

**BILAG 4****EKSEMPEL PÅ EN TOTALØKONOMISK REDEGØRELSE**

*Eksempel fra Bygningsstyrelsen*

Formålet med dette notat er at redegøre for, at der er truffet bevidste valg, og hvorledes disse valg medvirker til at opnå en fornuftig balance mellem arkitektur, funktionalitet, byggeudgifter og driftsøkonomi. På baggrund af projektets karakter er der udvalgt 9 cost drivers som gennemgås i det følgende.

**1. BYGNINGSFORM**

Eksisterende bebyggelse er sammensat af enkeltstående bygninger i form af lænehuse og et fåtal mere kompakte bygninger.

Lokalplanen for området foreskriver, at det tilstræbes, at nye bygninger såvel i materialer som i farveholdning får et arkitektonisk udtryk, der er i harmoni med det stedlige miljø. Lokalplanen foreskriver endvidere forhold vedr. taghældning, antal etager, farver og højdegrænseplan.

Et udkast til ny lokalplan foreskriver at den overordnede struktur med symmetriske saddeltage, træbeklædning der fremstår sort, og hvide vinduer, fastholdes i forbindelse med etablering af nærværende nybyggeri.

Endvidere stiller lokalplanen krav om, at nybyggeri opføres som lavenergibyggeri, og krav om lokal nedsivning af regnvand fra tage og vejarealer.

Den nye undervisningsbygning forholder sig til kravene i lokalplanerne, hvorfor forhold som antal etager og overordnet tagform er givet. Den nye undervisningsbygning på i alt 812 m<sup>2</sup> er således disponeret i én etage med saddeltag, og det blev valgt at arbejde ud fra længestrukturen.

Modellen er siden videreudviklet til en mere rationel H-form, sammensat af 3 parallelle længer.

Planen er rationelt udformet for opnåelse af en høj udnyttelsesgrad. To centralt placerede kerner indeholdende birum underdeler bygningen i undervisningsrum og fællesarealer. Gangarealer, der ikke udgør hovedfærdslinjer kan inddrages og/eller udnyttes til sidde-nicher, grupperum og fællesrum.

Disponeringen med det centrale fællesrum medfører en relativ dyb bygning og dermed et mindre facadeoverfladeareal pr. m<sup>2</sup> gulv, end flertallet af de eksisterende lænehuse har. Dette har en positiv indvirkning på varmetabet. Overfladearealet er vanskeligt at minimere yderligere uden at bygge i mere end én etage, ændre den fastlagte tagform, udføre vandret klimaskærm(tag) eller bygge helt kompakt, hvorved reference til længestrukturen sløres. For at opnå et godt og jævnt fordelt dagslys suppleres der, i området udfor fællesrummet, med ovenlys i taget.

Det relativt store volumen der opnås med saddeltagsformen udnyttes i undervisningslokalerne, hvor den store loftshøjde kommer indeklimaet til gode og sikrer gode forhold for naturlig ventilation i rummene. Over den østlige kerne, der i stueetagen indeholder toiletter og teknikrum, og hvor åbning til kip ikke er nødvendig, er tagrummet udnyttet til opstilling af ventilationsanlægget. Der opnås herved en reduktion af det nødvendige antal m<sup>2</sup> i grundplan og en god volumenudnyttelse.

**2. INDRETNING, RUMDISPONERING OG BRUG**

For at tilvejebringe optimal fleksibilitet er undervisningsrum og tegnesal disponeret i omtrentlig samme størrelse og på så generel vis at alle rum i princippet vil kunne opfylde alle respektive formål, ligesom lokalerne er disponeret med en størrelse og et luftskifte der muliggør undervisning af større hold på 50 foruden et dobbelthold med 70 studerende.

Det er med ovenstående disponering muligt at opnå en høj belægningsgrad 24/7.

