

Integreret bygningsprojektering med edb.

Erfaringer fra afprøvningsprojekter.

Af Karl Grau, Statens Byggeforskningsinstitut, Henrik Ryberg, Carl Bro as og Rolf G. Djurtoft, Birch & Krogboe A/S

Statens Byggeforskningsinstitut har udviklet prototypen på et integreret edb-system til energi- og indeklimaberegninger. Systemet er afprøvet på konkrete byggeprojekter hos de rådgivende ingeniørfirmaer Carl Bro as og Birch & Krogboe A/S. I denne artikel beskrives afprøvningsforløbet og erfaringerne herfra. I en forudgående artikel 'Integreret bygningsprojektering med edb', (VVS/VVB 1 • 2000) blev principperne i det integrerede system gennemgået, herunder integration med CAD. I kommende artikler vil systemet blive præsenteret i sin endelige udformning, ligesom en forenklet model til bestemmelse af lodrette temperaturgradienter i rum, som er en del af programmet, vil blive beskrevet. Afprøvnningen er gennemført med støtte fra Energistyrelsen via Energiministeriets Forskningsprogram, EFP-96, samt fra de deltagende rådgivende ingeniørfirmaer.

Et vellykket projekteringsforløb er karakteriseret ved et tæt og konstruktivt samarbejde mellem bygherre, arkitekter og ingeniører. For at dette skal kunne lade sig gøre, må alle tale samme sprog. I modsat fald vil indsatsen hurtigt blive belastet af misforståelser og fejlpositioner.

Det samme er tilfældet med de værktøjer, de forskellige parter anvender ved projekteringen. I dag er der sjældent mulighed for direkte at overføre data fra det ene projekteringsværktøj til det andet. Arkitektens første skitser og tegninger, der måske foreligger som CAD-tegninger, skal derfor overføres til ingeniørens beregnings- og analyseværktøjer, der i stigende grad er edb-baserede. Resultaterne skal herefter igen formidles tilbage til arkitekten. Flere oversættelser eller genindtastninger af data er derfor nødvendige. Det hele skal samtidig formidles til bygherren eller dennes rådgiver på en entydig og overskuelig måde.

Den grundlæggende filosofi bag et integreret projekteringsværktøj er derfor at samle alle oplysninger i en 'database' baseret på en fælles bygningsmodel. Fra denne database kan der ske en overførsel af relevante data til de enkelte projekteringsværktøjer.

Den ideelle situation opstår, når alle projekteringsværktøjer kan arbejde direkte på den fælles database. Det vil imidlertid vare længe, før en sådan situation opstår, og vi må derfor indtil videre 'nøjes' med at få en mindre gruppe programmer til at arbejde sammen om en fælles database. Andre programmer må midlertidigt tilsluttes systemet via automatiske oversættere eller mere eller mindre manuelle overførsler.

Som beskrevet i den forudgående artikel 'Integreret bygningsprojektering med edb' har Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) udviklet prototypen på et integreret edb-system til energi- og indeklimaberegninger. Prototypen består af programmoduler for dagslysberegning, visualisering af solindfald, energirammeberegning og termisk bygningssimulering samlet i en programpakke.

Prototypen er blevet afprøvet på konkrete byggeprojekter hos de rådgivende ingeniørfirmaer Carl Bro as og Birch & Krogboe A/S. Hensigten med afprøvnningen i praksis var at vurdere, om de projekterende mere rationelt kunne tage hensyn til de energimæssige forhold under planlægning af byggeri ved hjælp af integrerede energiberegningsprogrammer. Ligeledes var hensigten, at vurdere hvorledes anvendelse af integrerede edb-beregningsprogrammer kunne styrke samarbejdet mellem arkitekt og ingeniør i de tidlige

faser af projekteringen, og hvorledes det kan føre til en mere optimal energiteknisk løsning for den bygning der projekteres.

