

Treteknisk senter på Støren

Støren Wood Technology Center

Trondheim Juni 2021

Student:

Sindre Bjelland

Intern veileder:
Jomar Tørset

Ekstern veileder:

Prosjektnr:
2021 -41

Rapporten er ÅPEN



NTNU

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Problemdefinering, prosjektbeskrivelse og resultatmål

(hentet fra forprosjektet som ble levert i februar 2021. Beskriver planen for oppgaven den gangen. Endelige oppgave avviker noe fra denne beskrivelsen fra februar)

Prosjektet vil i hovedsak se på hvordan ArchiCAD kan brukes til å bestille varer. Jeg vil se på hvordan ArchiCAD kan brukes i prosjekteringen slik at man får planlagt bygget på en god måte og således få god oversikt over hva bygget bør bestå av. Samtidig vil jeg se på effektene av å benytte ArchiCAD. Jeg antar at man ved hjelp av ArchiCAD kan enklere se hvilke varer som trengs, hvor mye varer man trenger og hva som skal bestilles når.

Samtidig som en vil sikre kvalitet, funksjonalitet og husbyggingstekniske krav.

I prosjektet ser jeg for meg å besvare bl.a. disse spørsmålene;

- Hvordan vil leverandører at en bestilling av materialer skal se ut
- Hva må man passe på når man bestiller materialer med ArchiCAD
- Hva er bra og eventuelt dårlig med bestilling gjennom ArchiCAD

I tillegg vil en etasje-vis beskrivelse av bygget med tanke på funksjonskrav og tekniske krav bli utarbeidet.

For å besvare og utarbeide dette, skal jeg som nevnt ta utgangspunkt i Treteknisk senter. Treteknisk senter er et planlagt bygg på 8 etasjer med flerbrukslokaler. Miljøvennlige og kortreiste materialer er viktig i prosjekteringen av bygget. Samtidig er det viktig å benytte lokale ressurser slik som håndverkere i nærmiljøet mm. Det er tidligere skrevet flere oppgaver om Treteknisk senter, men min oppgave skal rette seg inn mot BIM dataprogrammet ArchiCAD og hvordan dette dataprogrammet kan optimalisere varebestillingsprosessen. I dette vil jeg også se overordnet på funksjonskravene som stilles til de ulike bruksområdene rommene har, blant annet med tanke på brann, lyd og lys, samt se på løsninger for å komme seg rundt i bygget. Jeg vil også høre med leverandørene hvordan denne bestillingen vil effektivisere bestillingsprosessen og hvordan det gjør det enklere for dem å eventuelt prekappe materialer. Muligens også forske litt på Archiframe dersom det er relevant for prosjektoppgaven.

Stikkord fra prosjektet:

ArchiCAD BIM, Breem outstanding, Trekonstruksjon, Funksjonskrav, Kortreiste materialer, Bestillingsprosess, Effektivisering.

Forord

Denne bacheloroppgaven markerer slutten på det treårige studieprogrammet innen ingeniørfag bygg og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. Studenten i gruppen har det siste året i studiet valgt å fordype seg innen husbyggingsteknikk. Studenten har i sitt siste semester i studiet, fra januar til juni 2021 arbeidet med denne oppgaven.

Etter som studenten ønsket et BIM tema på bacheloren, kom studenten i kontakt med faglærer Rolf Edvard Petersen og fikk derav høre om mulighetene rundt en slik oppgave. Rolf Edvard Petersen satte etter dette studenten i kontakt med studentens nåværende veileder Jomar Tørset. Jomar har over lengre tid arbeidet med et Treteknisk senter på Støren og har hatt flere studentoppgaver gjennom faget han underviser i (ingeniørfaglig systemtenkning). Det ble da foreslått av veileder å arbeide videre på Treteknisk senter på Støren og forske på materialbestilling ved hjelp av BIM (ArchiCAD).

Jeg ønsker å takke veilederen min Jomar Tørset for forslaget til en spennende oppgave i tillegg til all veiledningen. Jeg ønsker også å takke Rune Johansen fra støren treindustri for beskrivelsen på hvordan de ville at ei varebestilling skal se ut. I tillegg vil jeg takke Arne Vaslag for spenn-tabeller for renebubjelken av gulv og tak.

Trondheim 03.06.2021

Sindre Bjelland

Sindre Bjelland

Summary

This assignment is about the Wood Technology Center at Støren which is an intended building. The building is supposed to be Eco-friendly and have locally produced materials. The project desires the building to achieve the BREEAM outstanding certification.

The underlying questions and thesis this assignment addresses are:

How can BIM contribute to optimizing the product ordering process and can BREEAM Outstanding be verified to a greater extent?

- *How do a supplier want the order of materials to look like*
- *What must be taken into account when ordering materials when using BIM (ArchiCAD)*
- *What is the pros and cons when ordering materials through BIM (ArchiCAD)*

The building is drawn and constructed in BIM (ArchiCAD). The technical requirements like fire requirements and function requirements are analyzed and the data has been imported to BIM (ArchiCAD). based on this floor plan, section, facade, area and fire drawings have been created, as well as material lists and schemes for this assignment.

The drawings and lists of materials have been analyzed and various solutions have been looked at against the thesis questions and underlying questions continuously. These have been assessed against relevant theory.

The main finding of the thesis and what is important to remember when using BIM (ArchiCAD) is to:

- Have the correct data in BIM, and to name the different elements early on.
- Examine which fire requirements the building has, so one knows where to place the emergency exits and what the requirements according to fire safety are.
- ensure that construction technical requirements are okay.
- Ability to provide correct data in BIM depending on which building part is to be ordered, this can vary greatly and it can be complex with as many choices as BIM has in terms of what data is important and what is less important.
- Know technical requirements well and have good internal control to ensure that all considerations are taken into account.

Through the work, various challenges arose and some reservations have been made and restrictions set for this task.

The thesis concludes that BIM can probably optimize the material ordering process and secure BREEAM Outstanding at some points, but there are certain prerequisites. Using BIM can be time-consuming and resource-intensive to use if you do not have:

- *Correct and quality-assured the data you put into BIM*
- *High experience within construction and know the current requirements*

- *Sufficient insight into the BIM program*
- *Good internal control and uses experiential learning in a good and appropriate way*
- *Opportunity to reuse the data in BIM in new projects*

Sammendrag

Denne oppgaven ser på Treteknisk senter, et tiltenkt bygg på Støren. Bygget skal være miljøvennlig og ha kortreiste materialer. Prosjektets mål er å oppnå miljøsertifiseringen BREEAM outstanding på bygget.

Problemstillingen denne oppgaven tar for seg, og underliggende spørsmål som undersøkes er:

Hvordan kan BIM bidra til å optimalisere varebestillingsprosessen og kan BREEAM Outstanding i større grad sikres?

- *Hvordan vil en leverandørere at materialbestillingen skal se ut*
- *Hva må hensyntas når materialer bestilles ved hjelp av BIM (ArchiCAD)*
- *Hva er bra/ikke så bra med materialbestilling ved hjelp av BIM (ArchiCAD)*

Først er bygget i sin helhet tegnet og konstruert i BIM (ArchiCAD). Tekniske-, brann- og funksjonskrav er analysert og informasjon rundt dette er lagt inn i BIM-programmet. Ut fra dette er det laget plan, snitt, fasade, areal og branntegninger, samt bestillingslister for diverse materialer til Treteknisk senter.

Underveis er tegningene og materiallistene analysert og ulike løsninger er sett på opp mot problemstilling og underliggende spørsmål, og vurdert opp mot relevant teori.

Hovedfunn i oppgaven er at det er viktig å:

- ha riktig informasjon inn i BIM og navngi de forskjellige elementene før man begynner å tegne.
- undersøke hvilken brannklasse bygget er i og hvilke risikoklasser bygget har, for å bestemme hvor trapper og slikt skal plasseres og hvilke materialer som bør brukes.
- sikre at byggetekniske krav overholdes.
- evne å oppgi riktig informasjon i BIM avhengig av hvilken bygningsdel som skal bestilles, dette kan variere i stor grad og det kan være komplekst med så mange valgmuligheter som BIM har med tanke på hvilken informasjon som er viktig og hva som er mindre viktig.
- kunne byggetekniske krav godt og ha god internkontroll for å sikre at alle hensyn er ivaretatt.

Gjennom arbeidet oppsto det diverse utfordringer og det er tatt noen forbehold og satt begrensninger for denne oppgaven.

Endelig konkluderer oppgaven med at BIM nok kan optimalisere materialbestillingsprosessen og BREEAM Outstanding kan sikres bedre i noen grad via BIM, men det er visse forutsetninger. Å bruke BIM kan bli tids- og ressurskrevende å benytte om man ikke har

- riktig og kvalitetssikret informasjon i BIM
- høy byggefaglig kompetanse samt kjenner til gjeldende krav
- tilstrekkelig innsikt i BIM-programmet, og bruker BIM jevnlig
- god internkontroll og bruker erfaringslæring på en god og hensiktsmessig måte
- mulighet for å gjenbruke informasjonen i BIM i nye prosjekter

Innholdsfortegnelse

Forord	3
Summary	4
Sammendrag	6
Bildeliste	8
1. Innledning	9
1.1 Prosjektet Treteknisk senter beskrivelse av bygget	9
1.2 Tidligere prosjektoppgaver om Treteknisk senter relevant for denne prosjektoppgaven	14
1.3 Beskrivelse av hva denne bacheloroppgaven tar for seg og ser nærmere på	14
1.4 Min motivasjon for problemstillingen	15
1.5 Andre refleksjoner	15
2. Teori	16
2.1 BIM – (Bygnings Informasjons Modelling jf. Statsbygg (2))	16
2.1.1 ArchiCAD	18
2.1.2 Brannsikring	20
2.2 BREEAM, BREEAM-NOR og BREEAM Outstanding	24
2.2.1 BREEAM-NOR 2016 – Teknisk manual, materialveileder og grønn materialguide	26
3. Metode	29
4. Analyse – Hva er utarbeidet og hvilke funn har vi gjort?	30
4.1 Hvordan vil en leverandør se at materialbestillingen skal se ut?	30
4.1 BIM (ArchiCAD) dokumenter utarbeidet	32
4.1.1 Plan- og snitt-tegninger	32
4.1.2 Fasadetegninger	33
4.1.3 Arealoversikt	34
4.1.4 Branntegninger	35
4.2 Materialbestilling til Treteknisk senter	37
4.2.1 Hoved bæresystem/rammer	39
4.3.2 Bjelker - Rennnebubjelken	45
4.3.3 Tak	49
4.3.4 Dører	51
4.3.5 Vinduer	52
4.3.6 Vegger	59
4.3 Materialbestilling (med BREEAM-NOR krav ved hjelp av BIM) – Fordeler og ulemper, og hva bør henses	61
4.4 Oppsummering av analysen og funn	63
5. Diverse utfordringer, forbehold og begrensninger	64
6. Konklusjon og avslutning	65
Litteraturliste	67
Vedlegg	68