**3. BÆRENDE KONSTRUKTIONER**

Bygningens statiske system er fastlagt på baggrund af løbende evalueringer af, hvilken løsning der bedst imødekommer de funktionelle, økonomiske og arkitektoniske krav der stilles til bygningen. Det vurderes at en løsning med tværstabiliserende rammer bedst indfrier brugernes ønske om fleksibilitet, samtidigt med at der kan etableres store, åbne undervisningsrum med loft til kip, uden at det åbne loftsareal kompromitteres. Yderligere, muliggør denne statiske model en eventuel senere forlængelse af undervisningsrummene.

Det var oprindeligt hensigten at bygningens tværstabiliserende rammer skulle opføres som synlige limtræsrammer. I takt med detaljeringen af bygningen, stod det dog klart, at størrelsen på limtræsrammerne ville medføre en reduktion i det anvendelige bebyggelsesareal og en fordyrelse i forhold til stålrammer. Byggherregruppen har derfor vurderet at bygningen skal opføres med stålrammer.

## 4. BYGGETEKNIK, MODULERING, FACADER

Den valgte bygningsform med saddeltag og kiler ved tagsamlinger, hvor vandet ledes til tagkanten, er baseret på traditionelle veldokumenterede løsninger. Den valgte byggeteknik, herunder sokkelhøjde min. 150mm, afledning af regnvand mv., vil i forbindelse med den videre projektering blive sammenholdt med både BygErfa og byggeskedefondens vejledninger.

Facaderne opføres i træ. Da lokalplanen foreskriver, at såvel vinduer som beklædninger overfladebehandles til hhv. hvid og sort farve kan afledte vedligeholdelsesomkostninger ikke undgås, men det tilsigtes i forbindelse med hovedprojekteringen at foretage bevidste valg, hvor hyppigheden af det påkrævede vedligehold under hensyntagen til anlægsomkostningerne indgår i valg af en delig løsning.

Det valgte modul på 3 meter er fastsat efter nærmere afvejning af rumlængde, vinduesplacering, søjlestørrelse, søjle antal og maksimal størrelse på tagkassetter set i relation til transport af disse. Under hensyntagen til disse parametre tilvejebringer det valgte modul den mest optimale løsning med størst mulig materialebesparelse.

## 5. SOLAFSKÆRMNING

Byggherregruppen har valgt, at der ikke skal anvendes automatisk solafskærmning på facadevinduer i denne bygning. Dette er besluttet for at undgå potentielle drifts- og vedligeholdelsesudgifter, samt for at understøtte brugernes inddragelse i indeklimareguleringen. Denne beslutning har stor betydning for bygningens indeklima og energiramme.

For at opnå et godt indeklima i bygningen samtidig med at bygningens arkitektoniske udtryk respekteres, og der skabes velbelyste rum, er der i projektet indarbejdet en kombination af solafskærmende glas og spredt, fast solafskærmning på bygningens vinduer. Valget af solaf-

skærmende glas betyder at glastypen udføres med energibelægning for at nedsætte varmepåvirkningen fra sollyset.

Der vil være behov for opsætning af indvendige gardiner, således at der afskærmes for direkte sollys i forbindelse med skærmarbejde.

Eftersom der findes dokumenterede systemløsninger for mekanisk solafskærmning til ovenlys på markedet, og det samtidigt er hensigtsmæssigt at anvende den udvendige afskærmning til regulering af lysindtaget fra ovenlysene, er det besluttet, at der anvendes automatisk solafskærmning til bygningens ovenlys.

Byggherre har fravalgt bevidst brug af beplantning som led i en solafskærmende løsning, idet overdrevets karakter, med spredt beplantning i form af mindre grupper af busklignende karakter, ønskes udbygget og understreget. Det vil være bæredygtigt fremmende, såfremt der åbnes op for, at der syd og vest for bygningen kan udføres beplantning, gerne i kombination af løvfældende og stedsegrøn art, der, under størst mulig hensyntagen til karakteren af overdrev, placeres således, at træer og beplantning i forbindelse med årstidernes skiften kan medvirke til, at hhv. skærme og åbne op for solen.