Afprøvningsforløbet

I perioden 1997-1999 blev programpakken afprøvet på konkrete byggeprojekter. Afprøvningen foregik ved at gennemføre et typisk rådgivningsforløb for valgte projekter. Carl Bro as anvendte en udvidelse af ATPs kontorhus i Hillerød som testprojekt, og Birch & Krogboe A/S som bygherrerådgiver valgte Nykredits nye hovedsæde ved Kalvebod Brygge.

Afprøvningen blev foretaget i tæt samarbejde med SBI, hvor programmet løbende blev tilpasset rådgivernes aktuelle behov og ønsker. For hurtigt, fejlfrit og sikkert at kunne foretage beregninger blev det på et tidligt tidspunkt i afprøvningsforløbet klart, at det var nødvendigt at kunne anvende arkitektens CAD-tegning direkte til at definere modellens geometri. Det blev derfor besluttet at udvikle en simpel CAD-kobling, som med baggrund i en DXF repræsentation af en CAD tegning, kan anvendes til manuelt at opbygge en rumlig model. Mange ønsker kunne ikke umiddelbart opfyldes, men søges så vidt muligt integreret i det færdige produkt.

Brugerfladen er afprøvet ud fra en praktisk synsvinkel, hvor der er fokuseret på om brugen af værktøjet vil kunne lette og forbedre projekterings samarbejdet mellem ingeniør og arkitekt. Der er fx gjort meget for at forenkle redigeringen af de bygningsmodeller, der opbygges. Mange funktioner kan enten udføres med et klik med musen, som det også kendes fra andre Windows-miljøer, eller ved anvendelse af tastekombinationer.

Det var ikke muligt direkte at inddrage arkitekterne i afprøvningsforløbet. Men efterfølgende er konceptet blevet præcenteret og demonstreret for arkitekterne, som kunne se gode muligheder for et øget samarbejde på et tidligt stade af et projekteringsforløb.

Modelopbygning

Der er to måder hvorpå opbygningen i programmet af en bygningsmodel kan startes. Bygningens grundlæggende geometri kan hentes fra en CAD-tegning, eller modellen kan defineres fra grunden ved hjælp af indbyggede redigeringsfunktioner. Overførslen via CAD-koblingen er en nyskabelse i dette program, og giver en større sikkerhed for en geometrisk korrekt modelopbygning.

Konstruktionsdelene hentes fra en tilhørende materialedatabase, hvor man også kan redigere og tilføje egne konstruktioner og materialer. Systemer og styringsstrategier defineres som det sidste skridt inden de ønskede beregninger påbegyndes.

Alle detaljer fra materialeegenskaber til udformning af bygningskonstruktioner, den færdige bygning og tekniske anlæg med styrestrategier kan redigeres. Også den globale placering og brugen af referencedata (vejrdato) kan frit vælges for brug i pakkens beregningsprogrammer.

Erfaringer fra afprøvningsforløbet

I afprøvningsperioden fandtes ingen hjælpefunktion til at beskrive de forskellige programfaciliteter. Desuden blev en række basale funktioner først indført sideløbende med afprøvningen, hvilket var med til at gøre forløbet krævende. De erfaringer, der præsenteres i det følgende, er afgrænset til at indeholde rådgivernes konklusion på brugen af helt eller næsten færdige og velfungerende programdele.

Inden opbygningen af modellens geometri påbegyndes, skal brugeren gøre sig helt klart, hvad modellen ønskes anvendt til, når den er færdig. De forskellige programmoduler, der kan anvende den opbyggede model, stiller meget forskellige krav til detaljeringsgraden og kompletteringen af modellen for at kunne foretage de ønskede beregninger. Eksempelvis er det nødvendigt, at bygningens klimaskærm er defineret komplet for at gennemføre en energirammeberegning korrekt. En termisk simulering med tsbi kræver derimod kun en korrekt definition af de rum der analyseres, samt en definition af rummenes omgivelser.

Man skal ligeledes gøre sig klart hvilken strategi, man vil anvende ved opbygningen af modellen for hurtigst og simplest at nå den ønskede modelopbygning. Modelopbygningsmodulet er, så vidt det har været praktisk muligt, forsynet med forskellige kopieringsmuligheder, der rigtigt anvendt kan lette modelopbygningen betydeligt.

