



Bach & Egmose Byggesystem – Bag- og Facadeelementer

Baggrund

I juni 2021 blev der i forbindelse med et renovationsprojekt konstateret en række skader på skoler i Aalborg. Skaderne drejede sig om facadeelementer, der havde synlige deformationer og tegn på korrosionsskader. Facadeelementerne havde skredet ud i forhold til den oprindelige placering, og enkelte kunne bevæges.

På den baggrund igangsatte Bolig og Bygningsstyrelsen (BPST) et udredningsarbejde som grundlæggende skulle afklare om der er en fælles byggeteknisk problemstilling og risici forbundet med Bach & Egmose byggesystemet, herunder at undersøge

- Er facadeelementerne en del af den bærende konstruktion?
- Baggrund og omfanget og arten af skaderne.
- Er der en umiddelbar risiko for kollaps, som kan medføre personskafe.
- Har konstruktionerne opfyldt de på opførelsestidspunkt gældende bestemmelser og er der andre forhold, som relaterer sig til regelgrundlaget.
- Midlertidige sikkerhedsforanstaltninger.

I december 2021 udarbejdede BUILD, Aalborg Universitet en foreløbig rapport som konkluderede følgende midlertidige sikkerhedsforanstaltninger:

”På basis af ovenstående anbefales at facadeelementer i alle bygninger opført med Bach & Egmose byggesystemet gennemgås med fokus på udbøjninger, revner og evt. tegn på korrosion. Der bør være speciel fokus på nederste facadeelementer i bygninger med 2 etager og øvrige bygninger hvor udhæng ikke beskytter øverste del af facadeelementet.”

Den indledende rapport konkluderede, at der ikke er en akut fare for sammenstyrtning af konstruktionerne, men at man kunne sikre facadeelementerne med klæbeankre. På baggrund af inspektioner mente man ikke at facaderne indgik i den bærende konstruktioner. Der blev konstateret en risiko for at facaderne kunne falde ned.

Byggesystemet ’Danske Typeskoler’ er udviklet af entreprenørfirmafirma Bach & Egmose A/S, Aalborg i 1950’erne i samarbejde med Arkitektfirmaet Vibe-Hansen & Orland. Byggesystemet var på daværende tidspunkt et relativt nyt elementbyggesystem med bærende præfabrikerede elementer; en forplade (facadeelement) og en bagplade med isolering imellem. Observationer indikerer at isoleringen er fastholdt af

trådbindere indstøbt i bagpladen, og at trådbinderne ikke har forbindelse til forpladen. Byggesystemet er bl.a. anvendt som facadelementer på 1-etages skoler, 2-etages skoler, idrætshaller og på plejehjem.

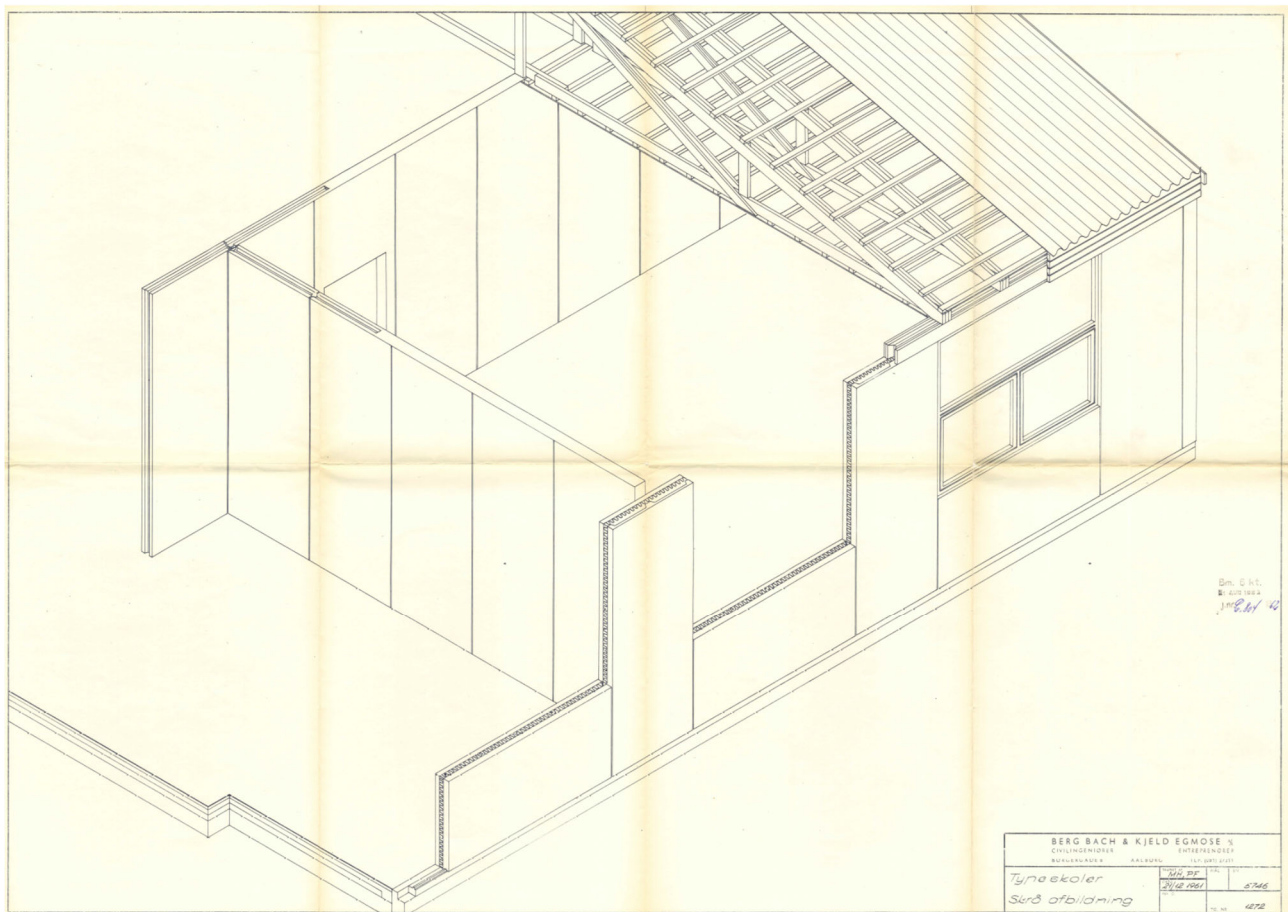
Konstruktionsopbygning

I det følgende vises eksempler på tegninger af byggesystemet fra gennemgang af et meget stort antal tegninger fra kommunernes byggearkivsystemer, specielt [Weblager Administration](#). Det har ikke været muligt at finde konstruktionsberegninger af selve byggesystemet.

