

Forord

I forbindelse med avvikling av hovedprosjekt ved fagskolen i Oslo, har vi utarbeidet denne prosjektrapporten. Hovedprosjektet er en del av undervisningsopplegget som skal avslutte utdanningen ved andre året på skolen, hvor vi skal prøve å bruke noe av det vi har lært over de siste to årene. I denne rapporten har vi for det meste fordypet oss i tema brann, men også foretatt noen lastberegninger.

Vi har igjennom arbeidsprosessen møtt på små og store utfordringer, både på det faglige og med selve arbeidet, men disse har latt seg løse med god hjelp fra veiledere.

Vi vil spesielt takk vår ansvarlige veileder for prosjektet, Christian Nordal Rolfsen, som med sin oppfrende bistand alltid var å stole på om det var noe vi trengte av dokumentasjon og veileding. Vi ønsker å rette en takk til Ola Færden, som tidlig i prosjektfasen hjalp oss vekk fra fellen om å gape over for mye, og heller holde fokus på et mindre tema.

Vi må også få lov til å takke Hent entreprenør ved Tore Hasvik, og Oslo brann og redningsetat ved Jarle Rambø.

Til sist og langt ifra minst vil vi overrekke en kjempestor takk Berit Tetzschner for sitt brennende engasjement i forbindelse med utarbeidelsen av denne rapporten.

X

Remy Ostuft
Prosjektleder

X

Vegard Anjum

X

Martin Hoven

X

Pål Gustav Haugerud

Innholdsfortegnelse

Forord	1
Sammendrag.....	3
Innledning.....	4
Brannklasser og risikoklasser	5
Hva er et sprinkleanlegg	6
Sprinkleranleggets fareklasser	7
Sprinkleanlegg Hauketo ungdomsskole	8
Brannvesenets beredskap, utstyr og innsatstid	9
Systemoversikt.....	10
Sprinklerhoder	11
Brannceller	12
Konklusjon brannceller:	23
Rømningsvei	24
Trapp A	24
Midtre trapp (trapp B)	25
Utvendig trapp.....	25
Avstand til utgang	27
Angrepsvei	28
Gangbroen.....	29
Beskrivelse av utregninger foretatt	29
Permanente laster	29
Konklusjon permanente laster:.....	31
Variable laster	31
Konklusjon variable laster:.....	31
Lastberegninger	32
Styrke:.....	32
Nedbøyningskontroll	33
Konklusjon beregning	33
Hovedkonklusjon:	34
Kildehenvisninger	36
Refleksjonsnotat for Hauketo Gruppen	37
Innhold vedlegg:	39

Sammendrag

Dette hovedprosjektet har som mål å legge fokus på de branntekniske løsningene ved Hauketo Ungdomskole. Vi skal sammenligne løsningene Hent AS har utført opp mot de kravene som stilles i veiledning til tek og REN. Vi har konsentrert oss om forskjellige branntekniske deler i eksisterende bygning plan 2 på Hauketo ungdomskole. I plan 2 setter vi fokus på blant annet sprinkelanlegget, branncellene, rømningsveier, angrepsveier og gangbro.

Første del av prosjektet består av beskrivelse av sprinkelanlegget på skolen. Hent AS har prosjektert med et fullsprinklet anlegg. Selv om det kanskje ikke settes krav til fullsprinklet anlegg på en skole, har de valgt denne løsningen. Dette gir dem en større frihet på utførelse innen bygget på små detaljer som er tatt i bruk, som for eksempel veggen som skiller mediateket med biblioteket som består av glass. Denne veggen er blitt godkjent som branncelleveg kun på grunn av at den har sprinkelanlegg på begge sider, og står derfor ikke i fare for at veggen ikke skal holde de kravene som stilles til denne type branncelle.

Videre i denne rapporten blir det beskrevet hvordan branncellene i plan 2 er blitt løst i forhold til veiledning til tek og REN. Her blir det forklart branncelle for branncelle hvordan de teknisk er utført. Branncellene blir sammenlignet opp mot de kravene som stilles slik at man får en god oversikt over hvordan Hent AS har løst utfordringen. Man får en god teknisk oversikt over branncellene i plan 2 for Hauketo skole ut i fra denne rapporten.

Senere i rapporten blir det satt fokus på hvordan rømningsveiene i plan 2 er løst. I eksisterende bygning på plan 2, har vi 3 rømningsveier. I oppgaven finner man informasjon om hvem de forskjellige rømningsveiene er beregnet for, og hvilke krav det settes her som vi har både skolelokale og forsamlingsal å vise hensyn til. På grunn av at vi har en forsamlingsal i etasjen, endres de kravene som normalt ville ha blitt satt om dette bare hadde vært en helt ordinær skole.

Til slutt i rapporten har vi foretatt lastberegninger på gangbroen som fører inn på plan 2. Siden den er merket som både angrepsvei for brannvesenet og rømningsvei for elevene, ser vi på denne utgangen som en viktig del av brannløsningen for denne bygningen. Vi har regnet og prosjektert på de delene vi vet er viktig når man skal regne på en slik bro. De tallene vi kommer ut med, blir sammenlignet med de tallene Hent AS har gitt oss i forbindelse med prosjektet.

Innledning

Hensikten med prosjektet er å beskrive og drøfte det branntekniske i forbindelse med ombygging av Hauketo skole. I rapporten går vi igjennom hvilke krav som må oppfylles for at den branntekniske utformingen av bygningen tilfredsstiller forskriftene i henhold til TEK og teknisk veiledning. Om byggingsprosjektet omfatter en eksisterende bygning med tilbygg, og defineres som en totalrenovasjon. Først hadde vi bestemt oss for å bruke "0-feil" som tema i gruppen. Vi fant fort ut og fikk dessuten beskjed av Ola Færden, at dette ville bli for mye å gå igjennom.

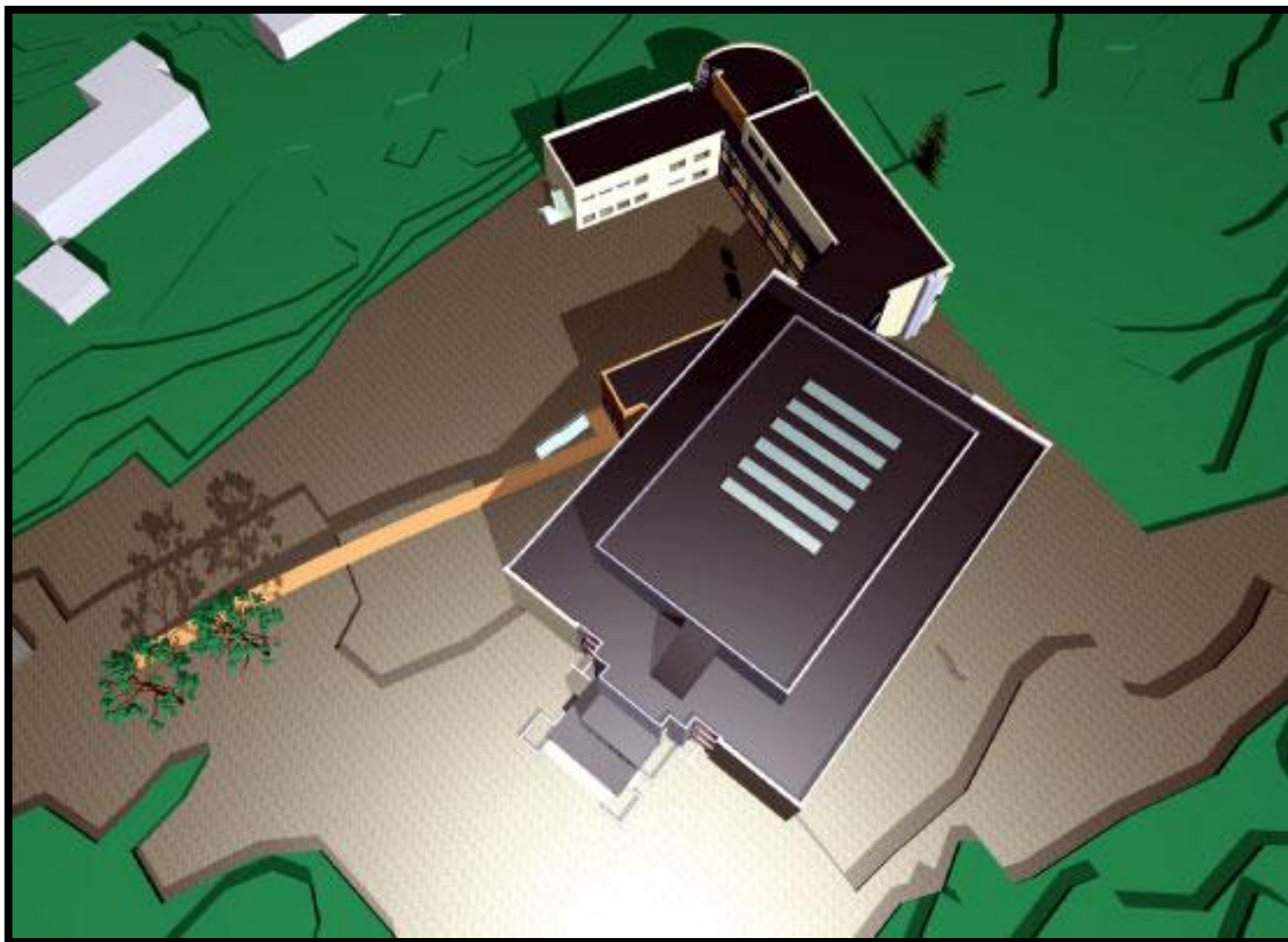
I den perioden vi begynte på dette prosjektet var det tragisk nok flere branner i skoler og barnehager rundt om i Norge. Media tok tak i dette, og det ble stilt spørsmål ved de forskjellige branntekniske løsningene (ved disse skolene). Dette hadde aktualisert vårt tema ytterligere. Det viste seg også at vår kontakt person i Hent AS Tore Harsvik også hadde stilt spørsmålsteget ved flere av rømningsveiene i det skoleanlegget vi skulle se på, Hauketo skole. Han hadde også reagert på et noe rotete planløsning i plan 2.

