
Utforma energieffektiva kvarter

*- metoder och verktygsflöden för att
optimera energianvändning, inomhusmiljö och
solenergi i kvarter*

ARQ-rapport 4:2020, 16:2021

Energimyndighetens projektnummer: 50401-1

IEA SHC Task 63 Solar Energy Neighborhood Planning





Rapporten är författad av Marja Lundgren, ansvarig för Whites deltagande i IEA Task 63 Solar Neighborhood Planning, och Caroline Cederström. Lundgren och Cederström har även ansvarat för det som i rapporten kallas forskningsinjektioner.

FoU-arbetet är en del i arbetet inom International Energy Agency (IEA) Solar Heating and Cooling (SHC) Task 63 Solar Neighborhood Planning, ett internationellt forskningsprojekt lett av Lunds Tekniska Högskola.

Studien har genomförts med stöd av E2B2, finansiering av Energimyndigheten, Stiftelsen ARQ, White och Sagax.

ARQ är samlingsnamnet för två fristående stiftelser: Stiftelsen för arkitekturforskning och Forskningsstiftelsen för Samhällsplanering, byggnadsplanering och projektering. Dessa instiftades av White arkitekter AB, som är ett medarbetarägt företag grundat 1951. White gör avsättningar till ARQ i enlighet med ägarnas beslut. Läs gärna mer på: <https://larqforsk.se/lom-oss/>

Illustration White arkitekter.

© 2022 / White arkitekter AB

Innehåll

Sammanfattning

Förklaringar

Kunskapsgrund

Staden och byggnadernas energieffektivitet

Staden och byggnadernas energiproduktion

Staden och byggnadernas mikroklimat

Staden och byggnadernas klimatavtryck

Konventionella verktygsarbetsflöden

Fallstudier

Fallstudie Veddesta

- förbättring av ett konventionellt arbetsflöde i ett komplext projekt

Fallstudie NDS Stadsljus

- en okonventionell tävlingsprocess med förbättring av arbetsflödet

Sammanfattning

Utformningen av städer står inför stora utmaningar när urbanisering och klimatförändringar samverkar. Nybyggnad och omvandling av kvarter ska klimatanpassas och vara klimatsmarta med låga CO2-utsläpp. Det innebär att kvarter ska utformas för lågt energibehov i drift, hög andel egen förnybar energi, gott dagsljus inne och gårdar med dagsljus, sol och skugga samt grönska som sänker temperaturer. I denna skrift beskriver vi hur en effektiv arbetsprocess kan se ut, där digitala verktyg stöttar utvärderingen av kvartersutformningen.

BAKGRUND

Idag pågår flera stora och sammanfallande skeenden. De två vi kommer beröra är dels urbanisering och dels en allt mer akut planetär kris. Den ökande urbaniseringen har resulterat i att 87 procent av Sveriges befolkning bor i tätorter (SCB, 2018, Boverket, 2019) och i denna trend har vi sedan tidigt 2000-tal sett en allt ökande bebyggelsestäthet. De utmaningar och risker som identifieras med ökad täthet där fler människor delar på samma allmänna ytor är försämringar för sol- och dagsljus, grönytor, luftkvalitet, biologisk mångfald, hälsa och mikroklimat (IVA, 2017). Vi har även börjat se effekterna av klimatpåverkan i vår vardag med värmeböljor 2014, 2018, 2020, 2021 och därefter. Forskning har identifierat säkra gränser för mänsklig påverkan och när gränsen passeras drivs planetens system in i nya oklara tillstånd med direkta effekter på ekosystemen. Då samhällen lever med stöd av ekosystemen får detta direkta konsekvenser för mänskligheten. Den överträdda gräns som talas mest om är klimatförändringarna, där effekterna med extremväder varit synliga under ett antal år nu och en förändring är nödvändig för att vända trenden och lindra konsekvenserna. Totalt har nu sju gränser har redan överskridits (Kitzmann, N et al., 2025), varav två – klimatförändringar och förlust av biologisk mångfald anses vara mest kritiska.

Fokuset i detta projekt är att ge praktiken förutsättning att utforma hälsosamma boende- och levnadsmiljöer och med låga CO2-utsläpp. För det utformningsarbetet behövs interdisciplinära processer, metoder och välfungerade digitala verktygsarbetsflöden som på kvartersnivå optimerar energianvändning och solenergiutnyttjande med hänsyn till mikroklimat och grönska.

I denna skrift på svenska redovisas två svenska fallstudier mer i detalj, med fokus på interaktionen mellan arkitekturprocessen och den iterativa utvärderingsprocessen av hållbarhetsaspekter. I dessa fallstudier kompletterades och förstärktes den pågående projektprocessen med "injektioner" av nya verktyg i arbetsflödet. Vi beskriver hur den konventionella processen brukar se ut och vilka utvecklingsmoment som har tillförts i processen genom forskningsprojektet. Med erfarenhetsdelning vill vi skapa förutsättningar för praktiker att utveckla konventionella processer mot mer effektiva verktygsarbetsflöden.

I projektet har även en applikation, kallad WISE Daylight, baserad på kunskap från tidigare forskning*, utvecklats och tillgängliggjorts: Wise Daylight | White Arkitekter som stödjer ett förbättrat verktygsarbetsflöde i komplexa kvarter med utmaningar inom dagsljus.

I det internationella projektet IEA SHC Task 63 Solar Neighborhood Planning har vi delat erfarenheter som finns att läsa i engelska publikationer på <https://task63.iea-shc.org/publications>.

SLUTSATSER I KORTHET

I den konventionella plan- och byggprocessen tas viktiga beslut tidigt, baserat på begränsad information, som sedan läses i detaljplanen, som är ett juridiskt dokument. Dessa beslut skapar ramar som kan försvåra att nå goda lösningar på komplexa problem senare i processen. Projektet visar på möjligheten att utveckla fördjupade verktygsarbetsflöden som stödjer en process av högre kunskap i tidiga skeden.

Dialogen med de två teamen som deltagit i fallstudieinjektionerna under erfarenhetsworkshopen visade att den förändrade verktygsarbetsprocessen också förändrat samverkan mellan kompetenserna i projektet, den mellan hållbarhetskompetens och arkitektkompetens, samt även i fallstudien #Stadsljus med konstruktörskompetens. Det hade även förändrat samtalet med byggtvecklare i fallet med Veddesta 1:13. Insikterna var att fördjupningar och ökad kunskap via verktyg gav en tätare dialog och även en repertoar av utformnings- och dagsljusanalyser det gick

*Applikationen WISE_daylight är utvecklad av Alejandro Pacheco Diéguez (White Arkitekter), baseras på en metod för efterlevnad av dagsljuskrav kallad Advanced VSC, utvecklad av Alejandro Pacheco Diéguez (White Arkitekter), Iason Bouras och Marie-Claude Dubois (Lund University), finansierat av ARQ och Svenska Energimyndigheten.

att gå tillbaka till och hämta kunskap från i senare skeden. Arkitektsidan bygger hållbarhetskompetens och igenkänning genom upprepning av verktygsarbetsflöden i olika projekt, och känner igen hur resultaten presenteras och vad dessa säger. Att introducera nya verktyg, med nya illustrationer, analyser och resultat förutsätter mer avstämningstid mellan samtliga involverade kompetenser och byggherre.

Veddesta 1:13

I Veddesta 1:13 var fokus på förändringen av arbetsflödet att skapa en fördjupad förståelse av dagsljuset tidigt i planeringsprocessen. "Injektionen" bestod av ett utökat moment, i ett digitalt flöde baserat på en ekvation utvecklad i tidigare dagsljusforskning av I. Bournas, M-C. Dubouis och A. Pacheco Diéguez. Den bidrog till dagsljusanalyser på rumsnivå som påverkade utformningen. Fördjupningen gav även en förståelse kring vad den konventionella dagsljusanalysprocessen informerar och inte informerar om. Några slutsatser från fallstudie Veddesta 1:13 och dagsljusforskningsinjektionen var att den förändrade verktygsarbetsprocessen vägledde designteamet genom att:

- möjliggöra fördjupande analyser av parametrar som går att påverka i ett skede innan ramarna låses juridiskt i detaljplanen,
- det är avgörande att information är pedagogiskt presenterad för att mötet mellan specialister, arkitekter och byggherre ska underlättas,
- en standard-VSC tar endast hänsyn till avskärmningsvinkeln. Inte rumsdjup, rumshöjd, fönsterstorlek (låsta parametrar). En standard VSC kan därför skapa en falsk säkerhet.

>> Ett fördjupande steg mellan standard-VSC och dagsljusberäkning kan ge den information som behövs för att alla involverade: planerare, arkitekter, projektledare och byggherre ska förstå och utifrån detta ta informerade beslut.

#Stadsljus

Forsknings"injektionen" i #Stadsljus innebar att ett script för köldbryggeanalys som utvecklats av White

kördes på detaljer i fasaden som utformats i en utökad samverkansprocess mellan hållbarhetsstrateg, beräkningsspecialist, arkitekt och konstruktör. Här blev erfarenheten att scriptet inte gav lika mycket som den utökade samverkansprocessen. Analyser av köldbryggor är fortfarande en avancerad beräkning som körs av en expert. Det finns ännu inga informativa användarvänliga scripts som arkitekter kan använda (likt dagsljus).

Slutsatsen är att fortsatt forskning behövs för att leverera en förändrad verktygsarbetsprocess som kan vägleda designteamet kring köldbryggor i tidiga skeden.

- I projekt där byggnadsform eller andra förutsättningar gör att köldbryggornas utformning har en stor påverkan på energieffektiviteten saknas tillräckligt fokus och även erfarenhetskunskaper. Ett sätt att bygga kunskap i branschen vore referenskataloger med goda gestaltade lösningar med låg värmetransmission (köldbryggor). Det saknas idag.

>> Branschen och arkitektkåren skulle vara betjänt av en kunskapshöjning dels genom exempel, enligt ovan, dels genom fler köldbryggeberäkningar när avancerad gestaltning föreslås i program- och systemhandlingsskeden. Vanligtvis genomförs dessa i bygghandling, i förekommande fall. Eftersom köldbryggeberäkningar utgår ifrån detaljerade möten krävs också en väl utvecklad tanke om detaljen och samtidigt kräver köldbryggeanalyser hög beräkningskompetens. Byggnadsfysiker saknas ofta i plan- och projekteringsprocessen och köldbryggeanalyser efterfrågas inte vanligen i tidiga skeden.

Tack till

finansiärerna ARQ, Energimyndigheten genom E2B2 och Sagax, tack till samtliga deltagande i de två projektet som utgjorde fallstudier samt särskilt till de som deltog i de uppföljande erfarenhetsworkshoparna vid White, ledda av Caroline Cederström och Marja Lundgren:

Oskar Norelius, Milla Nyström, Nicholas Baker, Viktor Sjögren, Monica Hellekant, Ann-Sofie Ek.

Tack till kollegor som ingått i Whites övriga medverkan i IEA SHC Task 63 Solar Neighborhood Planning, vilka förutom Lundgren och Cederström var Nicholas Baker, Alejandro Pacheco Diéguez och Viktor Sjögren och till kvalitetsgranskning av Emma Wahlfridsson.

Förklaringar

AKTIONSFORSKNING

Syfte

Vi strävar efter att testa och utveckla metoder, verktyg och riktlinjer för att informera designprocessen på grannskapsnivå och i komplexa stadsplaneringsförhållanden med fokus energi, dagsljus- solljus, mikroklimat och grönområden. Vi dokumenterar utvecklade arbetsflöden, hur verktyg kan kombineras och utvecklas och skriver vägledning.

Metod och avgränsning

I två fallstudier kompletterades och förstärktes den pågående projektprocessen med "injektioner" av nya verktyg i arbetsflödet.

Dessa verktyg ger mer detaljerad information och djupare kunskap i ett skede i den ordinarie plan- och projektprocessen som vanligtvis har mindre information samtidigt som aktörerna måste fatta viktiga beslut som bestämmer framtida lösningar eller ramar för projektet. I två workshops samlade forskningsteamet det interdisciplinära projektteamen av arkitekter och hållbarhetspecialister för att prata om projektteamets lärdomar.

Här redovisar vi hur den konventionella processen och verktygsarbetsflödet brukar se ut för respektive frågeställning, energi, dagsljus osv. Därefter redovisar vi hur forsknings"injektionen" har utvecklat verktygsarbetsflödet och teamets lärdomar.

Mål

Vårt mål i FoU-projektet är att bidra till att förbättra projektprocessen för att nå längre med:

- Låg energianvändning
- Höga dagsljusnivåer inomhus
- Bra termisk komfort inomhus
- Bra utomhusmikroklimat
- Solenergiproduktion

och uppfylla alla andra krav som till exempel bullerreduktion.

KONVENTIONELL PLANPROCESS

Krav i PBL, PBF och BBR

I korthet ställs ett antal krav på detaljplanen, bygglovet, startbesked med kontrollplan och slutbesked.

Dessa styr upp den konventionella planprocessens verktygsarbetsflöden för att uppnå krav på energi, dagsljussolljus, mikroklimat och grönområden uttryckta i regelverket.

Vid tiden för dessa projekt gällde Boverkets byggregler (BBR), konsoliderad 2020, som innehåller föreskrifter och allmänna råd till vissa krav i plan- och bygglagen, PBL, och plan- och byggförordningen, PBF. Slutbeskedet ges när alla krav i bygglov, startbesked och kontrollplan är uppfyllda.

Planerings- och projekteringsprocessen är konventionellt utformad så att verifiering sker när den ska visas för kommunen, det vill säga beror av om kravet i BBR/BFS ska redovisas uppfyllt i detaljplan, vid bygglov eller start och slutbesked. Samtidigt finns ett antal utformningsfaktorer som styr upp förutsättningarna för att uppnå dessa krav. Dessa utformningsfaktorer kan många gånger bestämmas i ett skede då ett krav ännu inte ska verifieras. På nästföljande sida redovisas i korthet hur en konventionell process brukar se ut med avseende på energi, dags- och solljus

BOVERKETS NYA BYGGREGLER

Boverket har utvecklat förändrad regelmodell kallad **Möjligheternas Byggregler** som ges ut i Boverkets författningssamling, BFS och ersätter BBR.

Boverket anmälde sitt förslag till nya byggregler för 2025 till EU vilket omfattar förändrade regler för dagsljus, solljus och rumshöjder medan anpassningen av energihushållningsreglerna till den nya regelmodellen inom Möjligheternas Byggregler trädde i kraft efter detta forskningsprojekts genomförande.

Staden och byggnadernas effektivitet

I detta avsnitt ges en kunskapsgrund för den som är ovan att fundera på arkitektur och utformning utifrån de parametrar som denna skrift fokuserar på: energieffektivitet, dagsljus-tillgång, solljustillgång samt förutsättningar för att omvandla solenergi till el och värme.

Följande delar kommer att behandlas utifrån det perspektivet:

- Formen på gator och kvarter
- En energieffektiv volym
- Ett energiproducerande klimatskal - *minska inverkan av köldbryggor*
- Klimatanpassning förutsätter naturliga lösningar
- Fyra avgörande faktorer för hälsosamma temperaturer
- Material, CO2 och klimatreducerande strategier

Formen på gator och kvarter

Formen på gator och byggnader bestämmer i hög grad hur mycket sol som når ytorna. Under vår, sommar och höst har vi tillräckligt stort solinfall för att räkna med att producera energi, el och värme med hjälp av solceller och solfångare. Solinfall och himmelstillgång avgör hur ljus inne- och utemiljön är och även risk för övertemperaturer. Sol och skugga, material och grönska påverkar temperaturerna på platsen. För att skapa ett gott klimat sommartid utan behov av kylning är det viktigt att undvika urbana värmeöar. Vintertid behöver vi ha täta och energieffektiva klimatskal.

STADSPLANERING

I tidiga stadsplaneskeden är det oerhört viktigt att ha med alla konkurrerande och bidragande aspekter tidigt. En stad och ett kvarter är en komplex helhet. För att åstadkomma behagligt ute- och inneklimat behöver vi särskilt tänka på utformning och dess relation till sol. Men det finns även många andra aspekter som det finns krav på. I en skrift som heter *Att hantera buller, dagsljus och energi i stadsplanering och energi* (E2B2) har konflikter mellan olika regelkrav och vad som krävs av planering och projektering beskrivits.¹ Vi kommer därför inte gå in på det så mycket. Här vill vi endast tala om komponenterna man inte får glömma bort:

- Förstå platsens förutsättningar ur sol och skuggsynpunkt,
- Tänk igenom volymernas inverkan på andra byggnader och självskugga,
- Gestalta utifrån avvägning mellan dagsljus, energiminimering och solinfall för att skapa goda innemiljöer som minskar behovet av el, värme och kyla och,
- Optimera nyttjandet av solpaneler som byggmaterial och på tak i balans med grönytebehov.



Grönytefaktor är ett sätt att räkna fram grönskans och ekosystemtjänsternas prestanda

1. C. Cederström, M. Hellekant Nilsson, L. Marlevi och Å. Stenman Norlander: *Att hantera buller, dagsljus och energi i stadsplanering och energi*,

En energieffektiv volym

Byggnadens volymutformning är betydande för energieffektiviteten. Samtidigt behöver en byggnad utformas för en funktion - en användning. Exempelvis behöver ett hotell, en bostad, en skola se olika ut för att inrymma olika funktioner. Regelkraven varierar också. Ett hotell har till skillnad från en bostad inte varaktig vistelse i rummen så därför ställs inte samma krav på dagsljus. En bostad ska nyttjas från barnåren tills man är gammal. Det betyder att hem nyttjas både över dagen och helgen av personer med olika behov. I ålderdomen kanske du inte kommer utanför hemmet och din balkong. Dagsljus och solljus är vitala för vår hälsa, påverkar pigghet och sömn, dödar bakterier och ger oss D-vitamin. Fönster är därtill unik i att erbjuda utblickar och variation i upplevelser.

PROJEKTERING

En volym och fasad ska utformas tillsammans så att ljuset når långt in samtidigt som den omslutande arean helst är mindre än eller lika stor som den inneslutande arean. Olika typologier som smalhus, punkthus, tjockhus etc har sina egna förutsättningar.

Det är viktigt att först tänka på användning och sedan på hur vi kan energieffektivisera. Det har varit en trend att allt ska vara så kvadratisk och tjockt som möjligt ur energi- och ekonomiskt perspektiv, men en byggnad ska stå länge och fungera långsiktigt. Då behöver vi även utforma långsiktigt med de kvaliteter som en byggnad behöver. En byggnad ska vara robust och klara kriser i en värld som inte bara är föränderlig utan även kräver krisberedskap:

- En generell byggnad erbjuder flera olika planlösningar, med bibehållet gott dagsljus, innanför byggnadsskalet.
- Geometriska variationer i fasaden kan skapa köldbryggor och öka andelen fasadyta, välj därför dessa med omsorg.
- Räkna på formfaktorn = relationen innesluten volym/ omslutande area för att se att byggnaden är effektiv. 1,0 och lägre är riktigt bra.
- Byggnadens tak, balkonger, burspråk mm kan vara en del i att avskärma sommarsolen och på så sätt minska effekterna av värmeböljor.
- Ha tillräckligt med öppningsbara fönster och planlösningar som erbjuder korsdrag. Att vädra

nattetid är viktigt för byggnader som inte ska vara beroende av aktiv kyla. Att kunna vädra även om elen går är viktigt även för byggnader med mekanisk ventilation.

- Detaljutforma konstruktionsmöten och geometriska variationer så att dessa minimerar köldbryggor, se mer i nästa avsnitt.



Höga byggnader kan ha en mycket gynnsam formfaktor samtidigt som fasadytan är relativt större när tak och grund utgör en mindre del av klimatskärmen (påverkar U-medelvärdet). Dessa kan därför vara energieffektiva trots stor andel fasad.

Ett energieffektivt klimatskal

- minska inverkan av köldbryggor

Materialval i konstruktionen och dess uppbyggnad kan vara olika energieffektivt. I detaljutformningen av klimatskalet - fasader*, tak och grund kan man minska värmeläckage. Lokala värmeläckage kallas köldbryggor. Dessa uppkommer antingen av geometrins utformning eller i materialmöten, där ett material leder värme för bra. Köldbryggor kan i normalfallet utgöra mellan 20-30% av energiförlusterna i en fasad.

Vi föreslår att mer detaljerade beräkningar används i gestaltandet av fasaden, dess geometri, konstruktion och materialmöten.