## 6. TEKNIKKANAL UNDER GULV

Gennem projektforslagsfasen er der arbejdet med et princip for føringsvejen mellem de tre længer, hvor forsyninger for de tekniske installationer for ventilation, el og vand/afløb føres gennem en kanal på tværs af de tre længer under terrændæk.

Det er vurderet, hvorvidt der kunne være en besparelse i at lægge forsyningsvejen over loft, men denne løsning er blevet fravalgt af følgende grunde:

- Besparelsen ved at føre el, varme og ventilations installationer under loft/ over tag i stedet for i kanal i forbindelse med terrændækket vurderes at være begrænset, idet der samtidigt med en besparelse på bygningsarbejder for jord, beton og riste vil være forøgede omkostninger i forbindelse med tømrer-, maler- og gulvarbejder.
- Den oppeliggende løsning tilgodeser ikke fremtidig fleksibilitet.
- Ingeniørerne oplyser, at valg af løsning ikke har betydning for effektiviteten af ventilationen (Rørlængder)
- Der vil være bedre tilgang til hovedføringerne med den valgte placering i kanal ved terrændæk.

## 7. LAVENERGIKLASSE 2015

Bygningen opføres som lavenergi klasse 2015 byggeri, hvilket i sig selv medfører skærpede krav om hensyntagen til bygningens driftsøkonomi.

I praksis er det for en énetagesbygning af denne art nødvendigt at supplere bygningens i øvrigt energioptimerede løsninger med alternative energikilder for at indfri bygningsreglementets krav til Lavenergi klasse 2015.

Der er netop færdiggjort et større solcelleanlæg på taget af et maskinhus. Myndighederne har givet tilsagn om at indregne en andel af det nyetablerede solcelleanlæg i energirammen for den nye undervisningsbygning, så fremt bygningen i øvrigt udføres med energioptimerede løsninger.

Eftersom alternativet for at opnå Lavenergi 2015 vil være at etablere et mindre, decentralt solcelleanlæg i forbindelse med den nye undervisningsbygning, er det naturligvis en ideel løsning at etablere ét stort centraliseret solcelleanlæg – både i forhold til anlægsøkonomi, driftsøkonomi og i forhold til områdets arkitektoniske udtryk.

## 8. VENTILATION

Tidligere i projektforløbet er der blevet drøftet forskellige løsningsmuligheder i forhold til hvilket ventilationsprincip, der bedst imødekommer de aktuelle krav og ønsker til den nye undervisningsbygning.

Der er valgt en ventilationsløsning, hvor der benyttes balanceret mekanisk ventilation med mulighed for supplerende naturlig ventilation ved manuel vinduesopluk. Det er af bygherre besluttet, at der ikke skal udføres mekanisk køling i bygningen. Denne anlægsøkonomiske og potentielt driftsøkonomiske besparelse er fastlagt ud fra en vurdering af bygningens funktion.

Automatisk naturlig ventilation er fravalgt af bygherregruppen, dels fordi manuel åbning af vinduerne understøtter brugernes inddragelse i indeklimareguleringen, og dels fordi fravælgelsen medfører en totaløkonomisk besparelse.

## 9. LOKAL AFLEDNING AF REGNVAND (LAR)

Den nye lokalplan, som er under udarbejdelse, stiller krav om lokal afledning af regnvand. Dette krav påtænkes indfriet ved at føre det opsamlede regnvand til et eksisterende vandhul, hvorfra vandet forventes at kunne nedsives. I forhold til byggesagens totaløkonomi, er dette en fordyrende foranstaltning i forhold til at lede regnvandet til det offentlige afløbssystem. Der er dog ingen tvivl om, at miljømæssigt og samfundsøkonomisk er det en bedre løsning at det opsamlede regnvand afledes og nedsives lokalt i stedet for at belaste det offentlige, fælles afløbssystem og det lokale rensningsanlæg.