Problemstillingen vår i dette prosjektet er å studere og se om de branntekniske løsningene er gjort riktig opp i mot TEK. Målet er å kunne lære oss mer om hvordan man skal sikre seg mot brann ved et nytt og rehabilitert bygg. Her er vi opptatt av å finne avvik i forhold til TEK, og andre løsninger som kunne vært gjort annerledes. Ola Færden og vår veileder under prosjektet, Christian Rolfsen var enige, og sa at problemstillingen var både aktuell og en viktig del av byggeprosessen.

Etter flere samtaler med veileder, og flere av kontakt personer på Hauketo skole fant vi ut at vi måtte avgrense problemstillingen noe. Ved å ta alt av brann sikring i hele bygget, hadde vi et alt for stort gap, i forhold til hva vi kunne rekke innen tidsfristen.

Gruppen i samarbeid med veileder fant ut at plan 2 i den rehabiliterte delen av bygget ville holde. I denne etasjen har man flere utfordringer i forhold til romløsninger. Det er f eks kjøkken, bibliotek, forsamlingsal, sløydhall og forskjellige brannceller.

Metoden vi har valgt for å løse denne oppgaven er å dele hele prosjektet inn i 4 deler. Hvert medlem i gruppen har fått sin del av oppgaven. Vi delte det inn i brannceller, sprinkelanlegg, rømningsveier, angrepsveier og beregninger av gangbro. Planen er at vi hver og en skal gjøre ferdig vår oppgave, og til slutt drøfte dette med hele gruppen. Herifra kan vi sammen finne avvik i forhold til TEK eller andre feil i byggeprosessen.



Brannklasser og risikoklasser

Virksomheten (Hauketo ungdomsskole) kategoriseres som skole altså risikoklasse 3 (TEK § 7-22 tabell 7.5). Musikk rom, mediatek, forelesningssaler og flerbruksareal i 2. etasje har en virksomhet som kategoriseres i risikoklasse 5. Normalt skal bygning som inneholder virksomheten i risikoklasse 5, og har 4 etasjer oppføres i brannklasse 3 (§ 7-22 tabell 2, teknisk veiledning). Kun deler av den eksisterende bygningens 2 etasje har en virksomhet klassifisert i risikoklasse 5. Ellers har skolen en virksomhet i risikoklasse 3, som tilsier at skolen skal kunne oppføres i brannklasse 2.

Hva er et sprinklelanlegg

Et sprinklelanlegg er et automatisk slukkeanlegg, som er konstruert for å slukke/kontrollere en brann i dens første fase. Anlegget består av sprinkler montert i et rørledningsnett, som via en alarmventil er forbundet til en vannforsyning.

Det finnes to hovedtyper av sprinkleranlegg, våte og tørre anlegg. Våte anlegg er konstant vannfylte, mens tørre anlegg er fylt med trykkluft og brukes i områder hvor det er fare for frost eller spesielt høye temperaturer. Når det blir tilstrekkelig varmt, utløses sikringen i sprinklelhodet, og vannet strømmer ut gjennom en spreder. "Deluge-anlegg" er åpne dyser med mekanisk sprinklelventil, normalt stengt som åpner på signal fra brannalarmanlegg.

Den alminnelige utløsningstemperaturen er 68°C - 70°C , men for å unngå utilsiktet utløsning i for eksempel områder med sol innstråling og lignende, benyttes her sprinkler med høyere utløsningstemperatur. Utløsningstemperaturen bør normalt være på 30°C høyere enn den maksimale temperaturen som kan oppstå i området. Vanligvis er det bare sprinklelhodene i området med tilstrekkelig høy temperatur som utløses, slik at det ikke blir større vannskader enn strengt tatt nødvendig.

Vannforsyningen tas fra det kommunale ledningsnett i gaten. Dersom det offentlige ledningsnett ikke har god nok kapasitet, monteres en sprinklelpumpe. Pumpen kan øke trykket på ledningsnett eller operere som egen vannforsyning fra et basseng. Sprinklelanleggets utforming, dimensjonering, kapasitet og vannforsyning bestemmes ut ifra klassifisering av sprinklelanleggets fareklasser.



Ved brann utløses sprinkleren ved at den varmen brannen avgir, samles under taket, varmer opp væsken i glassbulben, Dette fører til at væsken utvides, glassbulben sprenges og sprinkleren åpner.

Sprinkleranleggets fareklasser

Et sprinkleranlegg utformes etter den risiko anlegget skal beskytte, som kan være både bygning, varer eller produksjonsapparat.

Det er 4 fareklasser:

LH-Lav risiko

Bygninger med lav brannbelastning f. eks bygninger til boligformål.

OH- Ordinær risiko

Kontorer, museer, skoler, kirker, garasjer, ubrennbar produksjon, kjøpesenter og butikker.

HHP- høy risiko

Produksjon: Handels og industrivirksomheter med høy brannbelastning.

HHS- Høy risiko

Lagring : Lagring av varer i høylager, høy brannbelastning.

Hver fareklasse er delt inn i 4 underklasser avhengig av den reelle brannbelastningen, samt hvor høyt det lagres.

F. eks

OH-1- Kontorer

OH-2- Garasjer

OH-3-Kjøpesenter

HHS-2- Lager med varer i varekategori 2

Sprinkleranleggets krav til vannkapasitet i takt med fareklassen. Vannkapasiteten avhenger også av om det lagres på gulv, på paller med ganger i mellom, eller i reolsystemer med sprinkler på mellomnivåer.

Kontroll

Kontroll av anlegget foretas med alarmventil hvor det er separat vanntilførsel. For alarmprøving skal det prøves ved bruk av tømmeventil 1-2 ganger pr. år for å kontrollere at selve alarmfunksjonen er i orden. Eventuelle strømningsvakter skal prøves 2-4 ganger pr. år.

Sprinklerkontrollboks

Et sprinklerkontrollboks er en kontrollenhet for tilknytning av sprinklelanlegg til brannalarmanlegg eller brannvesen. Sprinklerkontrollboksen tilkobles vannstrømningsbryter i sprinklelanlegg. Funksjonen skal kunne utkobles ved kontroll eller service på anlegget. Testposisjon skal indikeres på enheten og/ eller på brannsentralen.

Pumperom

Sprinklepumper samt eventuelle trykktank(er) skal monteres i et eget pumperom. Rommet må normalt ikke brukes til andre formål, men kan også inneholde sprinklelanleggets alarmventil.

Rommet skal være egen branncelle, med minimum EI 60, og være forsynt med lys og varme, samt ha direkte adgangsvei til det fri.

Sprinklelanlegg Hauketo ungdomsskole

På Hauketo ungdomsskole skal eksisterende bygg og nybygg full sprinkles. Anlegget skal prosjekteres og utføres i henhold til FG (forsikringssselskapenes godkjennelsesnevnd) og CEA 4001 (europeiske forsikringskomite). Bygningen skal benyttes til undervisning med tilhørende kontorfunksjoner, kantine med mer. Bygningen består av flere forskjellige deler med ulike funksjoner, som vist nedenfor.

Plan 2 etasje :

Undervisning, spiseareal, legekantor, flerbruksareal, vestibyle, garderobe, forelesningssaler, verkstedundervisning, kontor, møterom, grupperom, bibliotek og kjøkken.

Ansvarlig for den branntekniske prosjekteringen er Norconsult, Plan forum arkitekter og Ingenia A/S. Det prosjekteres med sprinkleranlegg på grunn av at arealet er over 2000m², over plan 2 og 3, og fordi, trapperom 1 skal kunne brukes som rømningsvei, og bruk av E30 glasskonstruksjoner. Bygningens grunnflate er større enn 1800m², hvilket tilsier at det må installeres et fulldekkende sprinkleranlegg i bygningen.



Diverse sprinkler deler klar til montering på Hauketo skole.

Brannvesenets beredskap, utstyr og innsatstid

Nærmeste brannstasjon er Kastellet brannstasjon som ligger ca 5 km unna. Innsatstiden for brannvesenet er ca 8-10 minutter avhengig av eventuelle andre utrykninger.

Systemoversikt

Risikoklasse/ Fareklasse : OH1

Anleggstype : Våtrørsystem

Sprinkelsentral : Sprinkelsentral plasseres i fyr rom.

Fordeling i bygget :

Hovedstrekk legges fra sprinkelventilen/ne og rundt i hele bygget. Fra dette avgrenses delstrekk som føres opp i sjakter og til spredningsnett i etasjene.

Vanntetthet : 5mm/m²

Utløsnings areal : 72 m²

K-faktor : 80/115

Forklaring/ beskrivelse

K-faktor/ dyse størrelse

Måling av dyse kapasitet (K- faktor) er ett av de forholdene som undersøkes ved godkjenning av hodene. Utstrømningen fra et åpent sprinklerhode er gitt ved ligningen $Q=K(P)^{1/2}$ eller omskrevet $K=Q/(P)^{1/2}$, der Q er gitt i liter pr. Minutt og P er gitt i bar. For standardhodene med dyse diameter 10, 15 og 20 mm skal k- faktor være henholdsvis 57, 80 og 115 og en toleransegrense på 5% innenfor de aktuelle trykkområdene.

Anleggets utløsnings areal, det vil si det areal som teoretisk anses for en branns maksimale utbredelse, varierer avhengig av fareklassen fra 72m² i fareklasse OH-1 til 325m² i fareklasse HHP-3.