Som det fremgår af nedenstående tegninger af skolerne, er det grundlæggende princip:

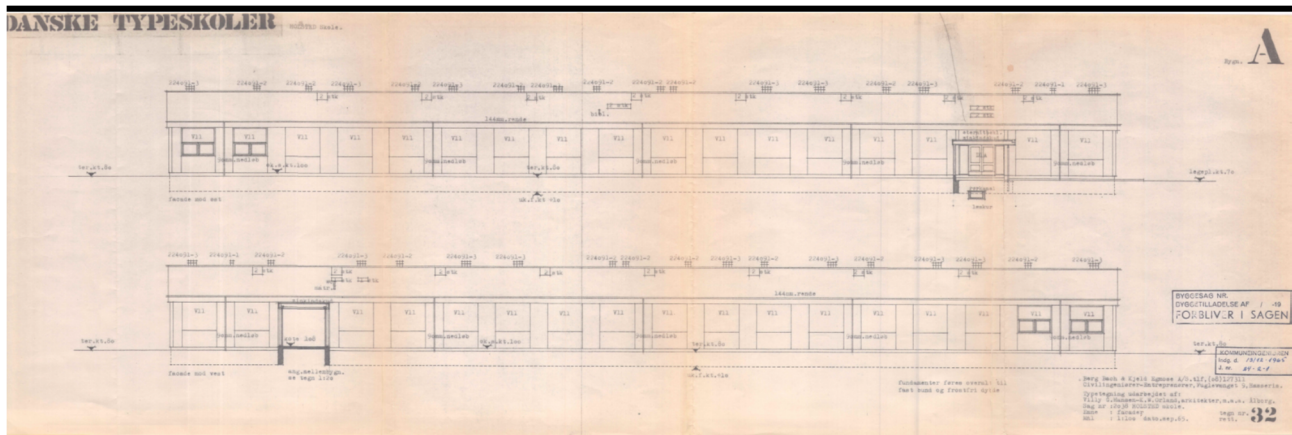
1. Traditionelle fundamenter som understøtter beton elementvægge.
2. Betonvæggene understøtter en traditionel spærkonstruktion.
3. Stabiliteten af bygningen sikres igennem af betonelementer og tagspærerne, der er udformet med vindafstivning.

I figur 1 vises en typetegning, som indirekte skitserer det bærende system. Byggesystemet er udviklet til både 1- og 2-etagers bygninger. Det bemærkes, at facadeelementerne er udført med forskellige dimensioner, herunder forskellige tykkelser af bagvæggen.

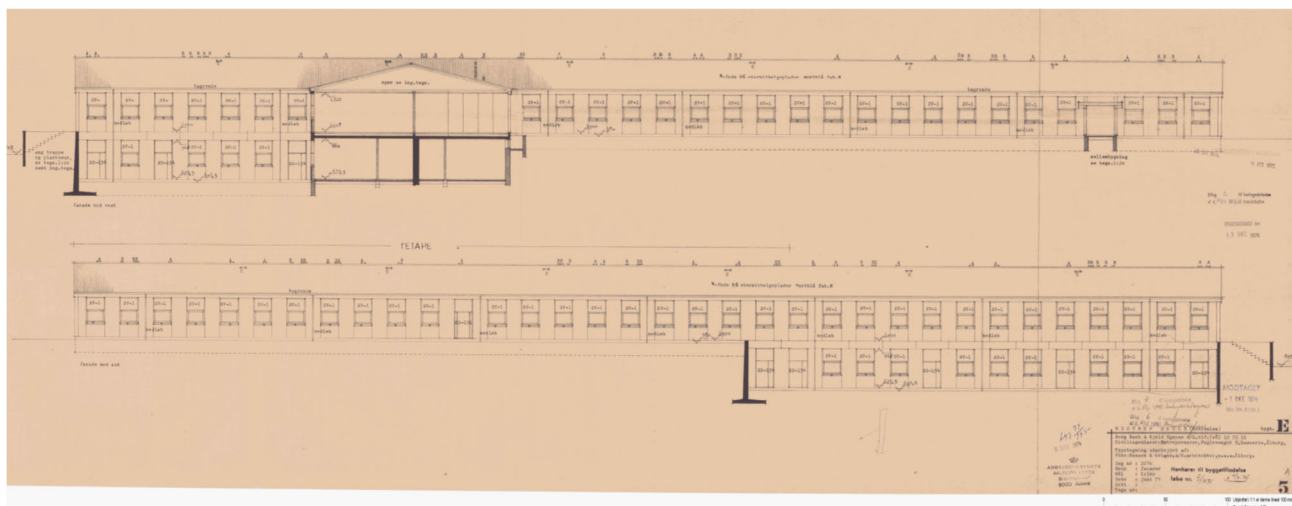


Figur 1. Typetegning. Skitse af byggesystem.

I figur 2 og 3 vises facadetegninger for henholdsvis 1-plans (Holsted skole) og 1- og 2-etagers (Gistrup skole) bygninger.