Biddeleliste

Bilde 1 – Snitt Lengde Målsatt– Hentet fra BIM (ArchiCAD)	9
Bilde 2 – 1. Etasje Areal – Hentet fra BIM (ArchiCAD)	10
Bilde 3 – 2. Etasje Areal – Hentet fra BIM (ArchiCAD)	11
Bilde 4 – 5. Etasje Areal – Hentet fra BIM (ArchiCAD)	12
Bilde 5 – 6. Etasje Areal – Hentet fra BIM (ArchiCAD)	13
Bilde 6 – 7. Etasje Areal – Hentet fra BIM (ArchiCAD)	13
Bilde 7 – Illustrasjon av bygget Treteknisk senter mottatt av min veileder Jomar Tørset.	19
Bilde 8 – Snitt Lengde Målsatt – Hentet fra BIM (ArchiCAD).....	20
Bilde 9 - Utsnitt 1 av § 11-2 Tabell 1:	21
Bilde 10 - Utsnitt 2 av § 11-2 Tabell 1:	21
Bilde 11 - Utsnitt av § 11-13 Tabell 1:	22
Bilde 12 - Utsnitt av § 11-8 Tabell 1:	22
Bilde 13 - Utsnitt av § 11-8 Tabell 2:	23
Bilde 14 - Utsnitt av § 11-7 Tabell 1:	23
Bilde 15 – 4 Etasje Plan, Treteknisk senter	32
Bilde 16 – Snitt Kortsider, Treteknisk senter	33
Bilde 17 – Fasade Øst, Treteknisk senter	34
Bilde 18 – 5 Etasje Areal, Treteknisk senter	35
Bilde 19 – 5. Etasje Brann, Treteknisk senter	36
Bilde 20 – 3D Fasade, Treteknisk senter	37
Bilde 21 – Eksempel på hvordan man legger inn detaljer i et skjema i ArchiCAD, her et vindusskjema	39
Bilde 22 – Rammene hoved bæresystem Treteknisk senter	40
Bilde 23 – Festemateriell og rammene i hoved bæresystem Treteknisk senter	41
Bilde 24 – Bestillingsskjema for rammene/hoved bæresystem Treteknisk senter	43
Bilde 25 – Illustrasjon av rammene som viser at 5600mm høyde hadde vært mer riktig høyde - Treteknisk senter	44
Bilde 26 –Understøtte tak, Treteknisk senter	45
Bilde 27 - Hydraulisk spennbenk.....	46
Bilde 28 – Lasttabell Rennebubjelken.....	47
Bilde 29 – Plantegning av 6. etasje der bærende innervegger og dragere fremkommer	48
Bilde 30 – Bestillingsskjema Bjelker Treteknisk senter	49
Bilde 31 - Grunnlag for beregning av dimensjonerende snølast.	50
Bilde 32 – Bestillingsskjema Takbjelker/-elementer Treteknisk senter.....	51
Bilde 33 – Bestillingsskjema Enkelte dører Treteknisk senter	52
Bilde 34 - Bestillingsskjema Vindu 1 Treteknisk senter	53
Bilde 35 - Bestillingsskjema Vindu 2 Treteknisk senter	54
Bilde 36 - Bestillingsskjema Vindu 3 Treteknisk senter	55
Bilde 37 – Bestillingsskjema Vindu 4 Treteknisk senter.....	56
Bilde 38 – Bestillingsskjema Vindu 5 Treteknisk senter.....	57
Bilde 39 – Bestillingsskjema Vindu 6 Treteknisk senter.....	58
Bilde 40 - Bestillingsskjema Vindu 7 Treteknisk senter	59
Bilde 41 – Prinsippløsning for tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller.....	60
Bilde 42 – Bestillingsskjema Vegger og sjakter Treteknisk senter	61

1. Innledning

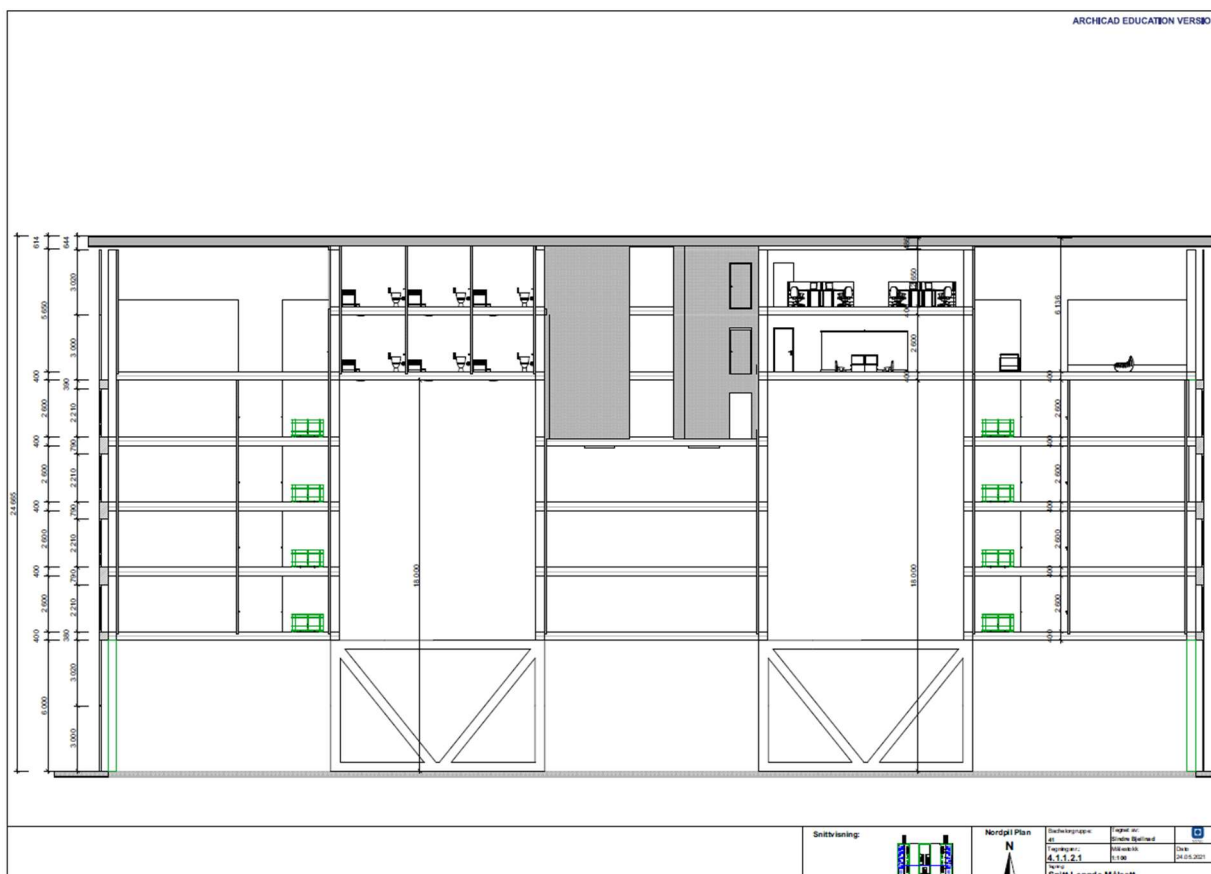
Denne bacheloroppgaven retter seg inn mot bruk av BIM dataprogrammet ArchiCAD og BREEAM-NOR Teknisk manual og underliggende materialveileder til BREEAM-NOR.

Først vil vi se litt nærmere på prosjektet Treteknisk senter, deretter på en tidligere studentoppgave skrevet om Treteknisk senter, hva oppgaven tar for seg og problemstillingen, min motivasjon for oppgaven, avgrensninger og forbehold og til slutt noen refleksjoner rundt oppgaven.

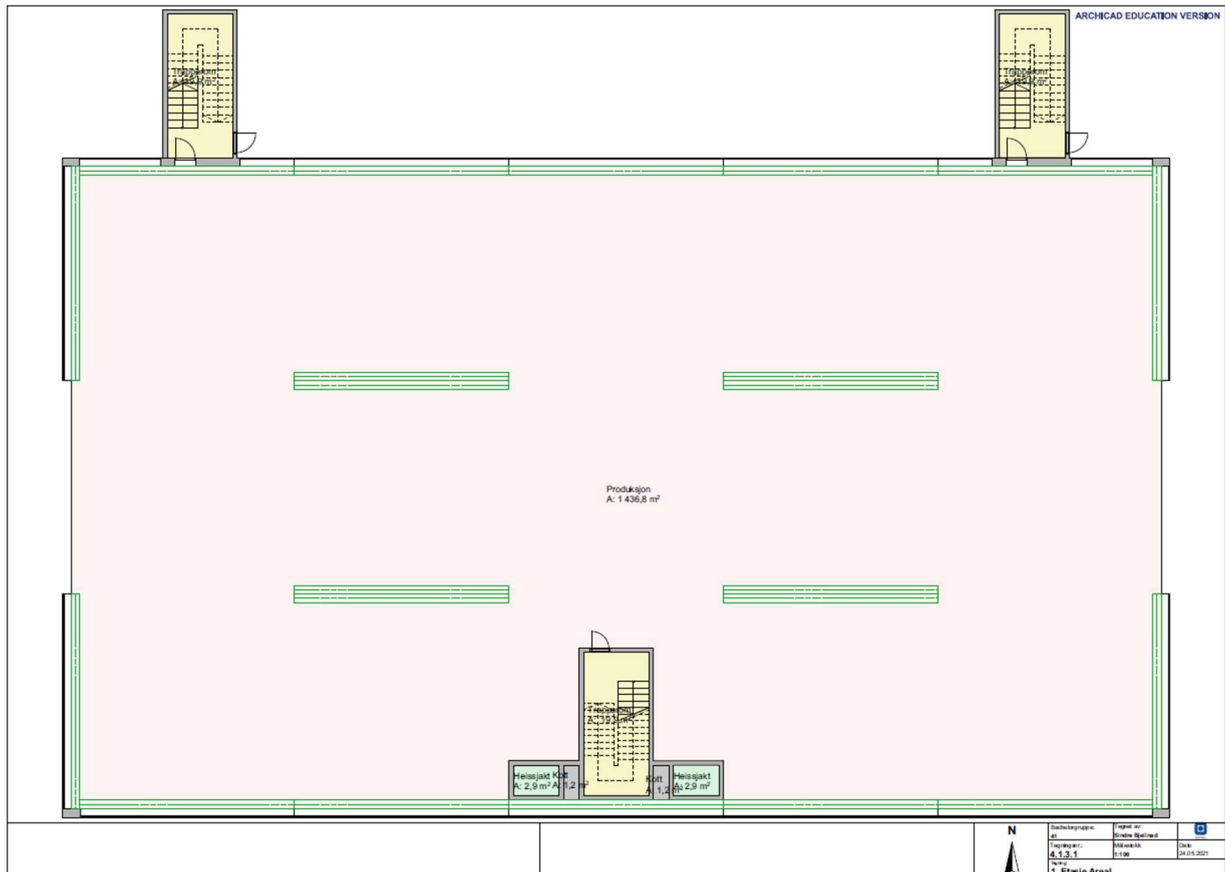
1.1 Prosjektet Treteknisk senter beskrivelse av bygget

