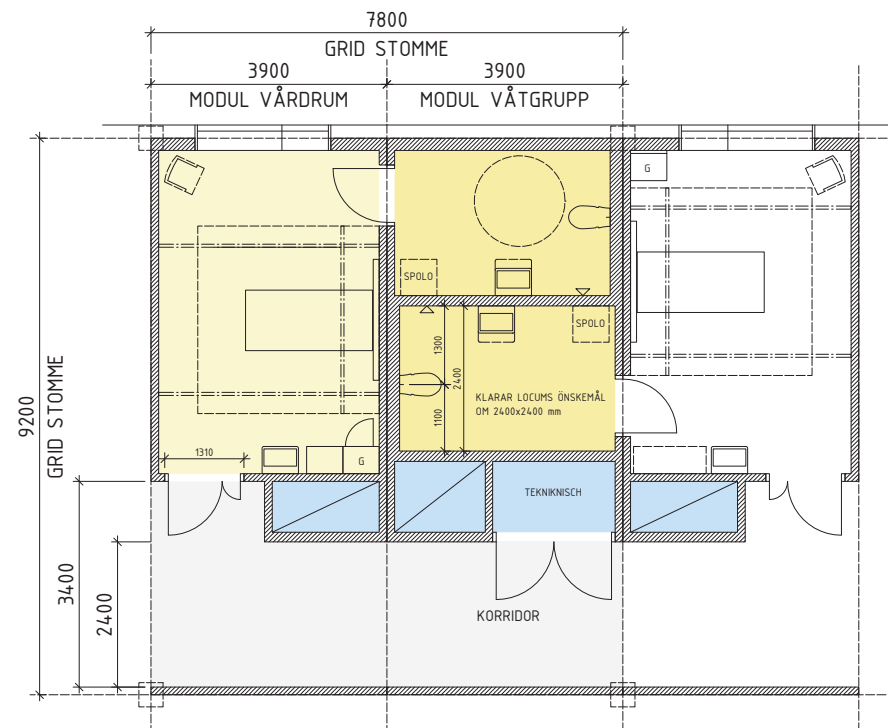
Enpatientrummet är utrustat med taklyft och standardutrustning för ett vådrum. Sängen med vådrumspanel och IVA-skena är placerad i väggen mot RWC för att en-

kelt kunna användas med hjälp av ledstång. Det finns även yta mot korridoren som kan nyttjas för teknik eller förvaring.

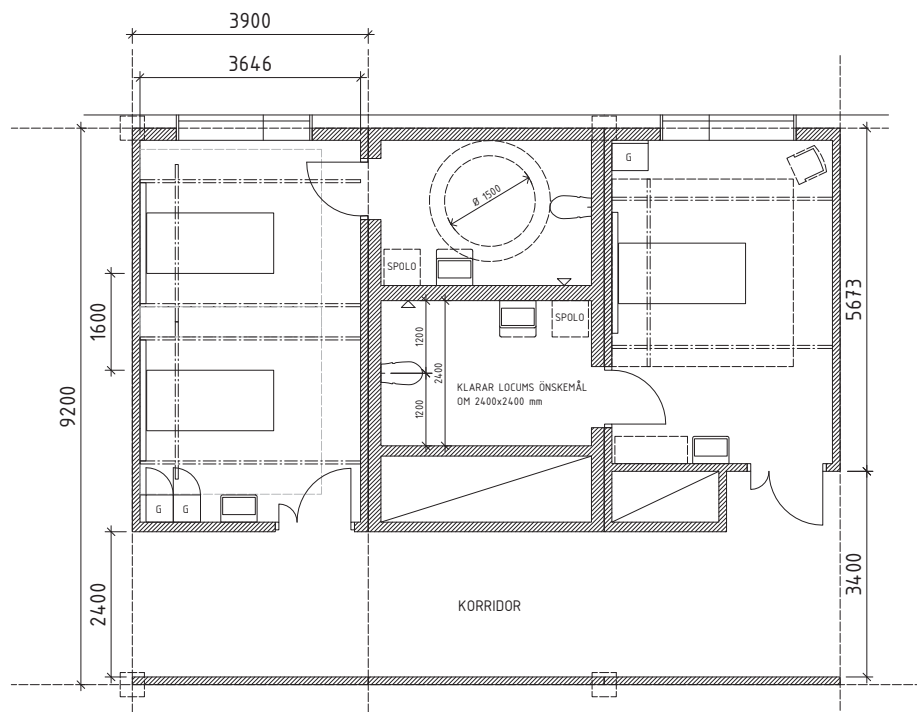
Transportmått på väg begränsar tillgänglig rumsvolym i modulerna. Det finns möjlighet att inrymma två patienter, se *Figur C*, men det kräver kompromisser av korridorbredd och schaktmått, där ytan för schakt behöver ökas i våtrumsmodulen. Särskilt höjdmått för transport av moduler är begränsande; maximal tillåten höjd är 3,4 m. Detta har medfört att tänkt våningshöjd på 4,4 m har behövt justeras. Generellt nyttjas endast en liten del av takytan i patientrummet för installationer, medan korridoren utgör huvudstråk för installationer. För att minimera höjden för installationer i undertak inom respektive modul har vertikala dragningar ersatt delar av de horisontella i korridoren. Jämför tvärsnitt av korridor och patientrum med installationer i *Figur D* samt planritning i *Figur B*. De blåfärgade ytorna hanterar vertikala dragningar inom respektive modul (se nästa sida).



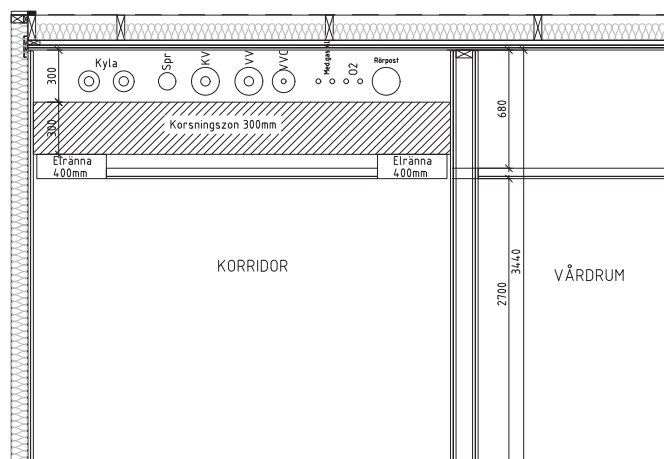
Figur A. Övergripande inplacering av vårdrum tillverkade av prefabricerade moduler med regelstomme.



Figur B. Detaljplan över två vårdrum (enpatientrum) med mellanliggande RWC för vardera rummet, markerade med gul färg. Vertikala schakt för installationer är markerade med blå färg.



Figur C. Detaljplan över möjlig utformning för två vårdrum varav ett enpatientrum och ett patientrum för två patienter, med mellan-liggande RWC för vardera rummet.



Figur D. Tvärsnitt av vårdmodul med korridor och patientrum med studie av utrymme för horisontella installationer i korridortak.

Vårdavdelningar som verksamhet har goda förutsättningar att byggas med en bärande stomme i trä. Att använda prefabricerade moduler medför flera fördelar:

- **Demonterbarhet:** Modulerna kan demonteras och återmonteras på annan plats, vilket underlättar framtida förändringar och anpassningar.
- **Ljudisolering:** Modulerna hanterar ljudkrav mellan rum effektivt genom dubbel vägg- och bjälklagskonstruktion som är separerade från varandra.
- **Brandkrav:** Beprövade lösningar för att uppfylla brandkrav finns.
- **Lätt konstruktion:** Lämplig för påbyggnader på befintliga sjukhusbyggnader.
- **Kortare byggtid:** Parallell produktion av moduler i fabrik och snabbt montage av fullt utrustade moduler med färdiga ytskikt möjliggör snabb funktionalitet på byggarbetsplatsen.

BILDER

Samtliga bilder/illustrationer i detta kapitel: White Arkitekter och Moelven.

Teknikområden

LJUD

Byggtekniska lösningar för att uppfylla krav på ljud och buller i byggnader med trästomme kan alltid utarbetas, men för specifika tillämpningar med särskilda krav kan det krävas kompromisser med materialvalet i stommen. Det kan innebära att trästommen kompletteras med andra material (hybridkonstruktioner) för att öka styvhet och/eller massa. Vissa verksamheter inom sjukhus är mycket känsliga för lågfrekventa störningar, vilket måste beaktas vid planering och projektering. Stora, tunga maskiner och vibrationskänslig utrustning är faktorer som kräver särskild uppmärksamhet jämfört med andra byggnader. Dessutom blir ljud från fasta installationer en viktig parameter att ta hänsyn till, eftersom sjukhus är mycket installationstäta.

Vid projektering av sjukhus är det lämpligt att utgå från krav preciserade i Riktlinjer för akustikkrav utgivna av Program för Teknisk Standard (PTS, 2025) samt rekommendationer i den moderna standarden för byggnadsakustik, SS 25268:2023 (SIS,

2023). Dessa dokument anger bland annat detaljerade kravvärden för vårdlokaler, anpassade till moderna byggnader i trä. Dokumenten har använts för att värdera möjligheten att uppfylla krav på ljudkomfort i de olika verksamhetstyperna och för de olika stomsystemen. Det finns goda möjligheter att uppnå hög komfort med avseende på ljud och akustik i sjukhus med trästomme i alla studerade fall: operation, IVA och vårdlokaler. En sammanfattning av resultaten med avseende på ljudkomfort för de olika verksamhetstyperna och stomsystemen presenteras i Tabell A.

LJUD - STOMSYSTEM (IVA, operation och vårdavdelning)				
	PELAR-BALK STOMME (Limträ)	REGELSTOMME (Lättreglar)	REGELSTOMME (Konstruktionsvirke)	MASSIVSTOMME (KL-Trä)
LJUFTLJUDSISOLERING				
STEGLJUDSNIVÅ	Horisontellt stegljud på grund av ytskikt.	Horisontellt stegljud på grund av ytskikt.	> Horisontellt stegljud på grund av ytskikt. > Rumsindelning inom samma volym.	Horisontellt stegljud på grund av ytskikt.
RUMSAKUSTIK				
LJUDNIVÅ FRÅN INSTALLATIONER (EJ FLÄKT- / MASKINRUM)				
LJUDNIVÅ FRÅN TRAFIK OCH ANDRA YTTRE LJUDKÄLLOR				

Tabell A. Sammanfattning av resultat med avseende på ljudkomfort i de olika verksamhetstyperna och olika stomsystemen.

Krav på ljud och akustik är inte nödvändigtvis avgörande för valet av stomme, men horisontella stegljudskrav mellan rum på samma plan kan eventuellt kräva lösningar som påverkar flexibiliteten och möjligheten till snabba ombyggnader.

Kravnivåer för olika kombinationer av verksamheter kan behöva studeras mer i detalj för att möjliggöra förenklade detaljlösningar. Sådana studier bör genomföras tillsammans med sjukhuspersonal för att säkerställa att alla viktiga aspekter beaktas.

REFERENSER:
Program för Teknisk Standard. (2025). Riktlinjer för akustikkrav. PTS Forum. [https://www.ptsforum.se/riktlinjer/\[1\]](https://www.ptsforum.se/riktlinjer/[1]) (<https://www.ptsforum.se/riktlinjer/>)Riktlinjer för akustikkrav utgivna av Program För Teknisk Standard (PTS).