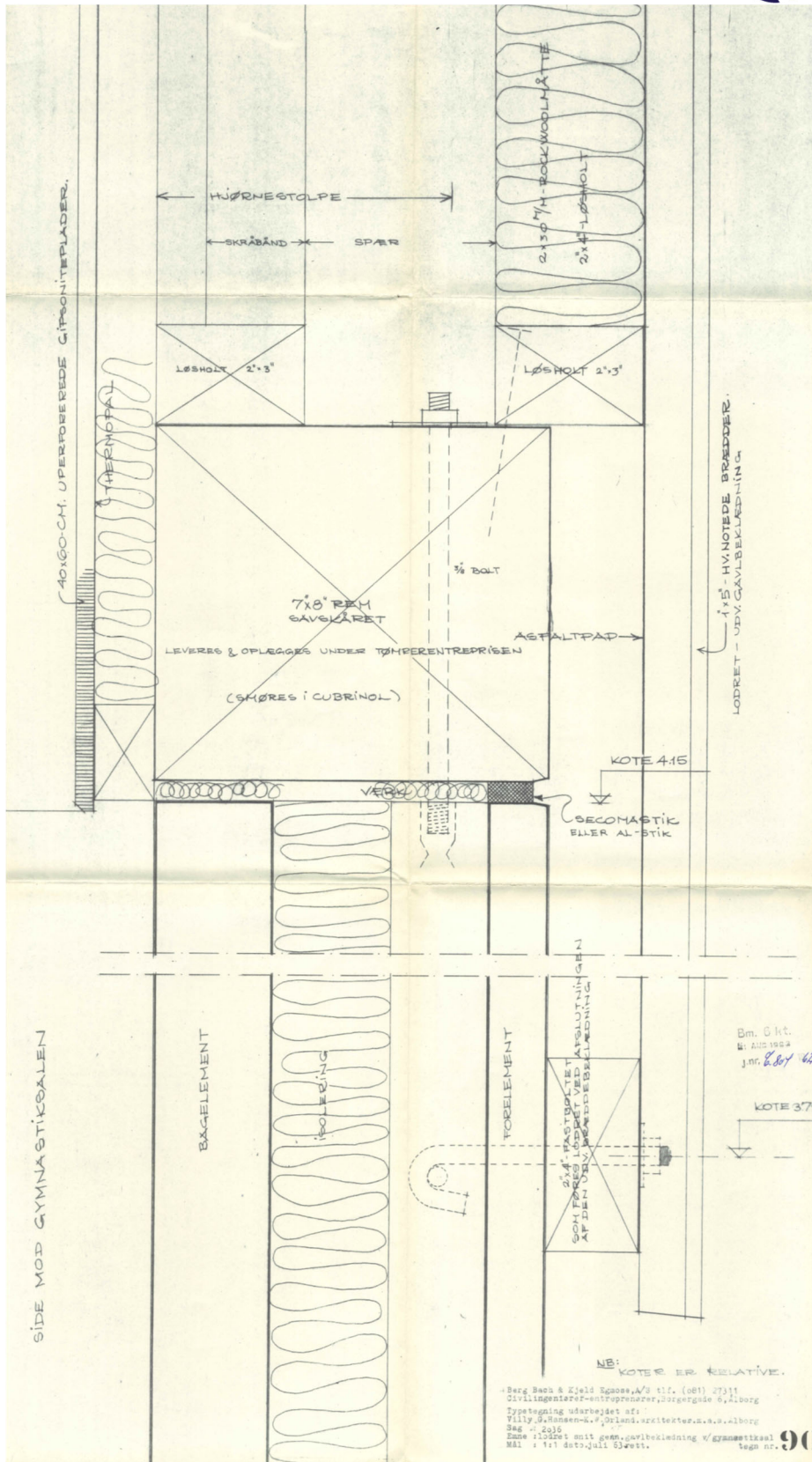


Figur 3. Holsted skole.



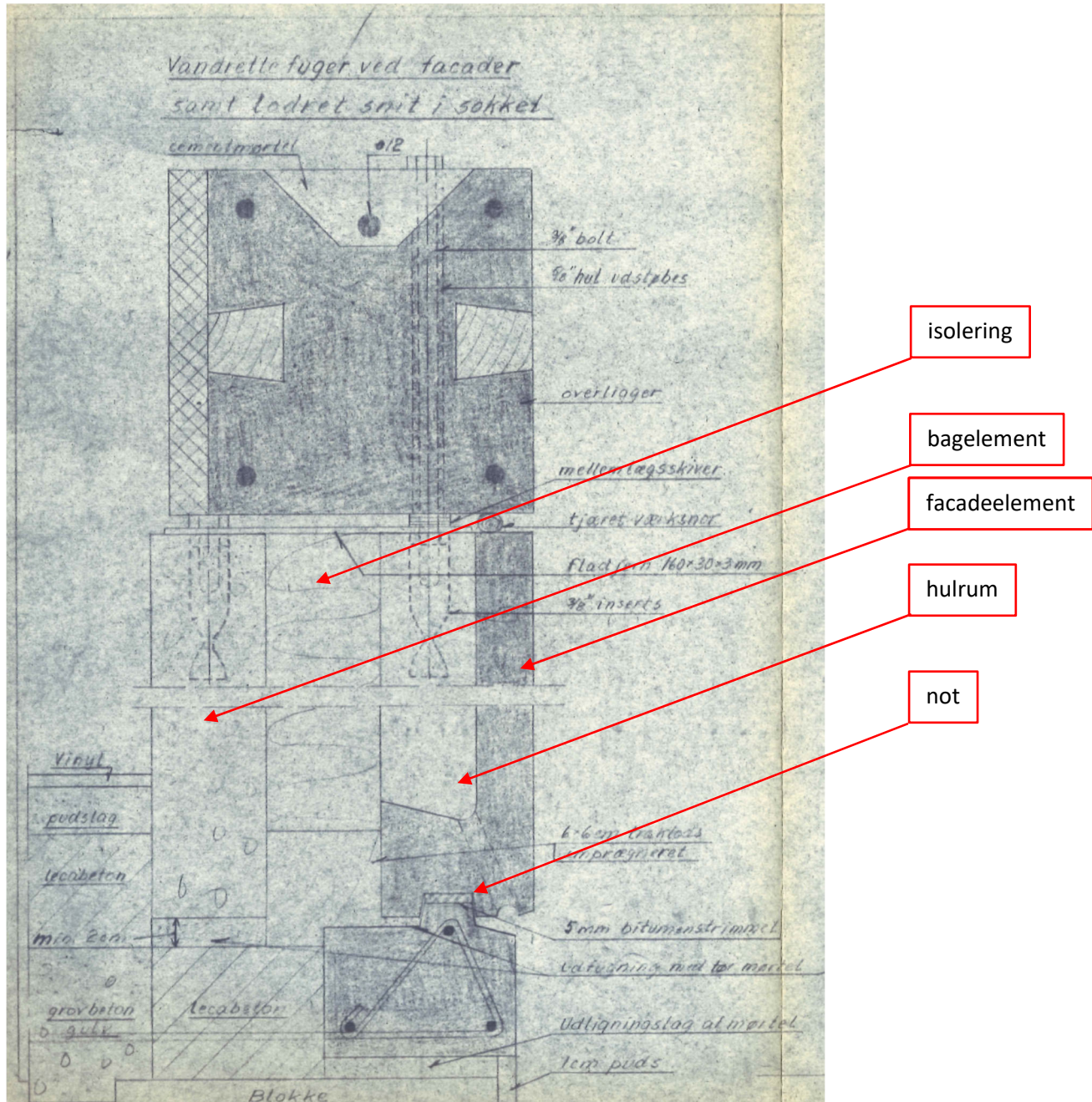
Figur 3. Gistrup skole 1975. Nogle bygninger er i 1 etage, andre i 2 etager.

Figur 4. viser et snit i et facadeelement. Der kan ikke af tegningen udledes noget om den statiske virkemåde altså om det kun er bagvæggen, der er bærende, eller at det er både bagvæg og facade, der er bærende. Den indlagte 'secomastik' fuge er dog en kraftig indikation på, at det kun er bagvæggen, der er bærende.



Figur 4. Typetegning. Lodret snit af øverste del af bagelement og facadeelement. Bemærk 'secomastik' fuger over facadeelement.