Treteknisk senter er et planlagt 8 etasjes bygg hvor tre er hovedmaterialet. Det er tiltenkt at bygget skal være et flerbrukslokale-bygg. Senterets etasjer vil så ledes ha ulike funksjoner.

Den første etasjen i bygget er utformet slik at det er dobbel etasjehøyde i forhold til resten av bygget, dette fordi det skal være mulig å kjøre en lastebil gjennom bygget og det skal være plass til maskiner til produksjon. Det er også åpent helt opp til himling 5. etasje i de to midtre sjiktene i bygget som man kan se på bilde 1. Her er det planlagt at det skal være traverskraner i disse to sjiktene. Ellers er det et trappeløp som går i det aller midterste sjiktet med 2 lagerheiser. Det er også 2 trappetårn som fungerer som rømningsvei som man kan se på bilde 2.

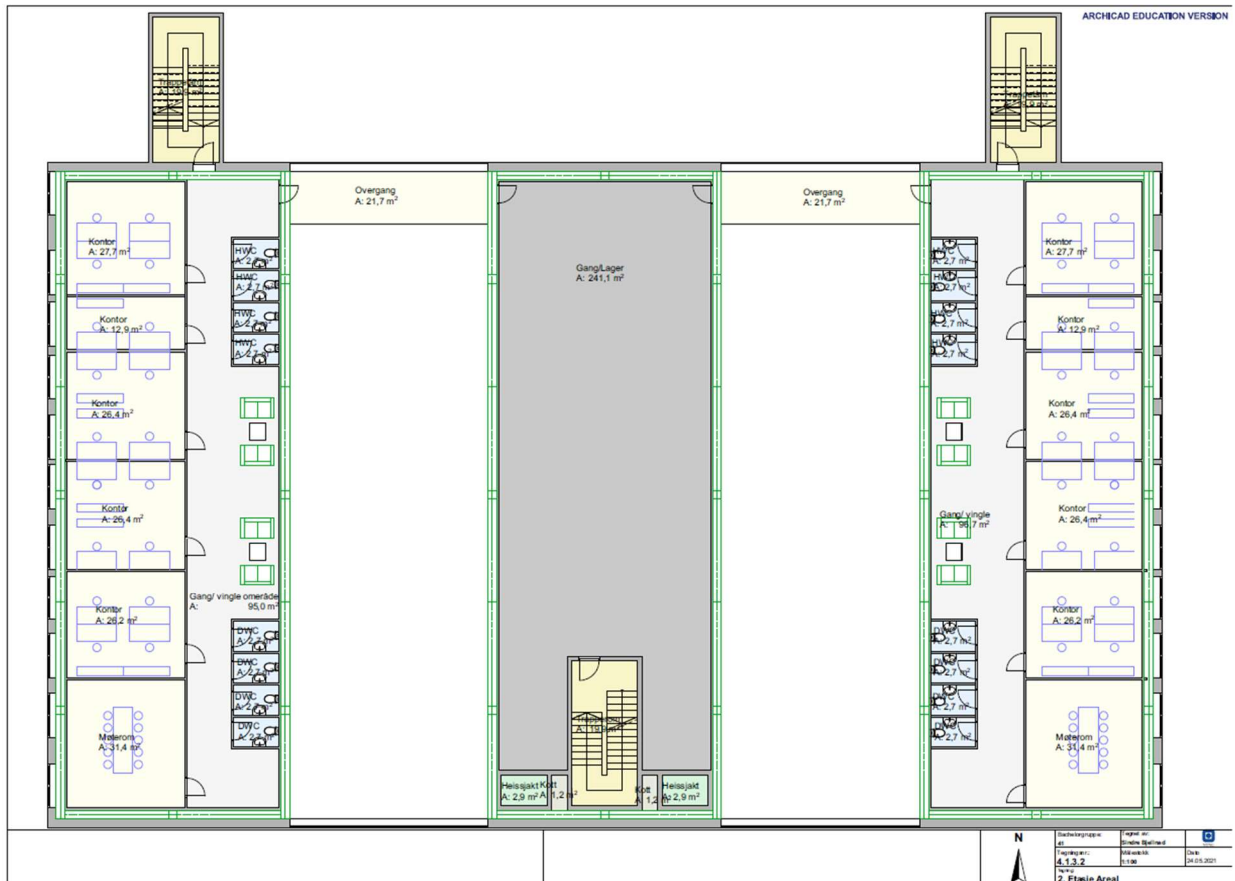


Bilde 1 – Snitt Lengde Målsatt– Hentet fra BIM (ArchiCAD)



Bilde 2 – 1. Etasje Areal – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

2. 3. og 4. etasje er utformet helt likt med kontorer plassert mot fasadene, dette for å få tilgang til naturlig lys. Toaletter er plassert mer inn i bygget der det ikke er samme tilgangen til naturlig lys. Og trappeløpet med heissjakter går fra 1. til 5. etasje. Med denne utformingen der alt er plassert ovenfor hverandre vil det bli en enkel rørføring for toalettene og bygget vil bli lett å kjenne seg igjen i med identiske etasjer. I 2. etasje er det i det sørvestlige hjørnet et møterom på 31,4 m², nord for dette 4 romslige og ett litt mindre kontorer (hhv. 26,2 m²., 26,4 k m², 26,4 m², 12,9 m² og 27,7 m²). Det er også vimleareal/ gang på 95kvm ved siden av kontorene med 4 dametoalett på 2,7 m² hver seg og 4 herretoaletter på 2,7kvm hver seg. Sjøkket som ligger øst i bygget har samme type inndeling bare speilvendt. Det midterste sjøkket har et lagerareal på 241,1 m² med et trappeløp som fungerer som rømningsvei. Selve trappeløpet er på 19,9kvm. I tillegg er det 2 lagerheissjakter på 2,9 m² og 2 inspeksjonsluker/ kott på 1,4 m². Denne utformingen følges helt til 4. etasje, se bilde 3.



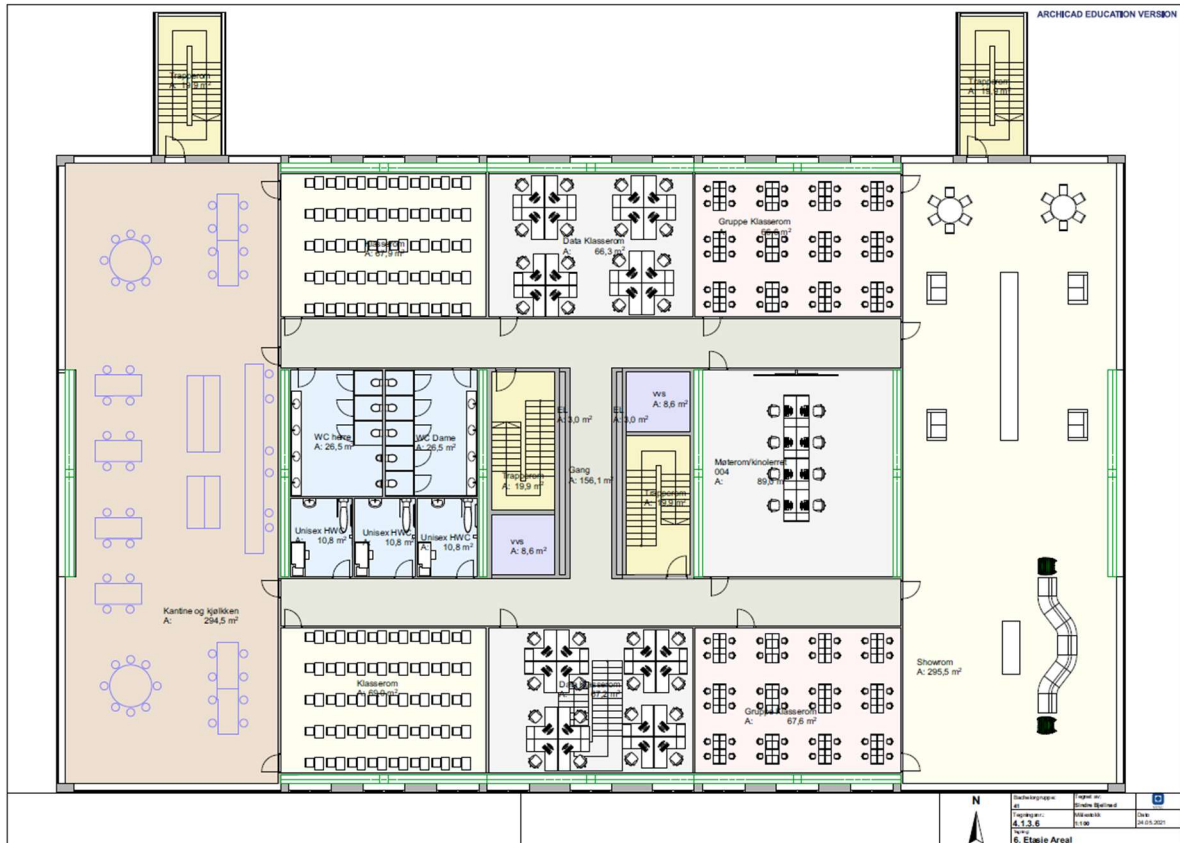
Bilde 3 – 2. Etasje Areal – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

I 5. etasjen er det 2 ekstra trapperom som fungerer som rømningsveier fra de øvre etasjene i det midterste sjiktet, disse er på 19,9 m² hver. Det er også 2 vvs rom på 8,6 m² hver og el-føring som går langs trapperommene og vvs rommene, disse er på 3kvm. Dette gjør at lagerområdet blir litt mindre og er bare 164,4m² istedenfor 241,1m², ellers er 5. etasjen lik som 2 til 4. Etasje. Se bilde 4.