Sprinklerhoder

sprinklerhoder finnes i 3 dimensjoner: DN10- K-verdi 57, DN15- K-verdi 80 og DN20-K-verdi 115.

Sprinkleren er i prinsippet en ventil som holdes lukket med et varmfølsomt element. Tidligere bestod dette elementet av en smelte del, mens det nå utelukkende blir brukt en væskefylt glassbulb. Sprinkler leveres med følgende utløsningstemperaturer:

57, 68, 79, 93, 141, 182, 260 c°

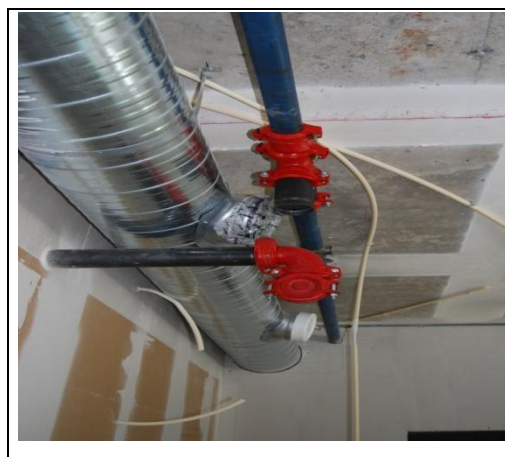
Hver utløsningstemperatur har sin egen fargekode, glassbulb 68c er rød. På Hauketo ungdomskole har man bruk type DN15-K-verdi 80 og DN20-K-verdi 115. Blant annet er det krav til at sprinklerhodene har en annen utløsningstemperatur, ved f.eks keramikk ovn og sprinklerhoder som står så nærme vinduer eller andre typer materialer som lett kan bli varmet opp av sollys.

Det maksimale dekningsarealet for sprinklere er:

- For LH: 21,0 m²
- For OH: 12,0 m²
- For HH: 9,0 m²

Den maksimale avstanden mellom sprinklere er:

- For LH: 4,6 m
- For OH: 4,0 m
- For HH: 3,7 m



Uferdig kobling på Hauketo skole.

Den minste avstanden mellom sprinklerhoder er 2 m,

men kan i spesielle tilfeller reduseres til 1,8m. dersom sprinklerhodene av en eller annen grunn må plasseres tettere, må det monteres skjermingsplater, slik at sprinklerne ikke nedkjøler hverandre.

Maksimal avstand til vegg er 2m, maksimal avstand til brennbar yttervegg er 1,5m, minste avstand til vegg er 0,1m.

Sprinkelanlegget på Hauketo skole er da altså av typen OH1, altså dekker den 12,0 m² og avstanden er 4,0m mellom hvert sprinkelhode.

Brannceller

Vi har i dette avsnittet tatt for oss branncelleinndelingen på Hauketo ungdomsskole. Vi har valgt Plan 2 på skolen, da de mest utfordrende cellene skulle ligge her, blant annet skal heimkunnskapen, biblioteket og en forsamlingsal ligge her. Hele skolen er i risikoklasse 3 og i brannklasse 2, unntatt scenen i forsamlingsalen som er i risikoklasse 5. Plan 2 er på ca 2000 m², i henhold til **TEK** skal alle bygninger med grunnflate over 1800 m² ha fulldekkende sprinkleranlegg. Vis ikke må det seksjoneres. (**2.2.8 seksjonering § 7-24, pkt 3b**)

3. a Brannceller

”Hensikten med å dele bygninger opp i brannceller er å forhindre brann- og røykspredning til større deler av en bygning i den tiden som anses nødvendig for rømning, Rom som har forskjellig bruk og/eller brannbelastning bør normalt være egne brannceller. Disse bør være oversiktlige slik at brukerne lett kan orientere seg om hvor utgangene til rømningsveiene er og ha muligheten til raskt å detektere et branntilløp i en tidlig fase”.

Over er det en definisjon på hva en branncelle er i følge **TEK**. Det er flere rom som skal være egen branncelle, for eksempel elektriskrom, tekniskrom, fyrrom, forsamlingsrom og rømningsvei.

NS 3919 Brannteknisk klassifisering av materialer, bygningsdeler, kledninger og overflater.

Alle flater i en branncelle skal være etter en fastsatt standard, vegger tak og gulv skal oppfylle visse krav til for eksempel, røykutvikling og hvor lett et materiale antennes.

Euroklassene blir brukt til å klassifisere de forskjellige overflatene som benyttes på vegger, tak og gulv. Euroklassene er en felles europeisk klasseinndeling av forskjellig brennbart material. Klassene blir brukt for å bestemme antennelighet, varmeavgivelseshastighet, flammespredning, røykproduksjon og brennende dråper. A1 til klasse F, med underklassene s1, s2 og s3 for røykproduksjon og d0, d1 og d2 for brennende dråper [klassene In1, In2 og Ut1, Ut2] Og klassene [K1-A, K1 og K2] som gjelder for kledningen og dens evne til å beskytte bakenforliggende material. (K1 holder i 10min.) Overflater av type **(In1)** har svakt antennelig, varmeutviklende og røykutviklende materiale. **(In2)** betyr normalt antennelig, varme utviklende og røykutviklende material. Gulv blir også sett i forhold til Euroklassene, som går fra A1_{f1} til Fl, med underklassene s1 og s2 som angir røykproduksjon, eksempelvis **D_{f1} -s1**

Alle overflater <200m² må ha overflate av type (**D-s2,do, K10/D-s2,do (In2 / K2)**). Overflater av type (Alle overflater > 200m² skal ha overflater type (**B-s1,do, K10/B-s1,do(In1/K1)**). Overflater i rømningsvei, gjelder også for nedsenket himling, skal ha overflater av type (**B-s1,do/K10/A2-s1,do(In1/K1-A)**) Dette er krav i henhold til **TEK**.

Alle gulv skal ha gulvbeleggtipe Dfl- s1(G) Det er en type brannsikert belegg med lav varme og røykutvikling. Rør og kanalisolasjonen må ha minimum kvalitet på **PII** og i rømningsveien må den ha minst **PII**.

Vi har valgt å ta for oss veggkonstruksjonene i de forskjellige branncellene og se etter om alt er i henhold til **TEK**. , i tillegg vil vi se på alternative løsninger på mulig problemstillinger.

Veggbetegnelser som er brukt på skolen:

EI 60 (B60) vegg som er en 2 lags gipsvegg med isolasjon av type **A2 – s1, do (ubrennbar) (In1)**

Vanlig skillevegg som består av en lags gips vegger uten isolasjon.

E 30 E30 / A2 – s1, do(F30) glass felter.

Branncelle 1

Verktøyrom – 21,5 m2

Alle veggene i verktøyrommet er av betong og det er ingen vinduer i denne cellen. Det er en nødutgang og den leder ut i **gang (1)** og vider ut i **trapperom (1)** Det er ingen spesielle krav i henhold til **TEK**. Når det kommer til oppbevaring av denne typen verktøy. Rommet er ment som lager og ikke oppholdsrom. Rommet er fullsprinklet som resten av skolen.

Branncelle 2

I branncelle nr to er det totalt 4 rom, to mindre rom og to litt større oppholdsrom. Et trelager, et verktøyrom, en sløydsal og et rom til tekstil/keramikk og maling.

Trelager – 19,8 m²

Trelageret består av en yttervegg i betong, 2 vanlig skillevegger og en vegg av type **EI 60** som skillevegg mot verktøylageret. Det er vanlig skillevegger mot sløydsalen og mot maskinrommet. Det er et vindu i rommet og det er av **E30** kvalitet. Det er en nødutgang og to rømningsveier, den ene leder gjennom en liten gang via **gang (1)** og ut i **trapperom(1)** og den andre går gjennom sløydsalen og ut i **korridor(1)** Det er ingen spesielle krav i **TEK**. når det går på det å oppbevare trevarer i og med at bygget er fullsprinklet.

Maskinrom – 20,6 m²

Dette er et rom ment til å jobbe med forskjellige typer verktøy, både til tre og metall. Rommet har to vanlig skillevegger og to yttervegger. Det er totalt 2 vinduer i dette rommet og en dør, det er 2 rømningsretninger og en rømningsvei. Den ene veien blir gjennom sløyden og ut i **korridor(1)** Det er ekstra krav i henhold til **TEK**. Når det kommer til bruk av slipemaskiner og lignende verktøy som kan forårsake gnist men på skolen er det fulldekkende sprinkleranlegg som dekker over for dette. Gulvet tilfredsstiller i tillegg kravene som gjelder her og alle andre overflater (**In1**). Det er heller ingen andre spesielle utfordringer i dette rommet.

Sløydsal - 91,7 m²

Sløydsalen er et av hovedrommene i branncelle to, det er vanlig skillevegger imot trelageret, verktøyrommet og tekstilen. Ytterveggen er av betong og det er totalt 5 vinduer **E30** i sløyden. Skilleveggen mot **korridor(1)** er av type **EI60** med 2 innfelt glassfelter av type **E30**. Denne veggen er litt spesiell med tanke på at vinduene har lavere brannmotstand enn selve veggen men dette blir godkjent i og med at skolen er fullsprinklet. Det er 2 utganger med to forskjellige rømningsretninger, begge leder ut i **trapperom 1**, den ene via **korridor 1** og videre til **gang(1)** den andre via **gang (1)** og ut i trapperommet. Det er ingen fastmonterte møbler eller lignende som er til hinder på rømningsveien, og det er heller ingen andre spesielle hensyn å ta i dette rommet.