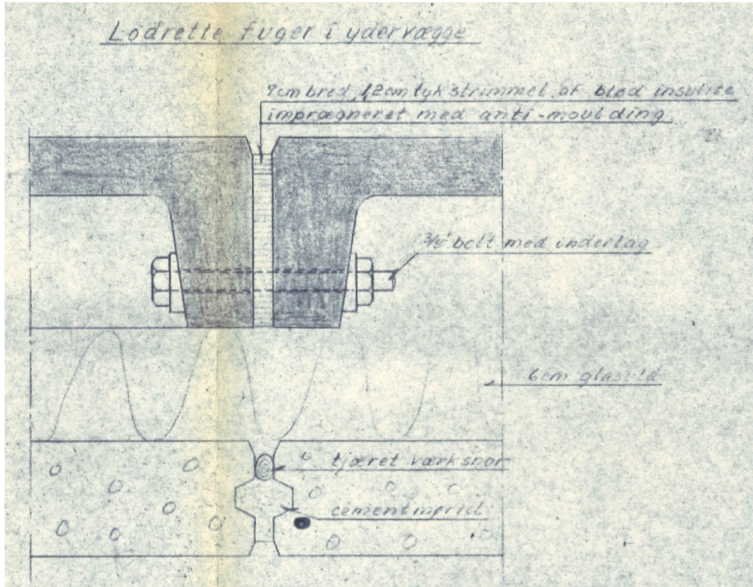
Figur 5 viser samlingen af bagvæg og facadeelement i både top og bund. Tegningen indikerer igen, at det kun er bagvæggen, der er bærende. Det bemærkes også at dæklagene er ret små, og dette stemmer med den korrosion, der kan ses på nogle af elementerne. I det element, som er hjembragt til Build på Aalborg Universitet er armeringen i facadeelementerne næsten rustet bort.



Figur 5. Typetegning. Samling af facadeelement og bagelement i top og bund.

I figur 6 vises en samling mellem 2 facadeelementer. Det synes meget kompliceret geometrisk at udføre den samling, da isolering og bagvæg ikke er forenelig med en boltet samling af facadeelementet. På det facadeelement, som vi har haft tilgang til, er der lavet huller til en mulig boltesamling, men det har aldrig været benyttet som sådan. Byggesystemet har også været eksporteret til Tyskland, og det er muligt, at man

her har brugt en anden opbygning. Vi har erfaret fra en ingeniør, der var ansat i Bach & Egemose, at man i Tyskland anvendte facade elementer med større tykkelse. Det ville have krævet en anden samling, og der kan boltehullet godt have indgået. Af hensyn til en rationel produktion har man måske valgt at give alle elementerne boltehuller.



Figur 6. Typetegning. Samling af 2 facadeelementer og bagelementer.

Dimensioner mm af facade- og bagelementer beskrives på typetegningerne:

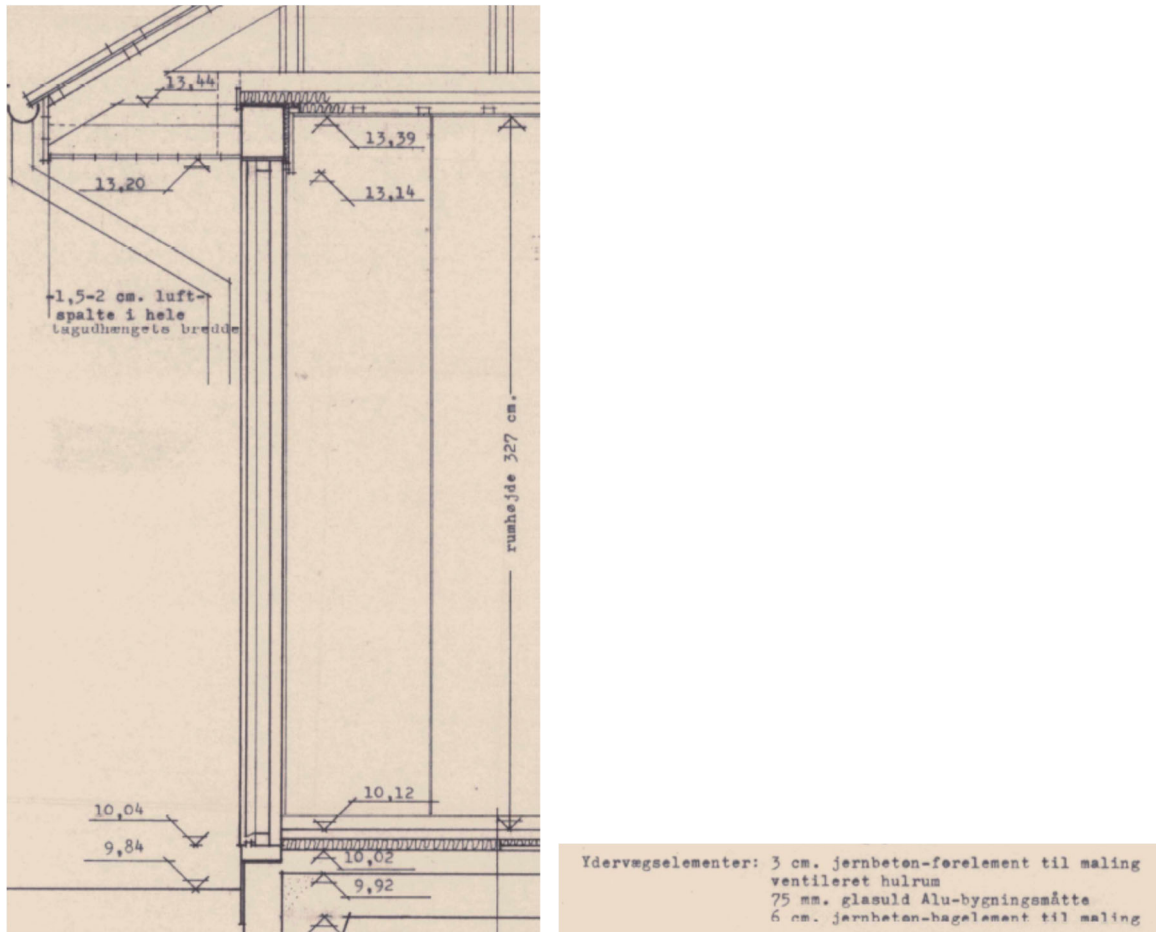
- Bygning i 1 etage:

3 cm. jernbeton-forelement med forstøbning
ventileret hulrum
75 mm. glasuld Alu-bygningsmåtte
6 cm. jernbeton-bagelement til maling

- Bygning i 2 etager:

3 cm. jernbeton-forelement med forstøbning
ventileret hulrum
75 mm. glasuld Alu-bygningsmåtte
jernbeton-bagelement til maling -tykkelse: 6 cm. i overetagen og 15 cm. i underetagen

Det bemærkes at facadeelementerne (forelementer) har samme tykkelse i 1 og 2 etages bygninger, hvilket også indikerer at de ikke er regnet bærende. I figur 7 vises et snit i vægelementet. Remmen synes at have ret store dimensioner, og det kan man også se på andre tegninger. Umiddelbart ser det så ud som om at både facade- og bagelement er bærende, men det er i modstrid med andre tegninger og beregninger, som er gennemgået.