Swedish Standards Institute. (2023). SS 25268:2023 Byggnadsakustik – Ljudkrav för utrymmen i byggnader: Vårdlokaler, undervisningslokaler, förskolor och fritidshem, kontor, hotell och restauranger. SIS. [https://byggtjanst.se/bokhandel/lagar--regler/ss-252682023-byggnadsakustik--ljudkrav-for-utrymmen-i-byggnader\[1\]\(https://byggtjanst.se/bokhandel/lagar--regler/ss-252682023-byggnadsakustik---ljudkrav-for-utrymmen-i-byggnader\).](https://byggtjanst.se/bokhandel/lagar--regler/ss-252682023-byggnadsakustik--ljudkrav-for-utrymmen-i-byggnader[1](https://byggtjanst.se/bokhandel/lagar--regler/ss-252682023-byggnadsakustik---ljudkrav-for-utrymmen-i-byggnader).)

VIBRATIONER

Få vibrationer, förutom jordbävningar eller sprängning, påverkar en byggnads bärande förmåga eller ger synliga skador. Vid dimensionering beaktas vibrationspåverkan med hänsyn till komfort och brukbarhet.

Utmärkande för sjukhus, jämfört med bostäder och kontor, är att många olika verksamheter med specifika funktioner finns i samma byggnad. Hänsyn till komfort behöver tas både för patienter och för personal, särskilt de som utför precisionsarbete samt för vibrationskänslig utrustning.

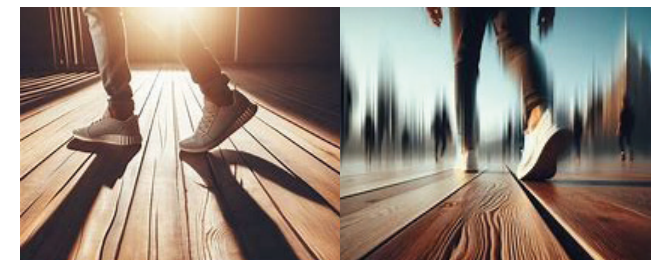
PTS Riktlinjer för akustikkrav i vårdlokaler (PTS, 2025) rekommenderar att utrymmen med starkt vibrerande eller ljudalstrande utrustning ska planeras och placeras med eftertanke och utredas särskilt av expertis på området. Utrymmen som kompressorrum, reservkraft, fläktrum, teknikrum, kylcentral, verkstäder, tvättstuga, CT, MR, MR-teknik och även storkök bör placeras avskilt från störningskänsliga verksamheter eller samlokaliseras med andra verksamheter som kan godta viss störning.

Samordnade rekommendationer för vibrationsnivåer och guidning kring dimensionering för vibrationer i sjukhusmiljöer saknas. De skiljer sig också åt mellan olika länder,

byggsystem och typer av verksamheter. I ett annex i den internationella standarden för vibrationer i byggnader SS-ISO 10137:2008 (SIS, 2008) finns guidning kring vibrationsnivåer, som används i flera länder för att minimera risken att människor blir störda. De baserar sig på den mänskliga känseltröskeln för vibrationer – så kallade responsfaktorer, R-faktorer – som multipliceras med nivån för känseltröskeln för att ge kravnivåer.

I projektet har dimensionering av bjälklag gjorts med hänsyn till vibrationer orsakade av en gående person. Gång tillhör kortvariga impulsiva vibrationer som upprepas mer sällan, till skillnad från kontinuerliga vibrationer som pågår hela tiden eller intermittenta vibrationer som är periodvist kontinuerliga, som exempelvis en MR-utrustning under drift. Med avseende på störning är de kontinuerliga och intermittenta vibrationerna mer störande och rekommenderas därför lägre kravnivåer och R-faktorer än de impulsiva vibrationerna som uppstår mer sällan. För utrymmen med specialiserad medicinsk utrustning, som exempelvis avancerade mikroskop och utrustning för bilddiagnostik som är särskilt känsliga, ska kravnivåer anpassas till leverantörens rekommendationer.

I den uppdaterade Eurokoden, som ska börja gälla 2027, prEN 1995-1-1:2023-Eurocode 5- Design of timbers structures (CEN, 2025), finns anvisningar kring dimensionering av bjälklagsvibrationer, men endast kravnivåer för bostäder och kontor. De bygger dock på samma principer för kravnivåer med responsfaktorer som ISO standarden (SIS, 2008) och tillsammans har de använts som utgångspunkt i projektet. Eftersom det saknas specifika rekommendationer för olika verksamhetstyper har kravnivåer antagits efter gemensamma överväganden i projektgruppen och ska ses som hypotetiska och projektspecifika. Sammanställning av antagna förutsättningar redovisas i Tabell 1. Geometri och antagen bärande konstruktion som använts vid dimensionering finns redovisat i avsnittet om respektive verksamhetstyp, se avsnitten om verksamhetstyper. Dimensioneringsmetod har valts med hänsyn till kravbild och hur avancerad konstruktionens form i plan och som strukturellt system är.



FÖRUTSÄTTNINGAR och KRAV VERKSAMHETSTYPER					
		VÅRD- AVDELNING	INTENSIV- VÅRDS- AVDELNING	OPERATION	KORRIDOR
GÅNGFREKVENNS	(Hz)	1,5	2,0	1,5	2,5
Responsfaktor R	(-)	24	12	1	36
NEDBÖJNING	(mm)	1,25	0,5	0,25	1,5
ACCELERATIONens effektivvärde	(m/s ²)	-	0,06	0,005	-
HASTIGHETens effektivvärde	(m/s)	0,0024	0,0012	0,0001	0,0036

Tabell 1. Sammanställning av antagna förutsättningar och tänkta fiktiva kravnivåer för de olika verksamhetstyperna enligt den nya Eurokod 5 och SS-ISO 10137.

BERÄKNINGSMETODER
OCH VERKTYG

Att välja rätt metod och verktyg för att dimensionera bjälklag för vibrationer är beroende av hur komplicerad formen i plan är och hur det bärande systemet för bjälklaget är tänkt att utformas. Höga krav på vibrationsnivåer betyder att högre säkerhet och noggrannhet krävs vid dimensionering, både med avseende på val av beräkningsmetod och verktyg, samt precision i indata, se tabell 2. Behovet behöver bedömas utifrån den aktuella situationen. I avancerade fall ska en expert på vibrationer rådfrågas.

BERÄKNINGSMETODER			
	FÖRENKLAD ANALYS (Nya EKS-Kap. 9.3)	FEM och VIBRATIONSANALYS (Nya EKS-Annex G)	FEM och AVANCERAD VIBRATIONSANALYS
INDATA (Geometri, styvhet, massa och dämpning)	Handböcker och leverantörers ingenjörsmässiga bedömningar.	Handböcker och leverantörers data från tester. Erfarenhetsbaserade bedömningar.	Väl dokumenterade indata från leverantörers och tester. Avancerad kunskap och erfarenhet.
BERÄKNINGSVERKTYG	Handberäkningar (Excel eller MathCad)	Modalanalys i FEM + Handberäkningar (Excel eller MathCad)	Modalanalys i FEM + Programvara för vibrationsberäkningar
BEGRÄNSNINGAR (Planformer och konstruktionssystem)	Enkla former av konstruktioner i plan och system. (Rektangulära bjälklag, enkla upplagsförhållanden)	Varierade former av konstruktioner i plan och system.	Komplexa former av konstruktioner i plan och system.
RESULTAT (Information och precision)	Begränsad (en frekvens, resultat i mittspänn)	Lagom (flera frekvenser, resultat i mittspänn)	Detaljerad (valfritt antal frekvenser och resultat för hela bjälklaget)

Tabell 2. Sammanställning av använda beräkningsmetoder och beräkningsverktyg samt begränsningar och behov av precision i indata samt förväntat resultat.

Vårdavdelning

Med hänsyn till vald kravbild finns det potential att bygga vårdavdelningar med en stomme i trä med prefabricerade volymelement med träregelstomme av konstruktionsvirke. Det strukturella systemet är förhållandevis enkelt, kravnivån förhållandevis låg och därmed har analys genomförts med den förenklade metoden i den nya eurokoden.

Vibrationshastigheten uppvisar rimliga nivåer vilket innebär relativt goda vibrationsegenskaper även om ytterligare förbättringar är möjliga med tvärvästvingar, styvare balkar som exempelvis lättbalkar,

tätare avstånd mellan balkar, och / eller en styvare golvskena som är sammanbunden med skruv och lim mot balkarna.

Intensivvårdsavdelning

Det strukturella systemet med pelar-balksystem i limträ och bjälklag av lättbalkar är mer avancerat och vibrationskraven högre för intensivvårdsavdelningen än för vårdavdelningen. Det kräver mer avancerad analys, med väl definierade randvillkor, indata och kunskap om vibrationsanalys. Beroende på analysmetod och antagen beräkningsmodell erhålls R-faktor 13 med analys med hjälp av finitelementmodellering (FEM) och handberäkningar, enligt Eurokod Annex G (CEN, 2025). Med avseende på metodens precision är det ett resultat som visar att det finns potential att kunna bygga patientrum för intensivvård med en pelar-balkstomme i limträ och bjälklag med lättbalkar.

Inom ramen för projektet gjordes ansatser till mer avancerad analys med FEM och anpassad programvara för vibrationsberäkningar. Stora skillnader i resultat pekar på vikten av att definiera det strukturella systemet med randvillkor och indata för materialparametrar, liksom antaganden om placering av belastning, liksom mätning

av påverkan. Beroende på dessa faktorer erhöles en R-faktor 3 i mitten av bjälklagsplattan, där patientsängen sannolikt står, för ett system med tre bjälklagsplattor på bärande fackverksbalkar som mellanstöd. Vikten av val av punkt att belasta respektive mäta alstrade vibrationerna i, kan illustreras av att för samma system men med mätning av vibrationsnivå intill patienttrummetts vägg, ovanpå en limträbalk gav en R-faktorn 10. Även nivå för vibrationer beroende på vem eller vad som påverkas behöver vägas in.

Operationssal

Med hänsyn till att komfortkravet för vibrationer i operationssalar motsvarar den mänskliga känslighetströskeln för vibrationer är det för den tänkta geometrin svårt att uppnå för de flesta typer av konstruktioner. För den föreslagna hybridkonstruktionen med ett samverkansbjälklag i betong och KL-trä upplagt på HSQ balkar i stål, uppnås låga beräkningsmässiga värden med en R-faktor 3, men uppfyller inte kravet på en R-faktor 1. Konstruktionen är förhållandevis komplicerad, innehåller väldigt mycket betong och stål, vilket minskar incitamentet att utveckla idén ytterligare av klimathänsyn eller kostnadsskäl.

Att tänka på

- För att göra det möjligt att bygga bjälklag med trä som konstruktionsmaterial behöver tydliga och väldefinierade krav för olika verksamhetstyper utvecklas, framför allt med avseende på laster, ljud och vibrationer. Sådana studier bör genomföras i samverkan med personal från sjukhusets olika verksamheter.
- Med hänsyn till vibrationer orsakade av personer skulle det vara möjligt att bygga delar av sjukhus med trä som konstruktionsmaterial. Möjligheten är beroende av kravbilden för vibrationsnivåer, som behöver bestämmas av beställaren i samråd med projektör och entreprenör.
- Planering av en byggnad behöver göras med hänsyn till kravbilden för vibrationskomfort i olika verksamheter och att de med sammanfallande kravbild samordnas till delar av byggnaden och långsiktigt med hänsyn till framtida omlokaliseringar kan inrymma verksamhet med liknande kravbild.
- För att lyckas med träbyggsystem i sjukhusmiljöer behöver tillverkare av material och leverantörer av träbygg-

system kunna tillhandahålla egenskaper för sina produkter, framför allt böj- och skjuvstyvheter i olika riktningar för material och dämpnings egenskaper för konstruktioner.