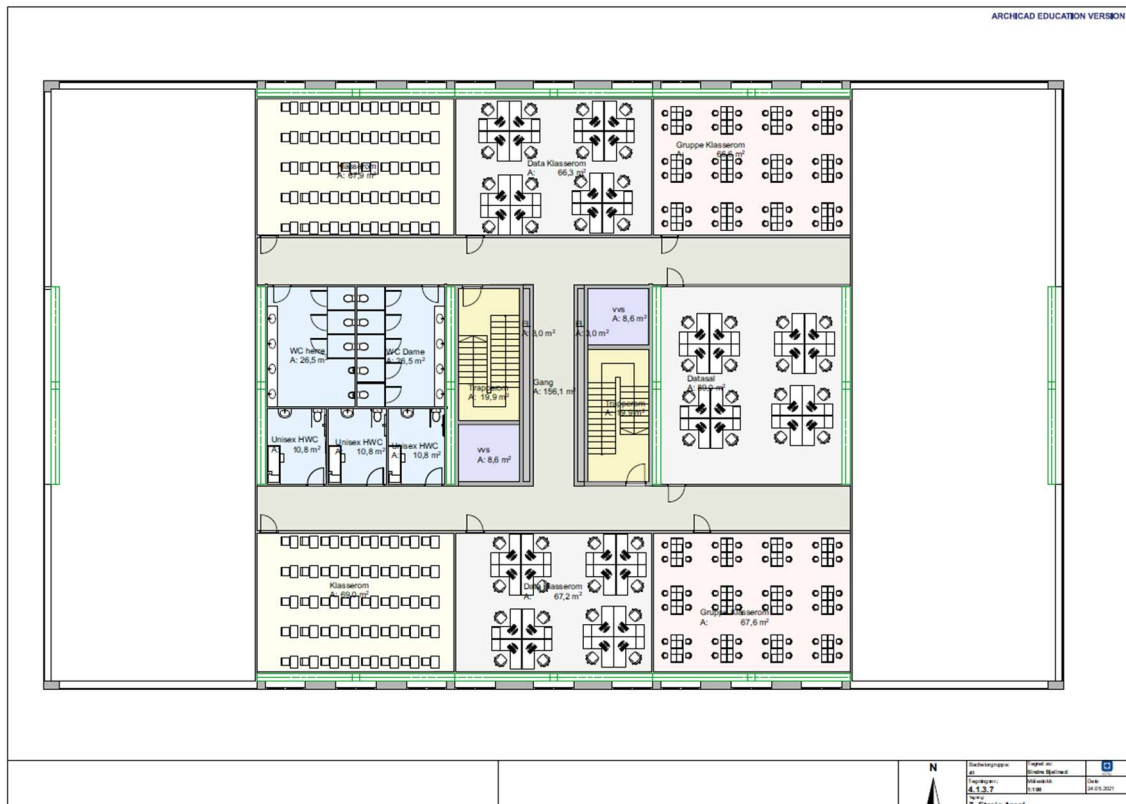
Bilde 4 – 5. Etasje Areal – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

I 6. etasje er det heldekkende dekke og det er samme trappeløsning som beskrevet i 5. etasje med unntak av det trapperommet som går fra 1-5 etasje. Det vestre sjiktet i bygget har et kantineareal på 295 m². I det midterste sjiktet som nå dekker over der traverskranene er i etasjen under. Er det i sørvestlige hjørnet et klasserom med 32 stoler og pulter. Dette er på 68 m². Øst for dette er det et undervisningsrom med datamaskiner, eller datasal, med plass til 16 personer. Dette er også på 68 m². Sør for dette er et grupperom på 68k m² med plass til 48 stykk. Dette rommet er også 68 m². Nordsiden av det midterste sjiktet har lik utforming bare speilvendt. I det midterste sjiktet på østlig side i midten av bygget er det et toalettareal. Her er det felles herre wc vestligst, sør for felles dame wc. Begge disse er på 26,5 m². Sør for disse er det 3 handicap toaletter for begge kjønn som er på 10,8 m² hver. På den østlige siden i samme område som toalettarealet er, er det et møterom med mulighet for kinolerret. Dette er på 89 m². I det østre sjiktet av etasjen er det et showrom på 295 m². Se bilde 5.



Bilde 5 – 6. Etasje Areal – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

Syvende etasje er lik som 6. etasje bare at showrommet og kantine strekker seg over 2 etasjer, så her har man bare dekke i det midterste sjiktet. Se bilde 6.



Bilde 6 – 7. Etasje Areal – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

Andre viktige forutsetninger for bygget Treteknisk senter ref. møte 20.04.2021 (se vedlegg 6) er:

- Lokasjon
- BREEAM - Energi er det viktigste og derfor her man bør satse mest. Minimum krav til at Treteknisk senter må oppnå passivhus-standard for å oppnå BREEAM Outstanding
- Bæresystem
- Dekke
- Tak
- Ytre vegger
- Ytre vinduer
- Krankonstruksjon
- Ønsket arkitektonisk uttrykk for bygget Treteknisk senter
 - Ikke for industrielt
 - Særpreget som kjennetegner distriktet

1.2 Tidligere prosjektoppgaver om Treteknisk senter relevant for denne prosjektoppgaven

Det er tidligere skrevet flere spennende og gode oppgaver om Treteknisk senter, men det er i hovedsak oppgaven Teknisk rapport, Ingeniørfaglig Systemtenkning, BREEAM (1) som jeg har ansett mest relevant inn i denne bacheloroppgavens problemstilling. Rapporten tar blant annet for seg BREEAM-NOR manualen og sertifiseringsmetoden. Den ser også på hvilke løsninger som bør prioriteres. Når det gjelder materialkategorien, peker de på at det er forholdsvis mange poeng å hente her. Siden Treteknisk senter ønsker høyt fokus på trevirke og kvalitet, mener de det å ha et stort fokus på materialer vil ha høy verdi. Dog vil dokumentasjonskravet være høyt og det vil derfor være viktig å ha kontroll på materialspesifikasjonene.

1.3 Beskrivelse av hva denne bacheloroppgaven tar for seg og ser nærmere på

Oppgaven vil i hovedsak se på hvordan BIM (ArchiCAD) og BREEAM_NOR teknisk manual, samt materialveileder kan brukes ved bestilling av materialer. Den bygger videre på de funn rapporten nevnt i kap. 1.2 (1) gjorde på materialkategorien. Samtidig inkluderes et stort fokus på BIM (ArchiCAD) og hvilke fordeler og ulemper dette programmet kan bidra med når det gjelder materialbestilling.

Det å se nærmere på dette ned på materialkategorien mener jeg vil gi retning til hva som kan være lurt å gjøre når materialer skal bestilles til Treteknisk senter slik at en i størst mulig grad sikrer at BREEAM-Outstanding oppnås.

Jeg vil se på hvordan BIM (ArchiCAD) kan brukes i prosjekteringen slik at man får planlagt bygget på en god måte og således få god oversikt over hva bygget bør bestå av. Samtidig vil jeg se på effektene av å benytte BIM (ArchiCAD) i kombinasjon med BREEAM-NOR teknisk manual og sikre at det legges til rette for at BREEAM Outstanding kan oppnås i Treteknisk senter når det gjelder materialbestilling.

For å få informasjonen inn i BIM, krevde det først og fremst at bygget måtte tegnes i sin helhet inn i BIM. I tillegg vil etasje-vis beskrivelser av bygget med tanke på funksjonskrav og tekniske krav bli utarbeidet i BIM

Problemstillingen oppgaven søker å besvare er:

Hvordan kan BIM bidra til å optimalisere varebestillingsprosessen og kan BREEAM Outstanding i større grad sikres?

Oppgaven vil undersøke disse spørsmålene;

- *Hvordan vil en leverandører at materialbestillingen skal se ut*
- *Hva må hensyntas når materialer bestilles ved hjelp av BIM (ArchiCAD)*
- *Hva er bra/ikke så bra med materialbestilling ved hjelp av BIM (ArchiCAD)*

For å besvare og utarbeide dette, skal jeg som nevnt ta utgangspunkt i Treteknisk senter.

1.4 Min motivasjon for problemstillingen

Interessen for BIM har jeg hatt lenge. Jeg syntes prosjekter hvor jeg har brukt BIM- programmet ArchiCAD har vært artig å arbeide med, derfor har jeg valgt en oppgave hvor jeg kan lære mer om ArchiCAD, samt få mulighet til å bruke programmet mye.

Samtidig skal jeg starte som prosjektingeniør i et stort entreprenørfirma etter sommerferien. Mine oppgaver der vil være rundt materialbestilling. Det var derfor spennende for meg å sette fokus på denne kombinasjonen i min bachelor oppgave.

1.5 Andre refleksjoner

Å tegne bygget inn i BIM (ArchiCAD) har vært en omfattende prosess og svært krevende både mentalt, faglig og tidsmessig. Dette medførte at jeg benyttet en god del mer tid enn beregnet på å sette meg inn i og legge inn data i BIM, jeg kom derfor litt sent ut med selve skrivingen av oppgaven.

Det er mange detaljer og mye har vært uavklart og vanskelig å få taket på. Det har allikevel vært en givende læringsprosess som jeg opplever å ha lært mye av.