Tekstilen – 136,7 m²

Tekstilen er det største rommet i branncelle nr to, rommet skal benyttes til maling, keramikk og tekstil. Det er to utganger med to rømningsretninger, den ene leder ut i **korridor(1)** og den andre leder ut i **gang(2)** med samme rømningsvei via en branntrepp og ned på bakkeplan. Ytterveggen er av betong og inneholder totalt 7 vinduer, vinduene har kvalitet **E30**. Det er en vanlig skillevegg mot sløydsalen mens det ligger 2 rom i motsatt ende som er skilt ut som egne brannceller. Disse

veggene er av type **EI 60**. Det er en skillevegg imot korridoren som består av veggfelt av type **EI 60** og vindusfelt av type **E 30**. Det er heller ikke her noen spesielle hindringer i veien for en effektiv rømningsvei, ingen fastmonterte møbler eller lignende.

Branncelle 3

Keramikk / Leirlager og ovn – 21,4 m²

Det er 3 mindre rom i denne cellen, et rom til oppbevaring av leiren, et rom til ovn og et rom til selve utformingen av leiren. Skilleveggene imellom rommene er av vanlig kvalitet, et lags gipsvegger uten isolasjon. Det er to yttervegger med totalt 2 vinduer(**E30**) og det er to vegger av kvalitet **EI 60**. Det er ingen spesielle bestemmelser når det kommer til oppbevaring av leiren eller når det kommer til selve utformingen av denne. Når det gjelder ovnen til å brenne leiren er dette en **elektrisk ovn (300w)** Det er ingen spesielle hensyn å ta vedrørende ovnen da den er elektrisk og ikke avgir noen gass eller utgjør noen eksplosjonsfare. Vi har vært i kontakt med brannvesenet angående ovnen og de hadde aldri hatt noen som helst problemer med denne typen ovn. Det er en nødutgang fra cellen og denne går via tekstilsalen og ut i **gang (2)**

Det er heller ikke her noen andre særskilte krav å ta hensyn til, alle flater er i henhold og det er fri adgang til rømningsvei.



Branncelle 4

Overflatebehandling - 19,4 m²

Her skal keramikken overflatebehandles med lakk. Rommet har en utgang som leder rett ut i **gang (2)** og videre ned brantrappen. Alle veggene er av kvalitet **EI 60**. Og det er ingen vinduer i rommet. Til overflatebehandlingen brukes det en type emaljelakk som inneholder såpass mye løsningsmidler(yl gruppe 4-5) at det er stilt ekstra krav til ventilasjon. Men utenom dette er det ingen spesielle ting å ta hensyn til.

Branncelle 5

Gang(1) – 12,1 m²

Denne gangen er rømningsvei for flere rom, alle veggene her er EI 60 vegger og det er ingen vinduer. Rom som har rømningsvei via **gang(1)** og ned **trapperom (1)** er verktøyrommet, trelageret, et maskinrom og sløydsalen. Rømningsretningen kan gå via korridor (1) eller sløydsalen. Alle dørene her slår i rømningsretningen og alle dører har en kvalitet type **EI30**. Alle overflater og dører er i henhold til TEK.

Branncelle 6

Gang(2) – 24,8 m²

Gang (2) er rømningsvei for flere brannceller, tekstilen, keramikken, rommet til overflatebehandling, stol og bordlageret og et forelesningsrom. Alle vegger er EI 60 og det er ingen vinduer eller glassfelter i gangen. Rømningsveien går videre ut på baksiden av bygget og via en branntropp og ned på bakkeplan. Alle overflater er i henhold til **TEK**.

Branncelle 7

Stol og bordlager – 27,7 m²

Stol og bordlageret er lagd som en egen branncelle med **EI 60** vegger, det er ingen vinduer i denne cellen og den er kun ment til oppbevaring av møbler og ikke som oppholdsrom. Det er en nødutgang som går via **gang (2)**. Eventuelle krav omkring det å oppbevare mulig brennbart material faller fra i og med at bygget er fullsprinklet.

Branncelle 8

Forelesningsrom – 51,7 m²

Det er tre **EI 60** vegger og en yttervegg med tre vinduer. Det er to nødutganger, en til **gang (2)** og en som går ut i **gang (3)** Rommet er ment som en forelesningssal med relativt mye mennesker så en rømningsvei ut i hver sin gang er praktisk. Alle krav til overflater er tilfredsstillende i dette rommet.

Branncelle 9

Gang (3) – 25,4 m²

Gangen er rømningsvei for tre brannceller, forelesningsrommet, toalettet og biblioteket. I tillegg kan den være alternativ rømningsvei fra både forsamlingsalen, spisesalen og mediateket. Rømningsveien går så videre inn i nabobygget som er separert med en **EI30C** dør og ned en branntrepp og ut på bakkeplan. Resten av dørene er av type **EI30**. Det er **EI60** vegger og ingen vinduer eller glassfelter.

Branncelle 10

Toalett – 16,4 m²

Det er ingen vinduer på toalettet og utgangen går ut i **gang(3)**. EI60 vegger og ingen glassfelter. Det er ingen spesielle krav om at toalettene skal utformes som egen branncelle men alle naborommene er egne celler så toalettene blir da en egen. Alle krav er fulgt.

Branncelle 11

Bibliotek og lesesal – 99,1 m²

Biblioteket er en av de mer interessante cellene i plan 2. Ved oppbevaring av store mengder bøker stilles det ekstra store krav til brannsikkerheten. Det er en yttervegg med 3 vinduer og resten av veggene er **EI60** vegger. Biblioteket er fullsprinklet så det er avgjørende for at rommet ikke må sikres ytterligere. Det er 2 forskjellige rømningsretninger, en videre gjennom mediateket og ut mot gangbroen og en via **gang (3)**. Biblioteket kan ta inntil 75 mennesker. Et glassfelt (**E30**) på ca 4m er brukt som en skillevegg mot mediateket. Glassveggen er satt opp av estetiske grunner da det blir en fin utsikt mot gangbroen hvor man kan se elevene ankomme

skolen. Vis bygget ikke hadde vært fullsprinklet ville det vært krav om at glassfeltet skulle hatt lik brannmotstand som resten av veggene (**E60**) men skolen har fått dette godkjent.

Både inngangspartiet og selve biblioteket er fullsprinklet så vi anser faren for brannspredning fra biblioteket til inngangspartiet som liten. I tillegg er det brannalarm i begge arealer. Det er brannalarm i kategori 2 som vil sørge for å oppdage røyk tidlig og sørge for en tidlig rømning. Alle krav er i henhold til TEK.

Branncelle 12

Forsamlingssal – 251 m² – scene 52 m²

I forsamlingssalen kan det oppholde seg et større antall mennesker, den kan ta inntil 200 mennesker. Den skal fungere både som spisesal og i tillegg er det en stor scene til underholdning. Det er 2 nødutganger i to forskjellige retninger. En går ut i **korridor (1)** og en ut i **korridor (2)**. Alle veggene er (**EI60**) standard og det er ingen glassfelter eller vinduer. I tillegg til at hele salen er fullsprinklet er den også røykventilert. Det er en stor men oversiktlig og funksjonell celle. Alle krav er etterfulgt og alle flater er i henhold til **TEK**.

Branncelle 13

Celle 13 består av totalt 6 mindre rom. Inngangspartiet, mediateket, vestibylen, møterom, servering/anretning og heimkunnskapen.

Inngangspartiet – 34,2 m²

Inngangspartiet er området man ankommer fra gangbroen, Alle veggene her er av betong utenom veggene mot biblioteket som er av glass (**E30**) Området er røykventilert og selve brannsentralen ligger her. Området er kun separert med en foldevegg mot resten av felles området.

Vestibylen – 39,4 m²

I vestibylen er det garderobeskap og plass til å kunne kle av seg, her kan man også eventuelt oppbevare eiendeler. Denne delen av branncellen er kun separert med foldevegger. Det er 3 rømningsretninger fra dette området hvor den raskeste rømningsveien vil være ut inngangspartiet. Det er heller ikke her noen fastmonterte møbler eller lignende som er til hinder for en effektiv rømningsvei.

Mediateket – 37,3 m²

Dette området et åpent studierom, her kan man sitte i grupper å snakke sammen uten og forstyrre andre. Det er rett i nærheten av biblioteket så veien er kort vis man trenger ytterligere informasjon. Det er 3 alternative rømningsretninger fra mediateket, en via **korridor 2** og ut i **trapperom 1**, en direkte ut inngangspartiet, som nok vil være den mest naturlige da den er nærmest. Det siste alternative vil være via **korridor 1** og ut **gang 3**. Det er satt opp foldevegger som separerer rommene, dette er ikke et brannsikringstiltak med tanke på at det skal holde unna røyk, varme o.l. men den gjør cellen mer oversiktlig og gjør det lettere og rømme ved en eventuell brann. Det er ingen fastmonterte møbler og lignende som er til hinder for en effektiv rømning.

Servering/anretning – 21, 5 m²

Den maten som blir lagd til kantina, anrettes og blir servert fra dette rommet. Det er en åpen inngang fra heimkunnskapen og rett inn til anretningsavdelingen, her blir maten solgt videre over disk. Det er ingen skillevegger eller skjoldevegger å ta hensyn til. Rømningsveien ut fra anretningen må gå via heimkunnskapen og ut i **trapperom 1**.

Heimkunnskapen – 49, 2 m²

I Heimkunnskapen skal det tilbredes mat til kantina, her er det 5 uavhengige kjøkkendeler hvor man kan lage mat. Det er satt inn ekstra kraftig ventilasjon i heimkunnskapen, det er også detektert og det fine og oversiktlige rømningsveier. I tillegg til at området er fullsprinklet vil det ikke være nødvendig å lage dette området til en egen branncelle. Ytterveggen følger hele veien fra anretningen og rundt hele heimkunnskapen, det er **E 30** glass i alle vinduene og veggen er av betong, det er avgjørende for at dette området regnes som en egen celle. Resten av veggene er vanlig skillevegger. Det er 2 rømningsretninger fra heimkunnskapen, en går rett ut i trapperom 1 og den andre går via mediateket og videre ut inngangspartiet.