- Projekterande konsulter och träkonstruktörer behöver behärska de uppdaterade metoderna för EK5 och bygga upp anpassade FE-modeller.
- Avancerade modeller kräver mer precis input och mer omfattande data för att ge tillförlitliga resultat.

REFERENSER:

Program för Teknisk Standard. (2025). Riktlinjer för akustikkav. PTS Forum. [https://www.ptsforum.se/riktlinjer/\[1\]\(https://www.ptsforum.se/riktlinjer/\)Riktlinjer för akustikkav utgivna av Program För Teknisk Standard \(PTS\)](https://www.ptsforum.se/riktlinjer/[1](https://www.ptsforum.se/riktlinjer/)Riktlinjer för akustikkav utgivna av Program För Teknisk Standard (PTS))

European Committee for Standardization. (2025). prEN 1995-1-1:2023 – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings [Draft standard]. CEN. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/29adde25-d6f2-4067-ae05-5f0b2a0c5516/pren-1995-1-1>

Swedish Standards Institute. (2008). SS-ISO 10137:2008 – Bases for design of structures – Serviceability of buildings and walkways against vibrations. SIS. [https://webstore.ansi.org/standards/sis/ssiso101372008\[1\]\(https://webstore.ansi.org/standards/sis/ssiso101372008\)](https://webstore.ansi.org/standards/sis/ssiso101372008[1](https://webstore.ansi.org/standards/sis/ssiso101372008))

Bilder, sida 31: Vibrationer. Foto: Albing/RISE

BRAND

Konsekvenserna av bränder behöver begränsas för alla slag av byggnader oavsett verksamhet eller val av byggteknik. I sjukhus är brandfrågor speciellt viktiga eftersom de innehåller verksamheter som inkluderar vård av inlagda patienter och samhällskritiska funktioner.

En bärande stomme av trä kan utformas så att samhällets krav på brandsäkerhet uppfylls. Kunskapen om hur träkonstruktioner beter sig vid brand har utvecklats mycket under de senaste decennierna i takt med att användningen av träkonstruktioner i mer komplexa byggnader har ökat. Ny kunskap både från forskningsprojekt och praktisk erfarenhet från brandprovning har inkluderats i de uppdaterade europeiska dimensioneringsstandarderna, Eurokoderna, som ligger till grund för de svenska konstruktionsreglerna.

För träkonstruktioner kommer inom kort den nya europeiska standarden för branddimensionering av träkonstruktioner EN 1995-1-2:2025 (CEN, 2025), som ska börja gälla 2027. Som ett led i att införa Framtidens byggregler (Boverket, 2025) pågår också ett nationellt arbete med att utveckla

branschstandarder för träkonstruktioner med hänsyn till brand (TMF, 2025). Generellt för BrO byggnader, men särskilt för sjukhus som är unika med avseende på funktion och verksamhet, måste branddimensioneringen göras utifrån de egna förutsättningarna. Vid brandprojektering behöver en kvalitativ riskvärdering och dokumentation göras och godkännas av brandsakkunnig. Den nya eurokoden för träkonstruktioner blir då en del av den processen.

SAMMANSTÄLLNING FRÅGESTÄLLNINGAR OCH FÖRUTSÄTTNINGAR GENERELLT

Brandsäkerhet är alltid en viktig del av sjukhusets planering och användning. PTS – Riktlinjer för byggnadstekniskt brandskydd (PTS, 2025) ställer flera krav som gör det svårt att använda trä som konstruktionsmaterial i den bärande stommen. Riktlinjer syftar till att säkerställa långsiktiga, hållbara och robusta brandskyddslösningar.

Målen är att:

- det byggnadstekniska brandskyddet ska upprätthållas under hela byggnadens livslängd

- ingen ska skadas i händelse av brand
- en brand inte ska orsaka stora störningar i regionens samhällsviktiga och kritiska verksamhet.

Vad som är kritisk verksamhet och som inte kan flyttas till en annan plats om de skadas vid brand bestäms av verksamheten tillsammans med stödfunktion för kontinuitetsarbete. Kritisk verksamhet kan vara akutmottagning, förlossning, neonatal, intensivvård, röntgen, operation, laboratorier, men också tillhörande försörjningsbyggnader liksom byggnader som fordonsdepåer.

Huvudsakliga hinder som tas upp är PTS – Riktlinjer för byggnadstekniskt brandskydd (PTS, 2025):

- Bärförmåga vid brand. Hållfasthet efter ett brandförlopp kan inte garanteras utan omfattande utredning. Reparation av brandskadade konstruktioner (oberoende av material) är ofta mycket omfattande eller omöjliga att genomföra utan att riva eller evakuera stora delar av byggnaden.
- Obrännbara material eller utformning enligt specifika bilagor som begränsar användningen av trä ställs för den bä-

rande konstruktioner, fasadbeklädnader, samt invändiga tak- och väggytor. Brännbar taktäckning på brännbart underlag är inte tillåtet i byggnader med kritisk verksamhet.

- Brandcellsindelning. Byggnader som inrymmer kritisk verksamhet ska ha brandceller som inte överstiger 1 250 m².
- Dokumentation och riskvärdering. Vid avsteg från riktlinjerna krävs en kvalitativ riskvärdering som ska godkännas av brandsakkunnig, vilket kan vara en tidskrävande och kostsam process.

Med avseende på brand i sjukhus är snabb och säker (horisontell) utrymning viktigast för att rädda patienters liv och säkerställa att livsviktig vård upprätthålls. Det kan lösas genom att begränsa brandcellers utbredning till mindre områden för att underlätta snabb utrymning och begränsa brandens spridning. Det skulle ge en ökad säkerhet utöver PTS rekommendationer (PTS 2025) om brandceller som inte överstiger 1 250 m² i byggnader som inrymmer kritisk verksamhet.

Vid dimensionering av träkonstruktioner med avseende på brand är mängden

brännbart material som bidrar till brandförloppet en viktig faktor att ta hänsyn till. Mängden exponerat trä, som inredningsmaterial och enskilda ytskikt eller som delar av den bärande träkonstruktionen behöver beaktas. Bidrag av träkonstruktioner och annat brännbart material till brandbelastning kan beräknas enligt den nya eurokoden.



I samband med brandprojekteringen behöver konsekvenserna av möjliga skador i träkonstruktionen vid brand också beaktas alternativt förhindras genom dimensionering av lämpliga skyddssystem. Det är idag möjligt att göra genom att använda den nya eurokoden. I den beaktas påverkan från synligt trä och inredning på branddynamik och -förlopp i ett rum eller en brandcell och påverkan på träkonstruktionens bär-

förmåga med avseende på förkolning och höga temperaturer.

Beräkningsmodeller i eurokoden för branddimensionering av träkonstruktioner, EN 1995-1-2:2025, (CEN, 2025) är verifierade med en stor mängd av brandprov i olika skala.

Följande faktorer bör beaktas vid branddimensionering av bärande konstruktioner av trä i Br0 byggnader:

- Den bärande stommen i trä måste dimensioneras för ett brandförlopp med självsläckning, som påverkas av faktorer som öppningar, brandlast och brandcellens storlek.
- Val av KL-trä tillverkad med värmebeständigt lim för att undvika tidig delaminering och eller tjocka lameller på brandpåverkad sida av KL-trä. Minimerar risk för flera övertändningar när icke brandpåverkat KL-trä exponeras efter att skyddande beklädnad förkolnat och fallit av vid brand.
- Installation av system för släckning (sprinkler eller räddningsinsatser), för att under avsvalningsperioden förhindra fördröjd värmeinträngning och glöd-

bränder med risk för oväntad och plötslig kollaps som följd.

- För att förhindra långvariga brandförlopp utveckla specifik information till räddningsverkets insatsplaner som tydliggör åtkomst till och släckning av brand i träkonstruktionen.
- Säkerställa brandskyddande egenskaper hos material och konstruktioner över tid, särskilt för brandskyddsbehandlade träprodukter utomhus är viktig. Brandskyddad träpanel utomhus måste klassas till utomhusbruk genom standardprovningar (*klass EXT enligt EN 16755 (CEN, 2017)*, samt innan en revision av standarden är gjord följa RISE rekommendationer).
- Brandspridning genom förband, genomföringar och hålrum förhindras med metoder som är brandprovade vid relevant brandexponering.

Den fiktiva projekteringen

Med avseende på brand tillhör sjukhus byggnadsklass BrO. Följande brandkrav sätts till olika verksamhetstyper:

Vårdlokaler

- Verksamhetsklass 2A eller 2B.
- Automatiskt släckningssystem.
- Standardbrandkrav för konstruktioner är EI60 med sprinkler och EI120 utan sprinkler.
- Dimensionering med standardbrandberäkning, R60-R90.
- Vårdlokaler behöver två av varandra oberoende horisontella utrymningsvägar:

Max gångavstånd 30 m till närmaste utrymningsväg.

Spiraltrappor bör inte användas.
- Exponerat trä möjligt upp till max 50% av ytor. Kan vara del av den bärande trästommen.

IVA

- Verksamhetsklass 5C
- Automatiskt släckningssystem.
- Standardbrandkrav för konstruktioner är EI60 med sprinkler och EI120 utan sprinkler.

- Dimensionering med fullständigt brandförlopp krävs dvs inkluderad avsvagningsfas, eller R90 i standardbrand.
- Små brandceller rekommenderas för säker utrymning (mindre än krav i BBR och rekommendationer från PTS).
- Två av varandra oberoende utrymningsvägar.

Max gångavstånd 30 m till närmaste utrymningsväg.

Spiraltrappor bör inte användas.

- Luftsluss vid horisontell utrymning.
- Exponerat trä möjligt upp till max 30% av ytor. Kan vara del av den bärande trästommen.
- Ytskiktsskisser krav:

Takytor B-s1,d0 (fäst på A2-s1-d0 eller K210/B-s1,d0)

Väggytor – C-s2,d0

Utrymningsvägar – Väggytor - C s1,d0 (fäst på A2-s1-d0 eller K210/B-s1,d0)

Utrymningsvägar – Takytor - C-s1, d0 (fäst på A2-s1-d0 eller K210/B-s1,d0)

Operation

- Verksamhetsklass 5C
- Automatiskt släckningssystem
- Standardbrandkrav för konstruktioner är EI60 med sprinkler och EI120 utan sprinkler.
- Egen brandcell. Helt skyddad trästomme dvs förkolning av trästommen förhindras.
- Dimensionering med fullständigt brandförlopp krävs dvs inkluderad avsvallningsfas, eller R90 i standardbrand.
- Två av varandra oberoende utrymningsvägar:
 - Max gångavstånd 30 m till närmaste utrymningsväg.
 - Spiraltrappor bör inte användas.
- Luftsluss vid horisontell utrymning

Slutsatser

- PTS Riktlinjer för byggnadstekniskt brandskydd ställer flera krav som gör det svårt att använda trä som konstruktionsmaterial i bärande stomme, särskilt i byggnader med kritisk verksamhet.

- Med avseende på brand är det möjligt att bygga de tre verksamhetstyperna IVA, operation och vårdavdelningar med en stomme i trä. Tillförlitliga beräkningsmodeller för att branddimensionera träkonstruktioner för hela brandförlopp finns.
- Brandsäkerheten för de olika byggsystemen i trä, optimerade lätta konstruktioner (regelstomme), limträ (pelar-balkstomme) och KL-trä-element (massivträstomme) löses på olika sätt. Massiva träkonstruktioner som KL-trä och limträ kan dimensioneras till självsläckning. Det innebär att bidrag från träkonstruktion till brandlasten behöver beaktas. Lätta träkonstruktioner måste däremot skyddas från snabb förkolning genom att kläs in, men då blir bidraget till brandlasten också liten.