Figur 7. Typetegning. Facade- og bagelement.

Observationer

Vi har foretaget besigtigelse af Gistrup skole. Herudover har vi haft adgang til besigtigelser fra en række andre Bach & Egmosse byggerier foretaget af kommuner og deres rådgivere. Der er i appendiks A nævnt kommuner, der har responderet på en henvendelse fra BPST, og hvor der er foretaget besigtigelser. Herudover har vi haft adgang til rapporter fra ingeniørfirmaerne EKJ Rådgivende Ingeniører, Lyngkilde Rådgivende Ingeniører og Rambøll.

Samtlige andre besigtigelser er i overensstemmelse med vores egne observationer.

Ved besigtigelsen deltog Tina Baandrup Hjorth, Aalborg Kommune, Teknisk serviceleder, Gistrup Skole, Michael H Faber, AAU og John D Sørensen, AAU. John D. Sørensen og Lars Damkilde har senere besigtiget Gistrup skole.

I forbindelse med besigtigelse på Gistrup skole 7. juli 2021 er der foretaget følgende observationer:

- Gistrup skole (syd for Aalborg) er bygget i 1968 efter konceptet 'Danske typeskoler' udviklet af Bach & Egmosse
- Ydervægge består af præfabrikerede betonelementer med et bagelement og et facadeelement, se typetegninger ovenfor.

- En del af skolen er i 1 etage, andre dele af skolen er i 2 etager
- Facadeelementer har not i bund og lille beslag i top, der i flere tilfælde er rustet væk specielt for nederste facadeelement i bygninger med 2 etager
- Udbøjninger af facadeelementer ses i flere af facadeelementer i bygningerne; typisk i de nederste elementer i bygninger med 2 etager og ofte 1 cm i top og op til 2 cm på midten
- Enkelte vandrette revner i midt på nederste facadeelement
- Facadeelementer er malet for 6 år siden – der er ingen synlige revner i fuger
- Mange af de nederste facadeelementer står 'frit' uden fastgørelse i top (men fastholdt via fuger og vinduer). På Gistrup skole er alle facadeelementer i nederste etage fastgjort øverst på elementet med klæbeankre i de bygninger, som har 2 etager.
- Der er ingen synlige revner at se i facadeelementerne eller misfarvninger, som tyder på korrosion i armering.

Nedenfor er vist fotos fra besigtigelsen.



Figur 8. 2 etages bygning. Bemærk udbøjning på midt af facadeelementer i øverste etage.



Figur 9. Facadeelementer i nederste etage i bygning med 2 etager. Bemærk udbøjning af facadeelement ved vindue.



Figur 10. Facadeelement i nederste etage. Bemærk udbøjning af top af nederste facadeelement.

14. juli blev der nedtaget et facadeelement fra en af 1 etages bygningerne.



Figur 11. Facadeelement udtaget.

Det bemærkes, at der pt ikke er foretaget nærmere undersøgelser af facadeelementet. Betonen vurderes umiddelbart at være i en god tilstand. Besigtigelse af det nedtagne facadeelement indikerer, at betydelig korrosion i de armeringsjern, der ligger i de lodrette afstivende kantudstøbninger, se figur 14, har forårsaget lodrette revnedannelser i betonen og delvise skader på forbindelsen mellem jern og beton. Da udstøbningerne i facadeelementerne udgør den væsentligste stivhed mod udbøjninger af facadeelementerne kan denne korrosion således medføre at facadeelementerne ikke længere kan optage en lodret belastning.



Figur 12. Facadeelement udtaget.



Figur 13. Facadeelement udtaget. Bemærk lille stålplade benyttet til fastholdelse af facadeelement (ikke korroderet).



Figur 14. Nedtaget facadeelement, med afstivende lodrette armerede udstøbninger.



Figur 15. Nedtaget facadeelement.



Figur 16. Nedtaget facadeelement.

Yderligere observation:

- Ifølge Ingeniøren (1. juli 2021) citeres ' For nylig opdagede Aalborg Kommune imidlertid, at forpladerne på flere af kommunens skoler, der er opført med systemet, sidder løst. Under renoveringen af Vester Mariendal Skole skred en forplade således ned, da der kørte en pladevibrator forbi.'

Statiske virkemåde

På basis af ovennævnte konkluderes det, at vægelementet statisk fungerer ved, at den lodrette last udelukkende føres ned gennem bagelementet. Facadeelementerne er altså ikke bærende dvs. understøtter ikke andre konstruktionselementer. Det betyder, at et svigt i et facadeelement (vælter ned eller skrider ud) ikke automatisk vil føre til et svigt af den bærende bagfacade.

Facadeelementer skal som alle konstruktionsdele fastholdes, og den fastholdelse sker gennem forbindelsen til bagvæggen i både top og bund. Der er set korrosion i disse forbindelser, og dette giver en klar risiko for at facadeelement kan falde ned eller skride ud. Dette skal forhindres, og derfor bør facadeelementerne inspiceres af kompetente fagpersoner, og i tvivlstilfælde bør man som minimum fastholde facadeelementerne med f.eks. klæbeankre, fastgjort til bagelementet.

Eftervisning af vægelementets bæreevne.

Vi har ikke kunnet finde mange oplysninger om en egentlig dimensionering af vægelementerne, men det er dog lykkedes at finde en enkelt beregning.

Beregningsgrundlaget vil altid bestå af en belastning og dennes optagelse i konstruktionsdelen. På basis af oplysninger om styrker kan man så afgøre om dimensionerne er tilstrækkelige.

Normgrundlaget var den gang væsentligt anderledes end nu, og specielt sikkerheden blev håndteret gennem såkaldte tilladelige spændinger.

Den statiske model består af en jævnt fordelt nedadrettet last i bagvæggen, der giver jævnt tryk i bagvæggen og et vindtryk på facaden, som giver bøjning i bagvæggen. Der tages hensyn til søjlevirkning, idet bagvæggen ved udbøjning vinkelret på pladen vil få nogle tillægsmomenter. Armeringen i vægelementerne indgår i beregningen af modstanden mod udknækning.

Der er 2 forskellige udformninger af bagelementet. I 2-etagers bygningen er den nederste del lavet af en armeret betonplade med ydre mål på 150 mm x 590 mm.

Vi har gennemset den beregning, som vi har adgang til, og den kan findes i appendiks B med bemærkninger. Beregningen er for nederste etage i en 2 etages bygning (Baunebjergskolen, 1968) og er kopieret fra WebLager. På baggrund af vores gennemgang konkluderer vi, at dimensionerne på bagvæggen var tilstrækkelige med datidens krav. Dimensioner og laster i denne beregning vurderer vi er repræsentative for anvendelser af byggesystemet.