Branncelle 14

Lager – 21, 4 m²

Denne cellen er matlageret til heimkunnskapen, her skal det oppbevares mat til bruk i heimkunnskapen. Dette er ikke et kjølerom men et tørrlager, det er ingen krav om egen branncelle men det er et gammelt rom hvor veggene er av betong. Det er en rømningsvei/retning som går ut i trapperom 1 og videre ned trappa og ut.

Branncelle 15

Scenelager – 13, 7 m²

Her skal det oppbevares forskjellig utstyr som skal brukes på scenen, rommet er et gammelt rom hvor veggene er av betong. Det er ingen vinduer og det er en rømningsvei/dør som går ut i trapperom 1.

Tekniske rom

Det er totalt 7 tekniske rom i plan 2, alle tekniske rom skal i følge TEK lages som egne brannceller. Det er kun adgang til de tekniske rommene via en luke, det er ingen dør eller glassfelter.

Konklusjon brannceller:

Etter nøye å ha gått igjennom hver enkelt celle i plan 2, er helhetsinntrykket at det branntekniske har vært nøye gjennomtenkt. Selve utformingen av cellene, alle overflatene og materialene som er brukt tilfredsstillende alle krav i henhold til **TEK**.

I utgangspunktet så vi for oss at det ville komme utfordringer både ved glassfeltet (**E 30**) som bli brukt som skillevegg i biblioteket, keramikk ovnen og et vindu i **trapperom 1** som ikke stiller til kravene når det gjelder rømningsvei.

Glassveggen i biblioteket viste seg å være godt sikret ved at den var detektert og i tillegg sprinklet på begge sider. Uten at skolen hadde vært fullsprinklet ville ikke denne veggen blitt godkjent, da den er ment å holde ut brann i 30 min (**E 30**) mens resten av veggene skal holde ut i 60 min (**EI 60**). Veggen skal gi elevene som sitter i biblioteket utsikt over gangbroen og inngangspartiet.

Keramikk ovnen hadde vi sett for oss som en utfordring når det kom til brannsikring, åpne flammer og fyring med kull var vel nesten det vi så for oss men der tok vi feil. Keramikk ovnen var en liten uskyldig elektrisk ovn på kun 300 W som i følge forhandler og RIB. ikke utgjorde noen fare. Vi ringte i tillegg brannvesenet for å høre med dem angående ovnen, der sa de at de aldri hadde opplevd noen brann i forbindelse med bruk av denne. I tillegg er rommet fullsprinklet og rommet er lagd som en egen branncelle.

Alle veggene i **trapperom 1** er av betong men det er et vindu av type (**E 30**). Alle veggene (**EI 60**) har større brannmotstand enn vinduet men det er krav i henhold til TEK at både vinduer og vegger har samme kvalitet når trapperom 1 er rømningsvei. Dette blir også løst ved at det er fullsprinklet i trapperommet, i tillegg til at det er detektert.

Alle branncellene i plan 2 framstår som meget oversiktlige og funksjonelle. Alle krav og standarder er fulgt. Fullsprinklingen har dekket over for eventuelle avvik. Branncelleinndelingen har blitt utført på en meget tilfredsstillende måte. HENT har oppnådd full tilfredsstillelse av TEK når det gjelder branncellene.

Rømningsvei

For rømningsveier er det tydelige forskrifter om størrelse, beliggenhet og materialer som skal benyttes i konstruksjon. Videre er det bestemmelser om antall elever som kan benytte en utgang. Vi har undersøkt hvorvidt Hent AS har overholdt disse kravene i plan 2, mens de restaurerer Hauketo skole. Vi har vært på ekskursjon på skolen, samt studert plantegningen og forskriftene for rømningsveier.

Det vi fant ut der, var at det var tatt hensyn til store deler av det som forventes av et slikt bygg i forhold til brannklasser og risikoklasser. Det var gode løsninger på både rømningsveier, brannceller og sprinkelanlegget. Vi skal forklare litt hvordan plan 2 på Hauketo skole er blitt løst med hensyn til disse tre delene.

Rømningsveier plan 2:

Vi setter fokus på plan 2, og ser på hvor mange rømningsveier vi har. Vi skal også se på hvor de fører oss, hvor lang avstand det er til man er ute av bygningen og hvilken bredde det settes krav til at rømningsveiene skal ha. Vi har hele 3 rømningsveier i plan 2 i tillegg til en angrepsvei.



Trapp A

Trapp A er hovedtrappa, og ligger i eksisterende bygg på den ene kortsiden. Trapp A har en rømningsbredde på 300 cm og leder oss ned i plan 1 som også benytter dette som rømningsvei. Trapperommet er en egen branncelle og har en direkte dør ut i det fri, som gjør dette til et godt alternativ til rømningsvei for plan 2. Denne rømningsveien skal i hovedsak være en av to alternativ til rømningsvei for brannceller i plan 2.

I brannrapporten side 12, (se ikke opptrykte vedlegg) kan vi lese at det egentlig anbefales at alle trapperommene bygges i trapperom type Tr2. Tr2 betyr at det skal bygges en egen branncelle utenfor trapperommet, slik at røyken ikke så lett skal kunne sige inn i trapperommet der folk er på vei ned og ut. I dette tilfelle for trapp A, gis det kompensasjon for å bruke trapperom type tr1 på grunn av at bygget er fullsprinklet. Kravene som settes da, er at bygget som er i brannklasse 3 må ha branncellevegger bygget i klasse EI 60. Vi ser at trapp A tiffredsstiller de kravene som stilles i forhold til TEK og REN.

Midtre trapp (trapp B)

Midtre trapp ligger midt i mellom eksisterende bygg og nybygget. Trappen har en rømningsbredde på 140 cm som leder oss ned i plan 1. Denne rømningsveien trenger ikke være så bred som hovedutgangen, på grunn av at den er beregnet kun for halvparten av personene som befinner seg i eksisterende bygg. Den vil også bli brukt av folk som befinner seg i deler av den nye bygningen. De som befinner seg i biblioteket/kjøkkenet har muligheten til og enten velge rømningsveien mot hovedutgangen, eller midtre trappenedgang. Trappenedgangen er en egen branncelle som har samme utgang som plan 1 og leder direkte ut i det fri. Når man går inn til midtre trapp, må man igjennom en egen branncelle for å komme inn i trapperommet som leder ned. Dette trapperommet er også egen branncelle som gjør at dette kvalifiserer til trapperom type tr2.

Utvendig trapp

Utvendig trapp fra eksisterende bygg er plassert på samme kortsiden som midtre trapp, og har utgangen på samme side av bygningen. Forskjellen er at denne er 20 cm mindre enn rømningsveien i midtre trapp. Grunnen til dette, er at de som benytter denne rømningsveien bare kommer fra eksisterende bygning. De som har dette som alternativ til rømningsvei, er de som befinner seg i sløyd avdelingen og halvparten av de som er inne i forsamlings salen. Rømningsveien er en egen branncelle som leder direkte ut til en utvendig veggmontert trapp.



Angrepsvei.

Alle inngangene i skolebygget er i utgangspunkt angrepsveier for brannvesenet. Inngangen fra gangbroa er merket som både rømningsretning og angrepsvei. De som løper ut denne utgangen kommer direkte ut på gangbroa, og kan gå ned en trapp direkte ned til bakkeplan. På grunn av at denne inn/utgangen ikke har noen egen branncelle, kan ikke dette merkes som en egen rømningsvei. Den er kun merket som rømningsretning på grunn av at det er korteste vei ut når man befinner seg i biblioteket eller i mediateket. Vi tenker at de som befinner seg i mediateket eller biblioteket klarer å komme seg ut av døren før brannmennene rekker å komme seg fram til skolen.

**Forsamlingssalen.**

De som oppholder seg i forsamlingssalen, kan enten rømme til trapp A hovedtrappa, midtre trapp eller utvendig trapp. I veiledning til TEK § 7-27 Utgang fra branncelle (se vedlegg 20), står det at man skal ha tilgang til minst to rømningsveier pr branncelle. I dette tilfelle blir Midtre trapp (trapp B) og Utvendig Trapp regnet som en rømningsvei, grunnet at de til sammen tilfredsstiller kravet til en rømningsvei lik Trapp A.

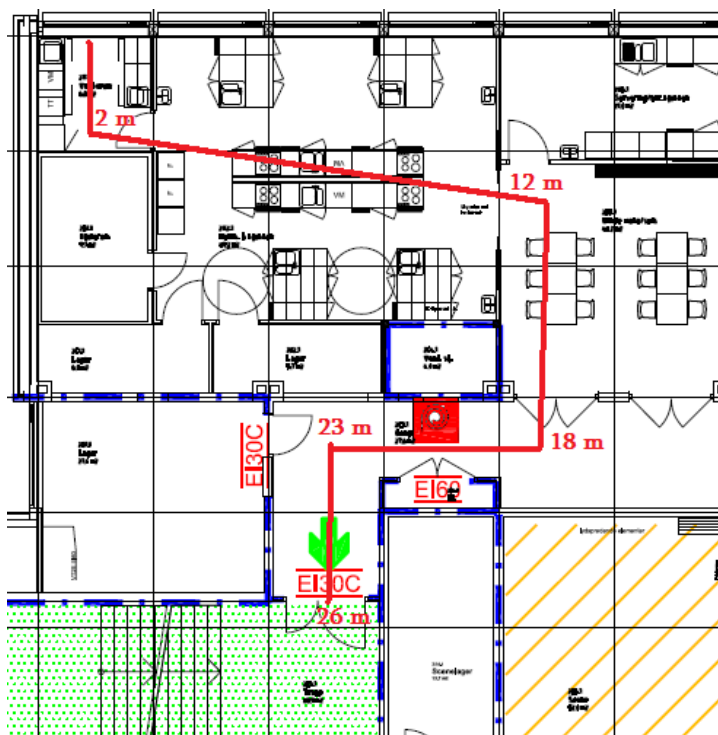
Bredde på rømningsvei

Vi setter fokus på bredden plan 2 har på sine rømningsveier, og ser at kravene i forhold til § 7-27 bredde på dør til rømningsvei blir fulgt. I rømningsveien mot trapperom A har Hauketo en bredde på hele 2.4 m i gangen, og en bredde på 1,9 m i alle dørene på vei ut. Dette ligger over kravet som settes til bredde på rømningsvei i forhold til § 7-27, som sier at det settes minimumskrav til 1,2 m (dør 13 M) i bygg med en risikoklasse 5. Plan 2 må ha rømningsveier etter risikoklasse 5, på grunn av at forsamlingssalen har en høyere risikoklasse enn resten av skolen. Dette blir beskrevet i Brannteknisk premissdokument for Hauketo skole, der de har sett etter tabell 2 i § 7-27.