Behov av fortsatt forskning

- Brandspridning genom fogar mellan konstruktionsdelar som exempelvis vägg och bjälklag, och brandstopp för att förhindra brandspridning i konstruktioner behöver fortsatt forskning.
- Konkreta lösningar för att reparera träkonstruktioner efter brand.

Reflektion och framtidsspaning

- Det finns stor potential att bygga brandsäkra sjukhus med trästomme. Finns tillräcklig grund för dimensionering för brandskydd, dimensionering för självsläckning, bidrag av konstruktioner till brandlast.

REFERENSER:

European Committee for Standardization. (2025). EN 1995-1-2:2025 Eurocode 5 – Design of timber structures – Part 1-2: Structural fire design. CEN. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/6881ec40-fc2f-4f36-a6ce-441993a5a3ec/en-1995-1-2-2025>

Boverket. (2025). Boverkets föreskrifter om byggande – Framtidens byggregler. <https://www.boverket.se>

Trä- och Möbelföretagen. (2025). Branschregler – Robust brandskydd för modulhus med träregelstomme (Version 1.0, remissutgåva). [https://www.tmf.se/branschfragor/branschutveckling/teknik-och-forskning/krav--standarder/branschregler---trabyggande/\[1\]\(https://www.tmf.se/branschfragor/branschutveckling/teknik-och-forskning/krav--standarder/branschregler---trabyggande/\)](https://www.tmf.se/branschfragor/branschutveckling/teknik-och-forskning/krav--standarder/branschregler---trabyggande/[1](https://www.tmf.se/branschfragor/branschutveckling/teknik-och-forskning/krav--standarder/branschregler---trabyggande/))

Program för Teknisk Standard. (2025). Riktlinjer för byggnadstekniskt brandskydd. PTS Forum. <https://www.ptsforum.se/riktlinjer/>

European Committee for Standardization. (2017). EN 16755: Durability of reaction to fire performance – Classes of fire-retardant treated wood products in interior and exterior end use applications. Brussels: CEN

Bild, sida 35: Brandövning. Foto: Andrew Valdivia, Unsplash

Klimatpåverkan

Byggnaders klimatpåverkan bedöms vanligtvis med hjälp av systemanalysverktyget livscykelanalys (LCA). En produkts miljöpåverkan över hela dess livscykel kvantifieras i förhållande till dess funktion.

Träkonstruktioner har särskilda klimatutmaningar då den kolbindning och kolutsläpp vid livscykelns slut kan ses som klimatfördelar, men är svåra att kvantifiera. Studier visar att träkonstruktioner ändå oftast har lägre klimatpåverkan än betong och stål. Några myndigheter, som Boverket och Trafikverket, har infört krav på klimatdeklarationer och faktiska minskningar för byggprojekt. Boverkets krav på klimatdeklaration gäller för nya bostadsprojekt och begränsas till specifika byggkomponenter och vissa livscykelfaser (Boverket, 2021).

Det långsiktiga målet är att utvidga omfattningen till hela byggnaden och samtliga livscykelstadier. Även om arbete pågår inom flera regioner kring frågan så finns ännu inte tillämpliga regler för sjukhusbyggnader.

LCA:s holistiska ansats gör det viktigt att analysera byggnader som helheter. För sjukhus är det extra komplext då deras funktioner är mångfacetterade och svåra att uttrycka i en enhet. Varje sjukhus är unikt och behöver studeras individuellt. I projektet har angreppssättet varit att analysera potentiell klimatpåverkan för konstruktionslösningarna som tagits fram för de tre verksamhetstyperna vårdrum, intensivvård (IVA) och operation.



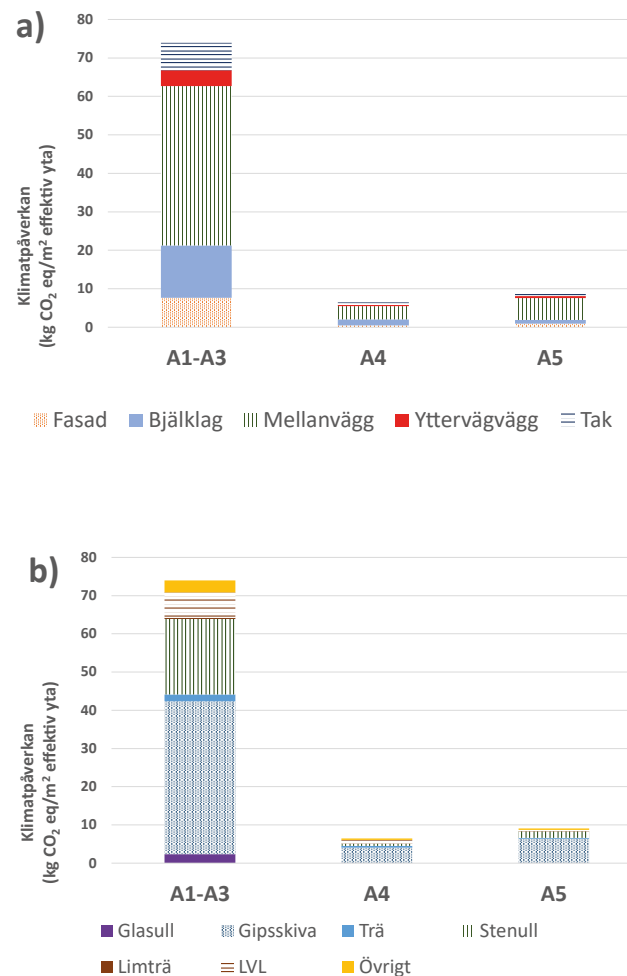
Den här studien har avgränsats till en cradle-to-gate-analys (A1–A5) enligt den europeiska standarden EN 15978 för hållbarhetsbedömningar av byggnadsverk. Studien begränsas till att omfatta vägg-, golv- och takkonstruktioner i ett våningsplan. Data för klimatpåverkan per materialenhet har hämtats från miljövarudeklarationer (EPD), när specifika byggprodukter angetts. I övrigt användes konservativa data från Boverkets LCA-databas (Boverket, 2025b).

All data för transport- och installationsmodulerna har hämtats från Boverkets databas.

Vårdavdelning

Konstruktionen består av en regelstomme med stenullsisolering och inklädd med gipsskivor. Resultaten för vårdavdelningen redovisas i *Figur 1*, och visar att innerväggar påverkar klimatet mest, främst det höga innehållet av gipsskivor bidrar. Materialkategorin gipsskivor har störst påverkan, med nästan hälften av totala påverkan i produktionsfasen (A1-A3).

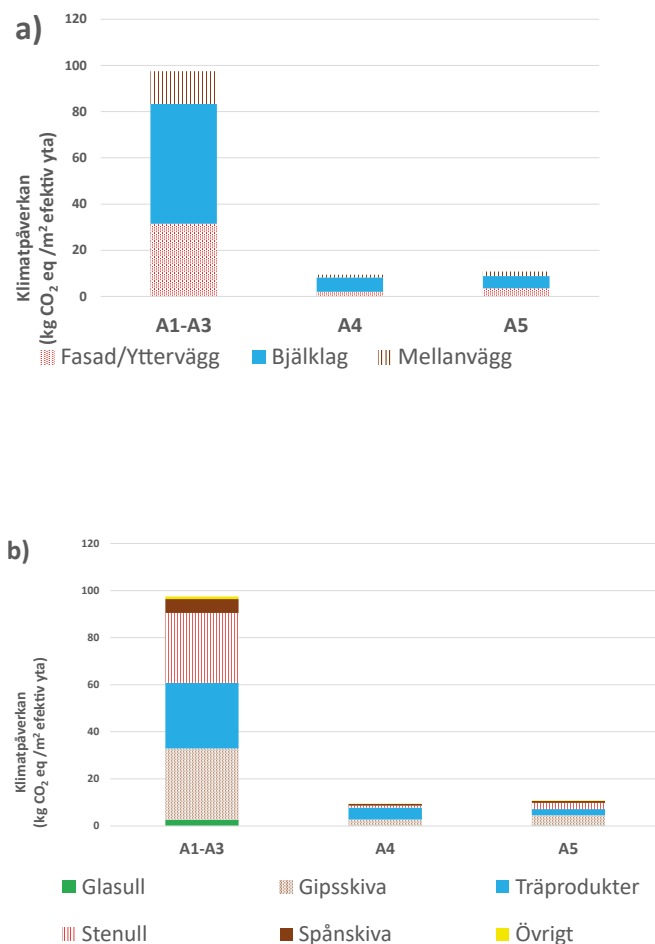
Stenullsisolering har också ett betydande bidrag till hela klimatpåverkan och då nästan en tredjedel från produktionsfasen. Även för transport- (A4) och byggfasen (A5) ger gipsskivorna störst påverkan.



Figur 1. Klimatprofil för vårdavdelningen. Klimatpåverkan per (kg CO₂/m² effektiv yta) för **a) konstruktionsdel** och **b) materialkategori**.

Intensivvårdsavdelning

I *Figur 2* redovisas resultaten för intensivvårdsavdelningen. Precis som för vårdavdelningen är gipsskivor och stenullsisolering materialen med störst klimatpåverkan under produktionsfasen (A1-A3). Konstruktionen i bjälklagen består av lättreglar och LVL-skivor som skyddas av gipsskivor. Träprodukter utgör en stor del av materialen i bjälklagen och bjälklagen bidrar mest till klimatpåverkan med avseende på konstruktionsdelar. Som material bidrar träprodukter nästan lika mycket som gipsskivor och stenullsisolering till klimatpåverkan i produktionsfasen. Transportfasen (A4) domineras av bidrag från träprodukter, medan byggfasen (A5) präglas framför allt av bidrag från gipsskivorna.

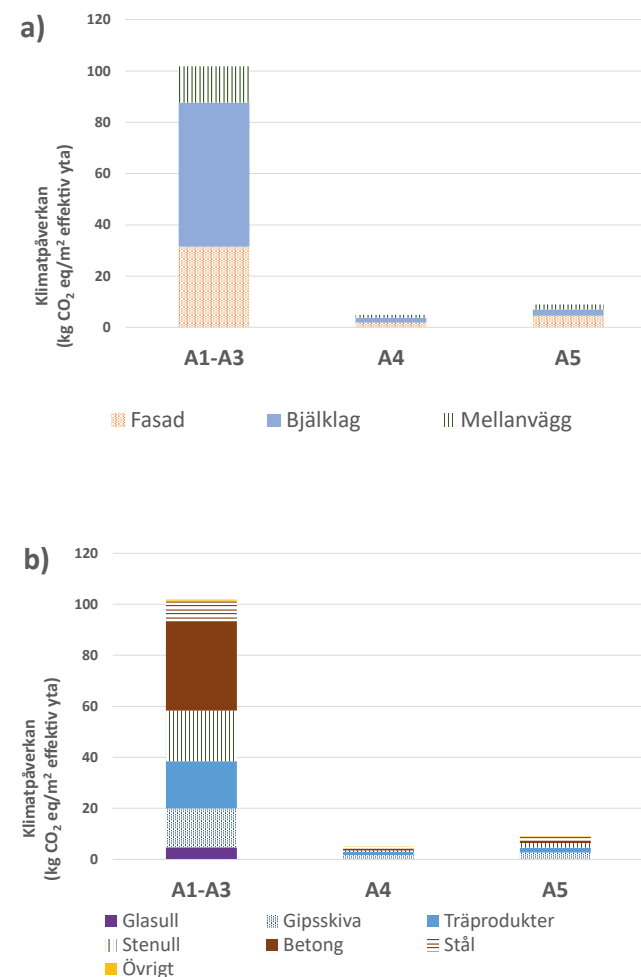


Figur 2. Klimatprofil för intensivvård. Klimatpåverkan per (kg CO₂/m² effektiv yta) för **a) konstruktionsdel** och **b) materialkategori**.