KONSTRUKTIONSMATERIAL

Olika material har olika värmeledningsförmåga, exempelvis har metaller hög värmeledningsförmåga och förlorar därmed värme från en varm till en kall yta på kort tid medan träullsisoleringskivor leder värme långsamt och lägre värmeledningsförmåga, både på grund av att träets egenskaper och på grund av all innesluten luft i isoleringsskivan.

MATERIALMÖTEN

När ett material som isolerar effektivt bryts av ett annat material (oftast av konstruktiva skäl) som har högre värmeledningsförmåga uppstår en värmeförlust i det mötet. Det kan ske i punktform eller som en linjär köldbrygga.

Ett exempel på punktformig köldbrygga är en infästning rakt genom klimatskalet. Ett exempel på en linjär köldbrygga är en längsgående anslutning av ett mellanbjälklag till en yttervägg.

GEOMETRI

En geometrisk köldbrygga uppstår när den yta som avger värmen (exempelvis fasadens utsida) är större än den inre yta som är varm. Ett typexempel är ytterhörn, se illustration.



Köldbryggor vid fönsteranslutningar är både material- och geometriskt beroende.



Geometrisk köldbrygga i ytterhörn.

ENERGIBERÄKNING

Köldbryggor har högre värmeförluster än omgivande konstruktion och räknas därför som ett påslag till "standarddelarnas" U-värden i energiberäkningen av klimatskalet. Det är viktigt att veta vad som redan räknats med i U-värdet för att inte räkna dubbelt.

KÖLDBRYGGEBERÄKNING

Det finns olika metoder för att ta hänsyn till köldbryggor. I boken "*Undvik fel och fallor med köldbryggor i nyproduktion*" lyfts följande vanliga metoder:

- Schablonpåslag, vanligtvis ett procentpåslag på UA-värdet (= transmissionsförluster genom klimatskal, Um-värde * omslutningsarean, Aom).
- Katalogvärden för olika typer av köldbryggor och konstruktioner.
- Projektspecifika beräkningar med simuleringsprogram.²

Val av metod bör ske väl anpassat till projektets skede. I den nämnda boken illustreras tre nivåer, en där energiambitionen är att nå BBR och två där ambitionen är att nå lägre energibehov än detta:

- *Schablonpåslag* kan vara en hjälp i tidiga skeden och projekt när man ännu inte vet vilket byggsystem som ska användas, dessa tar inte hänsyn till vare sig gestaltniong, byggsystem eller isolertjocklek.
- *Katalogvärden* för köldbryggor i vanliga konstruktionsdetaljer ger generellt större träffsäkerhet men ska senare i projektet stämmas av mot projekterade detaljer.
- *Beräknade värden*, där beräkningen sker med simuleringsprogram, måste man förstå att resultatet är helt beroende av att indata, programvaror är väl valda och den som utför beräkningen har rätt kompetens.

Fördelning av köldbryggor i tre olika byggsystem i en referensbyggnad (4 våningar högt lamellhus (9 x 30 m), rumshöjd 2,5 m, mellanbjälklagshöjd 0,3 m, bärande innerväggar 0,2 m, 3 m balkong per lägenhet exl. markplan) visar att största köldbryggekällan är fönsteranslutningar.²



Träreglar, i fuktsäkert utförande, är att föredra såväl framför stålreglar dels ur köldbryggesynpunkt och dels ur klimatpåverkanssynpunkt då båda är lägre för trä- än för stålreglar.

I boken rekommenderas projekt med ambitioner att nå längre än BBR att i *tidigt skede (vilket vi tolkar som programskede)* använda antingen avstämda katalogvärden eller beräknade värden, att i *systemhandling* och *bygghandling* använda avstämda beräknade värden.

Innan programskedet har vi ofta *stadsbyggnadsskedet* med detaljplaneutformning, här kan scablonvärden vara till hjälp.

Vi ser att det är viktigt att arbeta med att kontinuerligt bli kunnigare på hur stora köldbryggor konstruktioner och detaljer har och hur man kan minska dem. Att projekt efter projekt bidrar till en kunskapsbank av konstruktioner/ detaljutformning och dess köldbryggenivåer som teamet nästa gång har på näthinnan i de tidiga skedena när arbetet med utformningen påbörjas.

FÖNSTERANSLUTNING

Köldbryggor vid fönsteranslutningar är både material- och geometriskt beroende.¹ I större byggnader kan antalet löpmeter karm bli väldigt stort. Därför rekommenderas ofta färre och större fönster, vilket i sig kan skapa begränsningar i utformning som inte är till brukarens fördel. Rekommendationer ur boken "*Undvik fel och fallor med köldbryggor i nyproduktion*" är att diskutera följande punkter i projektering:

- *Utfackningsvägg (trä/stålregelstomme):* a) placera karmen i centrum av väggens isolerskikt. Observera att indragna fönster kan innebära en risk ur fuktsynpunkt i slagregnsutsatta områden. b) Isolera stålreglar med hjälp av en hård isolerskiva (mellan karm och regel).* c) Undersök möjligheten att överisolera karmen på utsidan. Dock måste fuktsäkerheten lösas.
- *Sandwichelement och betong med utanpåliggande isolering:* a) ersätt den konventionella betongklacken (som karmen ställs på) med en fibercementskiva eller liknande (OBS! Risk för fuktrörelser i skivan) eller ersätt betongklacken med intermittenta stålvinklar nedfrästa i isoleringen där infästningarna i den aktuella karmen finns. Dra ej stålet förbi karmens yttre sida - om detta alternativ ska användas måste isoleringen vara tillräckligt styv för att svällband eller liknande ska kunna sluta tätt. b) Om betongklack används - minska klackens dimensioner, både bredd och höjd. Använd högpresterande isolering i skiktet mellan klack och yttre skiva. c) Undersök möjligheten att överisolera karmen på utsidan. Dock måste fuktsäkerheten lösas.

2 T. Larsson & B. Berggren: Undvik fel och fallor med köldbryggor i nyproduktion, SBUF id:12801.

FORSKNING OCH PRAKTIK

Sedan 2011 har Björn Berggren, verksam vid Lunds Tekniska Högskola och Skanska samt Maria Wall, professor vid Lunds Tekniska högskola genomfört ett antal studier av kunskapsnivån i Sverige avseende transmissionsberäkningar -eller köldbryggeberäkningar. En studien från 2011 visade att kunskapsnivån i Sverige, avseende transmissionsberäkningar, var låg med stora risker för missförstånd och felaktiga beräkningar. En uppföljande studie, fem år senare kom till samma slutsatser.

Med den metod som oftast används i Sverige för att minska en byggnads totala energibehov är att utforma ett tätt och välisolerat klimatskal och som teknisk lösning tillföra frisk luft och bortföra luft med mekanisk ventilation, med värmeåtervinning. Den huvudsakliga orsaken till byggnadens värmebehov i denna typ av byggnader är därför relaterat till transmissionsförluster genom klimatskalet, där köldbryggorna kan stå för mer än 30 procent av transmissionsförlusterna. Bristande beräkningar och/eller uppskattningar av köldbryggor kan leda till stora konsekvenser. Dels för brukare, dels för konsulter och entreprenörer.

I studierna framgick att förenklade schabloner ofta användes, vanligen genom att öka en byggnads beräknade transmissionsförluster genom byggdelar med en procentsats, vanligen 20 procent. Forskarna menar att köldbryggors relativa påverkan på en byggnads transmissionsförluster kan variera mellan nära noll och över 30 procent, beroende av tekniska lösningar och beräkningsförutsättningar och att förenklade metoder med stor sannolikhet kan leda till att byggnaders energiprestanda beräknas fel och att dimensionering av försörjningssystem (främst värmesystem) utförs felaktigt. Att detta får konsekvenser i projekt är lätt att föreställa sig och det sker i verkligheten.

Under 2017 uppdaterade och förtydligade Boverket, de Svenska byggreglerna (BBR) att överlag invändiga mått ska ligga till grund för att kvantifiera byggdelar i samband med redovisning av Um-värde - det värde som övergripande beskriver hur välisolerad en byggnads sammalagda klimatskal är. Samma år kom även ett PM från Sveby, som ytterligare förtydligade areadefinitioner för branschen.

Under 2021, tio år efter den första studien och fem år efter den andra studien, genomfördes en uppföljande studie för att undersöka kunskapsläget.³

3 B. Berggren, M. Wall och B. Simanic: Köldbryggor – Hur har kunskapen utvecklats i Sverige", Bygg och Teknik, läst 20220727 på <https://byggteknikforlaget.se/koldbryggor-hur-har-kunskapen-utvecklats-i-sverige/>

Ett energiproducerande klimatskal

Kvartersformen, dess relation till omkringliggande byggnader, påverkar hur mycket sol fasader och tak får och hur mycket solenergi som kan produceras av dessa ytor. Idag kan solceller och solfångare ersätta andra fasad- och takmaterial, det går även att ställa solpanelerna på tak eller lägga dem som ett yttre skikt. Emellanåt är det konkurrens om de täta ytorna, i allt högre grad ersätter takytorna idag grönska och ekosystemtjänster. Vi behöver både ock, varför en optimering och balans behöver göras i varje projekt.

PLANERA FÖR ENERGIPRODUKTION

Solenergin ger som bäst energiproduktion mellan mars till oktober i Sverige. Solen står olika högt över dagen och året så det är bra att hålla reda på både solhöjder och väderstreck för att få en bra vinkel på ytorna, liksom en bra orientering. Det kan vara bra att komma ihåg att:

- En flack lutning på tak tar in mer av solbanan och ger därför en bra solel/värmeproduktion.
- Optimal lutning för solpaneler är 30-45 grader
- Vertikalt placerade solpaneler ger lägre instrålning men kan ges en dubbelfunktion, som fasadpaneler eller balkongbröstningar.
- För fasadpaneler kan värmen som alstras bakom solceller tas om hand för förvärmning.

REGLER OCH TILLSTÅND

I PBL-kunskapsbanken på Boverkets hemsida finns information om bygglovregler för solfångare och solcellspaneler. Det kan finnas lovplikt inom detaljplaner och utökad lovplikt i områdesbestämmelser. Särskilda förutsättningar gäller i kulturmiljö, både i områden och för enskilda byggnader.

Flera kommuner har gett ut vägledningar för bygglovsprövning av solenergianläggningar. Enligt regelverket är det skillnad på utanpåliggande (reversibla) och integrerade solpaneler. Läs mer hos din kommun eller se vägledningar i Stockholm ⁴, Göteborg, Malmö, Linköping med flera.

Brandskydd, utrymningsaspekter och elsäkerhet är andra delar som behöver planeras i samband med solenergianläggningar. Den lokala räddningstjänsten har

ibland egna vägledningar. ⁵
Eskilstunas räddningstjänst skriver:

"Solceller producerar el så länge de utsätts för ljus även om strömmen till byggnaden bryts via normala brytare, säkringar eller överspänningsskydd som löser ut. Det medför att solcellssystemets kablar vid alla tillfällen kan vara strömförande med upp till 1000 volt, om inte särskilda åtgärder vidtas. Denna spänning är direkt livsfarlig. Det finns idag etablerade systemlösningar för att minimera riskerna vid brand och höja säkerheten för räddningstjänstens personal vid en insats."
Kännedom om byggnaden ger en snabbare räddningsinsats, vilket innebär lägre återställningskostnader vid en eventuell brand.

Svensk solenergi har gett ut en vägledning om vad byggregler, elsäkerhetsregler och räddningstjänster anger. ⁶

4. Exempel Stockholms stads VÄGLEDNING Bygglovsprövning för solenergianläggningar går att hitta på https://bygglov.stockholm/siteassets/bygglov/atgarder/solceller-solpanel-solfangare/vagledning_bygglovsprovning-for-solenergianlaggningar.pdf

5.. Exempel Räddningstjänsten i Eskilstuna har tagit fram vägledning: <https://www.eskilstuna.se/bygga-bo-och-miljo/energi/solenergi/raddningstjanstens-rekommendationer-for-solcellsanlaggning>

6. Svensk Solenergis vägledning finns här: <https://svensksolen-ergi.se/wp-content/uploads/2021/09/Solcellsanla%CC%88gningar-och-brandsa%CC%88kerhet.pdf>

Klimatanpassning förutsätter naturliga lösningar

Städer måste anpassas till de pågående klimatförändringarna genom att bibehålla, utveckla och stärka naturliga lösningar. Vi behöver spara natur, träd och biologisk mångfald för att hantera klimatförändringarnas effekter som ökad nederbörd, ökad torka och värmeböljor. Vi behöver även anlägga grönska och balansera mängden hårdgjort och bebyggt.

NATURLIGA LÖSNINGAR

Naturliga lösningar som bygger på vad naturen, det gröna och den biologiska mångfalden ger oss brukar även kallas ekosystemtjänster. Dessa skapar robusta ekologiska villkor för att möta kommande klimatförändringar och skapa attraktiva utemiljöer. Man brukar dela in i *stödjande, reglerande och kulturella ekosystemtjänster*. Till de stödjande ekosystemtjänsterna räknas biologisk mångfald och det samspel som sker mellan arter och deras livsmiljöer inom ekosystemet. De reglerande omfattar klimatreglering, luftrening, pollinering och dagvatten- och dagvattenvattenhantering. Utemiljöer bidrar även med kulturella ekosystemtjänster som inverkar på fysisk hälsa, mentalt välbefinnande, ger kunskap och inspiration, stödjer social interaktion och stärker en kulturell identitet. Detta kan vidareutvecklas med fler attraktiva vistelseytor.

Tillgångar till grönstruktur och vatten innebär ett ekologiskt och ekonomiskt värde som erbjuder balansering av klimatförändringar, så som extremväder, förändrad nederbörd och värmeböljor. Stadens grönytor och träd har viktiga klimatreglerande funktioner. Fler och starkare värmeböljor innebär ökade hälsorisker, särskilt för sjuka, äldre och små barn. Det är därför viktigt att arbeta med växtlighet och vatten som på olika sätt ger skugga och svalka samt sänker luft- och strålningstemperaturer sommardag. Med grönska minskar risken för lokala värmeöffekter. Träd, pergolor med klätterväxter, spegeldammar är exempel på vad som kan inkluderas i utformning av kvartersmark för att bidra till skugga och svalka.

I staden är buller och dålig ljudmiljö ett växande problem i staden. Buller ökar med hårda ytor medan "mjuka ytor" med vegetation och jord har en bullerdämpande effekt.* Hur stor effekt grönskan får i det enskilda fallet beror på många olika faktorer men genom att öka andelen gröna markytor, gröna väggar och gröna tak kan bullernivåer sänkas med flera dB. Naturljud och vatten kan också användas för att maskera buller.

ANALYS OCH VERKTYG

Analys av platsens ekosystemtjänster och naturvärden och lokala komfortförhållanden viktiga verktyg. För analysen av komfort är vindförutsättningarna och den direkt solinstrålning vital. Det direkta solljuset reflekteras eller absorberas av mark, byggnader och växtlighet. Variationer i bebyggelsens geometri, dvs byggnaderna och vegetationens höjd, avstånd och orientering ger upphov till lokala temperaturskillnader som under dagen är mycket större än förändringar i lufttemperatur. En klar sommardag kan strålningstemperaturen från dessa ytor skapa skillnader upp mot 20 grader mellan en solbelyst öppen plats och en skuggad plats. Byggnader kan skugga men även avge absorberad värme till omgivningen. Vegetation har kapacitet att fördröja dagvatten, skapa skugga och utjämna temperaturen.



Naturliga ytor ökar infiltration och sänker temperaturer.

Fyra avgörande faktorer för hälsosamma temperaturer

Sol och skugga, material och grönska påverkar temperaturerna på platsen. För att skapa ett gott klimat sommartid utan behov av kylning är det viktigt att undvika urbana värmeöar.

För att nå de mål om klimatanpassning och attraktiva och multifunktionella utemiljöer behöver dagens och morgondagens temperaturer studeras utifrån förändringar (byggnader, vegetation och vistelseplatser) med fokus på vindriktningar- och vindhastigheter, solinstrålning och strålningstemperaturer (värmekartering).

MIKROKLIMATPLANERING

Solinfall och himmelstillgång avgör hur ljusmiljön är, hur mycket värme som absorberas, lagras och avges av material (med risk för övertemperaturer) och hur nederbörd kan tas om hand lokalt. Det finns fyra avgörande faktorer för hälsosamma temperaturer:

- Vindförhållanden på platsen och bebyggelseutformningens inverkan på lä, bris och blåst
- Solinfallet på platsen (beroende av topografi och omkringliggande bebyggelse)
- Materialens soluppvärmning och värmeavgivning (strålningstemperaturer)
- Naturinslagens temperatursänkning och vattenupptagning (fuktavgivning)

Scenarier av hur nya byggnader, vegetation och vistelseplatser påverkas av vindriktningar- och vindhastigheter, solinstrålning och hur avgivning av absorberad värme påverkar lokalklimatet (strålningstemperaturer) kan undersökas genom en värmekartering.

Det börjar bli vanligt att genomföra vindstudier och mikroklimatstudier (kombinerade vind + solstudier) som komplement till skuggstudier men det är fortfarande ovanligt att göra värmekarteringssimuleringar.

Vi föreslår att verktygsarbetsflödet utvecklas med värmekarteringar som även tar hänsyn till framtida klimatscenarier.*



Framtida klimatscenarior bör påverka hur vi ser på byggnaden. Det historiska energiperspektivet har varit att fokusera på vinterhalvåret. Såväl vinter- och sommarhalvåret förändras och med det behöver strategierna förändras.

Material, CO2 och klimatreducerande strategier

Att minska stadens och byggandets utsläpp av växthusgaser omfattar även de steg där byggmaterialen blir till. Nuvarande materialhantering leder även till förbrukning av resurser (uttag i en linjär kedja mot avfall) och i dess spår utarmning av viktiga ämnen och förlust av biologisk mångfald.

Staden behöver fungera så att ett långsiktig cirkulärt kretslopp kan bibehållas där material kan användas om och om igen utan att bli avfall. Nyttillkommande material bör främst vara förnybara, det vill säga växande material. Grönska i staden bidrar med mer än klimatanpassning och rekreation, grönskan tar även upp och lagrar koldioxid.

STADEN SOM MATERIALBANK

Innebär att samhällsaktörer behöver genomföra noggranna analyser av behov och gärna samverka kring detta.

Strategin behöver vara att i första hand nyttja befintligt och transformera och i sista hand bygga nytt, och då med hög grad av återbruk och återvunnet.

Återvinningstrappan för städer, kvarter och byggnader:

- 1) bibehålla underhålla
- 2) återbruka i ny form
- 3) återvinna

Då krävs demonterbart och giftfritt!

Det förutsätter att

- byggnader byggs om istället för rivs,
- nya tillägg planeras för lång livslängd med hög grad av användbarhet över tid,
- att nya tillägg utformas och byggs så att de är demonterbara och identifierbara, så att de ingående ämnena loggas både i digitala loggböcker och att märkning av byggdelar sker genom fysiska id-nummer,
- använd hälsosamma material, rena från farliga ämnen, så att dessa kan ingå i ett långsiktigt kretslopp där byggnadernas ingående komponenter nyttjas över lång tid.

MER FÖRNYBARA BYGGMATERIAL

För att minska klimatpåverkan från nya material behöver vi bryta mindre ur jordskorpan och använda mer av det som växer upp återkommande (förnybara material) och samtidigt se till att inte den lokala bearbetningen av marken leder till avfall. Det innebär att det som grävs bort lokalt vid bygget i första hand ska användas till markhanteringen lokalt eller nytt byggande. Exempelvis kan lera användas obränd som så kallad "rammed earth" eller som lerklining av väggar för tätning. De förnybara materialen kan förutom det självklara trä materialet även vara halm och annat snabbväxande material, även från annan industri (som livsmedelsindustrin) exempelvis stråhalm. Vi behöver utveckla materialkunskap och ta vara på gammal materialkunskap som är organiska. Av fuktskäl har byggindustrin sedan industrialiseringen övergått mer och mer till oorganiska material, men med kunskap om fukt kan vi se hur väl äldre byggnader fungerat med organiska material.

KLIMATREDUKTIONSBUDGET

Bygg- och fastighetssektorn stod 2021 för 22% av Sveriges utsläpp av växthusgaser. Enligt EU behöver vi minska vår klimatpåverkan med 90% till 2040 jämfört med 1990, och med 55% till 2030. Vi befinner oss samtidigt i en ökning genom utsläppen från nybyggnation. Det går att se på *Byggutsläppslistan*⁶ sammanställd av Architects Climate Action Network (ACAN) Sverige, en frivilligorganisation, byggherrarnas egna siffror, hämtade ur de klimatdeklarationer som lämnats in till Boverket. Det finns lagkrav på en klimatdeklaration av byggmaterials kedjet för nybyggnader, men inga gränsvärden och inte heller någon modell för klimatbalansering (att väga klimatutsläppen mot klimatupptag).