Det settes også krav til at alle dørene i en rømningsvei skal slå ut i rømningsretningen. Som vi ser på tegningene for plan 2 har de tilfredsstilt kravene som settes. Alle dørene som det er beregnet at flere folk skal komme igjennom samtidig slår utover i rømningsretningen. De dørene som ikke slår utover er de fire dørene, dør fra verktøylager, dør inn til vaskerom i trapperom A, dør til stol og bordlager og dør til overflatebehandlingsrommet. Disse rommene er det ikke beregnet at det skal oppholde seg folk i.

Avstand til utgang

I veiledning til TEK § 7-27 settes det krav til avstand til utgang innen en branncelle. Der settes det krav til at det ikke skal være lengre avstand enn 25-50 m i forhold til hvilken risikoklasse man er i. Siden dette er en skole, er store deler av skolen bestemt risikoklasse 3, mens deler av skolen har risikoklasse 5. Det settes da en maksimal lengde fra hvor som helst innen en branncelle til nærmeste utgang på 30 m.



Dette setter de for at branncellene ikke skal kunne bygges for store. Tabellen finner man i § 7-27 tabell 4. Vi målte avstand fra der vi ser lengden til nærmeste utgang kan være lengst, og så hvordan denne branncellen tilfredsstillt kravet på maksimal lengde. Vi regner i meter fra der vi ser avstanden blir lengst til utgang, og ser at avstanden ikke blir lengre enn ca 26 m. Dette regner vi fra innerst inne på kjøkkenet, og ned til rømningsveien som ender ut i trapperom A.

Konklusjon rømningsvei

Løsningene som er blitt gjort, er bra utført i tillegg til at de er ryddig plassert. De tre rømningsveiene man finner i plan 2, er lette og finne fram til uansett hvor du befinner deg i etasjen. Skolens brannceller er store og man får god oversikt over de rømningsveiene som er beregnet at folk skal benytte. Hent AS har brukt god tid på planleggingen av rømningsveiene, som viser at de har lagt stor vekt på å holde de kravene som stilles.

Hent AS får dispensasjon fra brannvesenet til å la Trapperom A være klassifisert som tr 1, siden bygget er fullsprinklet. Sprinkelanlegget og branncelleløsningene er med på å løfte sikkerheten på skolen.

Løsningene som er blitt valgt, synes vi som gruppe er svært godt løst. Det er ingenting innen rømningsveier vi som gruppe kan si Hent AS bør forbedre eller forandre på. Vi vil konkludere med at Hent AS har utført rømningsveiene etter kravene som stilles i forhold til veiledning til tek og REN.

Angrepsvei

Når det gjelder den store limtregangbroen som vi har foretatt beregninger på, har vi oppdaget at den ikke er planlagt som en rømmingsvei, men som en angrepsvei. Og da blir jo spørsmålet, hva er en angrepsvei? Jo, en angrepsvei er stedet som brannvesenet skal kunne komme seg inn i bygget og starte sitt slokke og redningsarbeid.

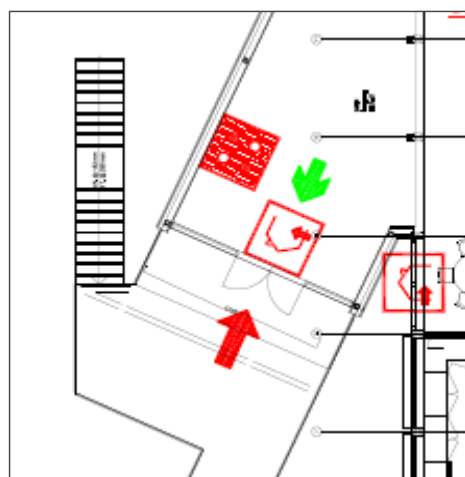
I utgangspunktet vil alle innganger til skolen være angrepsveier, men det finnes noen kriterier som skal oppfylles når det er angitt en egen angrepsvei. Blant annet må det monteres en nøkkelsafe som inneholder en universalnøkkel til skolen, slik at brannvesenet med letthet kan komme seg inn og begynne sitt arbeid. Nøkkelsafen skal plasseres lett tilgjengelig, og i samråd med det lokale brannvesenet. Med en nøkkelsafe unngår man unødvendige ødeleggelse og forsinkelser gjennom tvangsåpning av dører.

I veiledning til TEK står det: ***I bygninger hvor det er viktig med rask innsats fra brannvesenet, må det ved inngangen til hovedangrepsveien være en oversiktsplan som inneholder nødvendig informasjon om brannvegger, rømnings- og angrepsveier, slokkeutstyr, branntekniske installasjoner, brannvernleder og annet viktig personell samt oversikt over særskilte farer i sammenheng med brann og ulykker.***

Kilde: Veiledning til forskrifter > Veiledning til teknisk forskrift > Kap. VII Personlig og materiell sikkerhet > Sikkerhet ved brann.



Nøkkelsafe



Merket angrepsvei

Gangbroen

Vi har sett på lastpåkjenninger som vil oppstå på broen, og foretatt lastberegninger ut fra dette. For å ha noe å se dette opp imot, har vi vært så heldig at Hent A/S har satt oss i kontakt med ”rådgivende ingeniør bygg” (heretter RIB) for prosjektet på Hauketo.

Etter et møte med RIB fikk vi med den ferdig prosjekterte gangbroen, og tallene de har brukt til selve dimensjoneringen av gangbroen. Vi har dermed fullstendige utregninger av den godkjente gangbroen som vi kan bruke til en sammenlikning med hvordan vi ville ha løst dette på skolen.



RIB har benyttet seg av et beregningsprogram som heter **G-prog** til sine beregninger, og det er disse dataene vi har fått. Da vi også har fått tilgang til G-prog (ved Ingeniørutdanningen på Høyskolen i Oslo) igjennom våres veileder, har vi også forsøkt å foreta beregninger basert på våres data i dette programmet, for deretter å sammenlikne resultater.

Beskrivelse av utregninger foretatt

Før vi kan beregne noe som helst på en konstruksjon, må vi først bestemme hvilke laster og krefter som vil virke inn på konstruksjonen. Gangbroen er selvsagt intet unntak.

Vi begynner med å forklare de forskjellige lastene som kan virke inn på en gangbro, hvilken laster vi har brukt, og hvordan vi har kommet frem til tallene vi bruker. (komplette utregninger finnes i vedlegg10-16)

Permanente laster

Når vi bestemmer hva som er permanente laster, ser vi på laster som virker med samme verdi på samme sted over lengre tid. I vårt tilfelle vil disse lastene være egnevekten av limtrebjelkene, og vekten av selve brobanen. I henhold til formler i NS3470, NS3491-1, og i Rørviks kompendium for lastberegning blir egenvekten omtales som G, noe vi også selvfølgelig kaller den her.

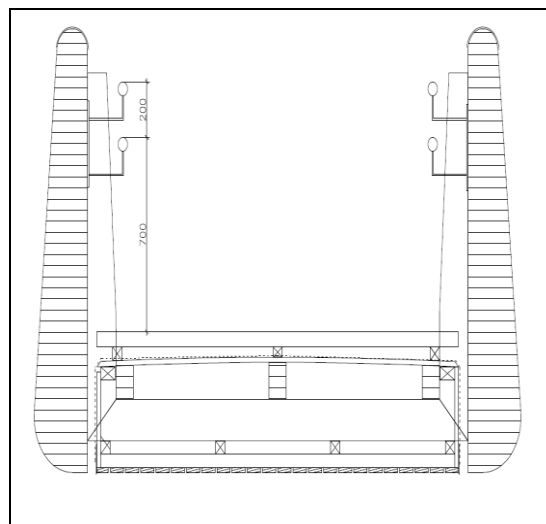
Følgende data er lagt til grunn ved utregninger:

Egenvekt for limtre GL36c = 450 Kg/m³. (NS3470-1, tabell 13).

Dimensjonen på limtrebjelkene har vi satt lik 250*1400 mm (og lik 220*1320mm i G-prog, da dette var den største dimensjonen i programmet) for å kunne beregne med en rektangulær bjelke. Vi regner da med en litt lavere bjelke, som er smalere i bunn og bredere i toppen enn det som vil bli brukt. Det har vi gjort etter anbefaling fra RIB, noe de selv også gjør for enklere å kunne beregne treghetsmoment og vekt i bjelken. Bildet under viser oppbygging av brobanen.