Operationssal

I Figur 3 redovisas resultaten för operationssalar. Till skillnad från de övriga verksamhetstyperna innehåller operationssalen en betydande andel betong i bjälklaget, vilket tydligt dominerar klimatpåverkan under produktionsfasen (A1–A3).

Stenullsisolering, gipsskivor och massivträelement bidrar i ungefär med lika stora andelar till produktionsfasen. Även stål-balkarna i bjälklaget står för en märkbar del av klimatpåverkan. För transportfasen (A4) och byggfasen (A5) är klimatpåverkan mer jämnt fördelad mellan materialkategorierna, utan någon tydligt dominerande komponent.



Figur 3. Klimatprofil för operationssal. Klimatpåverkan per (kg CO₂/m² effektiv yta) för **a) konstruktionsdel** och **b) materialkategori**.

Syftet med den här LCA-studien har varit att undersöka den potentiella klimatpåverkan av en fiktiv sjukhusdesign i trä. Klimatanalysen har omfattat endast en avdelning eller ett rum och ger inte en helhetsbild, utan bara ett begränsat perspektiv och inte heller under hela livscykeln. LCA är ett systemanalytiskt verktyg och för att analysen ska nå sin fulla potential behöver systemets omfattning vara heltäckande. Resultaten ska därför betraktas som vägledande, kring vilka material och byggkomponenter som bidrar mest till klimatpåverkan vid val av en stomme i trä för sjukhus, för att möjliggöra effektivare klimatåtgärder vid planering av byggnationer.

Betydelsen av ett systemperspektiv kan illustreras med ett exempel kopplat till brandsäkerhet. Gipsskivor används för att minska brandrisken. Om mängden gips

minskas för att reducera miljöpåverkan, krävs alternativa säkerhetsåtgärder som också har en miljöpåverkan, som exempelvis sprinklersystem eller andra typer av larminstallationer. Idag inkluderas inte installationer i LCA-analyser fastän drift och underhåll av installationer har betydande klimatpåverkan särskilt under användningsfasen. För rättvisande framtida analyser bör därför användnings- och slutfasen inkluderas i en analys och då också installationer.

Sjukhusprojekt med hållbarhetsambitioner borde behandlas som andra infrastrukturprojekt i Sverige. Klimatberäkningar kan genomföras i flera steg – före upphandling och uppdateras löpande under byggskedet. På så sätt jämförs varje designförslag endast med sig självt, vilket säkerställer jämförbar funktionalitet och mer tillförlitlig hållbarhetsbedömning.

REFERENSER:

Boverket. (2021, October 1). Klimatdeklaration av byggnader. <https://www.boverket.se/Sv/Byggnade/Hallbart-Byggnade-Och-Forvaltning/Klimatdeklaration/>.

Boverket. (2025a, January 29). Miljöindikatorer – aktuell status. <https://www.boverket.se/Sv/Byggnade/Hallbart-Byggnade-Och-Forvaltning/Miljoindikatorer---Aktuell-Status/>.

Boverket. (2025b, January 30). Boverkets klimatdatabas. <https://klimatdatabasen.boverket.se/>.

CEN - European Committee for Standardization. (2011). Sustainability of construction works-Assessment of environmental performance of buildings-Calculation method. www.sis.se

CEN - European Committee for Standardization. (2019). Sustainability of construction works-Environmental product declarations-Core rules for the product category of construction products. www.sis.se

LFM30. (2025, May 30). LFM30. <https://lfm30.se/>.

Trafikverket. (2024, October 24). Klimatkrav. <https://bransch.trafikverket.se/for-Dig-i-Branschen/Miljo---for-Dig-i-Branschen/Minskad-Klimatpaverkan/Klimatkrav/>.

Upphandlingsmyndigheten. (2025, May 30). Upphandla med hänsyn till klimatet. <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/Om-Hallbar-Upphandling/Miljomassigt-Hallbar-Upphandling/Upphandla-Med-Hansyn-till-Klimatet/>.

Bild, sida 38: Carlsberg Headquarter, Köpenhamn.
Foto: Adam Mørk

Sammanfattning

Projektet Hälsa i Trä har sammanfört två sektorer som traditionellt inte har samarbetat: träbyggande och sjukhusbyggande. Den viktigaste insikten för att öka användningen av trä som konstruktionsmaterial är att det finns ett stort behov av kunskapsutbyte och dialog mellan träbygg- och sjukhusbyggsektorn. Andra viktiga insikter från arbetet, med fokus på krav, utmaningar, möjligheter, tekniska resultat och fortsatt forskning, sammanfattas kort här.

Krav och utmaningar

Brand- och ljudkrav enligt konstruktionsregler utgör inte tekniska hinder, men krav utöver Plan- och bygglagen (PBL), såsom MSB:s rekommendationer om obrännbara material, försvårar användningen av trä som konstruktionsmaterial. Dessutom leder höga krav på generalitet och flexibilitet till långa spännvidder och generellt höga laster, ofta genomgående i hela byggnaden, vilket gör det svårt att använda trä som konstruktionsmaterial utan ytterligare utveckling eller hybridlösningar. Detta gäller särskilt med avseende på bjälklagsvibrationer. Riktlinjer för gränsvärden i bruksgränstillstånd saknas för verksamheter

utöver operationer och lokaler med vibrationskänslig utrustning.

Tekniska resultat

En fiktiv projektering av en stomme för operationssal, intensivvårdsrum och vådrum gjordes för att testa olika träbyggnadstekniker med utgångspunkt från nuvarande användning. Syftet har varit att utforska kapaciteten och tänja på det möjliga för byggsystemen med regelstomme, pelar-balkstomme och massiv stomme i trä. Det innebär att, för samma geometri, skulle det vara möjligt att bygga vådrum med pelar-balkstommar i limträ och bjälklag med lättregelstomme respektive massiv stomme i KL-trä. En massivträstomme i KL-trä eller en hybrid med trä, betong eller stål skulle också kunna användas för intensivvårdsavdelningen. Resultatet pekar på att operationssalar inte bör byggas med stomme i trä, men det finns potential att använda träbyggnadsteknik för patientrum på intensivvårds- och vårdavdelningar. Observera att den fiktiva projekteringen har utförts utifrån funktioner och mått som PTS rekommenderar för de olika verksamheterna. Att hitta lösningar som kan minska spännvidder



och laster skulle avsevärt öka möjligheten till träbyggande.

- Operationssalar projekterades med hybridkonstruktioner bestående av stålbalkar och samverkansbjälklag av betong och KL-trä. Dimensionerande blir bjälklagsvibrationer eftersom gränsvärdet motsvarar den mänskliga känslighetströskeln för vibrationer. För den tänkta geometrin är det svårt att uppnå detta för de flesta typer av konstruktioner. Den planerade hybridkonstruktionen uppfyller inte kraven. Bjälklaget är förhållandevis komplicerat och innehåller mycket betong och stål, vilket minskar motivationen att, både av klimathänsyn och kostnadsskäl, utveckla idén vidare.
- Intensivvårdsrum projekterades med pelarbalkstomme i limträ och bjälklag av lättbalkar. Även här blir bjälklagsvibrationer dimensionerande. Bjälklagskonstruktionen kan utvecklas och förstärkas ytterligare för att möta högre krav. Fackverksbalkarna i limträ får, på grund av brandkrav, grova dimensioner. I en verklig projektering behöver dimensionering av balkar och installationer samordnas tidigt och noggrant.
- Vårdrum projekterades med regelstomme i trä. Även här blir bjälklagsvibrationer dimensionerande. Halverad spännvidd i

förhållande till modulmått och förstärkt bjälklagskonstruktion förbättrade vibrationsegenskaperna. Prefabricerade moduler har god potential för sjukhusbyggande, med fördelar som demonterbarhet, effektiv ljudisolering, beprövade lösningar för brand, möjlighet till påbyggnad och kortare byggtid.

Möjligheter

- Trä är lätt, vilket minskar behovet av transporter av material och möjliggör påbyggnader och tillbyggnader på befintliga byggnader med mindre påverkan på befintlig grundläggning och mindre omfattande ny grundläggning.
- Hög prefabriceringsgrad kortar ner tiden på arbetsplatsen eftersom produktionen sker på annan plats, vilket ger en lägre totalkostnad.
- Arbetsmiljön på byggarbetsplatsen upplevs ofta som bättre när man bygger med stomme i trä.
- Prefabricerade element har potential att demonteras, rekonditioneras och återbrukas någon annanstans.
- Ljud sprids inte lika långt i träkonstruktioner som i betongkonstruktioner. Att bygga

störningskänsliga verksamheter, som patientrum, med trästomme skulle minska påverkan från andra störande verksamheter inom sjukhuset och underlätta framtida ombyggnad och anpassning av verksamhet, dvs. väl tillgodose krav på flexibilitet.

- Håltagningar är enklare i trä än i betong. Infästning och omledning av installationer förenklas.
- Det finns tillräcklig kunskap för dimensionering av brandskydd och självsäckning samt för bidrag till brandlast från träkonstruktioner.
- I det regionala byggandet skulle verksamheter som vårdcentraler redan idag kunna byggas i trä. På sjukhus skulle mottagningar och vårdavdelningar klara krav på generalitet och bidra till framtida flexibilitet.

Klimatpåverkan

Att använda trä som konstruktionsmaterial kan sannolikt ge lägre klimatpåverkan för sjukhusbyggnader jämfört med en stomme i betong. En betydande del av klimatpåverkan vid träbyggande kommer dock från material som gips och isolering, vilket innebär att biobaserade alternativ även där bör prioriteras. För att få en rättvis bild av miljöpåverkan bör hela byggnaden studeras, inklusive installationer och bruk/

slutfas, särskilt eftersom installationer står för en stor del av klimatpåverkan i sjukhus. Dessutom är jämförelser mellan sjukhus svåra att göra eftersom varje sjukhus är ett unikt objekt med olika verksamheter och funktioner.

Fortsatt forskning och utvecklingsbehov

För att möjliggöra ökad användning av trä krävs fortsatt dialog med aktörer som MSB och PTS, för att omvandla materialbaserade krav till funktionsbaserade på samma sätt som konstruktionsreglerna för övrigt byggande.

För att fastighetsägare och beslutsfattare ska våga ta beslut om stora investeringar i byggandet av nya fastigheter i trä behöver kunskapsbristen om det moderna träbyggandets möjligheter minskas.

Därutöver finns några områden där fortsatt forskning och utveckling krävs:

- Tydliga och väldefinierade krav för olika verksamhetstyper behöver utvecklas, framför allt med avseende på laster, ljud och vibrationer.
- Leverantörer av stomsystem måste kunna leverera helhetslösningar och inte enbart enskilda komponenter. Samverkan mellan leverantörer behöver öka, och möjligheter till ökad konkurrenskraft genom samverkan

bör synliggöras och utvecklas.

- Fortsatt forskning och utveckling om brandspridning i fogar mellan konstruktionsdelar och brandstopp i konstruktioner samt hur träkonstruktioner ska återställas efter brandpåverkan.
- Utveckling av metodik för påverkan av installationer på LCA.