I 1-plans bygninger og i øverste etage i 2-etagers bygninger er bagpladen opbygget af en tyndere plade (60 mm). Det er ikke lykkedes at finde en beregning af dette, men beregningsprincippet er det samme som ved bagpladen i 2-plans bygningerne. Vi skønner at bagpladen opfylder datidens normkrav.

For 1-plans facadeelementerne har vi ikke kunnet finde beregninger svarende til dem i Appendiks B. Hvis vi benytter den samme fremgangsmåde som i Appendiks B, vil elementet ikke umiddelbart opfylde betingelsen pga. den relativt lave tryknormalkraft, der betyder at excentriciteten bliver ret stor. Det betyder ikke nødvendigvis, at elementet ikke er tilstrækkeligt styrke, men det kræver mere detaljerede beregninger.

En anden måde at eftervise bæreevnen på er ved at opfatte kraftoptagelsen så det yderste facadeelement afleverer vindtrykket i top og bund hermed får bagvæggen ikke en momentpåvirkning fra vindtrykket.

Hvis facadeelementet belastes med sug er der ikke i de beregninger, som vi har kunnet finde, gjort rede for hvordan dette sug overføres til bygningens stabiliserende system i form af bl.a. tværgående vægge.

Overførslen af suget i toppen af facadeelementet sker gennem stålbeslag / ståldorne. Ved nogle beskadigede facadeelementer er stålbeslagene korroderet, se nedenfor. Ved evt. reparation / udskiftning af facadeelementet bør der midlertidigt opsættes f.eks. en krydsfinerplade, så man sikrer sig at bagelementet ikke belastes direkte af vindtryk førend facaden er retableret.

Vedr. facadeelementernes tilstand bemærkes:

- De små stålplader, der fastholder element i toppen, er for nogle elementer rustet væk og der er ingen fastholdelse udover via fuger. Facadeelementet kan derfor med tiden være skredet ud i toppen og kan potentielt vælte med fare for personer, som færdes langs bygningen, se ovenfor. Denne problemstilling er især relevant for bygninger i 2 etager.
- Den lille 'secomastik' fuge (10 mm tyk) over facadeelement kan for nogle elementer ikke været tilstrækkelig til at give plads til temperaturbevægelser og/eller nedbøjning af tagrem over facadeelement. Dermed er facadeelementet kommet i 'klemme' og har medført udbøjninger pga. den lille stivhed af elementet. Der er observeret enkelte revner på midt af element og disse udbøjninger kan på sigt udgøre en risiko for svigt af elementet.
- Korrosion af armering i facadeelementer er observeret for nogle facadeelementer og skyldes især de små dimensioner og dækklag, der også kan medføre afskalninger. På sigt kan disse skader medføre en risiko for svigt af elementet.
- Revner i fuger er ligeledes observeret ved nogle facadeelementer. Disse udgør ikke umiddelbart en risiko for svigt, men bør udbedres som en del af det løbende vedligehold.

Samlet vurdering

På basis af gennemgang af de fremskaffede tegninger og beregninger, observationer ved besigtigelse på Gistrup skole, tilbagemeldinger fra kommuner omkring besigtigelser, rapporter fra ingeniørfirmaer, nedtaget facadeelement og andre informationer fra bl.a. pressen vurderes følgende vedr. facadeelementerne.

Specielt for bygninger i 2 etager har vand fra regn haft mulighed for at trænge ind i fugerne over nederste facadeelement og bevirket korrosion af de små stålplader over disse. Derved er facadeelementer tilsyneladende kun fastholdt af fugerne rundt om elementet, og kan være årsagen til at nogle facadeelementer har relativt store udbøjninger i toppen af elementet. Dette kan indebære en fare for at facadeelementet kan skride ud.

De relativt store udbøjninger på midten af nogle facadeelementer kan også indebære en risiko for svigt af elementerne. Øverste facadeelementer i 2 etages bygninger og facadeelementer i 1 etages bygninger er beskyttet af udhæng og dermed indtrængning af regnvand og efterfølgende korrosion.

På basis af ovenstående anbefales at facadeelementer i alle bygninger opført med Bach & Egmose byggesystemet gennemgås med fokus på udbøjninger, revner og evt. tegn på korrosion og at de evt. sikres med klæbeankre indtil en mere detaljeret undersøgelse foretages. Der bør være speciel fokus på nederste facadeelementer i bygninger med 2 etager og øvrige bygninger hvor udhæng ikke beskytter øverste del af facadeelementet.

Den bærende del i væggen er bagvæggen, og den er i henhold til de informationer, der er fremskaffet, dimensioneret i overensstemmelse med datidens standarder. I forhold til den nuværende praksis observeres at dæklagene dengang var noget mindre end i dag. Det forøger korrosionsrisikoen i bagvæggen, og det bør inspiceres, hvis det er muligt. Ved større renoveringer af skoler mm. bør man nok overveje en totalrenovering af facaden, da den også isoleringsmæssigt er ret mangelfuld set med nutidens briller.

Appendiks A

Nedenstående kommuner har meldt tilbage på BPST's informationsskrivelse til kommunerne.

Brande kommune

Byggesystemet er brugt på Dalgasskolen.

Der er ikke tilbagemelding på tilstanden, men kommunen tager kontakt til et ingeniørfirma.

Favrskov Kommune

Byggesystemet er brugt på skolerne: Haldum-Hinnerup skole, Rønbækskolen og Østervangsskolen.

EKJ Rådgivende Ingeniører, Aalborg har gennemgået facaderne.

Hjørring Kommune

Byggesystemet er brugt på plejehjemmene: Plejecenter Vendelbocenteret og Plejecenter Mosbjerghus

Kommunen har selv gennemgået bygningerne og registreret tilstanden.

Lemvig Kommune

Byggesystemet er anvendt på Klinkby Skole, Nejrupvej 6, 7620 Lemvig.

Skolen er opført som 3 længer i én etage og med en gymnastiksal i hver side.

Lolland Kommune

Byggesystemet er brugt på skolerne i Hornsby, Holeby og Hunseby

Kommunen lukkede skolerne ned efter udmeldingen fra Aalborg Kommune. Lyngkilde Rådgivende Ingeniører har udarbejdet en tilstandsrapport.

Odense Kommune

Byggesystemet er brugt på skolen i Agedrup.

EKJ Rådgivende Ingeniører, Aalborg, har gennemgået facaderne,

Vesthimmerland Kommune

Byggesystemet er brugt på Overlade Friskole, Blærelade Friskole og Toppedalskolen.

De to friskoler er ikke længere ejet af kommunen, og skolerne er blevet orienteret direkte af kommunen.

Toppedalskolen er i rimelig tilstand, og den forventes lukket i 2023.