Brobanen, som består av flere forskjellige materialer har vi først beregnet hver enkelt del med egenvekt i henhold til NS3491-1 tab. 4.1

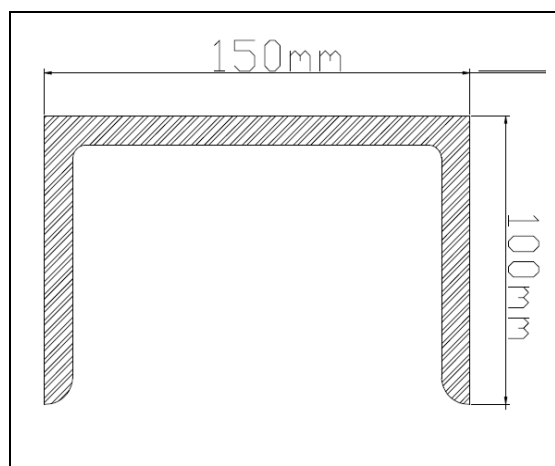
Her er det oppgitt en tyngdetetthet på vanlig trevirke C 24, men siden alt på brobanen er av impregnerte materialer, og som kjent er disse noe tyngre enn vanlig trevirke, så vi har lagt til 15 % på den oppgitte vekten. Det samme har vi gjort med de trykkimpregnerte limtrebjelkene. På de andre materialene har vi brukt de oppgitte verdiene i tabellen. (se vedlegg 15)



U-rammen (stål rammen) som brobanen ligger på, er beregnet som en kanalprofil med dimensjon på 100*150 mm, og en tykkelse på 10 mm.

Dette er ingen standarddimensjon, så vi har regnet ut arealet av stålet og ganget det med tyngdetettheten for stål som er 77 kN/m³ (NS3491-1, tabell 4.1).

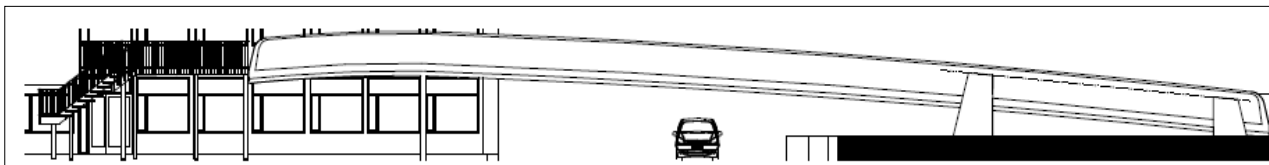
Vi har i ettertid funnet ut at U-rammen er lagd av rektangulære hulprofiler, med dimensjon 150*100*8,0. Dette vil ikke ha noe å si på utregningene, da egenvekten av kanalstålet vi har brukt veier litt mer enn hva hulprofilen gjør.



U-rammen er festet til limtrebjelkene med 2 meters avstand, og utgjør egentlig en punktlast for hver andre 2 meter. Vi har i våre utregninger gjort om denne lasten til en jevnt fordelt last, ved å dele den samlede lasten av U-rammen på 2 meter, som er avstanden mellom festene for rammen. På denne lasten har vi lagt til vekten av brobanen, og igjen delt på 2, siden det er 2 stk bjelker som skal ta opp denne lasten. Til slutt har vi lagt til egenvekten av limtrebjelken.

Konklusjon permanente laster:

Vi har lagt sammen egenvekten av alle materialer, og fordelt vekten av U-rammen som en jevnt fordelt last og fått en permanent last lik 2,29 kN/m som vi bruker videre i utregningen.

**Variable laster**

En variabel last er en last som varierer med tiden, og den kan som regel virke hvor som helst på konstruksjonen. De variable lastene som vil virke på gangbroen er snølast, personlast, brøytebiler, bremskraft og vindlast. I tillegg er det vanlig å regne en trafikklast på broer, men det slipper vi dette tilfellet siden gangbroen er for smal til å kunne kjøres på (Handbok 184, lastforskrifter for bruer og ferjekaier i det offentlige vegnett).

I henhold til formler i NS3470, NS3491-1, og i Rørviks kompendium i lastberegning vil nyttelast omtales som Q , noe vi også kaller den. Følgende kriterier er lagt til grunn for utregninger:

Snølast: Vi har brukt den oppgitte snølasten for Oslo, 0 – 150 m.o.h. som er 3,5 kN/m² (NS3491-3)

Personlast: Som personlast er det regnet med en belastning på 4,0 kN/m² (NS3491-1)

Brøytebil/bremskraft: Da gangbroen er for smal til å kjøre på, trenger vi ikke ta hensyn til dette i utregningene. Evt. snø vil bli fjernet for hånd eller med en snøfreser.

Vindlast: $V_{REF} = 22$ m/s i Oslo, og gir: $q_{kast} = 493,7$ N, $q_{vind} = 790$ N/m, $M_{f,vind} = 51,5$ kNm
(Se vedlegg 14 for beregningene)

Vindlasten som vil påvirke gangbroen er en horisontal last, og vil ikke påvirke beregningene vi foretatt av limtrebjelkene. Vindlasten vil bli tatt opp i U-rammen av stål som ligger som brobane. Vi har ikke foretatt beregninger på disse rammene, siden dette vil gå som rekkverk og fjærberegninger*(*og er noe vi ikke har lært). Utregninger på dette har vi allikevel fått fra RIB.

Konklusjon variable laster:

Vi slipper å tenke på brøytebil/bremskraft her, og siden vindlasten ikke vil opptre som en vertikal last på gangbroen har vi heller ikke regnet med denne. På gangbroen vil aldri personlast og snølast opptre samtidig, og vi bruker derfor den største av verdiene, som er personlasten på 4,0 kN/m².

Lastberegninger

Vi har nå de nødvendige lastene for å kunne foreta lastberegningstilfeller B1 og B2 (vi regner ikke med ulykkeslaster, og trenger derfor ikke ta hensyn til B3). Her blir det lasttilfelle B2 som er størst, og vil være lasten som vi bruker videre.

Dimensjonerende laster:

Vi bruker verdien av B2 til å beregne momentet om punkt A, og får kraften som virker i punkt B. Vi gjør det samme om punkt B, og får opplagerkraften i punkt A. Den største av disse kreftene tilsvarer også den største skjærkraften (V_f) som vil opptre på bjelkene. Det største bøyemomentet (M_f) har vi regnet ut på et Excelark som vi selv har laget. (Se vedlegg 16)

Dimensjonerende spenning: Intet spesielt. Se utregninger

Styrke:

Fasthetsverdier: Fra tabell 13 i NS3470-1

Materialfaktor: Vi har brukt $\gamma_1=1,1$ da limtrebjelkene skal være NS-merket, og $\gamma_2=1,0$ da vi går ut fra at det blir foretatt en utvidet kontroll, og at det foreligger entydig monteringsanvisning.

γ_m blir da $1,1*1,0= \underline{1,1}$

Klimaklasse: Vi har valgt klimaklasse 3, da gangbroen ikke er beskyttet mot regn og vann. Siden vi på gangbroen regner med personlast og ikke snølast, setter vi $k_{mod}=0,8$ siden personlast regnes som en korttidslast, og ikke halvårslast.

Lastfordelingsfaktor: Siden U-rammen er festet til limtrebjelkene med en lik innbyrdes avstand på 2 meter, vil dette skape et samvirke som gjør at konstruksjonen vil tåle mer, og vi kan bruke $k_{fs}=1,1$.

Høydefaktor: Vi bruker limtre, og kan derfor sette $k_h=1,0$.

Vippefaktor: Denne bestemmes av λ_m . Vi har regnet på både det utkragede spennet, og det frie spennet mellom oppleggspunktene, og velger det som gir ugunstigst resultat. Her blir det det frie spennet som blir gjeldene, og det gir en $\lambda_m=1,37$ og en $K_{vipp}=0,533$.



Nedbøyningskontroll

Deformasjonsfaktor: Vi setter $k_{cr} = 3,5$ for permanente laster, og $k_{cr} 1,5$ for korttidslaster, siden konstruksjonen er i klimaklasse 3.

Konklusjon beregning

Beregninger: Med angitte laster vil limtrebjelkene ha tilstrekkelig dimensjon, da vi har kontrollert mot skjær og bøyestyrke, samt deformasjoner. Det vil selvfølgelig være andre laster som virker i på gangbroen (vind, ulykke, osv), men disse har vi ikke tatt hensyn til her.

G-prog: Når vi ser på resultatet av våre beregninger i G-prog imot RIB sine utregninger, ser vi at med våre tall vil gangbroen tåle mer enn det RIB har regnet med, og det er selv om RIB har regnet med en større dimensjon på limtrebjelkene enn det vi har. Årsaken til dette kan vi finne om vi ser på tallene RIB har brukt i sine beregninger, for selv om vi har benyttet lik nyttelast, har RIB satt egenlasten til 3,0 kN/m, mens vi har regnet med 2,29 kN/m.

Videre kan vi se at RIB selvfølgelig har kalkulert med vindlast, noe vi ikke har tatt med i våre utregninger. Summen av disse faktorene gjør at vår bøyning og skjær kontroll ser bedre ut enn det RIB har kommet frem til, men vil i realiteten være dårligere dimensjonert enn den burde.

Hva gir mest riktige beregninger?

Vi har jo allerede slått fast at de beregningene som RIB har foretatt er det som gir det mest riktige resultatet, siden de har tatt hensyn til alle mulige laster i sine utregninger. Men når vi ser på resultatet av våre utregninger i G-prog opp imot resultatene av våre manuelle utregninger ser vi et avvik i kontrollen, selv om vi her har regnet med like laster. De manuelle beregningene gav en bøyningkontroll på 0,377, og en skjærkontroll på 0,240, mot tallene i G-prog som gav en bøyningkontroll på 0,273, og en skjærkontroll på 0,147. (Se vedlegg 12 og A1 side 9-10)

Vi har ikke klart å sette fingeren på hva som er grunnen til dette avviket, men vi kan konkludere med at den manuelle utregningen gir det mest riktige resultatet, siden vi her har brukt alle faktorene som kan spille inn, og kommer frem til at vi kalkulerer med en større belastning på gangbroen i det manuelle kontra med G-prog.