Tänkvärda medskick och reflektioner från medverkande i projektet:

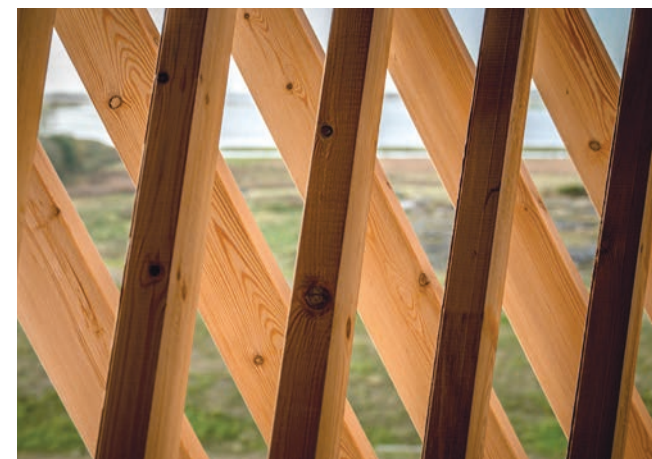
- Sjukhusbyggande är en komplex verksamhet med en långdragen process som bedrivs i en organisatoriskt komplex miljö. För att reducera risker, möjliggöra delad kunskap och effektivt samarbete är det viktigt att arbeta stegvis (iterativt) med alla aktörer delaktiga från start.
- Sjukhusbyggande behöver, liksom träbyggande, definieras och samordnas tidigt under projekteringen för att bli effektivt. Möjlighet till synergier i utvecklingen av effektiva arbetsprocesser i byggvärdekedjan finns.
- Utbildning för att framtidens arkitekter och ingenjörer ska kunna ta träbyggande till nästa nivå behövs – där träbyggande ska vara en självklar del av arkitekt- och ingen-

jörsutbildningar, inte bara för konstruktörer utan också för brandingenjörer.

- Konstruktörer behöver säkerställa goda kunskaper i dimensionering av konstruktioner med avseende på vibrationer, eftersom detta troligtvis blir dimensionerande för bjälklagen, både med avseende på regelverk och dimensioneringsverktyg.
- Leverantörer av stomsystem måste kunna tillhandahålla information och data om stomsystemens vibrationsegenskaper.

Bild, sida 42: Woodhub, Odense. Foto: Anna Salska

Bild, sida 44: Kärven, Varberg. Foto: Mårten Lindquist



Slutord

Förstå behov – skapa lösningar. Det är lätt att säga, men inte alltid lika lätt att göra. Att ställas inför en ny utmaning hjälper.

Frågeställningen om sjukhus i trä är ny och utmanande. Knappt någon har gjort det tidigare. Att tänja på gränserna bidrar till att föra utvecklingen framåt. Det driver innovation. Oavsett material, innebär sjukhus många tekniska utmaningar. Det väcker frågor och behov av fördjupad kunskap, vilket kan sägas ha varit den röda tråden i det här projektet.

Att idéer föds när människor möts är ett annat kännetecken för projektet. Projektet har möjliggjort mötet mellan aktörer för träbyggande och sjukhusbyggande och gett utrymme för att tillsammans undersöka utmaningen sjukhus i trä. Oavsett material är sjukhus komplexa med vitt skilda verksamheter med vitt skilda behov och tekniska utmaningar. Att lösa komplexa problem i stuprör utan samverkan är aldrig en bra strategi. Att få ihop en hållbar helhet förutsätter ett nära samarbete mellan olika kunskapsområden och yrkesroller.

Projektet har samlat beställare av sjukhus, entreprenörer, forskare, arkitekter som ritar

sjukhus, experter på ljud, brand, vibrationer och experter på olika byggsystem i trä. Det händer något när vi ställs inför att göra något nytt, att tänka nytt, att göra det tillsammans och att bryta mönster. Vi blir mer motiverade att lyssna in andra perspektiv och samarbeta. Mötena har varit energigivande, lösningsorienterade och kreativa. Frågor har ställts och fått svar, men också samlats på hög.

Det finns självklart delar av ett sjukhus där det blir mer utmanande med trä, delar med avancerad utrustning och känslig verksamhet, men det finns också delar som har likheter med skolor, bostadshus, hotell eller kontorsbyggnader. Byggteknik med trä som konstruktionsmaterial är etablerad byggteknik för dessa lokaler. Även om de funktionsbaserade byggregler som infördes 1994 gjorde det möjligt att bygga högre och större i trä, så var det de "mentala regelverken" som tog tid att bryta. Det fanns egentligen inga formella hinder i regelverken. Hindren satt nog i våra "mentala regelverk", som bottnar i att "så har vi aldrig gjort" eller "så har vi alltid gjort". För ökad trygghet utvecklas policies och "branschstandarder" som sedan sätter käppar i hjulet för ny teknik, för utveck-





ling och innovation. Att göra en förflyttning till ökad användning av trä även i sjukhus kan kanske handla mer om beteendevetenskap än om teknik – mer om att bryta mönster och att våga pröva något annat än det man är van vid.

Det här projektet har utmanat olika byggsystem i trä och hur de kan möta de behov och krav som ställs för verksamheter inom sjukhusets väggar. Projektet har utmanat byggsystem i korslaminerat trä (KL-trä) och lättregelstommar, byggsystem baserat på planelement och volymelement. Utöver de här systemen finns även pelar-balkstommar i limträ, som i sin tur kan kombineras både med KL-trä och lättregelstommar. Byggsystemen i trä kan dessutom kombineras med andra material. Det kan handla om samverkan mellan trä och betong i bjälklag för att klara längre spännvidder, att

klara höga krav på vibrationer etcetera. Det kan också handla om att kombinera en pelar-balkstomme i limträ med prefabricerade HDF-bjälklag i betong. Det finns många möjligheter. De kanske viktigaste medskicken från de här projektet är att kunskapen finns och att vi behöver ta ett steg i taget. Tänk inte allt i trä. Tänk entrébyggnaden i trä. Tänk mottagningshus i trä. Tänk trä i vårdavdelningar. Tänk trä i påbyggnader av redan existerande sjukhusbyggnader. Tänk trä i samspel med andra material. Tänk trä i utbyggnader och kompletteringar. Tänk att trä är lätt, flexibelt och lätt kan prefabriceras och därför passar utmärkt i komplexa och trånga sjukhusmiljöer.

Det finns många spännande möjligheter som projektet *Hälsa i Trä* har öppnat dörren till.

Bilder, sida 45-46: i8, iCampus, Werksviertel, München
Foto: Joyan Zerduon

The background is a light-colored wood with a prominent grain pattern and several knots. In the bottom-left corner, there is a white, L-shaped geometric element that appears to be a piece of trim or a corner bracket.

HIT.

PARTNERS

Acouwood

Vilka är ni?

Acouwood AB, grundat 2018, specialiserar sig på akustisk rådgivning för träbyggnader. Vi är verksamma i Sverige, Frankrike och Schweiz med totalt cirka 10 medarbetare. Vi arbetar med avancerad akustisk rådgivning till stora industrier och byggtreprenörer.

Drivkraft

Vi är intresserade av att förstå vilka sjukhusenheter och vårdmiljöer som lämpar sig bäst för trästommar. Genom vår nischkunskap kan vi bidra till att argumentera för förnybara material där det passar bäst.

Bidrag

Vi bidrar med akustisk expertis och tekniska lösningar för att säkerställa rätt akustisk prestanda i vårdmiljöer som bedöms lämpliga för olika typer av stomsystem i trä. Medverkat i projektet har Klas Hagberg, VD och adj. Professor LTU, och Rikard Öqvist, Doktor teknisk akustik.

Förväntade resultat

i förväntar oss ökad förståelse för olika verksamheter inom vårdbyggnader och för olika tekniska områden kopplade till sjukhus. Genom att nyttja synergier som uppstår mellan alla projektparter hoppas vi kunna skapa underlag och väl dokumenterade förutsättningar för framtida vårdbyggnader med trästommar.



KLAS HAGBERG

VD & Adjunkt / Professor LTU

Mail: klas.hagberg@acouwood.com



RIKARD ÖQVIST

Akustiker / Doktor teknisk akustik.

Mail: rikard.oqvist@acouwood.com



Elektrolux Groups huvudkontor, Stockholm, slutförs 2025. Acouwood

Vilka är ni?

AFRY, ett multidisciplinärt teknikonsultföretag med visionen "Making Future". Tillsammans med våra 19 000 kollegor strävar vi efter ett hållbart projekterande för att ta ansvar för att skapa framtiden.

Drivkraft

Nya byggsätt är alltid spännande och inte bara att vara i framkant utan att faktiskt vara med och påverka framtidens byggande går hand i hand med företagets vision. Deltagandet i forskningsprojekt kring träbaserade sjukhus är därför ett naturligt steg i vårt arbete för att förena teknisk spetskompetens med socialt och ekologiskt ansvarstagande.

Bidrag

AFRYs roll i projektet har varit att bistå med rådgivande kring stommens konstruktion samt utföra beräkningar av den bärande konstruktionen, ett hybrid bjälklag med KL-trä och betong som samverkankonstruktion med en spännvidd av 7,2m för en operationssal. Medverkande i projektet har varit Tekn. Dr. Elzbieta Lukaszewska inom prefabricerade trä och betong samverkankonstruktioner och Oskar Lönn, byggnadskonstruktör.

Förväntat resultat

Främst hoppas vi på en ökad förståelse för alla parter i trästommens möjligheter, särskilt för bjälklagskonstruktioner där höga vibrationskrav ställs och en påverkan på framtida byggande av sjukhus. Vi hoppas också att arbetet skapar nya visioner om möjligheter med träkonstruktion som ännu inte är testade.



ELZBIETA LUKASZEWSKA

Utvecklingschef träbyggnadskonstruktion

Mail: elzbieta.lukaszewska@afry.com



OSKAR LÖNN

Byggnadskonstruktör

Mail: oskar.lonn@afry.com

Byggdialog

Vilka är ni?

ByggDialog AB är Sveriges mest erfarna partneringentreprenör, dedikerad till att visa effekterna av bättre arbetssätt i samhällsbygget. De mest innovativa teamen är tvärfunktionella med öppna arbetsgrupper där man fritt kan uttrycka sina idéer, där alla känner till målen och där man både får och kan ge återkoppling på varandras arbete.

Drivkraft

Vi har utvecklat en unik samverkansmodell för att få byggandets intressenter att dela kunskap i alla skeden. När alla aktörer kommer in tidigt i projekt kan man börja tänka tillsammans och bättre förstå förutsättningarna, behoven och möjligheterna. Vill helst bara genomföra byggprojekt som vi tycker är meningsfulla och samhällsviktiga.

Bidrag

Vi bidrar med kunskap om sjukhusbyggnad i praktiken och specifikt sjukhuset i Skellefteå, där vi är totalentreprenör. Vi bidrar med perspektiv på förutsättningar för att producera ett robust sjukhus, mängden av installationer i sjukhusmiljö och förståelsen för hur samverkan gör det möjligt att faktiskt genomföra komplexa projekt. Medverkat i projektet har Mikael Jardeby, Per Widstrand och David Lindqvist.

Förväntade resultat

Vi hoppas att trästommar över tid kommer användas mer frekvent i lämpliga delar av större sjukhusprojekt där betong, stål och andra material också har sin givna plats och funktion. Vi hoppas också att fler ska förstå fördelarna med samverkan tidigt särskilt i komplexa projekt. Så ska vi bygga mer sjukhus i trä.



PER WIDSTRAND

Projektledare / Forskare

Mail: per.widstrand@byggdialog.se



DAVID LINDQUIST

Forskare

Mail: david.lindqvist@byggdialog.se



MIKAEL JARDEBY

Projektledare / Projektutvecklare

Mail: mikael.jardeby@byggdialog.se



A Working Lab, AWL, Chalmers Tekniska högskola, Byggdialog, 2019

C.F. Møller Architects

Vilka är ni?