Programpakkens mulighed for at visualisere solindfald og dagslysniveauer på flader m.v. har vist sig at være særdeles interessant for arkitekter, og er en udvikling, der imødeses med spænding.

Programmets stærke sider

Blandt de største fordele ved det nye koncept er Windows-miljøet, den grafiske brugerflade med rumlig visualisering, samt den forbedrede resultatbehandling. At alt foregår i et Windows-baseret miljø gør, at tidsforbruget til tilvænning er minimalt for erfarne Windows-brugere. Samspillet mellem ikoner og menuer virker overbevisende, og brugen af højre museknap i undermenuerne er tilpas brugervenlig.

Anvendelsen af den velkendte træstruktur og genkendelige symboler giver et bedre overblik over modellens opbygning, og dermed en større sikkerhed for, at modellen er korrekt og komplet. En øvet bruger kan med den indarbejdede programstruktur spare en del inddaterings- og opmålingsarbejde set i forhold til arbejdet ved en traditionel tsbi3 beregning. Dette er med til at gøre det attraktivt at medtage programmet på projekteringsmøder og i lignende sammenhænge.

Efter modelopbygningen er foretaget, har man mulighed for at gennemføre beregninger med flere af de tilknyttede programmoduler: dagslysberegning, visualisering af solindfald, energirammeberegning og termisk bygningssimulering.

Programmets svage sider

Koblingen til CAD via det nuværende interface er ikke optimal. Det var imidlertid den metode, der viste sig at være praktisk mulig i programudviklingsforløbet.

Import af tegningsfiler lettes når CAD-grundlaget følger den lagdelingsstruktur, der er fastlagt af IT-brugere i Byggesektoren (ibb). Ofte er dette imidlertid ikke tilfældet i praksis.

Programmet er i dag så komplekst, at det tager nogen tid at sætte sig ind i dets opbygning og tankegangen bag.

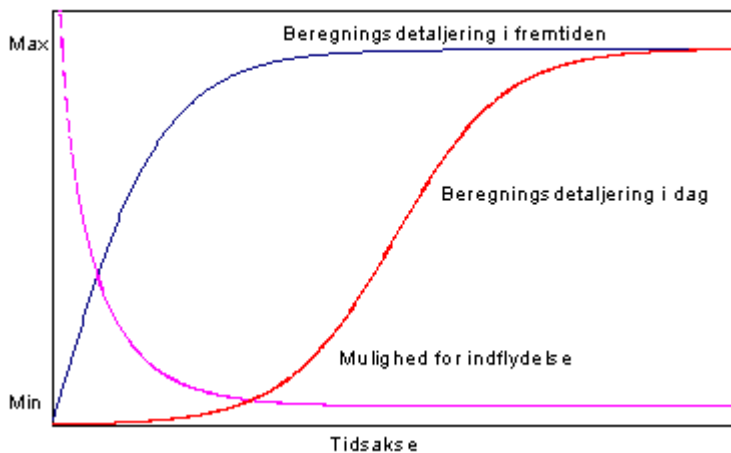
For at alle programmoduler skal kunne anvendes, skal modellen være fuldt udbygget i alle detaljer, hvilket ved større modeller er meget ressourcekrævende.

Fremtidige perspektiver

Styrken ved at anvende et integreret edb-system allerede fra en meget tidlig fase i projekteringsforløbet er at man ved simple parametervariationer hurtigt kan få et indtryk af valgenes betydning for indeklima og energiforbrug.