Det har også vært utfordrende å begrense denne oppgaven, da det er mye informasjon som skal inn i BIM. Dette ble så pass tidsomfattende at det var vanskelig å få god nok tid til selve analysene og rapportskrivning. Det var dessuten vanskelig å vurdere hva som var relevant å ha med i den skriftlige oppgaven og utfordrende å spisse problemstillingen

2. Teori

I dette kapittelet belyses den teori som er relevant å se nærmere på opp mot problemstillingen i denne bacheloroppgaven. Det er i hovedsak referert til teori fra nettsider, da mesteparten av teorien er å finne digitalt og ikke i fysisk litteratur. Først ser vi i kap. 2.1. nærmere på hva BIM er, deretter omtales BREEAM som er internasjonalt gjeldende og den nordiske tilpassingen BREEAM-NOR i kap. 2.2. I det underliggende kap. 2.2.1. er det fokusert på Teknisk manual og Materialveileder til BREEAM-NOR, samt litt om Grønn materialguide.

2.1. BIM – (Bygnings Informasjons Modellering jf. Statsbygg (2))

BIM er et digitalt bygnings informasjons modelleringsprogram der man kan modellere og tegne bygninger, se hva som bygget inneholder av materialer og hvordan det er bygget opp. Ved å legge inn informasjon i programmet, får man en 3D-modell som illustrerer hvordan bygget kommer til å se ut. Det er utallige muligheter i BIM, men det å utnytte BIM på en god og hensiktsmessig måte fordrer innsikt og forståelse, samt høy kvalitet på den informasjonen som legges inn. Klarer man det vil BIM være et ekstremt nyttig verktøy både med tanke på prosjektering og i prosessstyringen (2).

NGI (3) sier «BIM står for "Building Information Modelling", og er i ISO 19650:2019 definert som: *Use of a shared digital representation of a built asset to facilitate design, construction and operation processes to form a reliable basis for decisions.*» (3)

BIM er ifølge NGI (3) en 3D-modellering av design, prosjektering, bygg eller noe som skal driftes. Den informasjonen som legges inn i modellen gir føringer og beslutningsgrunnlag både i planleggingsfasen og løpende gjennom prosjekt- bygg- og driftsfasene. Modellene må oppdateres underveis for å gi riktig «output» (3). Med dette forstår jeg at det er essensielt at den informasjonen som legges/hentes inn i BIM er av god kvalitet.

Det er ulike grader av dimensjoner i BIM. De mest brukte er følgende nivåer (3):

- *3D BIM: Det laveste nivået omfatter primært 3D-modellen med tilhørende informasjon*
- *4D BIM: På dette nivået tar man også inn tidsaspektet, det vil si at prosjektet kan planlegges tidsmessig eller at livsløpet er en del av modellen*
- *5D BIM: I tillegg til tid, kommer også kostnader for bygging/drift inn i modellen*

- *6D BIM: For en modell på dette nivået inkluderes også aspekter i tilknytning til bærekraft*
- *7D BIM: Øverste nivå innebærer at også drift/vedlikehold av det modellerte elementet planlegges og styres som en del av modellen.*

Statsbygg; Nanolæring – hva er BIM:

BIM er ifølge Statsbygg (2) todelt og består av 1) digitale modeller av et byggverk, og 2) prosessene rundt de digitale modellene. De digitale modellene kan være for eksempelvis ett bygg og kalles en BIM-modell. En BIM modell er sammensatt av ulike digitale BIM-objekter. Disse representerer enten fysiske objekter (f.eks. materialer, møbler e.l.) eller rom i byggverket, og BIM-objektene kan inneholde et stort omfang av informasjon avhengig av hva som er aktuelt (2).

Når tverrfaglige leveranser samles i en BIM-modell vil det bli enklere å kommunisere på tvers, se helheten og hvordan de ulike løsningene påvirker andre fagområder, oppdage avvik både visuelt og automatisk f.eks. ved kollisjonskontroll (2).

Statsbygg (2) beskriver en BIM-modell slik: *«Objektbasert, tre-dimensjonal modell. Modellen er satt sammen av objekter (f.eks. dører, stikkontakter, ventiler) som tilsvarer reelle byggevarer koblet med informasjon om objektene.»*

Når det gjelder prosessene rundt BIM-modellen, så vil kvaliteten på den informasjonen BIM-modellen er bygget opp av og strukturen i BIM-modellen avgjøre egnetheten for å bruke den *i tidsbesparende digitale prosesser og automatisering av oppgaver* (2).

BIM-modellen kan benyttes til for eksempel mengdeuttrekk, kostnadsberegninger og bestillingslister. At informasjonen i BIM er riktig, relevant og strukturert er avgjørende for kvaliteten på dokumentene og de overnevnte mulighetene BIM gir. BIM-modellene opprettes i prosjekteringsfasen og kvaliteten danner grunnlaget for nytten de har videre i drift og vedlikehold (2).

Å bruke BIM kan bidra til 1) at beslutningstakere får bedre forståelse for foreslåtte løsninger og så ledes i større grad kan tilpasse valget til det beste for kundene, 2) mer realistiske og treffsikre tids-, kostnads- og kvalitetsprosesser 3) økt koordineringssamsvar mellom fagområdene (2).

Leder for BIM-avdelingen i Skanska Kristian Balke, er intervjuet av Geir Nordal Linge i relasjon.skanska.no (4). I dette intervjuet svarer Balke på hva BIM egentlig er. Han sier at det handler om samhandling og informasjon satt i system. BIM er fremtiden og er kommet for å bli. Informasjonen

som samles i BIM fremkommer i en geometrisk 3D-modell på det vi skal bygge. Byggenæringen ligger etter Oljebransjen som startet med BIM allerede på 80-tallet. I Skanska ble en avdeling for BIM etablert først i 2007. Det var litt motbakke i starten, men nå har det løsnet. Og BIM brukes nå i tidligfase og i produksjon vel så mye som i prosjekteringsfasen, der det hele først startet. Statsbygg (2) påpeker også at det er i prosjekteringsfasen byggenæringen har mest BIM-erfaring og -løsninger.

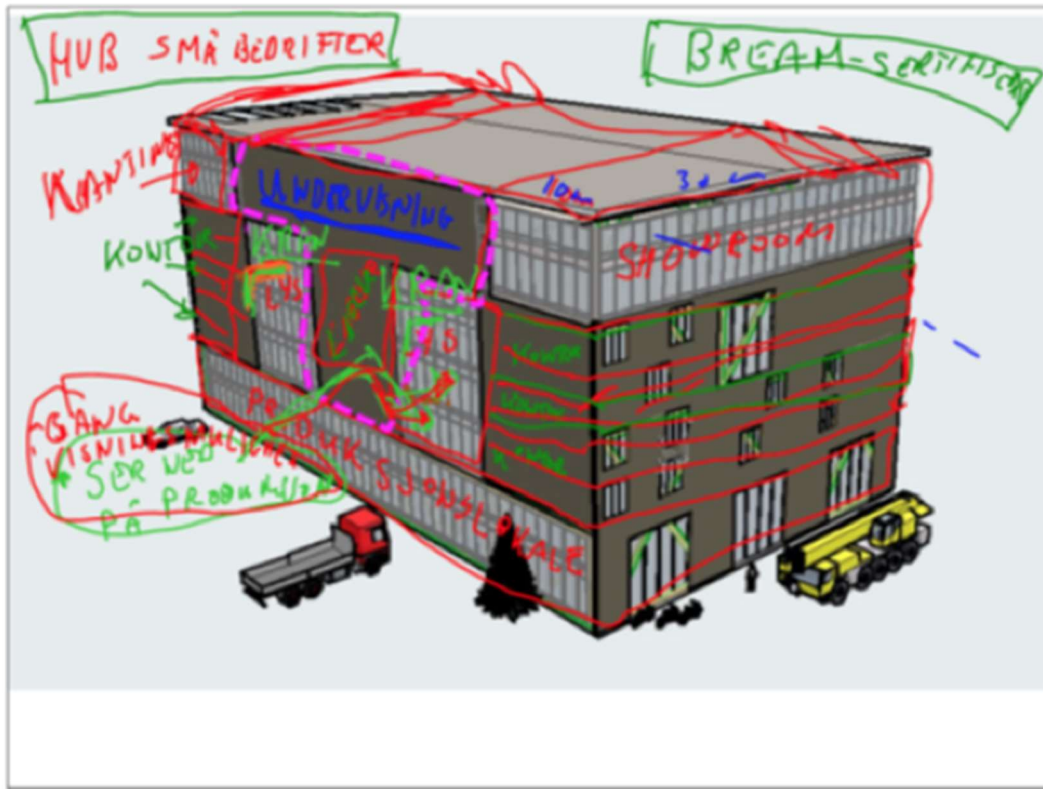
Byggenæringen har generelt de siste 30 årene hatt en utfordring når det gjelder effektivitet grunnet dårlig samhandling og kommunikasjon, ifølge Balke i Skanska (4). Her har BIM påvirket positivt og medført reduksjon i feil og tidsbruk, og effektivitet og samhandling har økt. BIM gjør det enklere å ha kontroll sier Balke (4). Koordineringen blir mer synliggjort slik at det er enkelt å se om de ulike aktørene er «i rute» etter planen eller ei. Det er viktig at alle aktørene i prosjektet bruker BIM daglig for å utnytte potensialet BIM representerer (4).

2.1.1 ArchiCAD

Det tilbys flere anerkjente BIM (Bygnings Informasjons Modellering) digitale dataprogram i dagens marked. I denne bacheloroppgaven er BIM-programmet ArchiCAD benyttet. Dette programmet har blitt brukt mye gjennom studiet og jeg har foretrukket dette programmet framfor andre BIM program som vi har blitt eksponert for gjennom studieløpet.