C.F. Møller Architects är en av Skandinavians mest tongivande arkitektbyråer, med ett sekel av visionära och prisbelönta projekt både i Norden och internationellt. Med cirka 300 medarbetare och kontor i bland annat Stockholm, Malmö, Oslo, Berlin, Århus, Köpenhamn och Aalborg, drivs vi av att skapa hållbar arkitektur som förbättrar människors liv och formar framtidens samhällen.

Drivkraft

Att få vara med och tänja gränserna för vad som är möjligt att skapa i trä har varit både utmanande och inspirerande. Projektets höga ambitioner har lett till viktiga insikter snarare än färdiga svar – insikter som tydliggör vilka hinder vi måste övervinna för att trä ska bli ett naturligt materialval även i vårdens mest komplexa byggnader. Vår gemensamma resa har resulterat i en karta över metoder och strategier som kan vägleda både framtida projekt och forskning.

Bidrag

Vi har bidragit med vår långa erfarenhet av att skapa vårdmiljöer där människa och funktion samverkar – men också med en nyfikenhet inför det okända. Inom C.F. Møller har vi ritat

flera träbyggnadsprojekt i både Sverige och Europa, till exempel Bostadshuset Tall Timber Building i Västerås, det statliga kontorsnavet WoodHub i Odense och I8 Werksviertel i München. Medverkat i projektet har från Stockholm Viktor Ahnfelt, Arkitekt sar/msa, och Vendela Martinac, VD, Associerad partner, Arkitekt sar/msa.

Förväntade resultat

Projektet har inte bara utvecklat oss som kontor, utan även satt tydliga avtryck i hur vi ser på arkitektur med trä som material. Vi ser framför oss en framtid där trä alltid är med i diskussionen vid nya vårdbyggnadsprojekt – och där materialval inte styrs av tradition utan av innovation, hållbarhet och livskvalitet.

Reflektion och framtidsspaning

När vi inledde projektet var trä i komplexa byggnader fortfarande något oprövat – kanske till och med otänkbart. Idag ser vi ett växande intresse och en större förståelse för möjligheterna, men vi behöver mer kunskap. För att framtidens arkitekter och ingenjörer ska kunna ta trä till nästa nivå krävs en satsning på utbildning – där träbyggnad blir en självklar del av arkitekt- och ingenjörsutbildningar.



VIKTOR AHNFELT

Arkitekt SAR/MSA

Mail: VAH@cfmoller.com



VENDELA MARTINAC

VD, Associerad partner,

Arkitekt SAR/MSA

Mail: VMC@cfmoller.com



Enköpings kommunhus, 2025. C.F. Møller Architects

Centrum för Vårdens Arkitektur



CRISTIANA CAIRA

Konstnärlig professor på Chalmers
Mail: cristiana.caira@chalmers.se

Vilka är ni?

Centrum för Vårdens Arkitektur (CVA), på Chalmers, är Sveriges ledande centrum för utveckling, utbyte och spridning av kunskap om vårdens fysiska miljöer för aktörer verk-samma inom området.

Drivkraft

CVA är en nationell nod för kunskapsspridning och utveckling av vårdens fysiska miljöer. Frågan om hållbart byggande och möjligheter till användning av trä i den bärande stommen i vårdbyggnadsprojekt är mycket relevant för CVA:s nätverk, både nationellt och inter-nationellt.

Bidrag

Vi bidrar med kunskap om riktlinjer och krav som ställs på dagens vårdbyggnader, med särskilt fokus på de krav som kan påverka val av stomme för en byggnad. Vi utgår från aspekter som funktion, geometri, hygien, framtidssäkring och utrustning. Medverkat i projektet har Cristiana Caira, Konstnärlig Pro-fessor i vårdens arkitektur på Chalmers och Karl-Johan Gydell, forskningsassistent på Chalmers.

Förväntade resultat

Vi hoppas att projektet väcker ett allmänt in-tresse kring användning av träkonstruktioner för vårdbyggnader, och att det leder till nya spännande utvecklingsprojekt.



KARL-JOHAN GYDELL

Forskningsassistent på Chalmers,
Arkitekt SAR/MSA
Mail: gydell@chalmers.se

Masonite Beams

Vilka är ni?

Masonite Beams AB är den ledande lättbalks-tillverkaren i Norden. Vi har under åren medverkat i många forskningsprojektet.

Drivkraft

Vi har sedan starten av lättbalksproduktionen 1974 arbetat med att utveckla byggsätt och byggsystem med lättbalkar. Vi vill vara med och utveckla träbyggandet i Sverige och utmana våra produkter och byggsystem i nya applikationer. Samarbete med andra aktörer inom byggbranschen och med aktörer från forsknings- och utveckling är viktigt för oss och vår utveckling.

Bidrag

Vi bidrar med många års erfarenhet av byggkonstruktion och utveckling av byggsystem och byggsätt. Vi har även erfarenhet av projekt med högt miljöfokus och klimatberäkningar. Medverkat i projektet har Tommy Persson, teknisk chef, och Mikael Thors, konstruktionschef.

Förväntade resultat

Vi hoppas att projektet ska bidra till ökad kunskap om träbyggande i sjukhussammanhang och att vi slutligen kan bidra till byggandet av ett sjukhus i trä. Vi hoppas också få en större förståelse för beräkningar av bjälklagsvibrationer enligt kommande Eurokod innan det implementeras.



MIKAEL THORS

Konstruktionschef

Mail: mikael.thors@masonite.se



TOMMY PERSSON

Forsknings- och utvecklingschef

Mail: tommy.persson@masonite.se



Utsikten, Beställare: Glommen Lindberg, Byggentreprenör: Grönbo. Arkitekt: Scott Rasmusson Källander, Enköping, 2020,

Moelven ByggModul

Vilka är ni?

Moelven Byggmodul bygger i stort sett bara moduler, alltifrån byggbodar och skolor/förskolor till flervånings-, flerbostadshus, men också några vårdbyggnader, antingen som tillfälliga evakueringar eller avsedda för permanent användning. Projekt genomförs oftast som totalentreprenader.

Drivkraft

Vi vill lära oss mer om hur man samverkar och hittar lämpliga kombinationer med andra träbyggnadssystem och ser också en kommersiell potential i projektet. Vi vill visa att träbyggnadssystem kan uppfylla relevanta funktionskrav och leverera robusta sjukhusbyggnader.

Bidrag

Vi har arbetat med vårdrum, eftersom det är den delen av ett sjukhus som vår byggteknik bäst kommer till sin rätt. Arbetet har skett i samverkan med både arkitekter och installationssakkunniga. I projektet har Lars Sörsjö, teknisk expert, och Henrik Ödeen, teknisk chef, medverkat.

Förväntade resultat

Vi hoppas att projektet leder till en förändrad syn hos MSB och att vi, i samverkan med leverantörer av andra träbyggnadssystem, får möjlighet att leverera till permanenta lokaler i sjukhusbyggnader och inte bara för evakuering av verksamheter under ombyggnad.



LARS SÖRSJÖ

Teknisk Specialist

Mail: lars.sorsjo@moelven.com



HENRIK ÖDEEN

Teknisk Chef

Mail: henrik.odeen@moelven.com

Moeleven Töreboda



ERIK JOHANSSON

Konstruktionschef

Mail: erik.johansson@moelven.se

Vilka är ni?

Moelven Töreboda startades 1919 och är idag världens äldsta limträfabrik. Vi tillverkar både mindre och större limträbalkar samt även bågar som används i bland annat idrotts-hallar, simhallar, ridhus, träbroar, skolor och flerbostadshus. Vi har en gedigen projektavdelningen med bred kompetens för både små och stora projekt.

Drivkraft

För att vi har fantastiska produkter som inspirerar oss att göra världen lite bättre. Vi vill bygga en hållbar framtid i trä!

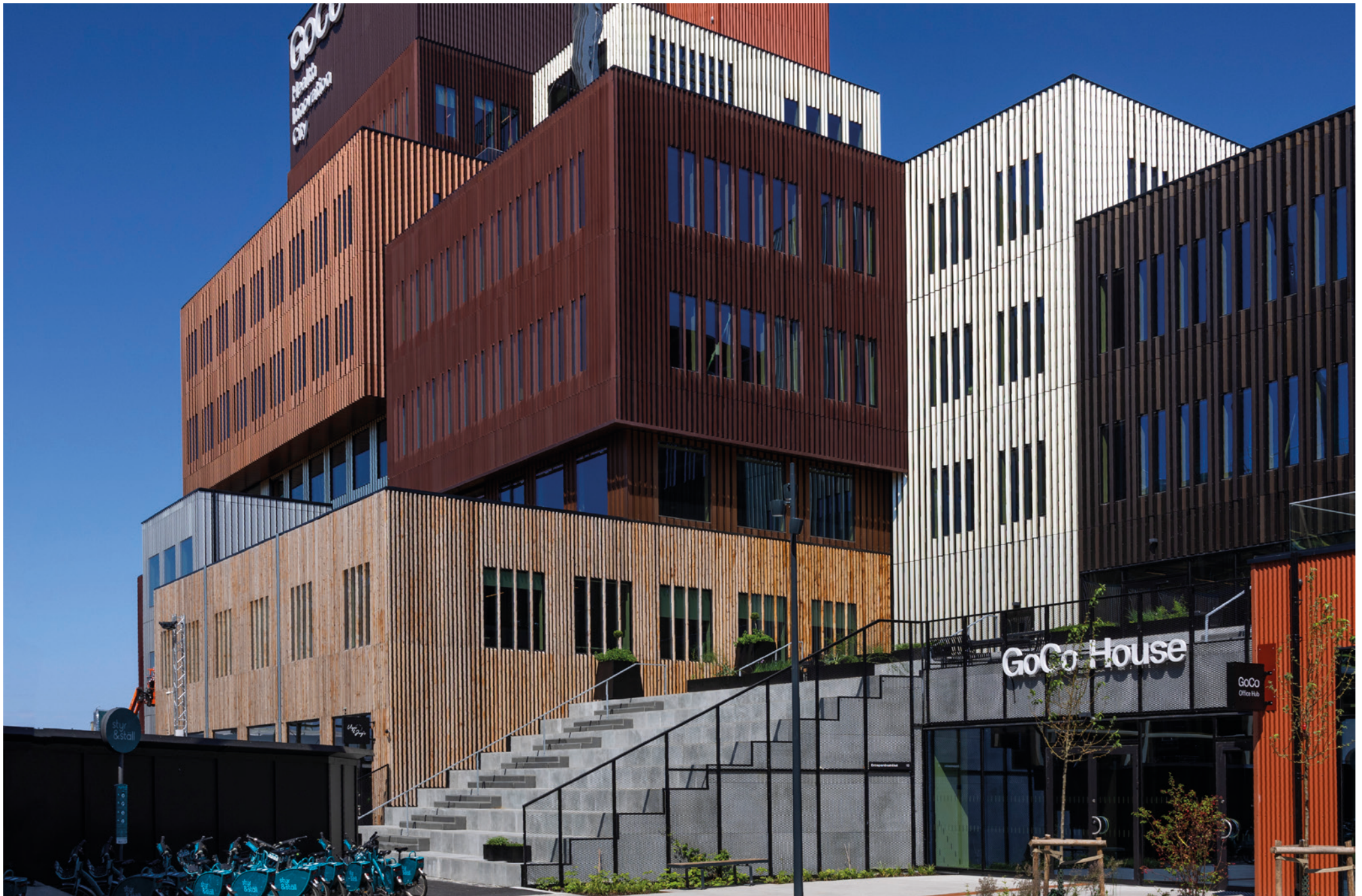
Bidrag

Vi bidrar till projektet med specifik kunskap

om limträ och stora träkonstruktioner. Vår gedigna teoretisk och praktiska erfarenhet bidrar med kunskap till att lösa frågeställningar i projektet och utveckla realistiskt byggsystem och konstruktioner som skall kunna verka på ett bra sätt under hela sin livscykel. Medverkat i projektet har Erik Johansson, konstruktionschef.