Det är de frivilliga initiativen som leder mot en reduktion. Flera städer ställer nu krav på klimatneutralitet vid markanvisningstävlingar (Malmö, Uppsala, Nacka). Bebyggelsestrukturen beräknas utifrån klimatpåverkan och en klimatbudget balanseras.

Det är därför viktigt med frivilliga initiativ att göra klimatreduktionsbudgetar och klimatbalanseringsbudgetar som innehåller ambitiösa målsättningar. I en budget ska den klimatpåverkan som genereras av de direkta utsläpp som uppstår i samband med materialproduktion och byggande, dels i form av utsläpp utspridda över tid från energianvändning under byggnadernas driftsskede. 2022

kom en klimatlag där delar av livcykeln ska beräknas, men budgeten är en målformulering för att nå längre. Klimatbudgeten gör det möjligt att se värdet av en viss åtgärd.

Hur står sig eventuell rivning och nybyggnad, respektive bevarande av befintliga byggnader i relation till den totalaklimatbudgeten? Frågan är komplex då en ny byggnad ofta är mycket mer energieffektiv i drift, men investeringen i nya material tillsammans med rivning av ev. befintlig byggnad innebär en kostnad i form av klimatpåverkan.

Systemgränserna för beräkningen, det vill säga vilka delar av livcykeln som ska innefattas väljs ur EU-standarden SS-EN 15978. Förutom att tillkommande material bedöms utifrån dess klimatpåverkan redovisas potentialen för materialet trä som kolsänka för biogent kol (positiv climateffekt). Eftersom kolupptaget sker separat utanför byggnaden, utspritt över flera år, redovisas det åtskilt från utsläppen. Klimatpåverkan från energianvändningen är relativt liten varje år, men pågår under hela tiden byggnadens är i bruk. Denna kan kompenseras med förnybar energi, som exempelvis sol. Observera att siffrorna för materialens påverkan, kolinlagring och energianvändning inte direkt kan likställas med varandra. Idag finns LMF30:s modell och även Uppsala kommun har en modell, se exempelvis Markanvisningstävling Rosendal etapp 4 i Uppsala.⁷

6. <https://www.bulistan.se/>

7. <https://bygg.uppsala.se/for-byggaktorer/markanvisningstavlingar/markanvisningstavling-etapp-4-rosendal/>

Konventionell verktygsarbetsflöde för dags- och solljus

När ett område planeras avgör utformningen av gator, volymer, fasader och planlösningar hur mycket ljus som når bostaden. Verifiering av Boverkets krav sker dock formellt först vid startbeskedet då en kontrollplan lämnas in*.

VERIFIERING AV LJUSKRAV

Funktionskrav och allmänna råd i BBR på dags- och solljus i bostaden kontrolleras i plan- och bygglovprocessen formellt först i startbeskedet då kontrollplan lämnas in. Samtidigt påverkar både gatuform, volymer på den egna byggnaden och omkringliggande, fasadutformning och planutformning hur mycket dagsljus och solljus som når de inre rummen.

För att få en uppfattning om utformningen skapar förutsättningar för att nå kraven i startbeskeden brukar därför vanligtvis en mycket grov digital dags- och solljussimulering genomföras i detaljplaneskedet. En detaljerad beräkning begärs in, ibland i förväg vid bygglovet och annars vid startbesked.

Mellan detaljplan och bygglov/startbesked pågår ofta många omtag och utformningsprocessen är iterativ där volum, planlösning och fasad påverkar varannat. Samtidigt saknas ofta dags- och solljusberäkningar för de mellanliggande designmomenten.



2:32 Verifiering - Allmänt råd (BBR, konsoliderad 2020)

För att säkerställa att den färdiga byggnaden uppfyller kraven i huvudförfattningarna och dessa föreskrifter bör byggherren i ett tidigt skede se till att detta verifieras. Verifieringen kan ske antingen under projektering och utförande eller i den färdiga byggnaden eller någon kombination därav. På vilket sätt verifieringen ska ske i det aktuella fallet fastställs i kontrollplanen. Om inget annat anges för kravvärdena i denna författning gäller att angivna gränsvärden inte får över- respektive underskridas. Vid beräkning, provning och mätning bör metodens osäkerhet beaktas.

Konventionell verktygsarbetsflöde för energiprestanda

När kvartersformen detaljeras kommer utformningen av volymen, fasader, tak och utskjutande delar samt konstruktionen i dessa att påverka hur energieffektiv en byggnad är. Verifiering av Boverkets krav sker dock formellt tidigast av byggnadsnämnden efter att kontrollplanen lämnats in.

VERIFIERING AV ENERGIKRAV

Krav på energiprestanda återfanns i Boverkets byggregler (BBR) och Boverkets föreskrifter och allmänna råd om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår (BEN). Vid verifieringen av byggnadens energiprestanda ska byggnadens energianvändning fastställas enligt BEN. Verifiering kan göras genom beräkning eller genom mätning. Mätning rekommenderas i BBR. Framöver återfinns detta i BFS som nämnts i inledningen.

I kontrollplanen anges om det är med beräkning eller mätning verifieringen av uppfyllda energiprestandakrav sker och kommunen kan även begära en certifierad sakkunnig. Anledningen till att det bör stå i kontrollplanen hur verifieringen ska ske är för att det då blir ett krav i startbeskedet. I beslut om startbesked fastställs kontrollplanen. Om det anges i kontrollplanen att beräkning ska göras för att verifiera byggnadens energiprestanda* så kan byggnadsnämnden förelägga byggherren att redovisa en sådan beräkning.

När byggnaden är färdig så kan byggnadsnämnden utifrån beräkningen göra bedömningen om byggnaden uppfyller energikraven. Om beräkningen visar att så är fallet så kan definitivt slutbesked meddelas (Boverket, hämtad 2024).

Samtidigt påverkar utformningen av volym, fasader, tak och utskjutande delar samt konstruktionen hur energieffektiv en byggnad kan bli. För att få en uppfattning om utformningen skapar förutsättningar för att nå kraven vid mätning i färdig byggnad brukar därför energiberäkning genomföras inför bygglovets eller kontrollplan (startbesked).

I hela utformningsprocessen från detaljplan till färdig byggnad pågår många omtag och utformningsprocessen är iterativ där volum, planlösning och fasad och konstruktionslösningar påverkar varannat. Samtidigt saknas ofta beräkningar för de mellanliggande designmomenten.

Fallstudie Veddesta 1:13

Fallstudien i Veddesta av ett bullerutsatt bostadsprojekt i två kvarter ligger alldeles intill och delvis ovanpå en ny kollektivtrafikknutpunkt med både ny pendeltågstation och ny buss-terminal. Projektet ligger dessutom i närheten av E18 vilket adderar till den höga ljudmiljön. Utmaningar som har studerats i detta projekt har varit dagsljus, direkt solljus, energi, termisk komfort och grönska under program- och systemhandlings-skedet.

I Fallstudien Veddesta 1:13 har en konventionell arbetsflödesprocess utökats med nya moment i en interdisciplinär process som sedan utvärderats. Avsikten med fallstudien har varit att finna ett effektivare verktygsarbetsflöde. Här redovisas både projektet, processen och erfarenheter

BAKGRUND

Projektet har ingått som en fallstudie i FoU-projektet *IEA Task 63 Solar Neighborhood planning*. I fallstudien har arbetsflödet studerats, analyserats och "injicerats" för att identifiera och effektivisera arbetssätt och verktygsflöde för måluppfyllnad av hållbarhetskrav. Fallstudien fokuserade på arbetet som ägde rum under framtagandet av systemhandling. I fallstudiearbetet har en form av följeforskning och en "injektion" möjliggjort en utvärderingsgrund för ambitionen att nå en förbättrad interdisciplinär- och beräkningsprocess med nya tillägg i de digitala arbetsflödena.

Projektet är ett resultat av en tävlingsvinst. Den hälsoaspekt som studerades under tävlingen var buller. I nästa skede, programhandling studerades grönytefaktorn, dagsljus, direkt solljus och energi i olika omfattning, vilket gav ett underlag för hur man behövde ta frågorna vidare i systemhandlingsskedet.

Efter systemhandlingsskedet såldes projektet till en ny bostadsutvecklare där ett omtag avseende planlayout, planlösningar och till viss del fasadgestaltning genomfördes. Den nya bostadsutvecklaren bytte även certifieringssystem, från miljöbyggnad till Svanen respektive BREEAM, där krav på till exempel dagsljus och energi är annorlunda formulerat.

I projektet delades kvarteren upp och enbart de byggnader som låg ovanpå bussterminalen projekterades för systemhandling för att säkerställa att de delar av projektet som påverkar andra aktörer i området höll utlovad tidplan till kommunen. Övriga delar av projektet projekterades till programhandling. Detta skedde under ägande av Sagax. Därefter såldes projektet från Sagax till Peab.

HÅLLBARHETSKRAV

Projektet behöver klara byggregler (BBR) och kommunens hållbarhetskrav. Krav i BBR som är relevanta i denna fallstudie är krav på energiprestanda och krav på dagsljus och solljus. I BBR vid denna tid angavs att samtliga bostäder ska ha åtminstone ett rum som nåddes av direkt solljus, dock angavs inte när på året eller i vilken tidsomfattning bostaden ska nås av direkt solljus. Projektets tolkning är att om bostaden inte nås alls av direkt solljus så kan det antas att kravet ej uppfylls. Utöver byggregler fanns kommunens hållbarhetskrav ställda i exploateringsavtalet: Miljöbyggnad (3.0) nivå silver och en grönytefaktor på 0.5 skulle uppfyllas. Kraven i Miljöbyggnad innebar att energiprestandan för byggnaderna maximalt skulle vara 60 kWh/kvm och år och att vistelserummen i byggnaden skulle nå en dagsljusfaktor om 1.0.



En komplex stadsdel ovanpå en ny busstation och i direkt anslutning till en ny pendeltågsstation. Utmaningar var särskilt buller, varierande byggnadshöjder (och höga i förhållande till svensk breddgrad) och hög densitet. Projektspecifika utredningar som genomfördes i olika skeden var: dagsljus, solljus, energianvändning, termisk komfort, solpotential och grönytefaktor.

ANALYSER DAGSLJUS & DIREKT SOLLJUS

VSC

Vertical sky component - redovisar hur mycket himmelsljus som når fasaderna.

Fördjupad VSC

Analys som visar dagsljusstillgång interiört beroende av parametrarna dagsljusstillgång fasader, rumshöjd, rumsdjup och fönsterstorlek

DF

Dagsljusfaktor i en punkt i projektets vistelserum. Redovisar andelen dagsljus inne i rummet förhållande till dagsljuset ute (i procent), under en perfekt molnig dag

Direkt solljus

Analys som redovisar hur många timmar direkt solljus når fasaderna

ANALYSER GRÖNYTEFAKTOR

GYF

Analys mängd grönska som ska uppnås inom kvartersmark, enligt kommunens definition.

ANALYSER ENERGI

Tidig energianalys

Analyserar hur väl klimatskärmens U-medelvärde (U_m) och formfaktor stödjer en låg energikonsumtion för byggnaden

Solcellspotential

Analys som visar hur mycket solel som kan produceras med solceller på byggnaden.

Energiberäkning

Traditionell energiberäkning av fastighetens energiprestanda enligt BBR och BEN

ANALYSER TERMISK KOMFORT

Termisk komfort

Analys som redovisar förväntad upplevd inomhustemperatur för vinter och sommar samt upplevd komfort. Redovisas i förväntad mängd personer som är nöjda/missnöjda med det termiska komforten

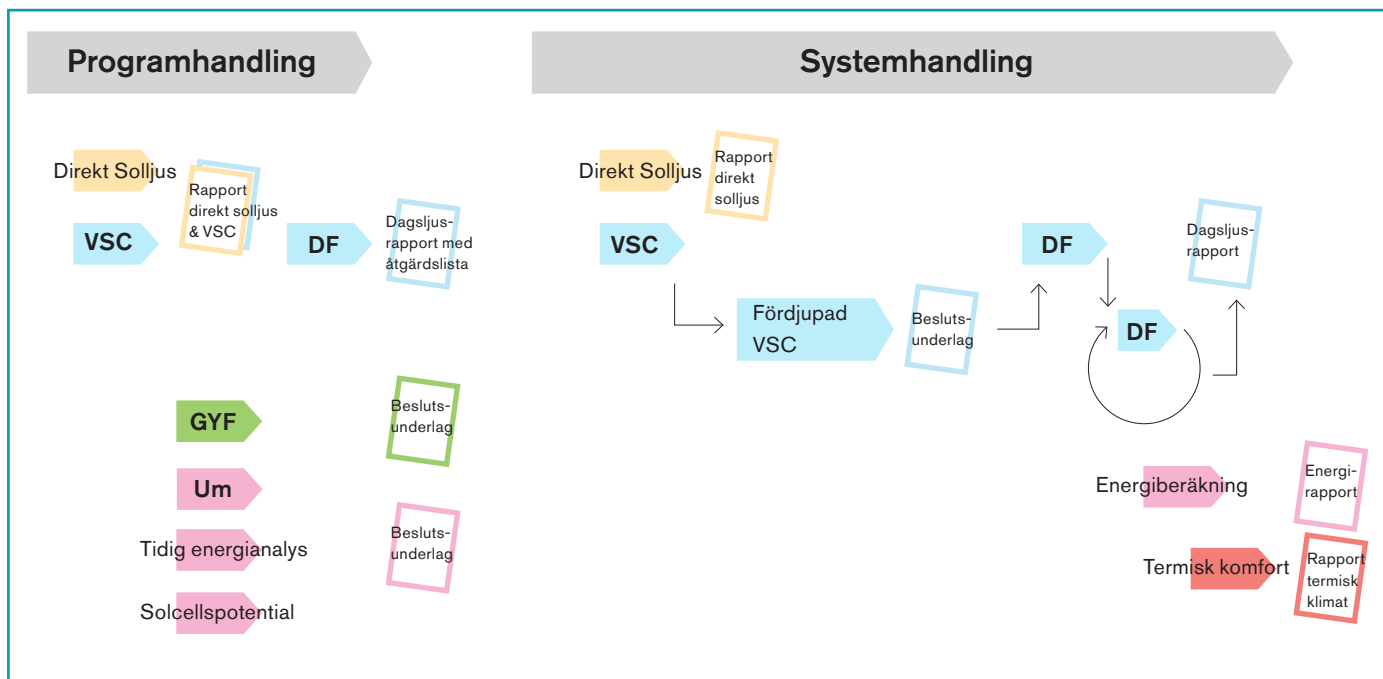


Illustration av hur verktygsarbetsflödet sett ut i fallstudien. De fördjupade VSC-momenten finns inte med i en konventionell arbetsprocess. Både en utökad hållbarhetsarbete på grund av områdets komplexitet och fallstudiens "injektion" har bidragit till att fler moment tillkommit och att tidiga analyser genomförts.

PROCESS DAGSLJUS

Den formella plan- och bygglovsprocessen anger att dagsljus (föreskrift + råd) ska kontrolleras i startbesked. Erfarenheterna är dock, både på stadsbyggnadskontorets och byggherresidan, att den fasad- och planutformning som godkänns i bygglovet är bra att kontrollera mot dagsljusfaktoruppfyllnaden. Därför lämnas ofta en dagsljusberäkning in inför bygglov.

Då dagsljusnivåerna inuti bostaden är beroende av omgivande byggnaders avskärmning, de egna byggvolymernas form och egenskuggning, samt fönsterandel, fönsterplacering och rumsdjup, avgörs utformningsaspekter i tidigare skeden. Med erfarenhet kring detta genomför White ofta en Vertical Sky Component (VSC) analys i mycket tidigt skede, inför en detaljplan. En sådan redovisar hur mycket dagsljus som når fasader.

Programhandling

I Veddesta 1:13 löpte detaljplanprocessen parallellt med programhandling. Under tidig programhandling togs en Vertical Sky Component (VSC) analys fram. Med den analysen kunde det noteras att det fanns flertalet områden inom kvarteren med låg tillgång på dagsljus på fasad. Exempelvis vid de så kallade gatten som skapats för att möjliggöra en tyst sida i lägenheter som annars skulle ha hamnat i ett bullerutsatt hörn. Andra fasaddelar med

lägre tillgång på dagsljus var innerhörnen i kvarteren, intill och under balkonger samt i bottenplan mot innergård. Fasader på övre våningarna i kvarteren liksom på höghusets oskuggade delar erhöll däremot god dagsljusstillgången.

Mot slutet av programhandling genomfördes en beräkning av dagsljusfaktorn i lägenheternas vistelserum. Denna beräkning visade på mycket stora utmaningar att nå byggregelns dagsljusråd på DF 1.0 (och Miljöbyggnads krav).

Dagsljusfaktorberäkningen sammanfattades i en rapport som kompletterades med en åtgärdslista avseende vilka lösningar som kunde prövas under systemhandling för att nå målpuffyllnad för dagsljus.

Systemhandling

För att kunna vägleda kunden i vilken åtgärd eller vilken kombination av åtgärder från åtgärdslistan som var mest intressanta för projektet prövades en ny metodik i systemhandlingen. Metodiken var utvecklad i ett tidigare FoU-projekt *Urban daylight metric* finansierat av ARQ och Energimyndigheten. Där hade en ekvation tagits fram baserad på beräkningsresultat av ett stort antal befintliga bostadsrum från olika årtionden*. Ekvationen

Standard dagsljusprocess

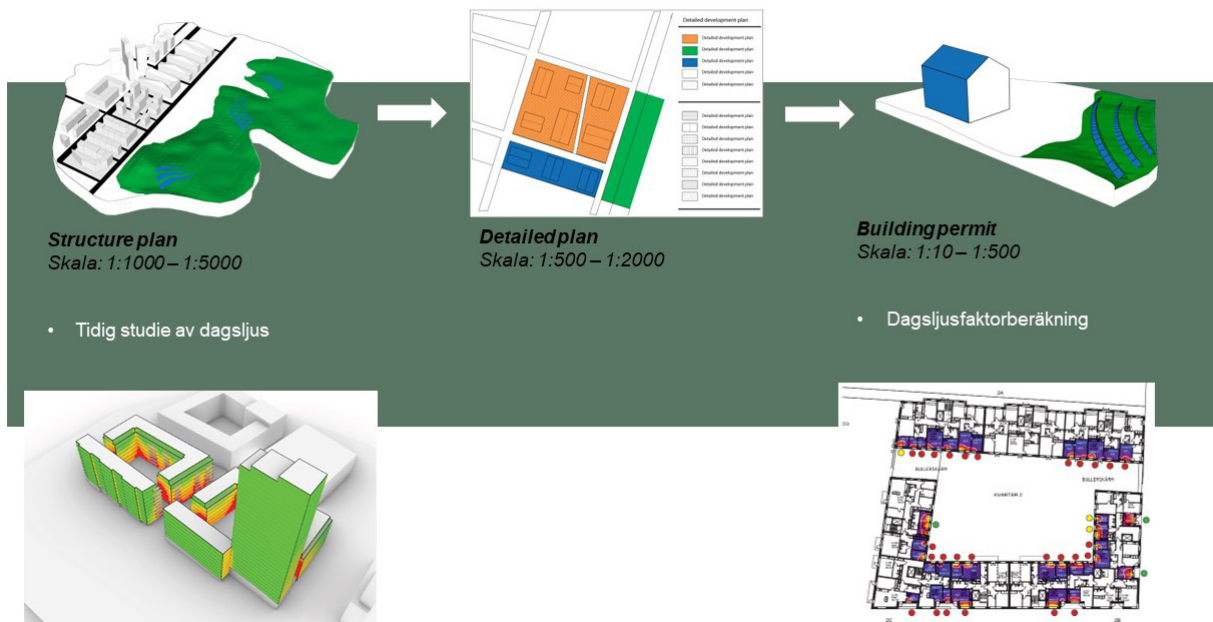
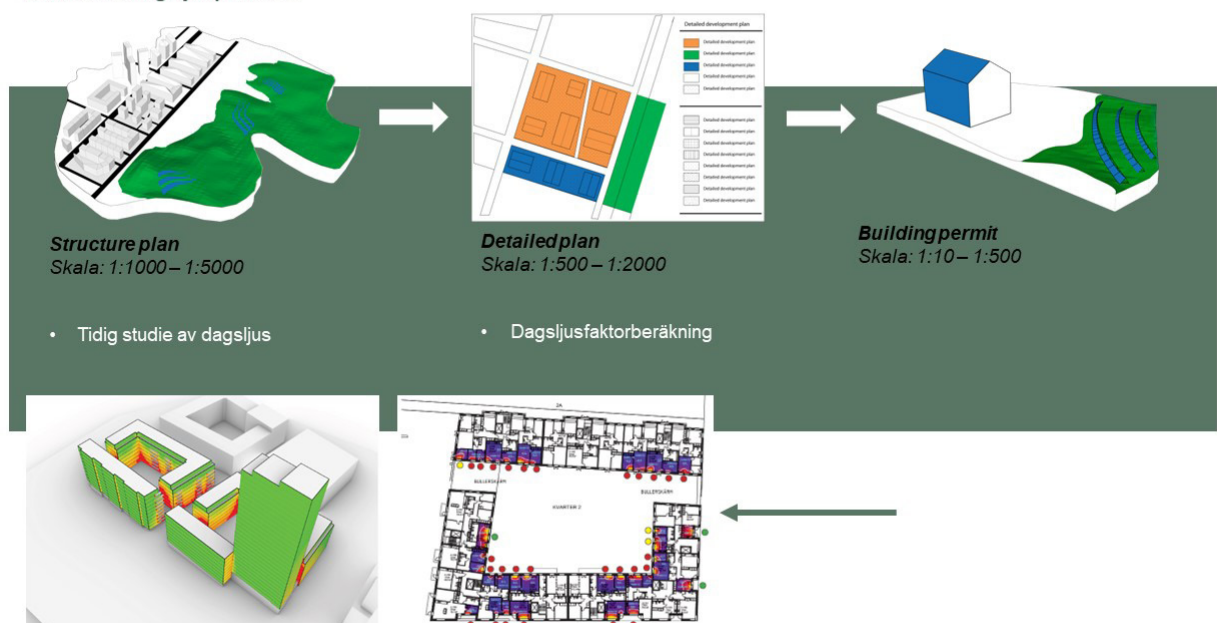


Illustration av en konventionell verktygflödesprocess, som den brukar se ut vid White i Stockholms stad. Det finns inga formella krav i plan- och bygglagen på dagsljusberäkningar före startbesked:

- Vanligtvis genomför en så kallad Virtual Sky Component (VSC). Resultatet ger en tidig indikation på hur bra förutsättningar vistelserum inom byggnaden kommer ha för att klara BBR:s krav för dagsljusfaktorn i en punkt. Resultatet delas in i tre huvudgrupper, låg tillgång (under 12% som illustreras med röd färg), medeltillgång (12–25% som illustreras med orange färg) samt hög tillgång (över 25% som illustreras med grön färg). Denna fingervisning är baserad på att rummen bakom fasaden är av standardstorlek enligt SIS SS 91 42 01 (max 6 m djupa och x meter breda).
- Vanligtvis efterfrågas en dagsljusberäkning inför bygglovgivning för att säkerställa att bostäderna klarar BBR.