Appendiks B

I dette appendiks er indsat kopi af beregninger fra Baunebakkeskolen fra WebLager.

Det bemærkes at:

- Lodret last regnes optaget alene i bagelement.
- Lodret last følger DS410:1965 og inkluderer egenlast fra tag, for- og bagelement i øverste etage, kantbjælke, strengbeton bjælke (RB), lette skillevægge, snelast, vindlast og nyttelast.
- Bæreevne af centralt søjlebelastet element følger gældende DS411:1969.



Baunebjergskolen, 2. byggeafsnit

Fløj E og Fløj F

STATISKE BEREKNINGER

Bilag: Beregninger af 17/9-1968
sig. T.J. side 2-8, bereg-
ning af dæk, bjælke, søjle og
fundamenter i sikringsrum.

Berg Bach & Kjeld Egmose A/S
Fuglevænget 9
9000 Aalborg
Tlf. (08) 12 73 11



BERG BACH & KJELD EGMOSE A/S

Civilingeniører & Entreprenører
Fuglevænget 9 . Postbox 50 . 9100 Aalborg
Tlf. (08) 12 73 11

Dato:

18/9 - 1973

Side

Sign.:

KK

1.0

Vedr.: Baunebjergskolen - fløj E

INDHOLDSFORTEGNELSE

Emne	side
Beregningsforudsættninger	1.1
Belastninger	1.2
Belastning på RB 24/60	1.4
Dimensionering af B 229-60-24	1.5
Dimensionering af S 40-325-24	1.7
Støttemur for S 40-325-24	1.11
Facade beelement i kelder.	1.12
Bjælke i depotrum B 424-60-24	1.14
Støbt dæk over udt. trappeudgang	1.15
Armering af keldervægge og støttemure	1.17
30cm Støttemur ved fløj F	1.28



BERG BACH & KJELD EGMUSE A/S
Civilingeniører & Entreprenører
Fuglevænget 9 · Postbox 50 · 9100 Aalborg
Tlf. (08) 12 73 11

Dato:

17-11-11

Sign.:

rk

1.1

Vedr.:

Baunebjergskolen - fløj E

BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER.

Efterfølgende beregning udføres i henhold til:

DS: 410 Belastningsforskrifter.

Bilag til DS 410 Vejledning for fastsættelse af vind-
belastninger

DS: 411 Jernbetonnormer

DS: 415 Funderingsnormer

Elementer støbes på fabrik og udføres efter
kontrolklasse A

Tilladelige spændinger:

Beton: $\sigma_T \geq 300 \text{ kp/cm}^2 \Rightarrow \sigma_b = 90 \text{ kp/cm}^2$

Armering: R ~ rundjern st. 37 $\Rightarrow \sigma_s = 1300 \text{ kp/cm}^2$

T ~ tentorstål $\Rightarrow \sigma_s = \begin{cases} 2800 \text{ at inde} \\ 2500 \text{ at ude} \end{cases}$

Beton støbt på stedet udføres efter kon-
trolklasse B'.

Beton: $\sigma_T \geq 240 \text{ kp/cm}^2 \Rightarrow \sigma_b = 75 \text{ kp/cm}^2$

Armering: R ~ rundjern st. 37 $\Rightarrow \sigma_s = 1300 \text{ kp/cm}^2$

T ~ tentorstål $\Rightarrow \sigma_s = \begin{cases} 2800 \text{ at inde} \\ 2500 \text{ at ude} \end{cases}$

Sikringsrum $\Rightarrow$ normalt till. spændinger + 50%

Beton støbt på stedet $1,5 \cdot 75 \Rightarrow \sigma_b = 113 \text{ kp/cm}^2$

Armering i rundjern $1,5 \cdot 1300 \Rightarrow \sigma_s = 1950 \text{ kp/cm}^2$



BERG BACH & KJELD EGMOSE A/S

Civilingeniører & Entreprenører
Fuglevænget 9 . Postbox 50 . 9100 Aalborg
Tlf. (08) 12 73 11

Dato:

14/9 - 1973

Side

1.2

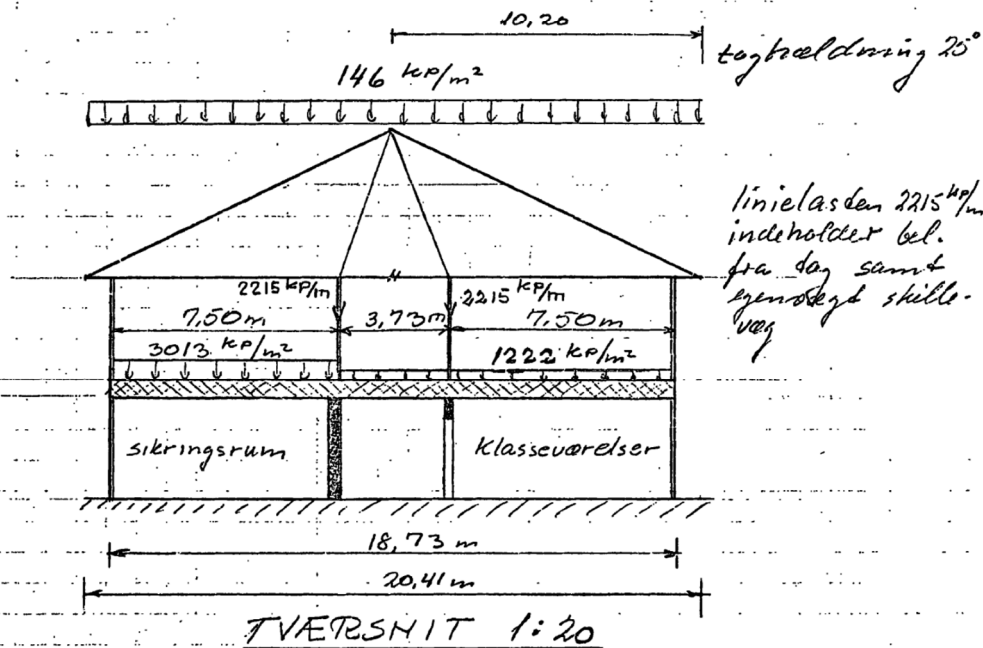
Sign.:

KK

Vedr.:

Baunebjergskolen - fløj E

BELASTNINGER.