Förväntat resultat

Vi hoppas kunna komma ett eller några steg framåt i utvecklingen för att kunna bygga mer komplexa och robusta stommar i trä. Även en ökad förståelse för vilka krav som ställs för byggandet av sjukhusbyggnader och hur det påverkar utformningen av den bärande stommen.



GoCo House, Mölndal, 2023. Hybrid med limträstomme från Moelven.

Region Västerbotten

Vilka är ni?

Region Västerbotten fastighet representerar regionen som fastighetsägare och planerar och genomför samtliga regionens byggprojekt. Vi förvaltar alla regionens lokaler i hela länet. I Västerbotten äger och förvaltar vi Norrlands universitetssjukhus i Umeå och sjukhusen i Skellefteå och Lycksele. Vi äger och förvaltar hälsocentraler, folkhögskolor och tandkliniker.

Medverkat från Fastighet i Umeå har främst Simon Bäckström, Tekniskamordnare Bygg, och Lukas Bergner, projektchef.

Drivkraft

Största drivkraften är och har varit att se möjligheten att bidra till möjligheten att bidra till ett byggande med lägre och bättre klimatpåverkan.

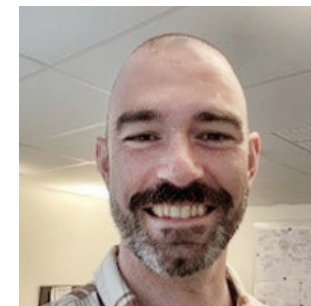
Bidrag

Vi har främst bidragit som en fiktiv beställare till projektet, där vi har varit med och försökt fånga upp vad som är extra viktigt eller inte för att få ett så relevant projekt som möjligt för beställare av sjukhusbyggnader.

Vi har även bidragit med ritningar av ett befintligt sjukhusprojekt som har varit grunden för just detta projekt. Allt för att få ett så likt jämförelseprojekt som möjligt, men byggt med mer traditionella byggmetoder

Förväntat resultat

Vår förhoppning är att det här projekt ökar diskussionen om möjligheten att bygga mer med trä även i sjukhusmiljöer. Sedan självklart också ökad användning av trä i andra komplexa projekt med högt ställda tekniska krav för exempelvis vibrationer, brand, renhet, akustik.



SIMON BÄCKSTRÖM

Tekniksamordnare Bygg

simon.backstrom@regionvasterbotten.se



LUCAS BERGNER

Projektchef

lucas.bergner@regionvasterbotten.se



Högteknologi i operationssal, Region Västerbotten,

RISE

Vilka är ni?

RISE Research Institutes of Sweden är Sveriges forskningsinstitut. Vi arbetar för att stärka näringslivets konkurrenskraft och förnyelse samt främja offentlig sektors förmåga att bidra till lösningar på samhällets utmaningar.

Drivkraft

Vårt uppdrag som innovationspartner är att stödja näringslivets och offentlig sektors utveckling. Vi initierade projektet för att regionerna behöver minska sitt koldioxidavtryck och träbyggsektorn behöver öka sin konkurrenskraft.

Bidrag

RISE är projektledare och bidrar med forskare som har kompetens inom brand, vibrationer och hållbarhet. Vi arbetar för att förstå samhällsutmaningar och näringslivets behov

av utveckling för att öka konkurrenskraften och stödja en förflyttning mot att uppfylla framtida krav. Medverkat i projektet har Kirsi Jarnerö, forskare inom träbyggande och vibrationer i träbjälklag, Alar Just, forskare inom brand i träbyggnader, Diego Pen och Uniben Tettey, forskare inom hållbarhet samt Pierre Landel, konstruktör och träspecialist från ProDesign samt Magnus Falk, projektledare.

Förväntade resultat

Vi hoppas att projektet inspirerar till användning av trä som konstruktionsmaterial i sjukhusbyggnader. Vi vill att aktörerna i sektorn känner trygghet i att använda trä och att projektet leder till fördjupade forsknings- och utvecklingsprojekt. Vi ser fram emot att fler regioner väljer trä som konstruktionsmaterial för att minska klimatpåverkan och effektivisera byggandet.



MAGNUS FALK

Projektledare / Projektutvecklare
Mail: magnus.u.falk@ri.se



KIRSI JARNERÖ

Forskare inom träbyggande och vibrationer i träbjälklag
Mail: kirsi.jarnero@ri.se



ALAR JUST

Forskare inom brand i träbyggnader
Mail: alar.just@ri.se



DIEGO PEÑALOZA

Forskare inom hållbarhet
Mail: diego.penaloz@ri.se



UNIBEN TETTEY

Forskare inom hållbarhet
Mail: uniben.tettey@ri.se



PIERRE LANDEL

Konstruktör - Träspecialist
Mail: pierre@prodesign.se



Mätning i Viared, Rise, 2025

Sitowise

Vilka är ni?

Sitowise är ett nordiskt konsultföretag verksam inom byggda miljöer. Vi designar smarta städer och platser där hållbara val utgör en stabil grund för det vardagliga livet. Vi är verksamma inom tre affärsområden: byggnader, infrastruktur och digitala lösningar.

Drivkraft

Projektet hade många intressanta frågeställningar och vi hade egen kunskap inom både industrialiserat träbyggande och krav på stommar i sjukhus att bidra med. Vi ser det som ett viktigt ställningstagande att medverka i forskningen.

Bidrag

Vi har bidragit med våra kunskaper om dynamiska egenskaper hos bjälklag och med

hjälp av beräkningar gett vägledning i vilka typer av verksamheter som lämpar sig för olika typer av bjälklag och spännvidder. Vi har också bidragit med kunskap om stomsystem för byggnader med blandad verksamhet och kravställning. Medverkat i projektet har Ingemar Källebrink, affärschef konstruktion öst, Johan Thored, teknikansvarig träkonstruktion och Daniel Wallin, uppdragsansvarig konstruktör.

Förväntade resultat

Eftersom vi konstruktörer ofta har stort ansvar för val av stomme, hoppas vi på vägledning i tidiga skeden av projekt. Det är viktigt att välja rätt stomme från början för att inte behöva backa i ett senare skede när kraven börjar utkristallisera sig.



INGEMAR KÄLLEBRINK

Affärschef Konstruktion

Mail: ingemar.kallebrink@sitowise.com



DANIEL WALLIN

Uppdragsansvarig Konstruktör

Mail: daniel.wallin@sitowise.com



JOHAN THORED

Uppdragsansvarig Träkonstruktion

Mail: johan.thored@sitowise.com

Svenskt Trä



TOMAS ALSMARKER

Chef Innovation & Forskning

Mail: tomas.alsmarker@svenskttra.se

Vilka är ni?

Svenskt Trä sprider kunskap om trä, trärprodukter och träbyggande för att främja ett hållbart samhälle och en livskraftig sågverksnäring. Vi representerar svensk sågverksindustri och är en del av branschorganisationen Skogsindustrierna.

Drivkraft

Vi vill främja användningen av trä i högre, större och mer avancerade byggnader än typ radhus. Vi ser potentialen i att använda trä i projekt som Växjö kommunhus, Magasin X och Sara Kulturhus/Wood Hotel.

Bidrag

Vi sprider kunskap och inspirerar till träbyggande genom att visa att trä är mer än bara carportar. Medverkande i projektet är Tomas Alsmarker, Chef Innovation & Forskning.

Förväntade resultat

Vi hoppas på ökad användning av trä i byggsektorn och att fler ser möjligheterna med trä i större byggprojekt.



Grand Central, Göteborg, Jernhusen (Svenskt Trä)

Södra

Vilka är ni?

Södra Skogsägarna ekonomiska förening – Södra, bildades 1938 ur idén om att vi är starkare tillsammans. I dag är Södra Sveriges största skogsägarförening med fler än 50 000 familjeskogsbrukare som medlemmar. Vi skogsråvaran till förnybara produkter inom fem huvudområden: skog, massa, trävaror, byggsystem och kemikalier.

Drivkraft

Eftersom Södra är en Svensk tillverkare av KL-trä och leverantör av stommar i KL-trä vill förstå möjligheter och begränsningar med KL-trä i vårdmiljöer, från enklare till svårare verksamheter med höga krav på funktion i stommen.

Bidrag

Vi bidrar med expertis och kompetens om KL-trä som material och erfarenheter kring tillverkning och montage/byggnation med KL-trä. Medverkat i projektet har Daniel Andersson, teknisk affärsutveckling, och Adam, Kihlberg, specialist byggteknik.

Förväntade resultat

Vi hoppas på kompetensutveckling inom tekniska områden kopplade till vårdbyggnader och sjukhus, samt ökad kunskap om träbyggandets möjligheter för att kunna bidra till alternativa lösningar för bärande stomme än de traditionella.



DANIEL ANDERSSON

Teknisk affärsutveckling

Mail: daniel.andersson@sodra.se



ADAM KIHMBERG

Specialist byggteknik

Mail: adam.kihlberg@sodra.se

White Arkitekter

Vilka är ni?

White är ett av Skandinavien's ledande arkitektkontor som har deltagit många forsknings- och utvecklings och vill med arkitektur driva omställning mot ett hållbart liv. White har erfarenhet av att projektera byggnader med stomme i trä och större sjukhusprojekt.

Drivkraft

Visionen för 2030 är att all vår arkitektur är formstark, regenerativ och klimatneutral. Drivkraften kommer ur en nyfikenhet att öppna upp möjligheten att nyttja ett material för att bygga sjukhus som både har positiva effekter på miljön ur ett byggperspektiv, och också för de personer som kommer att vistas i byggnaden.

Bidrag

Whites roll i projektet har varit att bidra med kompetens om projektering av vårdmiljöer, ta fram förutsättningar för rumslighet och iterera fram möjliga lösningar för en tänkt byggnad med en stomme i trä tillsammans med konstruktörer och leverantörer av stommar i trä. Whites huvudfokus har varit vårdavdelningar. Tillsammans med Moelven Byggmodul har vi studerat möjligheten att använda deras byggmoduler i en tänkt helhet. Medverkat i projektet har Mikael Lorensen, Arkitekt SAR/MSA, från Stockholm.

Förväntade resultat

Förhoppningen är att det här projektet kan bidra till att branschen hittar vägar att på ett självklart sätt kunna se möjligheter att även inom större sjukhusprojekt använda trä som stom- och byggnadsmaterial.



MIKAEL LORENSEN

Arkitekt SAR/MSA

Mail: mikael.lorensen@white.se



JENS AXELSSON

Arkitekt SAR/MSA

Mail: jens.axelsson@white.se



Nya Centralsjukhuset i Karlstad, trästomme med tegelfasad, 2025. White Arkitekter



Nya Centralsjukhuset i Karlstad, work-in-progress-bild, 2025. Foto: Magnus Falk



HT.

REDAKTION SLUTRAPPORT

Kirsi Janerö, RISE

Cristiana Caira, CVA/Chalmers

GRAFISK FORM

Mårten Lindquist, C.F. Møller Architects

HIT.

Hälsa i Trä.

**RI
SE**

CHALMERS

CVA Centrum för
VÄRDENS ARKITEKTUR



**SVENSKT
TRÄ**



SÖDRA

**region
västerbotten**



MASONITE



Moelven

white

**CF MØLLER
ARCHITECTS**

SITOWISE



ACOUWOOD

ByggDialog



AFRY