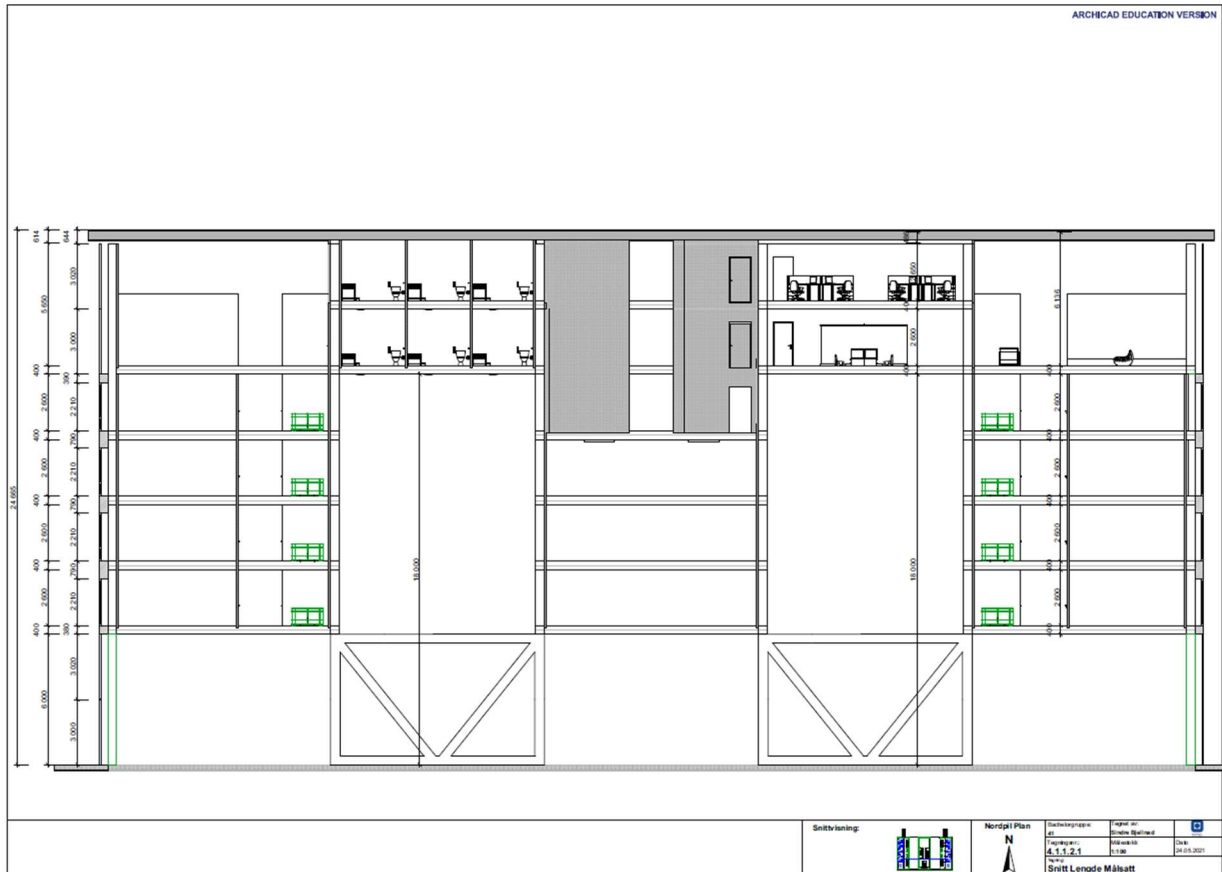
ArchiCAD benyttes til alt fra tegning og modellering til presentasjon. Det er ifølge Graphisoft (produsenten av ArchiCAD) et intuitivt og smart BIM-verktøy, med stor funksjonalitets omfang og høy grad av brukervennlighet (19).

Da jeg startet på denne oppgaven, hadde min veileder Jomar Tørset allerede tegnet inn bæresystemet og etasjehøydene. Jeg valgte derfor å gå ut fra de tegningene som allerede eksisterte, men gjorde noen endringer på rammene. Lengden ble endret fra 9600 til 9840, dette for å få et bygg mest likt 30x50m i grunnflate. Videre ble ytterveggene satt til 400mm. Dette kan enkelt endres på senere dersom det skulle være hensiktsmessig med en annen tykkelse på veggene. Hovedvinduene er satt til 9840mm brede med 8 glass sjikt, slik at de skal passe bra med bærekonstruksjonen. Etter dette bygde jeg opp de ulike rommene ved å følge den enkle oversikten som Jomar hadde illustrert i oppgaveteksten og på illustrasjonstegningen under, se bilde 7.



Bilde 7 – Illustrasjon av bygget Treteknisk senter mottatt av min veileder Jomar Tørset.

Illustrasjonen viste at byggets 1. etasje skulle være produksjonslokaler, 2. etasje til 5. etasje skulle være utstyrt med kontorlandskaper i det vestre og østre sjiktet, med lager i det midterste sjiktet. I 6. etasje skulle det være kantine i det vestre sjiktet, showrom i det østre og undervisningsarealer i det midterste sjiktet. I 6. etasje er det dekke i hele etasjen, bortsett fra trappesjaktene. Her er det ikke noe gap mellom sjiktene, slik som det er der hvor etasjene har rom med takhøyde som strekker seg over flere etasjer (bilde 8). Showrommet og kantinen bygger over 2 etasjer i takhøyde, mens i midtre del er det vanlig takhøyde (undervisningsarealene). I 7. etasje er det kun den midtre delen som har rom/lokaler (i og med at vestre og østre sjiktet ikke har gulv siden lokalene i 6 etasje har takhøyde over 2 etasjer), disse er undervisningsareal og er utformet nesten identisk som det midterste sjiktet i etasjen under.



Bilde 8 – Snitt Lengde Målsatt – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

2.1.2 Brannsikring

Det er viktig med brannsikkerhet når man planlegger et slikt bygg. Derfor er det to utvendige trappetårn som strekker seg fra 1. etasje til 6. etasje, som fungerer som rømningsveier. Med byggets 7. etasjer og med de ulike virksomhetene bygget består av, skal hele bygget klassifiseres i brannklasse 3, med noe ulike risikoklasser jf. TEK17 § 11-2, tabell 1 og 2 (5):

2. etasje – industri med risikoklasse 2.

3. etasje til 5. etasje – kontor med risikoklasse 2 og lager med risikoklasse 2.

6. etasje - kantine med risikoklasse 2, skole med risikoklasse 3 og showrom med risikoklasse 2.

7. etasje - skole med risikoklasse 3.

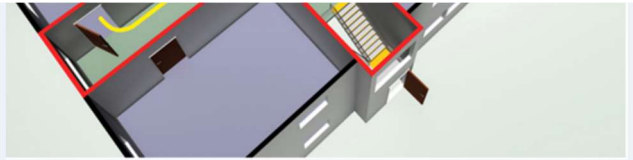
Brannstasjon uten døgnbemanning	2
Driftsbygning med husdyrrom	2
Industri	2
Kantine beregnet for egne ansatte til og med 150 personer	2
Kjemisk fabrikk og kjemikalielager	2
Kontor	2
Laboratorium	2
Lager	2
Parkeringshus og garasje med to eller flere etasjer eller plan	2
Parkeringskjeller og garasje under terreng	2
Sprengstoffindustri	2
Trafo eller fordelingsstasjon	2

Bilde 9 - Utsnitt 1 av § 11-2 Tabell 1: Ulike virksomheter og tilhørende risikoklasse (dibk.no). Tabellen viser risikoklassene Treteknisk senter må forholde seg til ift. de ulike rommene (her kalt virksomheter) bygget skal romme.

Barnehage	3
Skole	3
Barnehjem	4
Bolig	4
Boligbrakke	4
Brannstasjon med døgnbemanning	4
Fritidsbolig, inkl. selvbetjente hytter, campinghytter og campingenheter	4
Internat	4
Studentbolig	4

Bilde 10 - Utsnitt 2 av § 11-2 Tabell 1: Ulike virksomheter og tilhørende risikoklasse (dibk.no). Tabellen viser risikoklassene Treteknisk senter må forholde seg til ift. de ulike rommene (her kalt virksomheter) bygget skal romme.

Dette medfører at etasje 6. og 7. med undervisning (skole i tabellen) vil komme i risikoklasse 3. I denne risikoklassen er det krav til maks 30 meter til nærmeste rømningsvei og krav om to rømningsveier jf. tabellen i bilde 11 nedenfor (5).



§ 11-13 Tabell 1: Maksimal avstand fra hvilket som helst sted i branncelle til nærmeste utgang.

Risikoklasse	Maksimal lengde (m) på fluktvei
1 og 2	50
3 og 5	30
6	25

Bilde 11 - Utsnitt av § 11-13 Tabell 1: Maksimal avstand fra hvilket som helst sted i branncelle til nærmeste utgang (dibk.no). Tabellen viser avstandskrav Treteknisk senter må forholde seg til når det gjelder rømningsveier.

Videre er det tegnet inn brannceller rundt de innvendige trapperommene, trappetårnene på utsiden av bygget, rundt heissjakt og de tekniske rommene. De innvendige trapperommene og de utvendige trappetårnene fungerer som byggets rømningsveier, slik som det fremkommer i branntegningene i vedlegg 1 (4.1.4.x.x)

§ 11-8 Tabell 1: Brannmotstand til branncellebegrensende bygningsdeler.

Bygningsdel	Brannklasse		
	1	2	3
Branncellebegrensende bygningsdel - generelt	Ei 30 [B 30]	Ei 60 [B 60]	Ei 60 A2-s1,d0 [A 60]
Bygningsdel som omslutter trapperom, heissjakt og installasjonssjakter over flere plan	Ei 30 [B 30]	Ei 60 [B 60]	Ei 60 A2-s1,d0 [A 60]
Heismaskinrom	Ei 60 [B 60]	Ei 60 [B 60]	Ei 60 A2-s1,d0 [A 60]
Fyrrom for sentralvarmeanlegg eller varmluftsaggregat for fast brensel	Ei 60 [B 60]	Ei 60 [B 60]	Ei 60 A2-s1,d0 [A 60]

Bilde 12 - Utsnitt av § 11-8 Tabell 1: Brannmotstand til branncellebegrensende bygningsdeler (dibk.no). Tabellen viser kravene Treteknisk senter må forholde seg til når det gjelder brannmotstand.

§ 11-8 Tabell 2: Brannmotstand til dør til og i rømningsvei.

Dørplassering	Brannklasse	
	1	2 og 3
Branncelle - trapperom Tr 1	EI ₂ 30-CS _a [B 30 S]	EI ₂ 30-CS _a [B 30 S]
Korridor - trapperom Tr 2	E 30-CS _a [F 30 S]	E 30-CS _a [F 30 S]
Mellomliggende rom - trapperom Tr 3		EI ₂ 60-CS _a [B 60 S]
Garasje - brannsluse	EI ₂ 60-CS _a [B 60 S]	EI ₂ 60-CS _a [B 60 S]
Branncelle - korridor	EI ₂ 30-S _a [B 30]	EI ₂ 30-S _a [B 30]
Korridor - det fri (i kombinasjon med trapperom Tr 3)		EI ₂ 30-S _a [B 30]

Bilde 13 - Utsnitt av § 11-8 Tabell 2: Brannmotstand til dør til og i rømningsvei (dibk.no). Tabellen viser kravene Treteknisk senter må forholde seg til når det gjelder brannmotstand.