I Veddesta genomfördes en extra dagsljusberäkning tidigt, i detaljplanskede, för att möjliggöra att den slutliga beräkningen inför bygglov skulle vara utan avvikelser från BBR.

Veddestas dagsljusprocess



E2B2 METODER ATT OPTIMERA ENERGIANVÄNDNING OCH SOLENERGI

byggdes utifrån korrelation mellan bostadsrummens rumsdjup, rumshöjd, fönsterstorlek och dagsljusstillgång på fasad (utifrån dess avskärmningsfaktor). Detta moment introducerades i fallstudien genom Whites medverkan i forskningsprojektet *IEA Task 63 Solar Neighborhood planning*. Den nya metodiken introducerades som en "injektion" i systemhandlingen.

Den tidigare dagsljusfaktorstudien (DF) hade redovisat behov av åtgärder för att klara dagsljuskraven. I det nyintroducerade beräkningsmomentet utvärderades aspekterna rumshöjd, fönsterstorlek och dagsljusstillgång på fasads inverkan på rumsdjupet, eftersom kunden önskade bibehålla planlösningarna från programhandlingen. Först gjordes en separat analys för varje aspekt/åtgärd för att därefter föreslå en kombination av åtgärder som kändes rimliga för projektet som helhet samt för att nå dagsljusfaktor 1.0. På detta sätt kunde man i projektet (kund, arkitekt, hållbarhesspecialist) förstå effekten av olika strategier och huruvida en kombinationerna av önskade åtgärder kunde vara tillräckliga. Denna analys sammanfattades i ett beslutsunderlag där kunden genom projektledningen kunde fatta beslut om vilka åtgärder som projektet skulle gå vidare med. Genom detta tillvägagångssätt kunde arkitekten arbeta in lösningarna med större fönsterandel, högre våningshöjder längst ned

i kvarteren (där dagsljusnivåerna var låga) samt indrag av översta våningen i Revit-modellen i ett samlat grepp.

När åtgärderna var inarbetade kunde en ny dagsljusfaktorberäkning genomföras. Processen gjorde att projektet tillförlitligt kunde ringa in åtgärder som resulterade i att de rum som låg i de mest utsatta delarna av projektet nådde BBR, med några få undantag.

Höghuset hade problem att nå dagsljusnivåerna, dels i de delar som kunde identifieras i den ursprungliga VSC:n, men även i den tidig dagsljusfaktorstudie i slutet av programhandlingen. Värt att notera var att i höghuset var det flertalet vistelserum som initialt inte klarade dagsljuskravet trots att tillgången till dagsljus på fasaderna var mycket god. Detta då bullersituationen hade medfört en planlayout där hisspaketet placerades vid fasad mot den bullerutsatta sidan mot norr och att flertalet lägenheter därmed blev enkelsidiga och ovanligt djupa i relation till husdjup. För de nedre våningarna där dagsljuset inte nådde fasaden för höghuset i samma utsträckning krävdes flertalet iterationer för att lösa fasadgestaltningen för att nå dagsljuskravet, där arkitekt och hållbarhesspecialist arbetade tätt med olika gestaltungsförslag som utvärderades och implementerades.

ERFARENHETER VERKTYGSFLÖDE

Förstärkt dagsljusprocess – "forskningsinjektion"

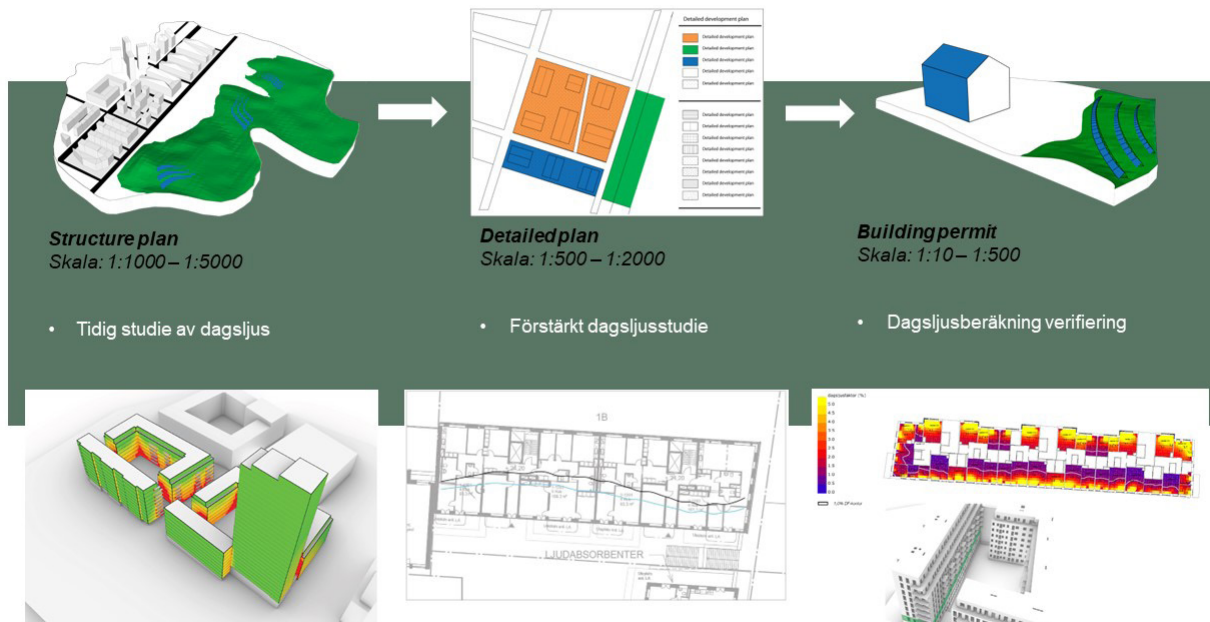


Illustration av fallstudiens verktygsflödesprocess med en "injektion" i form av en fördjupad dagsljuslaborering med en metod från ett tidigare FoU-projekt: *Urban daylight metric*:

- Efter den tidiga VSC och en extra tidigarelagd dagsljusberäkning identifierades dagsljusproblem.
- En fördjupad dagsljuslaborering (analys + parametriska tester) genomfördes med metoden från *Urban daylight metrics* för en huskropp (ovan). Justeringar av byggnad.
- Den slutgiltiga dagsljusberäkningen inför bygglov visar på att alla bostadsrum klarar BBR.

Fönster-vägg förhållande ökas
i steg om 5 procentenheter, blå = aktuell nivå enligt modell (50%)



Maximalt rumsdjup, fokusområde 2, plan 12 (entréplan)
1:400@A3

Rumshöjd ökas
i steg om 0,2m, blå = aktuell höjd enligt modell (2,7m)



Maximalt rumsdjup, fokusområde 2, plan 12 (entréplan)
1:400@A3

Motstående byggnadsvolym trappas in
i steg om 1,5m per våning, blå = aktuell volym enligt modell



Maximalt rumsdjup, fokusområde 2, plan 12 (entréplan)
1:400@A3

En rimlig kombination av åtgärder
blå = aktuell enligt modell, svart = åtgärder enligt punkter till höger

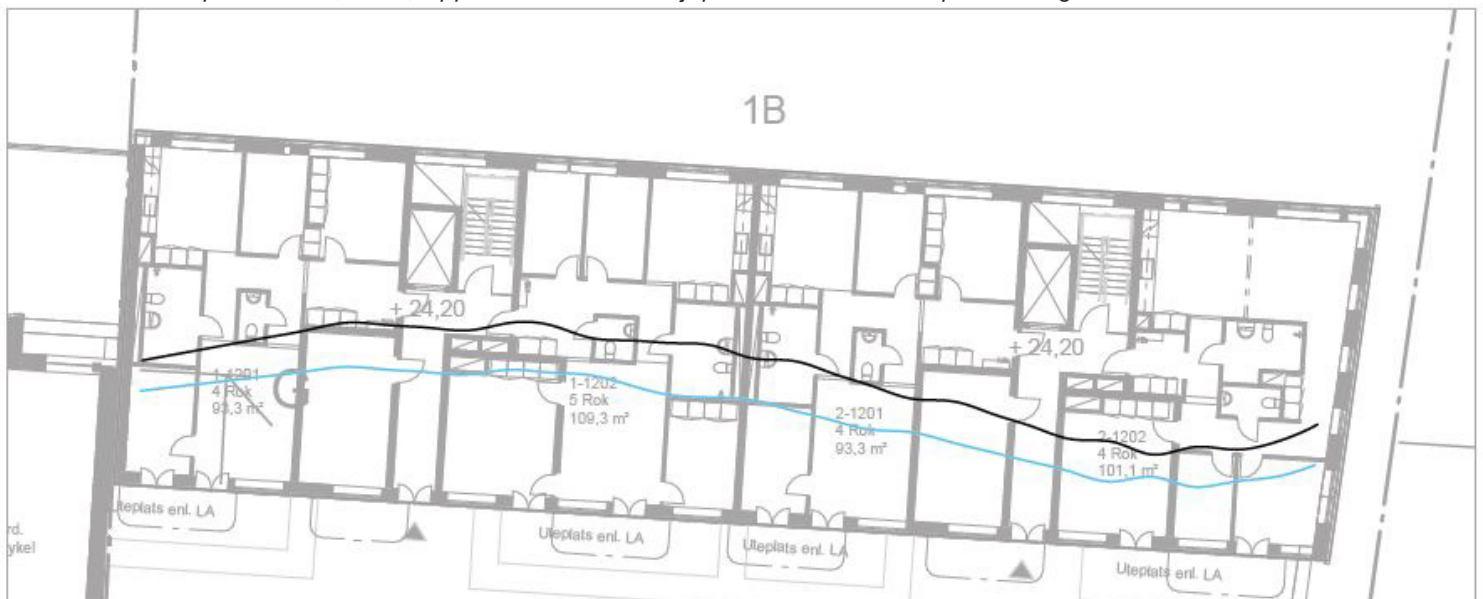


Maximalt rumsdjup, fokusområde 2, plan 12 (entréplan)
1:400@A3

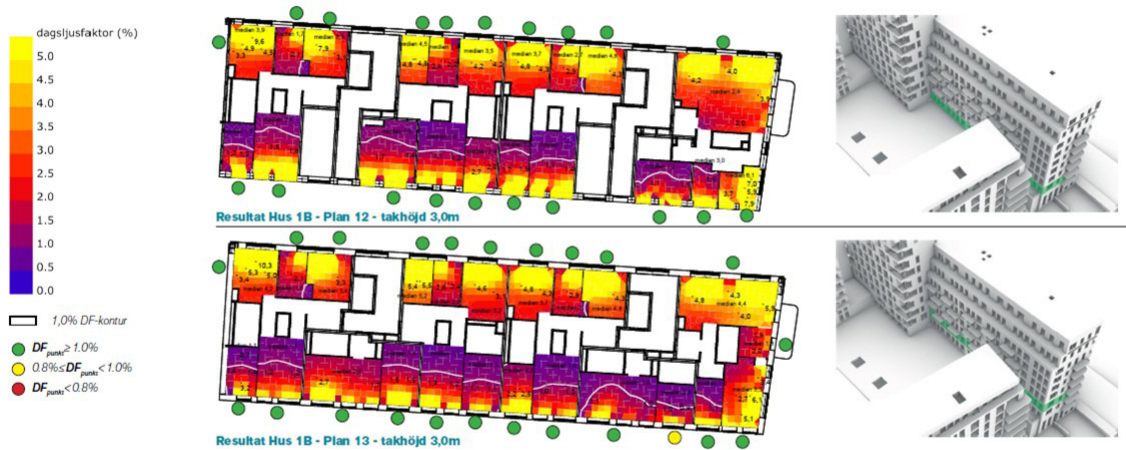
Illustration av fallstudiens "injektion" i form av en fördjupad dagsljuselaborering (analys och parametriska tester). Följande parametrar studerades i den utökade dagsljusstudien:

- Avskärningsvinkel
- Rumshöjd
- Andel fönster/vägg

Den fasta parametern var rumsdjupet, vilket illustreras i linjer i planerna. Den blå linjen var det ursprungliga godkända djupet för att klara dagsljuskravet, med olika parametrar (ovan) och med en slutgiltig kombination av parametrar (nedan) uppnåddes ett större djup och därmed kunde planlösningen bibehållas



Enhanced Daylight Process – research "injection"



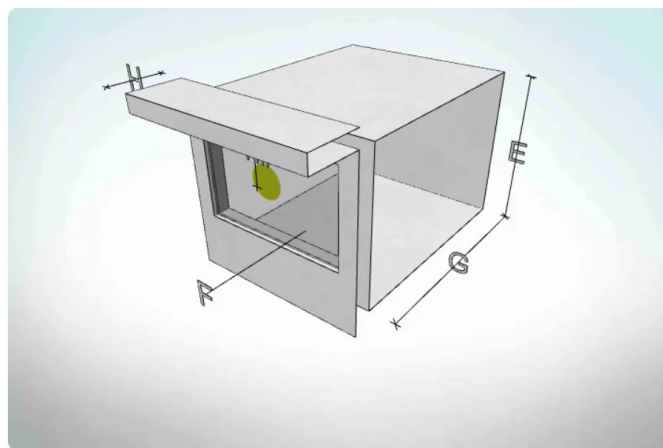
white

Illustration från slutgiltig dagsljusberäkning efter justeringar enligt den fördjupade metoden. Den slutgiltiga dagsljusberäkningen inför bygglov visar på att alla bostadsrum klarar BBR.

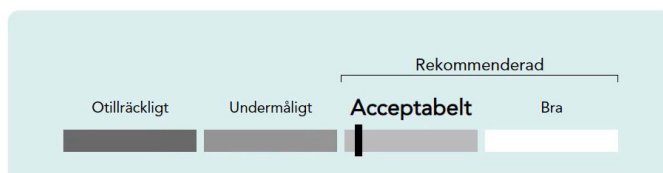
"injektionen" med ekvationen från det tidigare FoU-projektet Urban daylight metrics genomfördes av en dagsljus- och energispecialist. White har dock i IEA SHC Task 63 överfört ekvationen till ett lättare digitalt interface för arkitekter. Det går att använda via <https://whitearkitekter.com/se/wise-dagsljus/> se illustration nedan.

Verktöget WISE_daylight baseras på en metod för efterlevnad av dagsljuskrav kallad Advanced VSC, utvecklad av Alejandro Pacheco Diéguez (White Arkitekter), Iason Bournas och Marie-Claude Dubois (Lund University).

Forskningsprojektet som resulterade i utvecklandet av denna metod finansierades av ARQ och Svenska Energimyndigheten. Metoden utvecklades genom regressionsanalys av data från en databas innehållande information från mer än 11,000 rum som utvecklades som en del av Iasons doktorand. Resultat från validering av mer än 200 rum visar att i 80% av rummen avvek inte det uppskattade värdet på rumsdjup med mer än 0.5 meter.



Resultat - Hur bra är dagsljuset i mitt rum jämfört med BBR-kravet?



Tidiga analyser vägleder designteamet genom att:

- Analysera parametrar som går att påverka i detta skede
- Det är avgörande att information är pedagogiskt presenterad
- En standard VSC tar endast hänsyn till avskärningsvinkeln. Inte rumsdjup, rumshöjd, fönsterstorlek (låsta parametrar). En standard VSC kan därför skapa en falsk säkerhet

>> Ett steg mellan standard-VSC och dagsljusberäkning kan ge den information som behövs för att alla involverade: planerare, arkitekter, projektledare och byggherre ska förstå och utifrån detta ta informerade beslut.

PROCESS DIREKT SOLLJUS



Illustration White arkitekter.

Under programhandling, i samband med VSC-analysen, gjordes en beräkning över hur mycket direkt solljus som nådde de olika fasaderna i projektet för att förstå ifall det fanns delar av kvarteren som inte nåddes av något direkt solljus alls. Dessa fasader vore olämpliga för enkelsida lägenheter. Beräkningen gjordes vid vår- och höstdagsjämningen i enlighet med den europeiska standarden, då förtydligande kring tidpunkt på året saknas i BBR.

Då kvarteren är placerade ganska rakt orienterade i nord-sydlig riktning så vette flertalet fasader rakt mot norr. Dessa skulle inte få direkt solljus vid vårdagsjämningen. Då BBR inte anger när på året bostaden ska nås av direkt solljus så genomfördes beräkningen även vid sommarsolståndet för att förstå bästa utfallet och säkerställa vilka delar av kvarteren som aldrig nås av direkt solljus under året. Andelen områden som helt saknade tillgång till direkt solljus blev i mindre omfattning, men kvarstod i framförallt den nordöstliga hörnen av innergårdarna. Tillgången till direkt solljus saknades över samtliga våningar, även om omfattningen varierade beroende på våningens placering, där små delar av de övre våningarna saknade solljus medan merparten av bottenvåningen var utan direkt solljus. Analysen gjordes om i början av systemhandlingen då vissa justeringar hade gjorts avseende byggnadens volym.

De delar som vette mot pendeltågstationen och den nya bussterminalen var bullerutsatta. Det är ekonomiskt fördelaktigt i bostadsprojekt att ha mellan 3-4 eller fler lägenheter per trapphus. Det leder ofta till en kombination mellan genomgående lägenheter med tillgång till fasader åt två håll med enkelsidiga lägenheter. I lamellhuset som vette mot spåret var den tysta sidan även riktad mot söder och fick direkt solljus, vilket innebar att enkelsidiga lägenheter uppfyllde både krav på tyst sida och direkt solljus. För fasaderna som vette mot norr vid innergården var det större svårigheter att skapa enkelsidiga lägenheter mot den tysta sidan.