Hovedkonklusjon:

Etter å ha drøftet og nøye gått igjennom alle delkonklusjonene er det en ting som gjentar seg, nemlig fordelene ved å ha et fullsprinkleranlegg. Sprinkleranlegget har vist seg å være det helt klart beste brannsikkerhetstiltaket man kan gjøre på en skole. Man får langt større valgfrihet når det kommer til celleinndelingen og overflatene i disse, pluss at brannsikkerheten økes betydelig både økonomisk og helsemessig.

Alternativet for å slippe å montere sprinkleranlegg ville vært og seksjonert ut mindre deler av plan 2, for å holde seg under kravet om fulldekkende sprinkleranlegg. (grunnflater < 1800 m²). Å seksjonere ut og dele inn brannceller uten sprinkleranlegg ville vært en billigere løsning, men fordelene man oppnår med et sprinkleranlegg er betydelig bedre på flere plan. Man ville for eksempel ikke hatt mulighet til å ha så åpne løsninger, slik det er på Hauketo skole nå. Det ville vært mye flere lukkede rom, og derfor dårligere plass.

Problemstillingene vi hadde sett for oss i begynnelsen av prosjektet, viste seg og ikke være like problematisk etter hvert som vi satt oss mer inn i dem. Glassveggen i biblioteket, vinduet som hadde for lav brannmotstand i rømningsvei(Trapperom 1) og keramikkkovnen, var alle områder som hadde avvik fra TEK. Etter å nøye gått igjennom hvert område kunne vi etter hvert stadfeste at sprinkleranlegget dekket over for alle avvik vi fant.

Underveis i prosjektet tok vi kontakt med brannvesenet, for å høre nærmere med dem angående gangbroen som en angrepsvei. Da oppdaget vi at det var tegnet i en trapp ved siden inngangspartiet til plan 2 ved gangbroen, og denne ville være en mer naturlig angrepsvei for brannvesenet. Til tross for dette, valgte vi å fullføre beregningene av gangbroen. Vi var kommet godt i gang og følte dette ville være et tverrfaglig bidrag til prosjektet, i tillegg synes vi det var lærerikt og interessant.

Våre beregninger ble ikke like nøyaktig som RIB, og grunnen til det var at vi brukte en lavere egenlast i tillegg til at vi ikke regnet med vindlaster.

Alle branntekniske løsninger har vist seg å være i henhold til TEK. Alle problemstillinger vi kunne se for oss i begynnelsen av prosjektet ble forandret etter hvert som vi fikk satt oss nøyere inn i de forskjellige foreskriftene.

Vi hadde ikke veldig mye kunnskap innenfor brannsikkerhet før vi begynte på prosjektet, det var nødvendig å sette seg grundig inn i TEK før vi i det hele tatt kunne begynne å drøfte problemstillingene vi hadde tatt for oss. Mot slutten av prosjektet virker det ganske opplagt at et sprinklersystem ville dekke over for disse avvikene, men det er selvfølgelig umulig å vite før man setter seg ordentlig inn i TEK.

Vi føler utbytte rent kunnskapsmessig har vært stort ved prosjektet, da vi har vært nødt til å lese og sette oss grundig inn i TEK, for å kunne finne eventuelle avvik. I tillegg til brannsikkerhet har vi fått et nærmere innblikk i hva det vil si å dimensjonere en gangbro av limtre.

En liten tanke vi har gjort oss, er at dersom vi hadde tatt for oss et emne vi hadde mer kunnskap innenfor, ville vi sikkert kunne ha funnet en mer aktuell problemstilling, men læringsutbytte ville neppe vært så stort.

Summen av delekonsklusjonene og det faktum at bygget er fullspriklett, gjør at vi kan fastslå at Hent A/S har oppnådd 100 % tilfredsstillelse av TEK.

Kildehenvisninger

Knut Jonas Espedal. **Bygningsfysikk.** Byggenæringens forlag AS.
3. utgave, 2. Opplag 2007.

Per Kr. Larsen. **Konstruksjonsteknikk.** Tapir akademisk forlag.
2. opplag 2005 Trondheim.

Per Kr. Larsen, Arild H. Clausen og Arne Aalberg. **Stålkonstruksjoner (profiler og formler).**
Tapir akademiske forlag. 2.utgave 2. Opplag 2001.

Norsk standard NS 3491-1. Prosjektering av konstruksjoner, Dimensjonerende laster. Del
1: egenlaster og nyttelaster(innbefattet rettelsesblad A1:1999).
Standard Norge og Pronorm AS. Første Utgave desember 1998.

Tarald Rørvik. **Konstruksjonssikkerhet og belastning.** 3. utgave juni 2004.

Refleksjonsnotat for Hauketo Gruppen

I forbindelse med avvikling av hovedprosjekt ved FiO skal gruppen skrive et refleksjonsnotat, der vi reflekter litt over det vi har vært igjennom, og hva vi sitter igjen med.

Det virker derfor naturlig å begynne der alt startet.

Etter at vi hadde delt opp klassen i grupper den 18.03.09, ble det klart at gruppen besto av, Vegard Anjum, Martin Hoven, Remy Ostuft og Pål Gustav Haugerud, og gruppen fikk det ”klingende” navnet Gruppe 1. Remy lanserte seg selv som mulig prosjektleder, noe som ble enstemmig vedtatt av gruppen. Alle på gruppen var meget godt fornøyd med sammensettingen på gruppen, og vi var meget spendte på hva de forskjellige prosjektene besto av.

Av de forskjellige prosjektene fant vi to som så inntresant ut, nemlig nr 1, Hauketo ungdomsskole, og nr 7, leiligheter på Grefsen. Valget falt til slutt på prosjektet ved Hauketo skole med Hent A/S som samarbeidspartner, i forbindelse med rehabilitering og nybygg på skolen. Siden det var opplyst i oppdraget om at maler var inne i bildet, passet dette godt for Vegard da han er utdannet maler.

Vi reiste ut samme dag til adressen vi hadde fått for å foreta en visuell befaring av byggeplassen, før vi ringte og gjorde noen avtaler. Vi tenkte dette ville gjøre oss bedre forberedt når vi skulle møte representanten for entreprenøren, slik at vi kunne ha noen gode spørsmål å stille. Uten at det egentlig var planlagt, fikk vi et møte med ledelsen av hele prosjektet. De hadde hørt at fagskolen var interessert i å vite mer om prosjektet, og ville høre hva vi som gruppe hadde planlagt. Møtet ente opp med at Hent A/S ga oss en kort gjennomgang av prosjektet de jobbet med.

Etter mye fram og tilbake ente vi opp med å sette fokus på branntekniske løsninger, siden det har vært stor fokus på brannsikkerhet i på skolene nå for tiden.

Vi har hengt litt bak fremdriftsplanen store deler av tiden. Noen deler av prosjektet har tatt litt lengre tid enn forventet. I den siste tiden har vi jobbet godt og effektivt slik at vi kommer i mål med oppgavene vi hadde satt oss. Vi hadde en oppgave utenfor hovedprosjektet som påvirket fremdriften i prosjektet. Alt i alt er vi fornøyd med fremdriften vi ente opp med.

Prosjektledelsen som besto av Remy Ostuft, er stort sett fornøyd med prosjektledelsen, men ser i ettertid at han kunne ha vært mer aktiv i gruppen framfor å fokusere for mye på egne oppgaver.

Samarbeidet i gruppen synes vi har fungert bra. Vi har for det meste jobbet sammen på skolen og vært alle mann på besøk på byggeplassen. Samarbeidet med Hent A/S fungerte bra fra starten av, men vi valgte å gå direkte til de som var samarbeidsbedrifter. Vi fikk tillatelse fra Hent A/S til å kontakte de som hadde informasjon om det branntekniske på skolen. Samarbeidet med veileder har vært som forventet. Christian Rolfsen har vært tilgjengelig både på skolen og via telefon. Han har vært meget engasjert og bra å forholde seg til.

Som gruppe har vi samarbeidet godt sammen. Vi har hatt noen situasjoner i prosjektiden, men ingen som vi ikke har klart å løse. Remy har vært flink til å gi resten av gruppen oppgaver. Hver og en har fått sitt område å jobbe med.

I ettertid har vi funnet ut at vi sikkert kunne gjort noen ting annerledes, men slutt produktet syntes vi alle sammen har blitt svært bra.

Innhold vedlegg:

- Vedlegg 1** – Prosjektplan
- Vedlegg 2** - Prosjektplan (Revidert)
- Vedlegg 3** - Referat fra prosjektmøte.
- Vedlegg 7** - Statusrapport
- Vedlegg 8** - Budsjettoppsett
- Vedlegg 9** - Budsjettkontroll

Utregninger:

- Vedlegg 10** - Egenvekt / variabel last
- Vedlegg 11** - Dim.lastvirkning / Dim.spenninger
- Vedlegg 12** - Styrke / Dim.Materialfasthet
- Vedlegg 13** - Nedbøyningskontroll
- Vedlegg 14** - Vindlaster
- Vedlegg 15** - Egenveker brobanen
- Vedlegg 16** - Moment (Excel ark)

Tekniskveiledning TEK:

- Vedlegg 17** - § 7 - 24 tabell 3 , § 7 - 22 tabell 2 , § 7- 22 tabell 6
- Vedlegg 18** - § 7 - 22 tabeller
- Vedlegg 19** - § 7 - 27 tabell 4
- Vedlegg 20** - Fri bredde i rømningsvei § 7 - 27
- Vedlegg 21** - § 7 – 2 til § 7 - 28
- Vedlegg 27** - 4.2 Brannbeskyttelse/Overflater

G-prog:

- Vedlegg A1** – G-prog, vår utregning limtrebro.
- Vedlegg B1** – G-prog, RIB utregning limtrebro.
- Vedlegg C1** – G-prog, RIB utregning Fjærkonstruksjon.

DIV:

- Vedlegg D1** - Brannteknisk oversikt plan 2.
- Vedlegg E1** – Fremdriftsplan.