Egenvægt tagkonstruktion:

Eternitb. skifer oplagt:

21 kN/m² ✓

Løfter:

5 - ✓

Egenvægt spær: $\frac{9}{45} \left(1 + \frac{l}{3ra}\right) \cdot 1,1 = \frac{124}{45} \left(1 + \frac{18,73}{3 \cdot 11}\right) = 20 - ✓$

Totalbelastning på skrå tagflade = 46 kN/m² ✓

På horisontalprojektion: $\frac{46}{\cos 25^\circ} = 51 \text{ kN/m}^2$

Lofdkonstruktion: Isolering

20 "

1x4" pær 40 cm

5 "

Alukraft

20 "

13 mm gipsplade

11 "

Egenvægt dag i alt

71 kN/m²

Snebelastning

75 kN/m²

Totalbelast. fra tag

146 kN/m²



BERG BACH & KJELD EGMOSE A/S

Civilingeniører & Entreprenører
Fuglevænget 9 . Postbox 50 . 9100 Aalborg
Tlf. (08) 12 73 11

Dato:

14/9 - 1973

Side

Sign.:

K/K

1.4

Vedr.:

Bannebjergrskolen - fløj E

BELASTNING PÅ STRENGBETONBJÆLKER - RB 24/60

Strengbetonbjælkerne beregnes for $1222 \text{ kp/m}^2 - 100 \text{ kp/m}$
(ækvivalent belastning fra lette skilleveje) +
 1202 kp/m (egenvegt af 15 cm skillevej).

Belastning:

$$\text{egenvegt} : 822 \cdot 3 = 2466 \text{ kp/m}$$

+

$$1202 -$$

$$\text{Egenvegt ialt} = 3668 \text{ kp/m}$$

$$\text{Bevægelig belastning} : 300 \cdot 3 = 900 "$$

$$\text{Totalbelastning (excl. bjælkens egenvegt)} \underline{\underline{4568 \text{ kp/m}}}$$

Elementfabrikken "ELCOBYG", Hasundvej,
Hobro, beregner strengbetonbjælken.

Det oplyses telefonisk at tværsnittet
RB 24/60 kan armeres for 4568 kp/m m.
spændvidden 7.20 m



BERG BACH & KJELD EGMUSE A/S
Civilingeniører & Entreprenører
Fuglevænget 9 · Postbox 50 · 9100 Aalborg
Tlf. (08) 12 73 11

Dato:

18/9 - 1973

Side

1.12

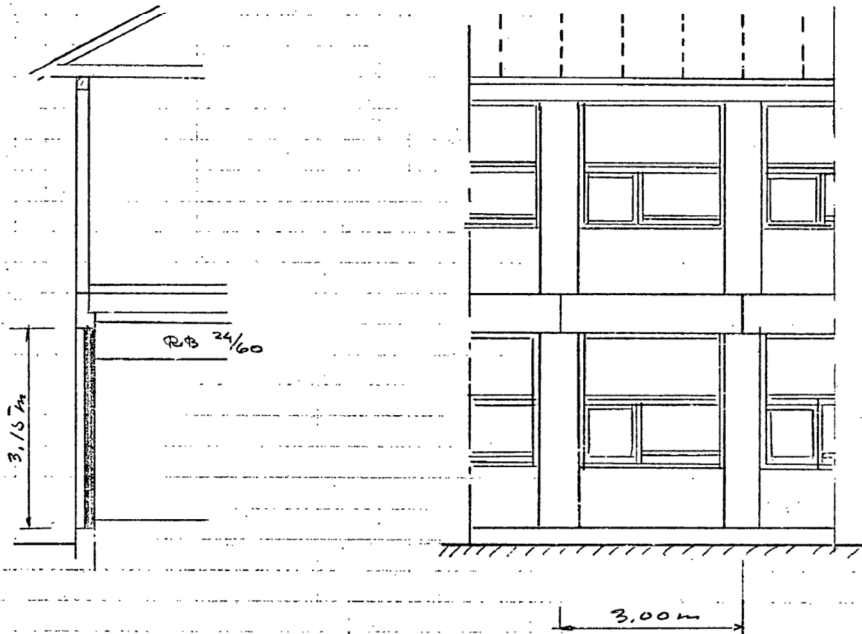
Sign.:

uk

Vedr.:

Baunebjergskolen - Fly. E

FACADE - BAGELEMENT I KALDER



$$\text{Reaktion fra tag: } \frac{146 \cdot 10,2 \cdot 2,4}{7,50} \cdot 3,00 = 1430 \text{ kp}$$

Egenvegt facade på første sal:

$$0,11 \cdot 3,0 \cdot 3,31 \cdot 2400 - 2 \cdot 2,4 \cdot 2000 \cdot 0,11 = 1590 \text{ kp}$$

$$\text{Egenvegt kantbjælke: } 0,29 \cdot 0,58 \cdot 3,0 \cdot 2400 = 1210 \text{ kp}$$

$$\text{Reaktion fra R.B. 24/60: } (4568 + 346) \cdot \frac{1}{2} \cdot 7,2 = 17690 \text{ kp}$$

$$\text{Max stiftelast centralt virkende} = 21920 \text{ kp}$$

Min belastning

$$\text{Fradrag: } (1202 + 900) \cdot \frac{1}{2} \cdot 7,20 = 7567 \text{ kp}$$

$$\frac{75 \cdot 10,2 \cdot 2,4}{7,5} \cdot 3,0 = 733 \text{ "}$$

$$\text{Ialt} = 8300 \text{ kp}$$

$$\text{Min søjtelast centralt virkende} = 13620 \text{ kp}$$



BERG BACH & KJELD EGMOSE A/S

Civilingeniører & Entreprenører
Fuglevænget 9 · Postbox 50 · 9100 Aalborg
Tlf. (08) 12 73 11

Dato: 18/9 - 1973

Side

Sign.: kh

1.13

Vedr.: Baunebjergskolen Fløj E

Vindpåvirkning

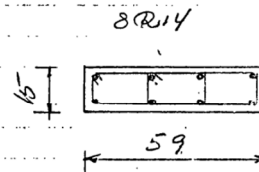
vindtryk på facaden $60 \text{ kp/m}^2 \approx 60 \cdot 3 = 180 \text{ kp/m}$

$$M_v = \frac{1}{8} \cdot 180 \cdot 3,15^2 = 223 \text{ kp·m}$$

$$\text{Tværsnit: } 15 \cdot 59 = 885 \text{ cm}^2$$

$$15 \cdot 12,32 = 185 "$$

$$F = 1070 \text{ cm}^2$$



Støjlængde 3,15 m

$$r_s = \frac{72}{1 + 11,5 \cdot \left(\frac{3,15}{15}\right)^2} = 47 \text{ kp/cm}^2$$

1. Centralt påvirket søjle - $H = 21920 \text{ kp}$

$$\sigma = \frac{H}{F} = \frac{21920}{1070}$$

$$\sigma = 20,5 \text{ ad} < r_s = 47 \text{ ad}$$

2. Ekscentrisk påvirket søjle

$$H = 13620 \text{ kp}$$

$$M = 223 \text{ kp·m}$$

$$e = \frac{22300}{13620} = 1,6 \text{ cm}$$

Ekscentriciteten er så ringe, at nærmere undersøgelse er unødvendig