PROCESS ENERGI

I många fall tas den första energiberäkningen fram när den i efterfrågas av myndigheterna, vilket ofta är relativt sent (vid bygglov eller starbesked) om man i projektet behöver arbeta in åtgärder avseende form, klimatskärm och gestaltning i syfte att skapa en bättre energiprestanda för projektet. I Stockholm stad brukar en energiberäkning förväntas i samband med bygglovet.

Programhandling

Under programhandlingen gjordes en tidig energianalys av kvarteren som analyserade formfaktor och U-medelvärde för klimatskärmen. Detta ger en tidig indikation av hur väl byggnaderna stödjer en låg energikonsumtion med hänsyn till uppvärmning. Därefter kontrollerades varje enskild huskropp efterlevnad av BBR:s krav på maximalt U-medelvärde. Framförallt höghusets ytterväggar behövde studeras noga för att klara kravet. Viktiga medskick från den tidiga energianalysen var behovet av att studera köldbryggors liksom fönsterandel för att nå U-medelkravet samtidigt med dagsljuskravet.

Genom nyckeltal för övriga poster inom traditionella energiberäkningar kunde man inom projektet skapa en grov uppfattning om kvarterens energiprestanda och därmed få en indikation kring hur mycket egen el som skulle behöva produceras för att nå energiprestandekravet för byggnaderna.

Energiprestandaanalysen kompletterades med en analys för solcellspotential som redovisade hur mycket egenproducerad el som var möjlig att nå med solceller placerade på taken. Denna information kunde användas för

att balansera behovet av egen producerad el med behovet av grönska för att nå kravet om grönytefaktor.

De tidiga analyserna för energi under programhandling sammanfattades i ett beslutsunderlag med medskick kring vidare arbete under systemhandling för att projektet skulle få rätt förutsättningar för att nå energikravet på 60 kWh/kvm och år.

Systemhandling

I systemhandlingskedet gjordes energiberäkningar med IDA-ICE, en för bostadshuset som projekterades för systemhandling i kvarter 1 och en för bostadshuset som projekterades för systemhandling i kvarter 2. En separat energiberäkning gjordes även för handelsplanet i kvarter 1. Beräkningarna från systemhandlingskedet visade att projektet låg nära Miljöbyggnads krav för silver, där bostadshusens energiprestanda landade på 60,2 respektive 60,5 kWh/kvm och år. För att komma ned ytterligare och skapa en säkerhetsmarginal för oförutsedda konsekvenser av lösningar som skulle kunna krävas för att klara andra krav inom projektet föreslogs arbete med lägre infiltrationstal och tekniska lösningar såsom avloppsvärmeväxlare alternativt öka andelen solceller om grönytefaktorkravet tillät så.

Värt att notera är att det i detta projekt var utmanande att nå U-medelkravet i BBR, medan energiprestandakravet på 75 kWh/kvm och år enligt BBR uppnåddes med goda marginaler.

Standard Energy Performance Process

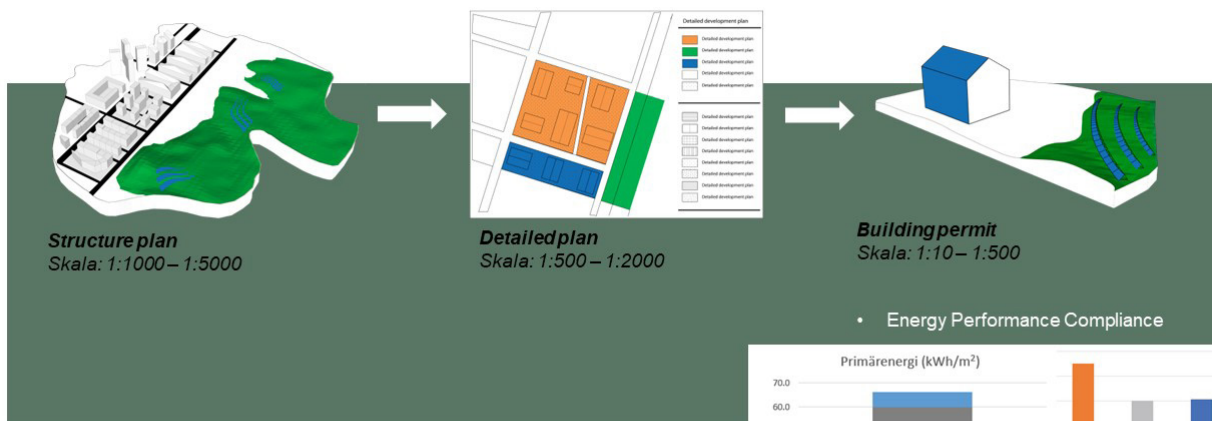


Illustration av en konventionell verktygflödesprocess, som den brukar se ut i Stockholms stad. .

Enhanced Energy Performance Process

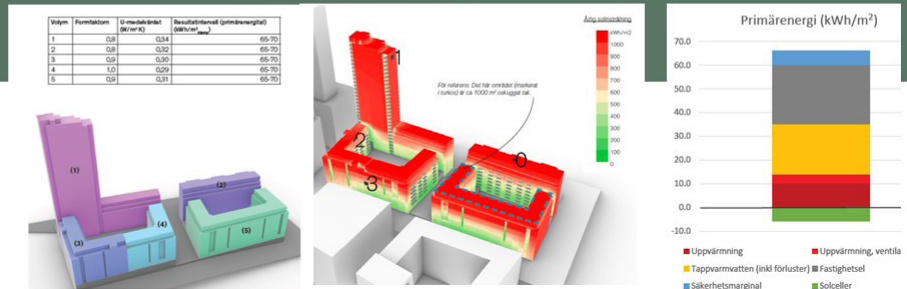
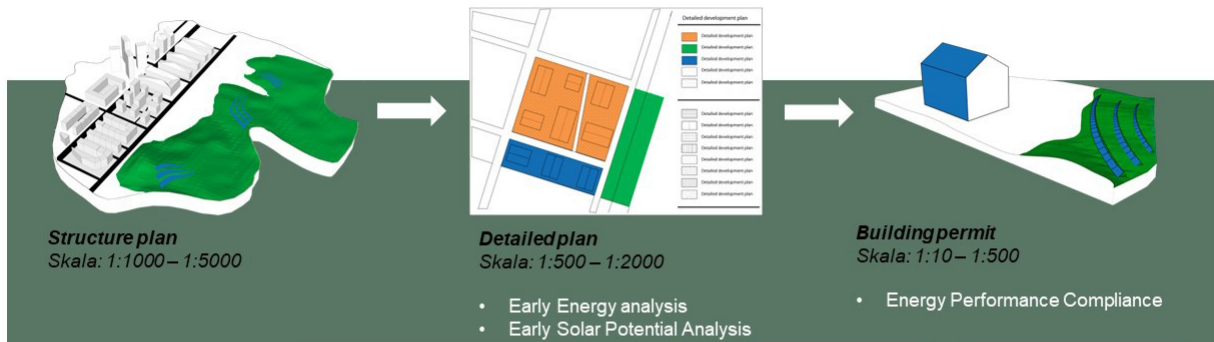


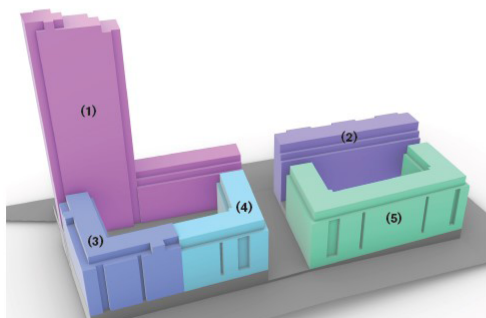
Illustration av Veddestaprojektets verktygsflödesprocess med "injektion":

- En tidig statisk energiberäkning ger en känslighetsanalys, en "injektion" för att ge rätt information vid rätt tidpunkt.
- En solinstrålningsstudie ger information om hur mycket solcellsel som kan genereras.
- Den slutgiltiga energiberäkningen är dynamisk och detaljerad.

Enhanced Energy Process – research "injection"

Early static energy calculation

Volym	Formfaktor	U-medelvärde (W/m²·K)	Resultatintervall (primärenergital) (kWh/m² _{skugg})
1	0,8	0,34	65-70
2	0,8	0,32	65-70
3	0,9	0,30	65-70
4	1,0	0,29	65-70
5	0,9	0,31	65-70



Indata	Hus	Värde	Kommentar
U-värde fönster	1A, 1B, 2A	0,750 W/m²·K	enligt beslut på möte 2021-03-10
U-värde ytterväggar	1A, 1B, 2A	0,118 W/m²·K	sandwichvägg 200 koolterm
U-värde tak	1A, 1B, 2A	0,068 W/m²·K	enligt K_programhandlingsskede
U-värde yttergolv	1A, 1B, 2A	0,110 W/m²·K	antagande av A
Käldbysggor	1A	20% och 35%	schablonbäslag 20% på fönster och 35% annars
	1B	20% och 30%	schablonbäslag 20% på fönster och 30% annars
	2A	30%	schablonbäslag 30% överallt

Resultat	Hus	Värde	Kommentar
Fönstervägg förhållande	1A	35%	kan eventuellt ökas något för att uppnå BBR:s dagsljuskrav
	1B	34%	
	1A+1B	35%	
	2A	38%	
Formfaktor	1A	0,64	formfaktor = A _{ext} /A _{int} påverkar värmeåterstrålning, låga värden ökar energieffektivitet behöver vägas samman med U _e för att få en totalbild av energieffektivitet
	1B	0,78	
	1A+1B	0,67	
	2A	0,81	
U-medelvärde (U _e)	1A	0,40 W/m²·K	OK enligt BBR (≤0,4)
	1B	0,36 W/m²·K	OK enligt BBR (≤0,4)
	1A+1B	0,39 W/m²·K	OK enligt BBR (≤0,4)
	2A	0,38 W/m²·K	OK enligt BBR (≤0,4)
Primärenergivändning (EP _{net})	1A	62 kWh/m² _{skugg} ·år	OK enligt BBR (≤75) men inte OK enligt MB silver (>60) uppvärmning = 21-23 kWh/m² _{skugg} ·år (primärenergital, V _F = 0,7) tappvarmvatten (schablon, S _{veb}) = 20 kWh/m² _{skugg} ·år (primärenergital, V _F = 0,7) fastighetsel = 22 kWh/m² _{skugg} ·år (primärenergital, V _F = 1,8)
	1B	63 kWh/m² _{skugg} ·år	
	1A+1B	62 kWh/m² _{skugg} ·år	
	2A	65 kWh/m² _{skugg} ·år	

PROCESS TERMISKT KLIMAT

Mot slutet av systemhandlingen genomfördes analyserna för termiskt klimat i samband med att energiberäkningen i IDA ICE. Ursprungligen var tanken att dessa beräkningar skulle genomförts tidigare i processen, men av olika anledningar så behövde dessa arbetsmoment skjutas till senare i projekteringen. För att vinna tid togs ett nytt beslut att genomföra analyserna samtidigt. Det effektiviserade arbetet då samma program och modell används i båda beräkningarna.

Analysen för termiskt klimat sommar visade på konsekvensen av den stora andelen fönster som byggnaderna behöver för att möta dagsljuskraven, speciellt avseende höghuset där lägenheterna var enkelsidiga och vette mot söder, där den operativa temperaturen var väldigt hög sommartid. Medskick för kommande skeden sammanfattades i en rapport, bland annat behovet av solavskärmning som behövde balanseras med dagsljuskravet.

PROCESS GRÖNYTEFAKTOR

Landskapsarkitekten började under programhandlingen identifiera hur ytor på innergårdar, gator inom kvartersmark samt tak behövde utformas för att möta kravet om grönytefaktor. Flertalet olika alternativ med varierad grönytefaktor jämfördes och balanserades med krav på funktioner allmänt samt behovet av solceller på taken. Ett av alternativen arbetades vidare med och låg som grund för utemiljöernas program som sedan bearbetades vidare under systemhandlingen.

MÅLKONFLIKTER

Bullersituationen gav en struktur och planlayout för bostadshuset som möjliggjorde att samtliga lägenheter tillgodosedde kravet om att hälften av vistelserummen vette mot tyst sida. Denna struktur och planlayout försvårade dock dagsljusstillgången, vilket löstes genom bland annat användandet av större fönster och högre våningshöjder. Detta i sin tur innebar en utmaning för att klara U-medelvärdet enligt BBR:s kravnivå på 0.4. Då fönster är den del av klimatskärmen som har högst U-värde så kunde vi arbeta med två strategier avseende dessa, att minska mängden fönster respektive att välja fönster med så lågt U-värde som möjligt. Då fönsterstorlekar redan var väl avvägda för att klara dagsljuskravet så innebar det att fokuset hamnade på fönstrens U-värde. Detta innebar att flertalet fönster inte blev öppningsbara. Detta gav i sin tur en svårlöst situation för att nå ett gott termiskt klimat sommar, utan möjlighet till korsdrag. Att arbeta med solavskärmning som inte skärmar av dagsljuset blir därför en fortsatt viktig gestaltungsfråga som kvarstår i projektet.

Genom att skapa ett gott mikroklimat ute där grönskan agerar buffrande avseende både fukt och värme kan däremot den termiska komforten inomhus bli bättre/stabilare. Därför är grönytefaktorn ett viktigt verktyg som visar på hur plats för grönska behöver balanseras med plats för solceller som kan bidra till egen producerad el och ett minskat behov av köpt energi.

I vissa fall gjorde alltså de olika kraven anspråk på samma yta, till exempel:

- Dagsljus, energi och termisk komfort, där dagsljusbehovet verkar mot en större andel fönster och energi och termiskt klimat mot en mindre andel fönster.
- Dagsljus och minskad klimatpåverkan, där behovet av ökad rumshöjd för att klara dagsljuskraven tog av de marginaler som skapats i detaljplanen för att möjliggöra trästomme.
- Grönytefaktor och solceller, där grönytefaktorn syftar till att ha gröna tak i så stor utsträckning som möjligt, medan önskan om egenproducerad el gör att solceller gör anspråk på samma ytor.

När man utreder vilka lösningar som är lämpliga för att klara bullerkraven är det nödvändigt att utreda hur dessa lösningar påverkar förutsättningarna för gott dagsljus och en energieffektiv byggnad. Rekommendationen utifrån denna fallstudie är att för högexploaterad mark behöver tillräckliga förhållanden för dagsljusstillgång till exempel avseende lämpligt husdjup, rumshöjd, balkonglägen och fönsterandel undersökas tidigt i processen. Detta bör göras innan detaljplanen antas i det fall detaljplanen är långtgående reglerad.

- Den höga exploateringen i ett område som är mycket utsatt för buller ger mer utmanande och svårförutsedda förutsättningar för tillräcklig dagsljusstillgång i bebyggelsen som behövs för att i senare skeden klara dagsljuskraven interiört.
- Att detaljplanen antogs innebar att den maximala bygghöjden fastställdes. Den fastställda maximala bygghöjden gav små marginaler att arbeta med högre våningshöjder för att skapa bättre förutsättningar för dagsljus, speciellt behövt i de nedre våningarna.
- Att balansera grönytefaktor och behovet av solceller på taken var en utmaning med hänsyn till mängden grönska som krävs för att klara kraven på grönytefaktor.

Det är nödvändigt att beakta kraven parallellt för att balansera eventuella målkonflikter, såsom i detta projekt behovet av dagsljus, förutsättningarna för byggnadens energiprestanda, behovet av solceller respektive grönska för att skapa en robust utemiljö.

LÄRDOMAR FRÅN FALLSTUDIEN

Veddesta 1:13 hade ett flertal aspekter som gjorde projektet mer komplext än många andra bostadsprojekt. Projektet låg bullerutsatt och hade en hög exploateringsgrad med bland annat ett höghus på 32 våningar inom kvarteret som landade ovanpå en bussterminal, ett handelsplan och ett garage i två våningar. Komplexiteten och storleken på projektet öppnade upp för en större närvaro av flertalet kompetenser inom projektet. Att projektet ingick som fallstudie i FoU-projektet IEA Task 63 gav projektet en möjlighet till ett utforskande arbetssätt. Processen för dagsljus skiljde sig mest mot ett traditionellt projekt och där var även utmaningarna störst.

Inom ramen för forskningsprojektet IEA Task 63 kunde även ett erfarenhetsmöte anordnas med arkitekter och hållbarhetsspecialister för projektet Veddesta 1:13 för att skapa förståelse för hur processen upplevdes av de olika kompetenserna. Individuellt och i diskussion besvarades tre frågor:

Har denna process påverkat ditt arbete och hur har du upplevt det?

Teamet gav en samstämmig bild av att arbeta med energistrategier parallellt med dagsljus och gröna strategier säkerställde att designteamet kunde identifiera konflikter mellan individuella mål för dessa aspekter och därmed hantera varje aspekt med avseende på de andra aspekterna.

Det nära samarbetet mellan hållbarhetsspecialister och arkitekter gjorde det enkelt för hållbarhetsspecialisterna att peka på olika utmaningar och förslag på lösningar under pågående projektering.

Fallstudiens bidrag till en förfining av processen innebar att problem som traditionellt skulle upptäckts först vid bygglovsberäkningen nu kunde lösas i förväg. Istället för antaganden kunde hållbarhetsspecialisterna med hjälp av ekvationen i den fördjupade VSC-analysen beskriva lösningsutrymmet. Tack vare att den fördjupade VSC-



analysen genomfördes parallellt med övriga konsulter arbete lyckades åtgärder förankras under projekteringen så att de blev intergerade och aktuella i projektet. Kvittot på att det nya verktygsarbetsflödet fungerade kom vid bygglovsberäkningen.

Upplever du att detta moment gav någonting till projektet. Har det påverkat utformningen?

Insikt 1 - Dagsljus som en gestaltungsparameter

Vid frågan om arbetet hade påverkat gestaltning och hållbarhetsprestandan så var det tydligt att fasadgestaltningen, planlösningarna, balkongplaceringarna och byggnadsvolymen hade påverkats. Även att diskussionen om våningshöjder hade fått en annan dignitet i projektet och att genom dagsljusfrågan så kunde man lättare kommunicera värdet av ökad rumshöjd som en tydlig bostadskvalitet.

Det framkom under erfarenhetsmötet från hållbarhetsspecialisternas sida att genom att lägga till den fördjupade VSC-analysen som ett till steg i den mer etablerade processen (där först en VSC-analys görs som sedan efterföljs av en DF-simulering i senare skede) kunde hållbarhetskompetensen vägleda projektet mer träffsäkert under pågående projektering. Detta gjorde att dagsljusfrågorna plockades upp i designprocessen där det fanns goda chanser att omhänderta lösningar och integrera dem i gestaltungsarbetet istället för att i ett senare skede konstatera att vald lösning inte fungerar när dagsljusfaktorberäkningen genomförs. I det senare fallet finns det risk för att arkitekten behöver frånga de gestaltungsintentioner som projektet värnat om, för att lösa dagsljuskravet.

En reflektion från arkitekternas sida var att det generellt blir tidpunkter i uppdragen då arkitekten behöver invänta input från andra. I Veddesta behövde arkitekten vänta in att teknik konsulterna kom ikapp med sitt arbete. Vid sådana tillfällen är det bra att kunna fördjupa sig i frågor såsom dagsljus och därav så passade tidpunkten för den fördjupade VSC-analysen väldigt bra.

Insikt 2 - Dagsljus och kundens affär

Under erfarenhetsmötet framkom även att dagsljuskravet kunde lösas på flera olika sätt beroende på vad som var viktigt för kunden. Detta blev tydligt då projektet har ägts av två olika fastighetsutvecklare med olika affärer. Den första fastighetsägaren hade inte en tydlig produkt som de ville att projektet skulle anpassas efter, medan den andra fastighetsägaren hade det. Den första fastighetsägaren la inte så stor vikt vid vilken våningshöjd som användes, så länge lägenheterna och planlayout från programhandling fungerade, medan det var av stor vikt för den andra fastighetsägaren att hålla våningshöjden och att planlösningarna fick anpassas därefter. Även avvägningar avseende möjligheten till balkonger på de lägsta våningarna och extriöra kulörer

vägdes mot våningshöjden. Med hjälp av den fördjupade VSC-analysen kunde dessa avvägningar göras där olika lösningar valdes utifrån vad som passade den specifika kundens affär och prioriteringar.

Om du får ett val framöver, skulle du göra något annorlunda vid ett framtida projekt?