Siden bygget er i brannklasse 3 vil branncellene og dørene måtte være utformet iht. de kravene som står i §11-8 tabell 1: og tabell 2: (5).

Med bakgrunn i at bygget består av mye treverk, har jeg valgt å sette inn heldekkende sprinkleranlegg for automatisk slukking jf. tabell 6, §11-7: tabell 1: (5). Videre vil det ikke være krav til seksjonering når sprinkleranlegg er oppført i et bygg på 1500m² per etasje.

§ 11-7 Tabell 1: Størrelse på brannseksjon

Vis hele tabellen i full bredde

Spesifikk brannenergi MJ/m ²	Største bruttoareal i m ² pr. etasje uten seksjonering			
	Normalt	Med brannalarmanlegg	Med sprinkleranlegg	Med røykventil:
Over 400	800	1200	5000	Uegnet
50-400	1200	1800	10 000	4000
Under 50	1800	2700	Ubegrenset	10 000

Bilde 14 - Utsnitt av § 11-7 Tabell 1: Størrelse på brannseksjon (dibk.no). Tabellen viser kravene Treteknisk senter må forholde seg til når det gjelder brannsikring av bygget

Alle de overnevnte brannkravene er hensyntatt i BIM og skal være bra nok dekket i de vedlagte BIM-tegningene. Derav vil de bestillingslistene som genereres av BIM (ArchiCAD) også ha disse kravene inkludert og brannkravene sikres således i bestillingen.

2.2. BREEAM, BREEAM-NOR og BREEAM Outstanding

BREEAM er et miljøsertifiseringsverktøy for bygninger. Systemet er ledende i Europa og det eldste i verden. I Norge har Grønn Byggallianse, i tett samarbeid med bygg- og eiendomsnæringen, tilpasset systemet til norske forhold. Det tilpassede systemet kalles BREEAM-NOR, og er Norges eneste verktøy/metode for å måle og sertifisere om et bygg er bærekraftig. Til sammen er det registrert over 300 BREEAM-NOR prosjekter i Norge, men metoden benyttes av en god del flere (6).

Formålet er å motivere til bærekraftig design og bygging helt i fra oppstart av prosjekteringen til overlevering av ferdig bygg. Metoden anses også som et effektivt verktøy når det gjelder bærekraft i alle ledd samtidig som det bidrar til god samordning av byggprosjektets ulike aktører. I tillegg viser internasjonale studier at BREEAM-bygg blant annet har høyere markedsverdi og leieinntekter, de har større belegg, økt brukertilfredshet, har lavere driftskostnader og lavere finansiell risiko (6).

I byggeprosjekter er bærekraft stadig mer sentralt og samfunnet er opptatt av de verdiene bygg bygget etter BREEAM.NOR representerer. Dette blir derav også viktig i finansiering og for potensielle kjøpere eller leietakere (7). Det er med andre ord mange fordeler ved å sørge for at et bygg BREEAM-sertifiseres.

Et bygg kan oppnå fem ulike BREEAM-NOR sertifiseringsnivåer - Pass, Good, Very Good, Excellent og Outstanding, hvorav Outstanding er det høyeste nivået. Sertifiseringsnivået baseres på at byggprosjektet kan dokumentere en gitt miljøprestasjon innen disse kategoriene (6);

1. ledelse
2. helse- og innemiljø
3. energi
4. transport
5. vann
6. materialer
7. avfall
8. arealbruk og økologi
9. forurensning

Hver kategori består av emner med kriterier, eller tiltak for å redusere miljøpåvirkningen bygget medfører. Bygget vil oppnå høyere sertifiseringsnivå desto flere tiltak som gjøres. Det må dokumenteres at kriteriene i de ulike kategoriene er innfridd, og såkalte BREEAM-poeng tildeles bygget. Antall poeng bygget oppnår, avgjør hvilket nivå bygget får på sertifiseringen (7).

En BREEAM-sertifisert revisor må vurdere poengene i hver enkelt kategori. Den mulige poengoppnåelsen i hver kategori blir vurdert mot maksimalt oppnåelige poeng. Noen kategorier vil gi mer uttelling enn andre på den totale BEEAM-sertifiseringen. Til slutt oppsummeres alle kategoriene og Breeam-sertifiseringsgraden fremkommer. For å oppnå den laveste BREEAM-sertifiseringen (Pass), kreves 30% eller mer av totalt oppnåelig score. For å oppnå den høyeste BREEAM-sertifisering – Outstanding – kreves 85% eller høyere av mulig score (1).

Treteknisk senter på Støren kan potensielt jf. studentoppgave (1) oppnå å sertifiseres til BREEAM-outstanding. For å oppnå dette, stilles det høye krav til miljøprestasjon på de overnevnte kategoriene. I denne studentoppgaven så de nærmere på hvordan Treteknisk senter kan BREEAM-sertifiseres. De tok utgangspunkt i BREEAM-NOR 2016 manualen i denne rapporten/studentoppgaven (1). Kravet (minste) for å oppnå outstanding vektet ulikt i de ulike emnene/kategoriene, de har således vurdert hva som bør vektlegges i prosjekteringen av kommende Teknisk senter på Støren. Totalt utgjør minstekravet for å oppnå Outstanding kun 27 poeng, men det er viktig at disse kravene sørges for at oppfylles ellers kan ikke BREEAM Outstanding oppnås. I tillegg må det sørges for at det innhentes nok poeng utover minste kravet for outstanding slik at 85% av mulige poeng oppfylles. I den overnevnte studentoppgaven (1) kommer de frem til at Treteknisk senter har maksimalt mulighet til å oppnå 133 poeng. Etter deres beregninger vil Treteknisk senter, gitt at kriteriene i tabellen deres oppfylles, kunne oppnå 114 poeng. For å sertifiseres til Outstanding må bygget Treteknisk senter oppnå 114 poeng eller mer (1).

Et BREEAM-prosjekt står fritt til å velge hvor man ønsker å innhente poeng og hvilket klassifiseringsnivå man ønsker at bygget skal oppnå. Det er allikevel og uansett 2 minimumskrav som MÅ være tilfredsstillende for at BREAAM-NOR sertifisering kan oppnås. Dette er:

- 1. Mat 01, sjekkliste A20, Fravær av miljøgifter*
- 2. Mat 03, Lovlig hoggede og forhandlede tømmer og treprodukter*

Disse to punktene, samt sjekkliste A20 vil således være avgjørende å sjekke ut og sikre innledningsvis at prosjektet kan oppnå. Samtidig må ikke Substitusjonsplikten (Produktkontrolloven §3) uteglemmes at må sikres på generelt grunnlag uavhengig av BREEAM-NOR. Merk også at dersom prosjektet har behov for å benytte et produkt på A20 listen, så kan det i særlige tilfeller gjøres unntak. Dette er beskrevet en egen prosess for dette og BREAAM-revisor må godkjenne at dokumentasjonen er tilfredsstillende og substitusjonen kan godkjennes (7).

Punkt 1 dokumenteres ved at prosjektet fyller ut sjekkliste A20 – underliggende tilstrekkelig dokumentasjon må sikres at foreligger og innhentes fra produsent/leverandør før prosjektet kan utfylle sjekklisten. Punkt 2 dokumenteres enten ved EUTR-erklæring fra leverandør/produsent, eller ved at leverandør/produsent er PEFC- eller FSC-sertifisert samt at sertifiseringen er gjeldende for det aktuelle produktet (7).

Når det gjøres en prisforespørsel eller når varene bestilles er det viktig at prosjektet sørger for at det presiseres at produktet skal være enten PEFC- eller FSC-sertifisert og sjekker at leverandør/producent bekrefter sertifisering og produktspesifikk dokumentasjon er med. Følgessedel eller faktura skal også inneholde informasjon om sertifiseringsgrad, om nødvendig på varelinjenivå ved ulike sertifiseringer (7).

2.2.1 BREEAM-NOR 2016 – Teknisk manual, materialveileder og grønn materialguide

1. Teknisk manual – BREEAM-NOR (8)

Teknisk manual beskriver en miljøstandard som man kan vurdere en BREEAM-NOR-klassifisering etter. Den er beregnet på BREEAM-NOR-revisorer. Det kreves en egen utdanning og lisens for å fungere som BREEAM-NOR-revisor. Andre kan bruke dokumentet bare til informasjon.

Ny versjon av BREEAM-NOR-manualen er i disse dager på høring, og forventes ferdigstilt i løpet av 2021.

2. Materialveileder - Hvordan jobbe godt med materialvalg i BREEAM-NOR prosjekter (9)

Rett materialvalg i prosjekter er utfordrende. Det krever metodikk og rutiner for materialvalg, samt kunnskap om og evne til å få oversikt over de utallige ulike materialene som finnes på markedet. Materialene har ofte ulike formål og egenskaper, og ikke minst ulike påvirkninger på miljøet. De kravene som stilles til materialer i BREEAM-NOR kan være krevende både å forstå og med tanke på tid- og ressurser, fordi mange er usikre på hva konkret prosjektet skal dokumentere (9).

Byggsektoren står for bruk av 40% av forbruket av materialressurser i vårt samfunn. Derfor vil krav til materialer, slik som eksempelvis BREEAM-NOR kunne medføre store positive påvirkninger i et større samfunnsperspektiv (9).

Når det gjelder materialer, er det jf. [Materialveileder.pdf \(byggalliansen.no\)](#) (9) viktig å merke seg at alle byggeprosjekter alltid skal forholde seg kravene som ligger i teknisk forskrift når det gjelder miljøvennlige materialer. Disse kravene i teknisk forskrift gjelder således uavhengig av BREEAM-NOR. Disse er hhv (9):

§9.2 «Det skal velges produkter uten eller med lavt innhold av helse- eller miljøskadelige stoffer.»

§13-1g «Materialer og produkter skal ha egenskaper som gir lav eller ingen forurensning til inneluften.» (det punktet det vises til i materialveilederne er endret i TEK 17 til §13-1 (7) med teksten: «Produkter til byggverk skal gi ingen eller lav forurensning til inneluften.»)