Programmet virker som et godt værktøj til tidligt i projekteringsfasen at overbevise bygherren om fordele og ulemper ved forskellige konstruktive udformninger. I dag bliver mange vigtige beslutninger truffet alene på baggrund af en projektgruppes intuition og erfaringer. Medens bygværket tager form, træffes der beslutninger, som kun vanskeligt lader sig ændre senere, og det er derfor hensigtsmæssigt at foretage analyser allerede i denne indledende fase. Det vil være en fordel, nemmere at kunne undersøge konsekvenserne af forskellige parametervariationer på et fagligt velfunderet grundlag. Men en forudsætning for at udnytte analyseværktøjer tidligt i et projekteringsforløb er, at de skal give mulighed for en hurtig inddatering, og kan håndtere ændringer ubesværet. På grund af et projekts usikkerhed, som fx hvorvidt det skal gennemføres, økonomi og hvem der skal løse hvilke opgaver, er det med den nuværende struktur, organisation og ydelsesdeling nødvendigt, at kunne gennemføre disse indledende analyser hurtigt, og med en beskedent indsats i forhold til den samlede rådgivningsindsats i hele projekteringsforløbet.

I den nedenstående figur vises sammenhængen mellem beregningsdetaljeringsgrad og muligheden for at øve indflydelse på byggeprocessen. De nye værktøjer vil give et bedre beslutningsgrundlag tidligere i forløbet.



Udover energirammeberegning, dagslysberegning og øvrige faciliteter, som omgiver selve den dynamiske simuleringsdel af programmet, kunne en programdel til beregning af naturlig ventilation være ønskværdig. Der bliver som bekendt fokuseret meget på naturlig ventilation i øjeblikket, ikke mindst fra arkitekternes side, og der savnes fra ingeniørernes side gode værktøjer til at vurdere konsekvenserne. Der er utvivlsomt også flere forhold, som f.eks. temperaturgradienter og beregning af luftstrømningselementer, der på den ene eller anden måde i fremtiden bør integreres i programmet. Det første skridt i denne udvikling er nu taget ved at indføre en forenklet beskrivelse af lodrette temperaturgradienter.

Projektetforløbet viste, at det fra arkitektens side betragtes som en stor fordel, hvis eksempelvis udformning af facader kunne ske i nært samarbejde med ingeniøren. Anvendeligheden af programmet ville også blive langt større, hvis en mere fuldstændig integration med CAD-værktøjer var til stede.

Et spændende tiltag ville være en form for 'økologiberegning' ved hjælp af materialedatabasen, så mængder og miljøbelastninger kunne fastlægges gennem kobling til programmer for livscyklus analyser og beregning af det atmosfæriske indeklima.

Det er tænkeligt at systemet, når det inden for en årrække er blevet væsentlig videreudviklet, vil tilbyde mulighed for at anvende den samme 'overordnede database' med informationer om et byggeri til at gennemføre stort set alle nødvendige beregninger og analyser fra skitseprojekt gennem detailprojektering, opførelse, ibrugtagning og drift, til bygningen er udslidt og skal nedrives, genanvendes eller renoveres.

En udvidelse af programmet kunne ske i form af programmoduler til beregning af kunstlys, kuldenedfald og trækforhold, overholdelse af diverse normer og reglementer, levetid samt total-, energi- og ressourceøkonomi.

Konklusion

Det er særdeles positivt, at de involverede arkitekter udviste en klar interesse for programpakken og de resultater, der kan opnås ved brug af denne. Det var dog ikke arkitekternes oplevelse, at de umiddelbart selv ville kaste sig ud i anvendelse af programpakken. De ville derimod være meget interesserede i at samarbejde med en ingeniør, der umiddelbart kunne anvende og jonglere med de forskellige programmer med de tilhørende resultatbehandlings- og præsentationsprogrammer.

Det blev bemærket, at flere af de spørgsmål der var opstået ved projekteringsmøder, umiddelbart kunne være blevet belyst ved anvendelse af en passende bærbar PC på møderne.

Den generelle vurdering af programmets koncept og den nuværende brugerflade er, at det er et skridt i den rigtige retning for samarbejdet mellem arkitekter og ingeniører.

Der er ingen tvivl om, at man med udarbejdelsen af programpakken har taget et stort spring frem i forhold til de produkter, der er på markedet i dag. De hidtil opnåede resultater viser talrige anvendelsesmuligheder, og lover godt for den fremtidige udvikling, såfremt der løbende afsættes de fornødne ressourcer til den påkrævede viderebearbejdning af programkonceptet.