Under programhandling var processen för dagsljus väldigt slimmad och inte helt olik processen i många andra projekt vid denna tidpunkt. Tidigt genomfördes en VSC-analys där insikterna från analysen sammanfattades i ett kort beslutsunderlag. Tid för att hantera insikterna i beslutsunderlaget var knapp. Dagsljussimuleringen för DF gjordes i samband med när programhandlingen lämnades in, vilket innebar att simuleringen inte informerade arkitektens arbete med planlösningarna. Resultatet blev att projektet i programhandling låg långt ifrån att klara dagsljuskravet.

Ansvarig arkitekts reflektion var att hen genom projektet insett hur kritiskt arbetet med dagsljus är under framtagande av detaljplan i ett så pass komplex projekt som detta. Hen måste säkerställa att kunden förstår de risker som kommer av att inte klara kraven, hur det kan påverka affären, såsom att exempelvis vissa lägenheter inte kan bli av pga bristande dagsljusstillgång, eller att fördyrande lösningar kan krävas i senare skede om dagsljusaspekten inte omhändertas vid rätt tidpunkt.

Vid frågan om arkitekterna och hållbarhetsspecialisterna i projektet hade valt att göra något annorlunda i ett nytt projekt så diskuterades frågan om när en fördjupad VSC-analys kan vara lämplig och ifall man skulle byta ut den traditionella VSC-analysen mot den fördjupade i vissa fall.

Jobbar man i ett projekt med en komplexitet motsvarande Veddesta 1:13 hade man valt att arbeta på samma sätt igen med både traditionell och fördjupad VSC-analys innan dagsljusfaktorn beräknades, men i mindre komplexa projekt så var det mindre självklart hur man skulle göra.

Att göra en traditionell VSC-analys med arkitektkontorets egna analysverktyg är relativt lätt för en arkitekt att själv göra, medan en fördjupad VSC-analys kräver mer expertis. Därför blir den traditionella VSC-analysen lättare en integrerad del av arkitektens arbete, medan den fördjupade analysen upplevs som en större arbetsinsats även om tidsåtgången mellan en traditionell VSC-analys och en fördjupad inte skiljer sig speciellt mycket åt. Hållbarhetsspecialisterna ser fördelar med att informera projektet med en fördjupad VSC, där man kan diskutera med kunden kring det specifika projektets förutsättningar och kundens affär. Att kunna säga till kunden "Utifrån den här volymen har vi den här repertoaren av möjligheter, vad är det som passar er affär?" Att man helt enkelt tidigt kan ta upp frågan kring vad som är viktig för dem och mer precist styra lösningarna i projektet därefter.

Andra reflektioner kring val av analys handlade om svårigheten som arkitekt att kunna förklara för kunden varför det är nödvändigt att göra analysen. När man gör en VSC så får man svar på hur olika volymer påverkar varandras dagsljusstillgång och det är lätt att prata om med kunden. Den information som presenteras gör att arbetet även upplevs som rätt nivå i relation till tidiga skeden. Dock har man inte så bra koll på insidan, vilket i Veddestaprojektet blev tydligt i höghuset, där VSC-analysen visade goda förutsättningar för höghuset men där flertalet lägenheter sedan hade utmaningar att klara dagsljuset med hänsyn till den planlayout som bullersituationen krävde. Förstår man inte komplexiteten så kan därför en VSC-analys inge en falsk trygghet för projektet.

Inom teamet fördes även en diskussion om hur mycket information som är hanterbar i de olika skedena. Frågan om vilka marginaler man har inom projektet och vilka krav som ställs på byggnadernas prestanda, såsom om man ska uppnå klimatneutralitet och vilka krav det ställer på en informerad process diskuterades också och hur det eventuellt påverkar vilka analyser som behöver göras.

Insikt 3 - Vikten av kommunikation

En insikt som framkom under erfarenhetsmötet var vikten av att möjliggöra utrymme för kommunikation mellan specialist, arkitekt och kund.

Handläggande arkitekt konstaterade att olika utredningar för dagsljus alltid görs i projekten men att skillnaden i detta projekt var samarbetet under systemhandlingsskedet. Utrymmet skapades dels av utökad budget från byggherren och dels från deltagandet i fallstudien för IEA SHC Task 63. I många andra projekt som handläggande arkitekt arbetar med beställs en rapport som visar huruvida förslaget möter dagsljuskrav eller inte. Därefter tolkar arkitekten rapporten och omsätter till vilka justeringar som krävs. I mindre komplexa projekt kan det fungera men i komplexa projekt så kan det vara svårt att avgöra vilka åtgärder som ger önskvärd effekt på egen hand.

I detta projekt däremot kunde en tät dialog med gemensamma skissmöten äga rum mellan kompetenserna där utbyte av vad som var viktigt för projektet avseende hållbarhet och gestaltning diskuterades. Detta ledde till en informerad process, kunskapshöjning och ett mer precist resultat som verkade positivt både för gestaltning och hållbarhetsprestanda.

När projektet köptes upp av den nya fastighetsägaren så anpassades projektet efter deras affär och en ny programhandling togs fram under väldigt kort tid. Kunskapsbyggandet som hade ägt rum under systemhandlingens täta arbete mellan kompetenserna bidrog till att arkitekterna hade tillförskansat sig en repertoar av utformning och dagsljus och att de hade flertalet

analyser som de kunde gå tillbaka till och hämta kunskap från. Handläggande arkitekt beskrev att det gick att backa och titta på tidigare lösningar och att tidigare analyser fungerade som fallstudie och kunskapsuppbyggnad i denna komplexitet.

Komplexiteten i dagsljusfrågan och de analyser som genomförts blev också tydligt under erfarenhetsmötet där en hel del tid gick åt att förklara vad som analyserades i den fördjupade VSC-analysen. Under erfarenhetsmötet konstaterades det att detta belyste svårigheten i att leverera en rapport som kan tolkas av en annan kompetens på rätt sätt.

Hållbarhetsspecialisten som utförde den fördjupade VSC-analysen och sammanställde beslutsunderlag och rapporter reflekterade över att hen i detta projekt behövde lägga ned mycket tid på att förklara resultatet för övriga i designteamet och att det var utmanande att göra en kommunikativ rapport. När hen däremot fick sitta ned med arkitekterna och med kunden och förklara resultatet och resonera kring möjliga vägar framåt blev insikterna från analysen omhändertagna på ett mycket bra sätt.

Detta belyser vikten av att de olika kompetenserna har en tät dialog och att den som genomför analyserna får ett utrymme i projektet som möjliggör detta.

Fallstudie Stadsljus

I markanvisningstävlingar har städer möjligheter att ställa krav på hållbarhetsfrågor som är av vikt för staden och för globala mål. I Norra Djurgårdsstaden har ett hållbarhetsarbete pågått under lång tid med höga målsättningar. Stockholms stad har sedan 2014 gjort värmekarteringar, utvecklat grönytefaktor-metoder, energieffektiviseringsramverk och etablerat LCA-metoder för tidiga skeden. I beskrivningen av #Stadsljus har vi särskilt valt att redovisa hur gestaltungs och analysarbetet skedde iterativt för energi, dagsljus och mikroklimat. Målen satta av staden redovisas inledningsvis.

Forskningsinjektion i #Stadsljus innebar att ett script för köldbryggeanalys prövades på detaljer i fasaden som utformats i en utökad samverkansprocess mellan hållbarhetsstrateg, beräkningsspecialist, arkitekt och konstruktör.

NORRA DJURGÅRDSSTADENS MÅL

Norra Djurgårdsstaden är ett av kommunfullmäktige utpekade hållbarhetsprofilerade stadsutvecklingsområde. För att förverkliga Norra Djurgårdstadens vision måste hållbarhetsarbetet, med dess strategier och mål, integreras i alla planerings-, projekterings-, bygg- och förvaltningsprocesser. Staden ställer därför hållbarhetskrav, vilka är preciseringar av stadsbyggnadsprinciper och mål, på alla byggaktörer.

I markanvisningstävlingen Stadsljus ställdes krav i *Hållbarhetskrav vid markanvisning - HANDLINGSPROGRAM version 1.0*.

Hållbarhetskraven är sorterade under fem strategier för hållbar stadsutveckling.

- Levande stad - fokuserar på människan genom formandet av en attraktiv och levande stadsmiljö.
- Tillgängligt och nära - staden ska ge underlag för hållbara transportsätt.
- Resurshållning och klimatansvar - skapa flexibla och robusta lösningar för att möta en föränderlig framtid.
- Låt naturen göra jobbet - beskriver hur ekosystemen kan nyttjas för ett rikt växt- och djurliv och för människors hälsa och välmående.
- Engagemang och inflytande - skapa motivation och förankring på platsen, men även för att sprida kunskap och erfarenheter.

ENERGIEFFEKTIVITET

Kraven ställda i programmet skiljer sig från Boverkets byggregler och håller en mycket högre ambition. I programmet framgår att staden etablerat en definition och systemgräns - nettoenergi - som fokuserar på vad byggnadens utformning erbjuder utan hänsyn till solvärmeinfall eller bergvärme som tillförs byggnaden utanför klimatskalet. Nedan följer urval av de för tävlingen och gestaltningen mest inflytelserika kraven:

3.4 Effektiv energianvändning i byggnader och anläggningar

3.4.1 Energianvändningen (nettoenergi per m² Atemp, exklusive hushålls- respektive verksamhetsenergi) för:

- Bostäder ska vara max 50 kWh/m² Atemp och år nettoenergi för uppvärmning, tappvarmvatten, komfortkyla och fastighetsenergi. Tillägg får göras för smålägenheter enligt gällande BBR.
- Lokaler ska vara max 45 kWh/m² Atemp och år nettoenergi för uppvärmning, tappvarmvatten, komfortkyla och fastighetsenergi. Tillägg får göras för luftomsättning enligt gällande BBR.

Verifiering:

- * Energiberäkning ska göras vid upprättande av: programhandling, systemhandling, bygghandling och relationshandling. Brukarindata och normalisering enligt BEN ska användas,

- * Redovisning av energiberäkning ska göras enligt stadens redovisningsmall. Energiberäkningar utförs enligt ISO EN 13790 eller med ett validerat dynamiskt beräkningsprogram (t ex IDA, VIP+).
- * Uppmätta värden, normaliserad och normalårskorrigerad, baserat på två års drift per energislag (fastighetsenergi, uppvärmning, komfortkyla och tappvarmvatten).
- * Uppmätta värden baserade på ett och två års drift per energislag (fastighetsenergi, uppvärmning, komfortkyla och tappvarmvatten) ska redovisas enligt stadens redovisningsmall.

ENERGIPRODUKTION

Nedan följer urval av de för tävlingen och gestaltningen mest inflytelserika kraven:

3.5 Norra Djurgårdsstaden ska vara fossilbränslefritt 2030

3.5.1 Minst 2 kWh/m² Atemp solel alternativt 6 kWh/m² Atemp solvärme eller en kombination av båda ska genereras på varje byggnad.

Verifiering: Redovisa beräknad mängd lokalt producerad förnybar energi fördelat på solel och solvärme. Redovisa uppmätta värden baserat på två års drift för egengenererad energi.

DAGSLJUS

Nedan följer ett urval av de för tävlingen och gestaltningen mest inflytelserika kraven:

3.7 Sund inomhusmiljö i utformning och användning av byggnader

3.7.1 Miljöbyggnad klass Guld, aggregerat för område inomhusmiljö, ska uppnås. Detta omfattar krav på: ljudmiljö, radon, ventilationsstandard, kvävedioxid, termiskt klimat/sommar, dagsljus, fuktsäkerhet och legionella.

Verifiering: Enligt stadens anvisningar samt Miljöbyggnad, Metodik och Manual ny byggnad nivå Guld SGBC (sgbc.se) 3.1 version 200406. För befintliga byggnader verifieras förenklade beräkningar med enkäter utförda när byggnaden varit i drift minst ett och max tre år.

GRÖNYTEFAKTORER - EN BERÄKNINGSMETOD

I Norra Djurgårdsstaden ställs krav, liksom i stora delar av staden i övrigt, på en specifik grönytefaktor för kvartersmark (GYF). Så här beskriver Stockholms stad GYF i detaljplaneprojekt.

"Grönytefaktorn används i detaljplaneprocessen för olika typer av exploaterings- och ombyggnadsprojekt; bostäder, kontor, handel, skola/förskola/idrott, verksamheter och småindustri.

GYF mäts som en poängkvot mellan mängden "ekoeffektiv yta" och kvarterets totalyta. Med ekoeffektiv yta avses alla gröna och blå ytor som har positiv betydelse för platsens ekosystem, bidrar till bättre mikroklimat, dagvattenhantering och bullerdämpning samt har sociala värden kopplade till grönska och/eller vatten.

BYGGHERRENS MÅL & VISION

Fyra ledord för att uppnå byggherrens vision:

- **Arkitektonisk verkshöjd** och kvalitet av högsta klass – relevant tolkning av plats och förutsättningar samt funktionen som märkesbyggnad och landmärke
- **Ändamålsenlighet** – den goda bostaden som robust inramning till livet som pågår varje dag, året runt
- **Hållbarhet** - formgivning utifrån kvantifierade parametrar och klimatavtryck
- **Genomförbarhet** – ett byggbart projekt med förankring hos myndigheter och marknad, som kan genomföras inom planerad tidsram

I tävlingsprogrammets förutsättningar från byggherren fanns ett antal målnivåer, ett urval redovisas nedan.

Fotavtryck

Enligt detaljplanens bestämmelser får 65% av fotavtrycket för den tidigare gasklockan bebyggas. Målet är att utnyttja den fulla byggrätten.

Fotavtrycket blir en funktion av lägenhetsutformning, stomrationalitet, dagsljuskrav, solvärmelast och energikrav.

Nyttjandegrad

Den viktigaste parametern för helhetsmässig ekologisk och ekonomisk hållbarhet är en hög nyttjandegrad, BOA/BTA. Målet är 0,78 på normalplanet.

Normalplan

Förutsättningar gavs i form av lägenhetsfördelning, BBR och SIS bostadsstandard.

Flexibilitet och utvecklingsbarhet

Ett robust och anpassningsbart system eftersträvas. Behov av att t ex justera lägenhetsfördelning genom hopslagning av enheter kan uppstå.

Teknik, stomme, installationer

Ytterligare anvisningar gav förutsättningar om:

- Teknik generellt i höga hus
- Stomme och installationer (betongbyggnad)
- Teknisk försörjning trapphus

DETALJPLAN

På fastigheterna har tidigare stått Gasklocka 4, som nu är riven. Området har en detaljplan som vunnit laga kraft.

På platsen för Gasklocka 4 finns en byggrätt för bostäder i samma höjd som den tidigare gasklockan. De två nedersta planen ska utgöras av förskola och lokaler.

BAKGRUND

Projektet har ingått som en fallstudie i FoU-projektet *IEA Task 63 Solar Neighborhood planning*. I fallstudien har arbetsflödet studerats, analyserats och "injicerats" för att identifiera och effektivisera arbetssätt och verktygsflöde för måluppfyllnad av hållbarhetskrav. Fallstudien fokuserade på arbetet som ägde rum under en markanvisningstävling. I fallstudiearbetet har en form av följeforskning och en "injektion" möjliggjort en utvärderingsgrund för ambitionen att nå en förbättrad interdisciplinär- och beräkningsprocess med nya tillägg i de digitala arbetsflödena.

Ur denna process valdes köldbryggor ut som fördjupande verktygsflödes "injektion". Det kom av den projektspecifika situationen där ett höghus har ovanligt mycket klimatskal i relation till tak och grund och därmed många möten mellan det stora antalet bjälklag och vid fönsterinfästningar, se illustration till höger. Efter projekta avslut har en erfarenhetsworkshop genomförts med hållbarhetsstrategier- och beräkningspecialister samt husarkitekter ur tävlings- och FoU-teamet för att utvärdera verktygsflödes "injektionen."

OVANLIG TÄVLINGSPROCESS

Markanvisningstävlingen hade både höga hållbarhetsmål men även en ovanlig processform. Över en fyramånadersperiod skulle tre delinlämningar genomföras. Vid varje delinlämning redovisades förslagen tillsammans med verifieringar i olika detaljeringsgrad, från nyckeltal till dynamiska beräkningar. Allt med denna markanvisningstävling skiljde sig från konventionella markanvisningstävlingar. Både på gott och ont. Med tre delinlämningar forcerades processen och detaljeringsgraden var mycket hög. Tyvärr samlades aldrig Stockholms stad, byggherren och de deltagande teamen till något erfarenhetsmöte varför de olika förslagen aldrig har kunnat jämföras eller lärdomar kunnat dras gemensamt. Denna skrift är första publiceringen av ett av förslagen. Beskrivningen i denna skrift fokuserar på delar av tävlingsfrågorna, nämligen utformningen av höghuset med hänsyn till dagsljus, solljus och energieffektivitet. Utöver detta låg i tävlingsuppgiften stort fokus på landskapsplanering, mikroklimatet och vindförutsättningarna.

Markanvisningsprocessen var utformad från Stockholms Stads och byggherresidan med en hög ambitionsnivå avseende inlämningar. Teamet på White hade en upparbetad erfarenhet av att bedriva tävlingar tillsammans där arkitektur och hållbarhet samverkar. Utgångspunkten var därför en process av iterativ gestaltning och analys. Nivån, under mycket hög tidspress låg nästan på programhandlingsnivå. En konventionell programhandling skulle, i ett bra fall, innehållit flera av de hållbarhetsanalyser som genomfördes, som dagsljus, solvärmelast och energi, men snarare i slutfasen av programskedan än med dessa

täta intervaller. Arbetssättet som designteamet redan hade utvecklat var:

- Inledningsvis diskutera förutsättningarna och kvalitativt diskutera ramförutsättningarna för relationen fasader, plandjup och konsekvenserna för dagsljus, solvärmelast och energieffektivitet. Diskussionen utgår ifrån flerårig kunskap från beräkningar av just dagsljus, solvärmelaster och energi och från arkitektsidan av hur man kan utforma fina bostäder och samtidigt uppfylla bostadsstandarden (som BBR hänvisar till).
- Inför första inlämningen undersöktes tre olika byggnadsformer som arkitektoniskt kunde svara på uppgiften. Ett antal nyckeltal och dagsljus undersöktes, se bild.
- Inför andra inlämningen genomfördes beräkningar och justeringar. Vid andra inlämningen granskades alla tävlingsförslagen av en utomstående konsult.
- Inför sista inlämningen delberäknades förslagen utifrån de justeringar som gjorts.

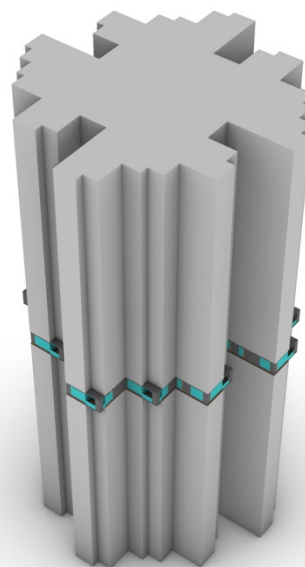
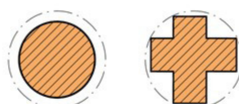
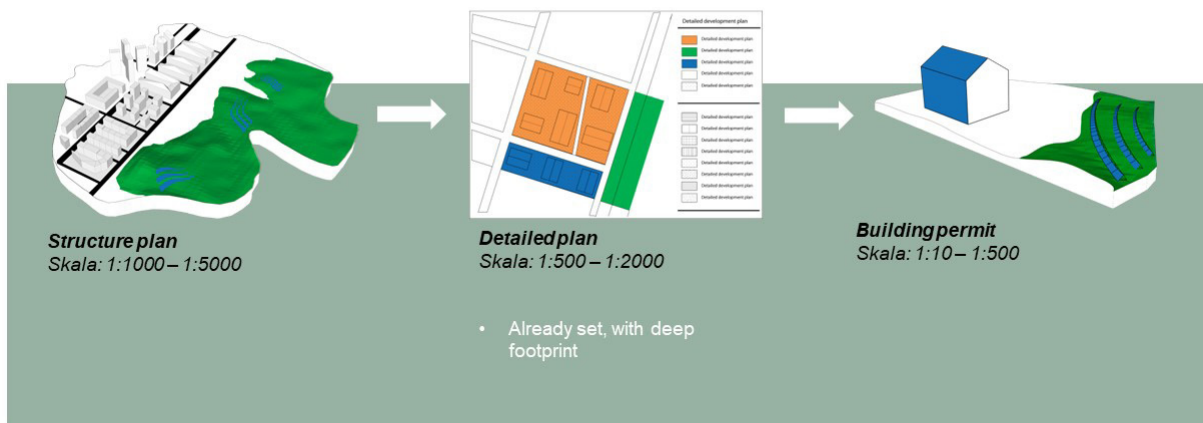


Illustration av den valda byggnadsformens utmaning i form av stor fasadyta i relation till tak och grund, vilket skapar en stor mängd yta där bjälklag möts och fönster möter vägg. Detta gjorde en studie av köldbryggor i tidigt skede intressant som fallstudie.

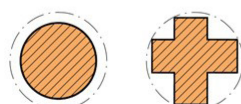
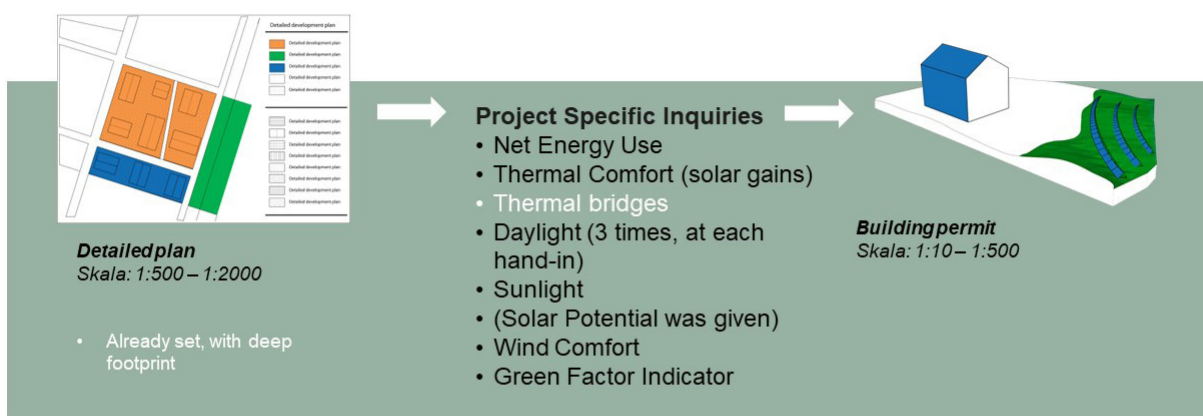
Samtidigt är djupet för denna byggnad extremt för att vara till bostadsändamål, så det blir en stor innesluten area i relation till fasadarea.

A non-standard process



65% of the footprint = Building Rights

A non-standard process

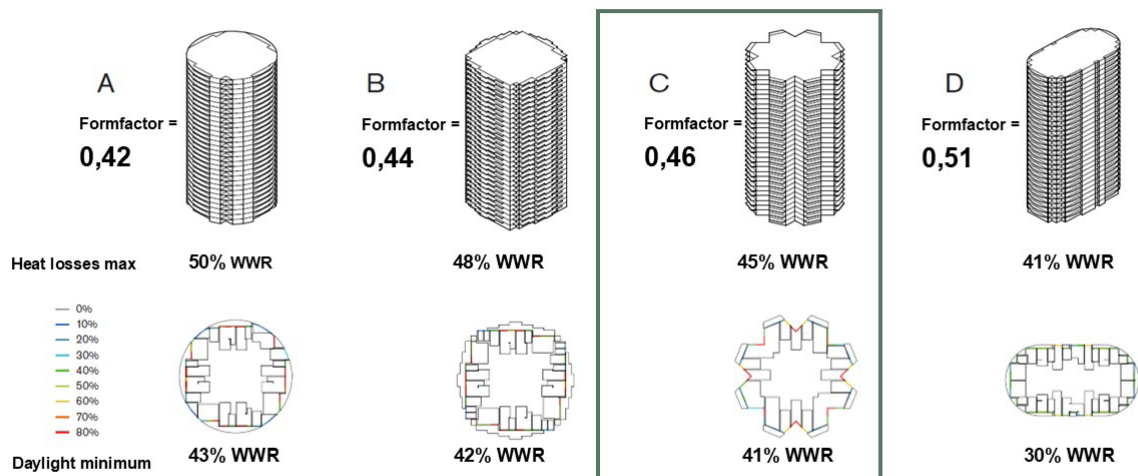


65% of the footprint = Building Rights

Illustration av tävlingen Stadsljus verktygsflödesprocess med "injektion" av ovanligt detaljerade studier av köldbryggor. Hela processen var ovanlig, med så hög nivå på verifiering av dagsljus, solvärmelaster och energieffektivitet i ett tidigt skede av en programfas. Ett stort antal aspekter beräknades:

- Nettoenergianvändning på max 50 kWh/kvm, år
- Termisk komfort (solvärmelaster)
- Köldbryggor (detaljstudie, fallstudiens "injektion")
- Dagsljus
- Solljus
- Vindkomfort
- Grönnytefaktor

Solcellsproduktion fick endast tillgodoräknas utifrån en takinstallation och var på förhand beräknad.



WHITE ARKITEKTER

white

Illustration från inlämnat material i delinlämning 1, från White i tävlingen StadsLjus. I denna inlämning användes grövre beräkningar av nyckelfaktorer samtidigt som planlösningar av bostäder prövades mot byggnadsrätten. Formen är given av en tidigare byggnad på platsen, en silo, och av antikvariska skäl bibehålls fotavtrycket. Bostadsfunktioner i en byggnad av det djupet är oprövat, varför flera olika formtester genomfördes. Alla utvärderades utifrån dessa faktorer:

- Gestaltningförutsättningar
- Planlösningsmöjligheter
- Nyttjande av minst 65% av byggnadsrätten
- Dagsljus utifrån hur stor andel window-to-wall ratio (andel fönster-till-vägg) krävs för att ge 1% dagsljusfaktor (DF)
- Värmeförluster utifrån nyckeltal window-to-wall ratio (andel fönster-till-vägg), WWR
- Energieffektiv form, så kallad formfaktor

Av redovisningen ovan framgår att formfaktorn är långt under 1,0, vilket brukar vara en övre gräns. På grund av det stora fotavtrycket är det en stor innesluten area i relation till fasadarea. Det framgår också att den andel fönster till vägg (WWR) som behövs för att ge gott dagsljus till de innanförhängande planlösningarna underskrider den maxnivå som tillåts för att klara av energieffektivitetskraven.

Av de fyra alternativen valde teamet att gå vidare med alternativ C då man såg stora potentialer med att utveckla goda bostadsmiljöer och samtidigt möta de rationalitetsambitioner som byggherren hade för byggtekniken.

UTVÄRDERINGSKRITERIER

- Arkitektur
- Funktion och organisation
- Hållbarhet
- Utvecklingsbarhet
- Genomförbarhet och gestaltning

Normalplan utvärderas utifrån:

- Inomhusklimat: dagsljus och solvärmelast enligt Miljöbyggnad Guld
- Klimatskal som möjliggör krav på energiprestanda 50 kWh/m² a-temp och år
- Fullt utnyttjad byggrätt enligt detaljplanen
- Nyttjandegrad BOA / BTA på normalplanet >78%
- Resurseffektivt använd stomme

DELINLÄMNING I

Inför den första delinlämningen prövade husarkitektdelen av teamet fyra olika plan- och byggnadsformer som nyttjade 65% av byggrätten med planlösningar som mötte Boverkets byggregler och den standard som hänvisas till. Fotavtrycket är given av en tidigare byggnad på platsen, en silo, och av antikvariska skäl bibehålls det. Bostadsfunktioner i en byggnad av det djupet är oprövat, varför flera olika formtester genomfördes. Inför den här formövningen hade husarkitekter, hållbarhetsstrateg och beräkningsspecialister diskuterat ramförutsättningar, kring bostadsdjup som kunde klara dagsljuskraven vid en viss rumshöjd och glasyta i fasad. Tumregeln var 2 ggr fönsterhöjden och erfarenheten från ett stort antal beräkningar var att så långt in som 9 meter kunde gå. När de olika planlösningarna fanns framme genomfördes ett antal grova beräkningar, av vilken relation för fönster i vägg som minst behövdes för byggnadsformen vad det gällde dagsljus och max kunde tillåtas med hänsyn till energieffektivitet. Formfaktorn beräknades. Därefter bedömdes rationalitet och byggbarhet. Eftersom alla fyra former var bra ur hållbarhetssynpunkt beslutade arkitektteamet att gå vidare med den byggnadsform man såg skulle kunna ge fina bostäder och en intrikat form med potential att bli ett landmärke och samtidigt uppfylla övriga byggherrekrav. Tiden mellan delinlämningar var fyra veckor, så komplexitet parades med tidspress.

DELINLÄMNING II

När teamet arbetade vidare och detaljerade planformen och planlösningar utvecklades byggnadssnittet # som också blev prefixet till tävlingsnamnet: #Stadsljus. I en iterativ process fortsatte samverkan mellan arkitekturutformning och hållbarhetsfrågorna. Det var en komplex byggnadsform med självkuggning och intjacket hade en hel del frågor att lösa, där fönsterstorlekar för tillräckligt dagsljus behövde balanseras mot

insynsaspekten, frågor kring reflektion från motstående fasader och behovet av att ha tillräckliga täta bröstningar för att uppleva trygghet ute på balkongen och samtidigt få tillräckligt med ljusinsläpp.

Planlösningar och dagsljusanalyser pågick iterativt. Vid delinlämning II lämnades ett underlag som granskades av oberoende konsulter och alla tävlingsteam fick varsin utvärdering och uppföljningsfrågor. Illustrationen på nästa sida är den slutgiltiga dagsljusberäkningen där alla rum klara miljöbyggnad, vilket är minst BBR-kravet 1,0 i dagsljusfaktor (DF). Vid delinlämning II fanns några rum som fortfarande behövde justeras för att nå 1,0 och samtidigt klara solvärmelasterna.

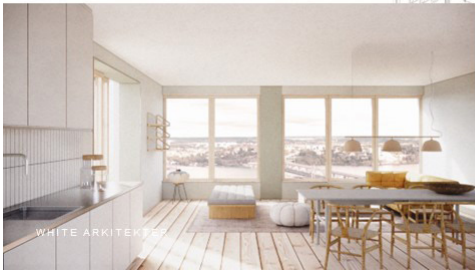
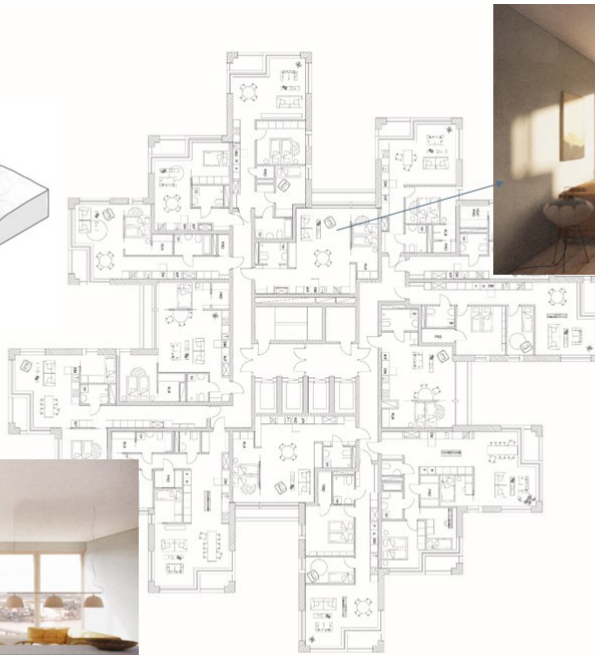
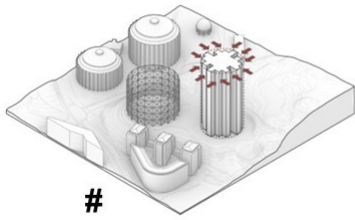
Inför delinlämning II tillkom ett krav på vindsimulering från staden och byggherren, varför detta genomfördes. Vindsimuleringen visade att byggnadsformens # sänkte vindhastigheterna intill byggnadskroppen och skapade låga vindhastigheter. Detta för att byggnadens planform är uppbruten och därmed inte fångar in vinden vilket höga släta hus tenderar att göra. Detta är positivt både ur upplevelsesynpunkt och ur energisynpunkt, då vind påverkar infiltrationen i en byggnad.

DELINLÄMNING III

Andra energiaspekter som undersöktes av tävlingsteamet av arkitekter och hållbarhetskompetenser vid White mellan delinlämning II och III var köldbryggor. Tävlingsprogrammet innehöll ett antal nyckeltal som avsåg underlätta för arkitekter att förstå energiaspekten och underlätta för en oberoende jämförande analys av förslagen. Dessa nyckeltal, som skulle redovisas var fasadlängd, u-värden yttervägg, fönsterarea, balkonglängd.

Tidigt diskuterades även Um-värden, då Norra Djurgårdsstaden hade erfarenhetsvärden för flervåningskvarter. Förutsättningar för ett höghus att nå låga Um-värden är dock annorlunda. Um-värden är inte formneutral, det är alltid svårare att uppnå Boverkets krav med höghus (som har stor fasadyta och liten yta för tak och grund) än för lägre kvarter. Med så god formfaktor kan dock nettoenergianvändning nås även om Um-värdena blir högre än konventionellt. För att visa det genomförde White en dynamisk energiberäkning som kompletterade nyckeltalen.

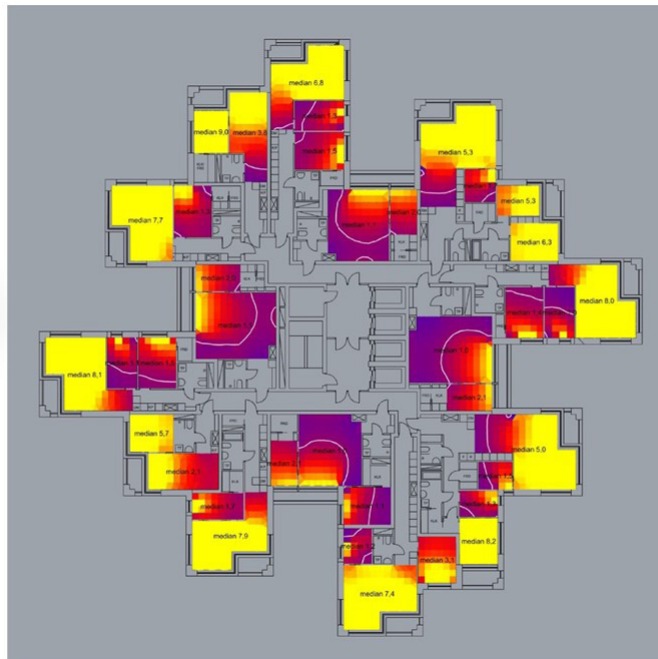
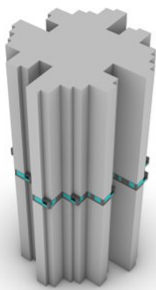
Daylight analysis (hand-in 2)



- Daylighting
- Direct sunlight
- Views
- # shape

#CITYLIGHTS | #STADSLJUS

DAYLIGHTING



white

När teamet arbetade vidare och detaljerade planformen och planlösningar utvecklades byggnadssnittet # som också blev prefixet till tävlingsnamnet: #Stadsljus. I en iterativ process fortsatte samverkan mellan arkitekturutformning och hållbarhetsfrågorna.

FALLSTUDIEFOKUS KÖLDBRYGGOR

I de flesta projekt behöver man i tidiga skeden analysera vilka åtgärder som kommer ha störst effekt. Därför är det viktigt att uppskatta vilka köldbryggor som, i just denna kvartersutformning, har störst påverkan på energibehovet i kvarteret.

I studien "*Undvik fel och fällor med köldbryggor i nyproduktion*" av olika köldbryggors inverkan på ett lamellhus på fyra våningar visade att stor inverkan i en sådan enkel volym är särskilt fönsteranslutningarna. Då fönster är en så avgörande del av byggnadens yttre uttryck och av att skapa brukarnas upplevelse inifrån är det av vikt att inte endast hamna i en längdmeterreducerande diskussion. Att verkligen bedöma köldbryggans storlek och arbeta med den har därför både betydelse ur utformningsaspekt och energiaspekt. I fallstudien i forsknings- och utvecklingsprojektet ville vi därför fokusera på hur man enkelt och tillförlitligt kan utforma och beräkna fönsterinfästningarnas köldbryggor.

Till tävlingstemet var en norsk konstruktör knuten som rådgav kring konstruktionsval. Frågan om att minimera köldbryggor introducerades och ledde till en mötesserie mellan arkitekt, hållbarhetskompetens och konstruktör, både avseende bjälklagsmötet och fönsterinfästningar.

Detaljen ritades av en erfaren kollega och testades i ett nytt så kallat script för köldbryggor, mer om det under rubrik *Beräkningsprogram köldbryggor?*

ÖVERISOLERAD KARM

Köldbryggor vid fönsteranslutningar är både material- och geometriskt beroende. Återkommande rekommendation i "*Undvik fel och fällor med köldbryggor i nyproduktion*" för såväl utfackningsvägg (trä/stålregelstomme) som sandwichelement och betong med utanpåliggande isolering var c) *Undersök möjligheten att överisolera karmen på utsidan*. Detta är även en lösning som några av oss som författat denna skrift hade sett på studieresa i Österrike. Lösningen hade använts i radhusen Sunny Woods (2001) i Zürich-Höngg av arkitekt Beat Kempfen som även fick Schweizer Solarpreis 2002 och Europeiska Solarpreis 2002. Tillsammans med konstruktören tittade vi närmre på denna lösning och kom fram till att den var möjlig att kombinera med den utfackningsvägg i trä som White föreslog i tävlingen för att sänka klimatpåverkan från materialen och samtidigt uppnå god energieffektivitet.

BERÄKNINGSPROGRAM KÖLDBRYGGOR?

Beräkningsprogram för dagsljusanalys används av såväl arkitektkontor som dagsljusspecialister. Det finns verktyg som kopplar ihop ritverktyget Rhino (Rhinoceros 3D) via det inbyggda tillägget Grasshopper till dagsljusanalys. Digital vision Sverige, som är ett samverkansprojekt inom samhällsbyggnadssektorn, beskriver verktyget så här: Grasshopper låter användarna skapa algoritmer och automatisera designprocessen på ett grafiskt sätt. Grasshopper möjliggör parametrisk modellering, vilket innebär att användaren kan utforska och ändra modellens egenskaper genom att justera dess parametrar. Detta ger snabb och enkel iteration för att undersöka olika designalternativ och analysera deras konsekvenser. Grasshopper har blivit känt för sin flexibilitet och förmåga att kombinera olika designverktyg och simuleringar för att skapa komplexa geometrier och mönster. Det finns ett stort nätverk Grasshopperanvändare som delar open source-material på nätet. Många användbara verktyg är redan skapade av någon annan och fritt att använda. Till exempel finns paket som Ladybug tools för miljö- och omgivningsanalyser. De har byggt redskap för bland annat dagsljus-, vind-, energianalys vilka är brett använda inom branschen (<https://digivis.se/rhino-och-grasshopper-for-samhallsplanerare/>).

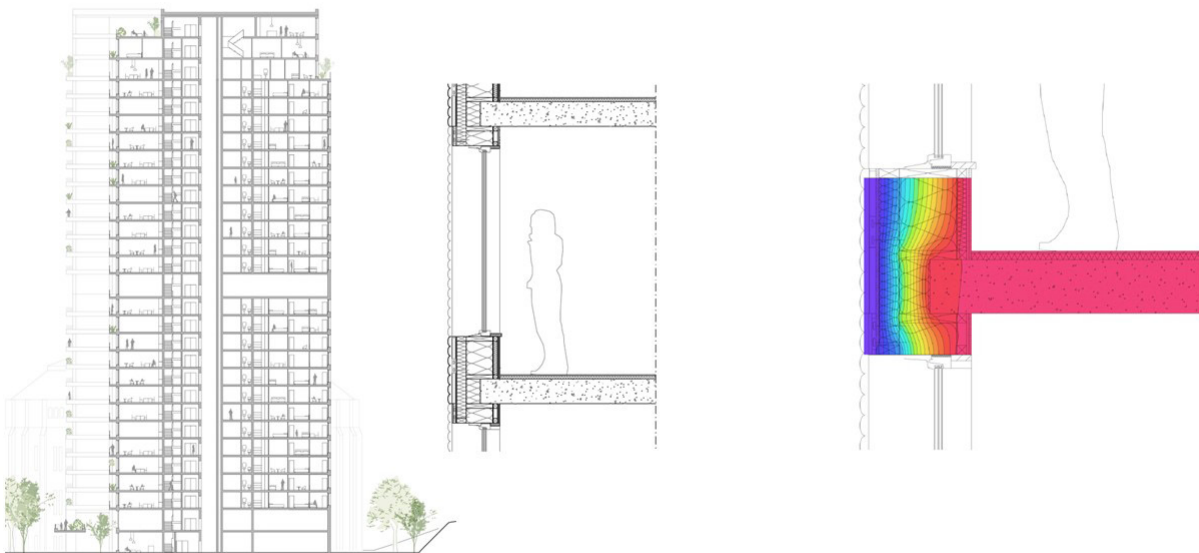
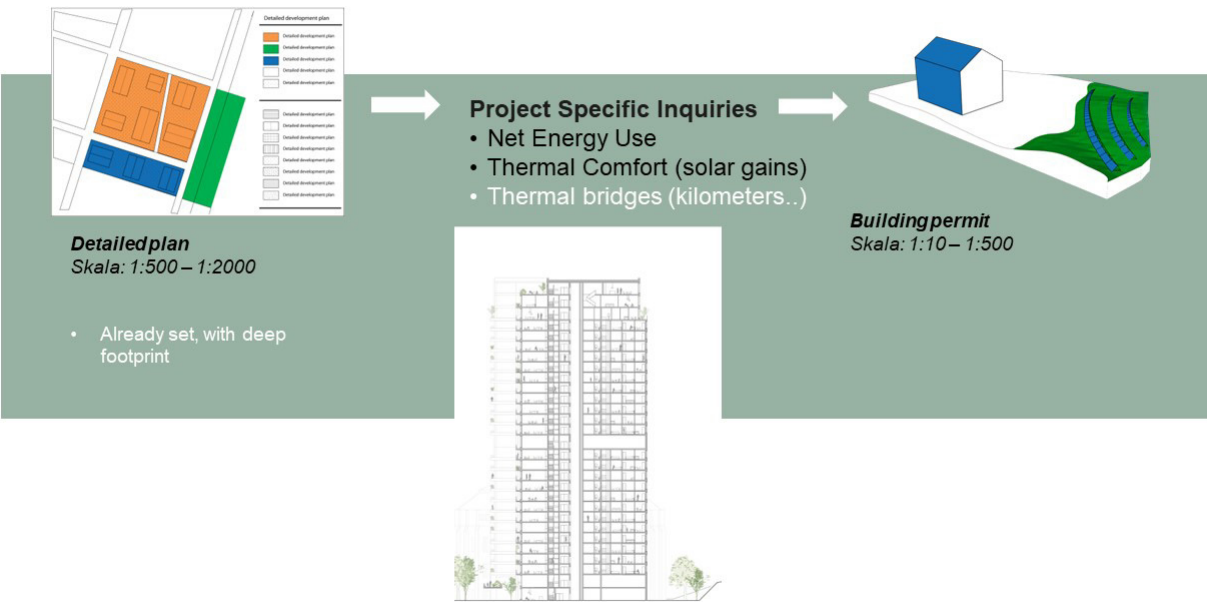
Det vore önskvärt att arkitekter i tidiga skeden skulle kunna pröva energieffektiviteten av detaljutformningar som har stor betydelse för gestaltningen och konstruktionen tidigt. White har undersökt möjligheten att skapa ett script baserat på principer från köldbryggeprogram, för att på liknande vis skapa lättillgängliga redskap för arkitekter, konstruktörer och hållbarhetspecialister. I denna fallstudie prövades detta verktyg och utvärderades. Vi fann dock att det är långt kvar innan ett script kan ge oss den vägledning vi önskar i likhet med de etablerade köldbryggeberäkningsprogram som finns. De mest avancerade förutsätter förutsätter förenklingar av detaljer för att de viktiga komponenterna ska beräknas. Några program tillåter dock direktimport av en digital ritfil. En utveckling som kunskap likt den som har byggts och spritts kring dagsljus-, vind- och energianalys vore önskvärd. Idag finns bra kurser som mycket erfarna energispecialister håller i beräkningsmetodik för såväl konstruktörer som arkitekter men dessa verktyg kräver likt de mer avancerade energiverktygen hög kompetens och noggrannhet.

Branschen och arkitektkåren skulle dock vara betjänt av en kunskapshöjning dels genom exempel och dels genom fler köldbryggeberäkningar i såväl program- som systemhandlingskedan i de projekt där byggnadsform eller andra förutsättningar gör att köldbryggornas utformning har en stor påverkan på energieffektiviteten.

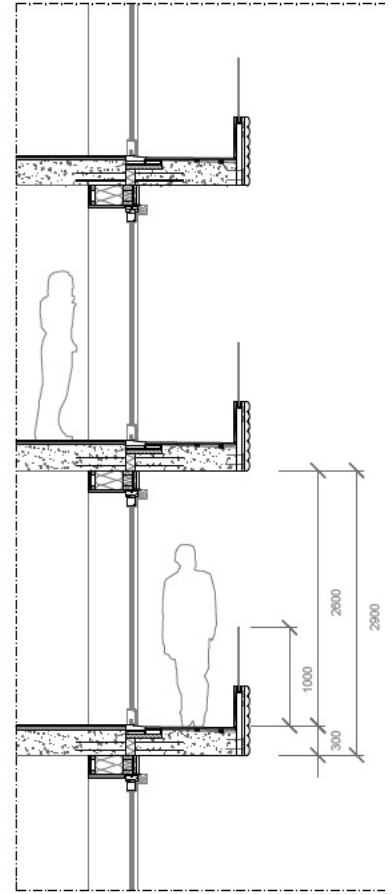
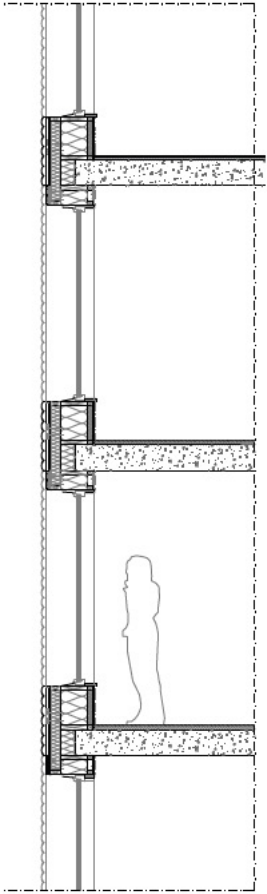
1. T. Larsson & B. Berggren: "*Undvik fel och fällor med köldbryggor i nyproduktion*", SBUF id:12801.

VERKTYGSFLÖDE - STADEN OCH BYGGNADERNAS ENERGIEFFEKTIVITET

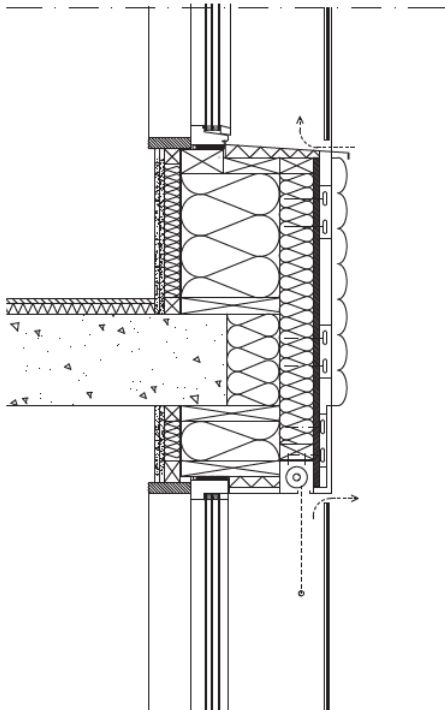
A non-standard process



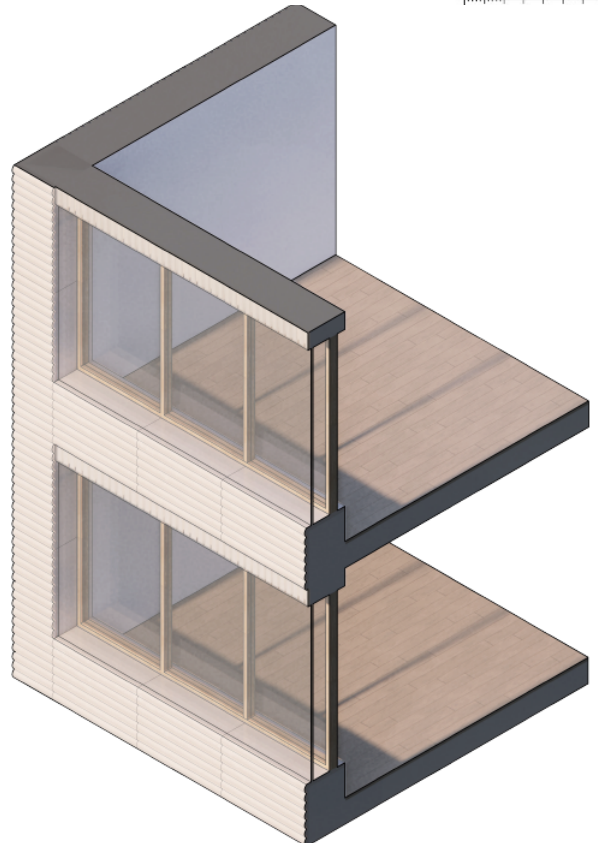
Teamet identifierade köldbryggor som projektrelevant för fallstudien och inledde en process där konstruktör, arkitekt och hållbarhetsteam studerade hur fasadkonstruktion och bjälklag kunde mötas på ett energieffektivt sätt och hur fönsterinfästning kunde göras för att minska köldbryggor.



FASADUTSNITT
SKALA 1:20 (A1) / 1:40 (A3)



FASADDETALJ BOX WINDOW
SEKTION
SKALA 1:5 (A1) / 1:10 (A3)



PRINCIP BOX WINDOW
ISOMETRISKT PERSPEKTIV
SKALA 1:20 (A1) / 1:40 (A3)



LÄRDOMAR FRÅN FALLSTUDIEN

Inom ramen för forskningsprojektet IEA Task 63 kunde även ett erfarenhetsmöte anordnas med arkitekter och hållbarhetsspecialister från markanvisningstävlingen genomföras för att skapa förståelse för hur processen upplevdes av de olika kompetenserna. Individuellt och i diskussion besvarades denna gång två frågor som kunde appliceras på en så pass ovanlig process. Diskussionen kom att handla först mycket om den ovanliga processen som tävlingsförfarandet hade, för att till sist komma in på den specifika fallstudie "injektionen" köldbryggor. Här återges delar ur hela samtalet.

Har denna process påverkat ditt arbete och hur har du upplevt det?

Den initiala jämförelsen mellan fyra olika byggnadsformer och dess utfall i formfaktor, minsta och högsta tillåtna andel fönster-till-vägg var ett givande moment. Det skulle gärna kunna bli ett standardmoment i projekt.

Vissa nyckeltal har vi inte tittat på förut och vet inte heller efter projektet vad de säger, vi fick ju aldrig något erfarenhetsmöte för deltagarna, där vi hade kunnat se hur olika lösningar av samma program gav olika svar och hur exempelvis nyckeltal slog. Ett sådant är fasadlängd. Det vore jätteintressant att förstå mer om fasadlängden som ett erfarenhetsdata. Vi gjorde en jämförelse kring byggnadens fotavtryck och geometri och det är som om två stycken Norra Tornen sitter ihop mängdmässigt.

En hållbarhetsspecialist som arbetar med dagsljus- och energiberäkningar har som standardmetod att arbeta i ett inledande steg med inledande kvalitativa diskussioner med arkitektteamet för att i förväg förebygga problem och först i nästa steg genomföra dagsljusanalysen. I detta projekt, där byggnadsformen är exceptionell, tyckte att det var givande att se att erfarenhetskunskap som ett stort antal beräkningar gett, som att två gånger fönsterhöjden i det här projektet kan tillåta ett djup upp till 9 meter, gav arkitektsidan nödvändig input och effektiviserade processen. Trixandet med dagsljus blev mer på detaljnivå när man sedan kom till beräkningarna och omfattade främst "intjacken" i #-formen. Alla var överens om att den processen varit bra eftersom problemen att lösa i "intjacken" var så komplexa och omfattade dagsljus, reflektion, insyn, trygghetsupplevelse med mera. Bra att få tid till den frågan.

Arbetsprocessen att arbeta med tätt mellan arkitekt- och hållbarhetskompetenser från start, med kvalitativa diskussionen före, under och efter beräkningar, uppskattades av alla.

Det fanns inget i denna markanvisningstävling som liknade en standardprocess, varken för en tävling eller en programhandling. Förutom att det handlade om ett landmärke gav de detaljerade anvisningarna för det rationella byggandet, lägenhetsfördelning, utnyttjande av byggrätten, de höga ambitionerna för hållbarhetsfrågorna och tidspresen med en process avstyckad i tre delinämningar på 4 månader en tuff och styrd gestaltningsprocess med utvärderingsmoment. Ansvarig arkitekt uppskattar att det ökade svårighetsgraden och dubblerade arbetet.

Sammantaget var det ett väldigt komplext projekt med många små intensiva faser, tre inlämningar, mycket samordning mellan hållbarhet internt (strateg, beräkning, olika miljökompetenser, social hållbarhet) och med hus- och landskapsarkitektesidan. Med landskap handlade det mycket om vindstudien. Det var också en styrd inlämning med matriser och nyckeltal. Både modellbyggande och hur beräkningar skulle gå till fick anpassas, dels för att rationellt kunna hämta ut data vid tre olika tillfällen men också för att svara på precisa delfrågor. Beräkningsspecialisterna diskuterade mycket hur de skulle hitta rätt nivå på energiberäkningen. En dynamisk energiberäkning genomfördes, inte för att det efterfrågades, men för att ett nyckeltal inte uppfylldes samtidigt som energiprestandan uppfylldes. Teamet bestämde sig för att verifiera detta mer noggrant.

Det uttrycktes även att det var fantastiskt roligt att var en del av ett team som från start hade ambitionen att arkitektur och hållbarhet är ett och samma. Från hållbarhetssidan är det tacksamt med en välplanerad mötesprocess som där hållbarhet är inbjudna att vara med i tidiga gestaltningsmöten för att förstå hela projektet. Det blev en strukturerad process där hållbarhetsutvärderingar skulle ske vid tre inlämningar och fallstudien med "injektionen" gav en mötesprocess med konstruktören. Att på konceptuell nivå försöka finna kunskap om köldbryggor för att informera fasadgestaltninge och klimatskalkonstruktionen var en helt ny uppgift.

Inledningsvis var det många krav som skulle studieras, både hur staden och byggherren såg på dem, och hur de samverkar med formen. Mycket mer än vanligt och tidigt. Under diskussionsmötet berördes även vad som egentligen var relevant att studera så här tidigt och hur det styrde processen och resultatet? Ska verkligen alla analyser göras så här tidigt? Ibland kanske det även skapade onödiga lösningar.

Upplever du att detta moment gav någonting till projektet. Har det påverkat utformningen?

Insikt 1 - Nyckeltal kan behöva ifrågasättas

I markanvisningstävlingen fanns både nyckeltal, som avsåg vägleda arkitekterna mot målen och underlätta jämförelsen mellan förslag, och huvudmål. Ett exempel är när målet nettoenergi, 50 kWh/kvm, år kompletteras med U-medelvärde för byggnaden. Att U-medelvärden slår olika på olika byggnadstypologier har White påpekat i sina remissvar till Boverket sedan 2010. Det går också att nå det uppsatta målet nettoenergi utan att U-medelvärdet enligt Boverket uppnås.

U-medelvärdet är ett medelvärde på värmegenomgången genom klimatskalet. Ett högt hus har en liten yta välisolerat tak och en liten yta välisolerad grund mot mark och en stor yta utsatt fasad. Samtidigt är fasaden ytan som ger människor kontakt med sin omgivning, ger dagsljus och solljus som båda är nödvändiga för en god hälsa och som talar om vilket väder det är ute och ger utblickar och variation för sinnet. Inget av det speglas i U-medelvärdet, eftersom ett bra lågt U-medelvärde helst består av endast tät vägg.

Formfaktor är ett nyckeltal mellan innesluten area och omslutande area. När den är låg i kombination med goda U-värden på klimatskalets olika delar blir byggnaden oftast energieffektiv. Även köldbryggor, täthet och ventilationseffektivitet mm behöver samverka. Formfaktorn är dock ett vägledande nyckeltal som talar om hur volymen stöttar eller försvårar energieffektivitet. Även här finns arkitektoniska aspekter som kan begränsas av om formfaktorn blir mer än en vägledning. Alla funktioner, till exempel bostäder, klarar inte av att både ha ett stort djup och tillräckligt dagsljus, men ett stort djup och en liten fasadyta ger en låg formfaktor.

Ansvarig arkitekt lyfter att utvärderingar mot tävlingskraven tydliggjort värdet och vikten av ett holistiskt tankesätt och att nyckeltalen är mer begränsande än vad energiprestandakravet på nettoenergi är. Under tävlingsprocessen har vi även försökt förmedla det till staden och byggherren. Det vore bra om vi kan släppa nyckeltalen och uppnå samma slutresultat och samtidigt jobba friare med formen.

Insikt 2 - Resulterar i högre hållbarhetsprestanda

Det blev tydligt att tack vare det här arbetssättet har vi kunnat göra ett hus som är extremt effektivt på många parametrar. Det integrerade hållbarhetsarbetet har gett högre hållbarhetsprestanda och genomlysning av många frågor, det är komplext och allt behöver vägas mot varannat. Hållbarhetsfrågorna kan ses både som begränsande och som möjliggörare. I samverkan gav kunskapssökandet svar på frågor som öppnade upp nya möjligheter.

Dagsljusstudierna har gett möjlighet till ett rumsdjup vi annars inte skulle trott på. På samma sätt har simuleringarna visat att vi kan kombinera stora glasningar med energikrav. Byggnadsformen var exceptionell så inga svar fanns på förhand.

Det integrerade arbetssättet bygger förtroende mellan oss i våra olika kompetenser samtidigt kan vi från det lära oss att i än högre grad våga säga emot varandra. Att respektera varje professions roll, kunskap och ansvar kan även öppna för att våga ge kritik. Båda arkitekt- och hållbarhetssidan behöver kunna underkänna varandras lösningar och föreslå att vi ska arbeta vidare. Vi behöver kunna våga agera som en extern granskare skulle gjort.

Insikt 3 - Köldbryggor är undervärderat

Fallstudiens "injektion" med en fördjupning kring köldbryggor gav väldigt bra input till detaljarbetet. Vanligtvis i tävlingar ska det vara med ett tekniskt snitt, men den detaljen tas ofta från ett inspirationsprojekt eller tidigare projekt och innehåller inget utvecklingsarbete, särskilt inte utifrån hållbarhetsperspektivet. Samtidigt, vid en vinst, är det en del som arkitekten i nästa steg direkt fortsätter att arbeta vidare med. Arkitekter skulle kunna utveckla denna fråga mycket. Det är en fråga som ingen i processen ägnar tillräckligt med tid. Man köper upp systemen på pris.

En erfaren bostadsritande arkitekt som deltog i tävlingen påpekade vikten av att kunna föreställa sig utifrån referenser hur fasader och planlösningar interagerar.

När jag ritar ser jag 3D-vyer framför mig, jag funderar på om jag behöver en radiator där och därför behöver göra en bröstning? Ett referensprojekt vi har i trä - Frostaliden - har fönster i hörn och mötet är "tjockt". Är det bara för att de är trästomme? Om jag vill ha ett sådant hörn, hur skulle en bra energilösning se ut? Det vill jag ha referens kataloger över, så jag har svar på frågor inför mitt arbete.

Hållbarhetsstrategen som deltagit i en köldbryggekurs fick även höra av en av Sveriges främsta energispecialister att 30% påslag på u-värdet för köldbryggor som vi generellt använder är lite lågt räknat, ibland uppgår det till 50%. Med hänsyn till detta ansåg hen att om man kan utforma köldbryggorna riktigt bra så kan man både bli tryggare i att beräkningen stämmer och genomföra gestaltungsarbetet med balanseringen av att ge och ta mellan olika gestaltungsfrågor med högre träffsäkerhet.



Scenario 1 - 2 ROK

2ROK 53/55KVM - FLEXIBILITET



Scenario 2 - Studio med alkov

KONTAKT

Marja Lundgren
Arkitekt SAR/MSA
marja.lundgren@white.se

@whitearkitekter
whitearkitekter.com

white