I tillegg er også Substitusjonsplikten i §3a i produktkontrollen gjeldende:

«Virksomhet som bruker produkt med innhold av kjemisk stoff som kan medføre virkning som nevnt i § 1 skal vurdere om det finnes alternativ som medfører mindre risiko for slik virkning. Virksomheten skal i så fall velge dette alternativet, hvis det kan skje uten urimelig kostnad eller ulempe.»

Hverken konkrete BREEAM-NOR godkjente produkter eller produkter som tilfredsstillers klassifiseringsnivåene (very good, excellent mv.) finnes. Det vil derav være hensiktsmessig med en stegvis materialbestilling i prosjekter der BREEAM-NOR sertifisering er ønskelig. I Materialveilederen oppgis følgende fremgangsmåte (9):

Steg for bestiller ved innkjøp av produkter i BREEAM-NOR prosjekter

- 1. Vurdere hvilke produkter som er innenfor emnene som spesifiserer materialkrav (merk Minimumskrav i A20 listen med krav til å unngå miljøgifter i spesifiserte produkter gjelder alle BREEAM-NOR-prosjekter)*
- 2. Henvis til hvilken versjon av BREEAM-NOR-manualen, emne(r) og vurderingskriterie(r) som er aktuelle.*
- 3. Forklar hvilke produkt(er) og gjerne hvilken dokumentasjonstype som er aktuell*

Steg for produsenten/leverandøren

- 1. Sjekk om produktet omfattes av kravene i BREEAM-NOR emnene HEA 02 Inneluftkvalitet, MAT 01 Bærekraftig materialvalg og MAT 03 Ansvarlig innkjøp av materialer. Det er ikke alle produkter som omfattes av kravene, det må derfor sjekkes hvilke standarder, produktkategorier og kriterier som er relevante.*
- 2. Dersom produktet omfattes av kravene (se spørsmål nedenfor) må det kunne fremlegges dokumentasjon som viser at produktet tilfredsstillers disse.*

Den førstnevnte metoden - Steg for bestiller ved innkjøp av produkter i BREEAM-NOR prosjekter – bør danne grunnlaget for bestillinger til prosjekter som ønsker å oppnå BREEAM-sertifisering. Samtidig bør det hensyntas viktigheten i å sikre at produsenter/leverandører følger den sistnevnte prosessen.

3. Grønn Materialguide - veileder i miljøriktig materialvalg (10).

Grønn materialguide kan i tidlig fase hjelpe arkitekter, rådgivere og utbyggere med å velge miljøriktige materialer. For å sikre at materialene har lav miljøpåvirkning kan guiden benyttes i prosjekteringen for å

definere funksjons og dokumentasjonskrav. Materialguiden støttes av Direktoratet for byggkvalitet (DiBK), og er utviklet av Grønn Byggallianse og Context AS (10).

Guiden beskriver på fem sentrale miljøtemaer den miljøpåvirkningen de ulike produktgrupper har, inndelt etter bygningsdel og bruksområde. Produktgruppens forhold til BREEAM-NOR og tilgang på miljødeklarasjoner vises i guiden. De sentrale miljøtemaene er (10):

- global oppvarming
- ressursgrunnlag
- sirkulærøkonomi
- miljøgifter
- inneklima

Det henvises for øvrig ECOproduct-databasen, som forvaltes av Norsk Byggtjeneste, for vurdering av enkeltprodukter (10).

Denne veilederen kan hjelpe til å rette seg inn mot grønne materialvalg allerede i tidligfase av prosjektet. Den er forholdsvis kompleks å sette seg inn i, men et nyttig verktøy for å sikre grønne materialer.

4. Felles nordiske kriterier for miljøvennlige materialer (11)

Byggherrene ønsker primært å bestille materialer som er miljøvennlige, utfordringen er ofte at kompetansen for å spesifisere kravene mangler. Det stilles krav til bygningsprodukter med lav emisjon og uten giftstoffer i teknisk forskrift, men i praksis er dette gjerne vanskelig å følge.

Denne veilederen er utarbeidet med tanke på det overnevnte og foreslår konkrete og balanserte funksjons- og dokumentasjonskrav på tre nivåer når det gjelder anskaffelse av miljøvennlige byggevarer. Byggherren må først velge ambisjonsnivået, deretter kan kravene klippes ut av guiden og rett inn i beskrivelsen. Kravene i veilederen kan benyttes for nybygg, rehabilitering eller vedlikeholdsprosjekter.

Prosjektet har også utarbeidet en brosjyre som informerer om hva en EPD (Environmental Product Declaration) er og hva den kan brukes til (12).

Det er ikke nødvendigvis i samsvar med funksjonskravene i veiledningen og det som i dag er poenggivende i miljøsertifiseringsordninger som BREEAM-NOR. Dette gjør at denne veilederen ikke vil være relevant å se oppgaven opp mot i analysen.

3. Metode

I denne bacheloroppgaven har det å legge inn informasjon i BIM (ArchiCAD) vært første steget. Det er bygget videre på en allerede påstartet tegning av Treteknisk senter i BIM (ArchiCAD), hvor min veileder, Jomar Tørset, hadde lagt inn bæresystemet og etasjehøydene. Jeg fortsatte så på dette prosjektet i BIM (ArchiCAD) ved å legge inn ytterligere informasjon og tegne videre på bygget Treteknisk senter. Dette har vært en omfattende prosess og tatt en god del tid. Selve prosessen med å legge inn i BIM (ArchiCAD) er utdypet nærmere i kapittel 2.1.1.

Videre er det tatt utgangspunkt i en tidligere skrevet student rapport som så på BREEAM-sertifisering av Treteknisk senter. Denne oppgaven ser på BREEAM-NOR 2016 manualen i sin helhet. Den vurderer løsninger og hvordan Treteknisk senter kan oppnå BREEAM Outstanding sertifisering. Samtidig så de også på hvor Treteknisk senter burde fokusere for å oppnå den ønskede sertifisering.

Denne bachelor oppgaven trekker funnene i den overnevnte studentrapporten litt lengre og spisser seg mer inn mot materialbestilling. I tillegg tar denne bachelor oppgaven med de to dokumentene Materialveileder og Grønn materialguide som begge er basert på teknisk manual BREEAM-NOR 2016, men med fokus på materialer og valg av materialer. Utover dette ser jeg også på brannkrav, da dette er et viktig element i de vurderingene jeg måtte gjøre når informasjonen skulle legges inn i BIM.

For å analysere og se nærmere på selve materialbestillingen, var det naturlig å fokusere noen utvalgte bygningsdeler slik at det skulle være overkommelig med tanke på denne bacheloroppgavens omfang. Jeg valgte derfor å se nærmere på bjelker, tak, dører, vinduer og vegger i den videre analysen.

I analysen tok jeg for meg de ulike bygningsdelenes bestillingsskjema hentet ut fra BIM (ArchiCAD). Først så jeg deretter skjemaet opp mot det BREEAM-NOR 2016 manualen beskrev for kategorien *materialer*. I kategorien *materialer* oppfordres det til tiltak for å redusere den miljø påvirkningen bygg-materialene medfører fra planlegging og prosjektering, til ferdig bygget og etter følgende vedlikehold og reparasjon, altså gjennom hele livsløpet til det påtenkte bygget. Målet er å sikre ansvarlig innkjøp, der miljøpåvirkningen lav fra start til slutt (8).

Jeg forsøkte også å ta inn Grønn materialguide, men både denne og BREEAM-NOR 2016 manualen ble for omfattende og kompleks for å ta med opp mot tilgjengelig tid og ressursbruk veid opp mot den verdien dette ville ha for denne bacheloroppgaven. Jeg valgte derfor å droppe å sette meg ytterligere inn i manualen og guiden. Allikevel er disse viktige dokumenter å vite om for Treteknisk senter når de

skal bestille materialer. Derfor omtales de, om enn i korte trekk, i teoridelen under kap. 2.2.1, punkt 1 og 3.

I analysen og diskusjonen vil de tre spørsmålene og problemstillingen, som ble introdusert i innledningens kapittel 1.3, undersøkes nærmere og søkes besvart. Endelig vil konklusjonen oppsummere hovedfunnene i denne bachelor oppgaven.

4. Analyse – Hva er utarbeidet og hvilke funn har vi gjort?

I dette kapitlet skal vi se på hvilke dokumenter jeg har utarbeidet i BIM (ArchiCAD) samt hvorfor akkurat disse dokumentene har vært nødvendig å utarbeide. Bestillingsskjemaene man kan få ut av BIM (ArchiCAD) for å bestille materialer fremstilles, og videre beskrives det hvordan Treteknisk senter kan bestille materialer via bestillingsskjema fra BIM (ArchiCAD).

Aller først beskrives i korte trekk hoved bæresystemet til Treteknisk senter, deretter beskrives materialbestilling på hhv. bjelkesystem (Rennebubjelken), tak, dører, vinder og vegger. Til slutt oppsummeres kapitlet, og fordeler og ulemper ved å bestille materialer i BIM (ArchiCAD), som har kommet frem i analysen, beskrives.

4.1 Hvordan vil en leverandører at materialbestillingen skal se ut?

Spørsmålet i overskriften er det ene av tre spørsmål denne bachelor oppgaven søker å besvare.

Med bakgrunn i dette, hadde min veileder Jomar Tørset en samtale med Støren treindustri der han spurte om hvilke tegninger og informasjon de anså som nødvendig med tanke på varebestilling til et bygg. I den innlimte e-posten nedenfor beskriver Rune i Støren treindustri det de ønsker. Han lister opp hva de som leverandør anser som ønskelig informasjon for når det gjelder hvilken dokumentasjon og informasjon de ønsker ved mottak av en varebestilling.

From: Rune Johnsen <rune.johnsen@sti-as.no>
Sent: Thursday, April 1, 2021 8:27 AM
To: Sindre René Bjelland <sindrerb@stud.ntnu.no>
Cc: Jomar Tørset <jomar.torset@ntnu.no>
Subject: SV: Bacheloroppgave Treteknisk senter på Støren

Hei,

vedlagt en oversikt over det vi har behov for ved hhv. forespørsel om tilbud og senere bestilling av en elementleveranse til et bygg. Vi håper dette er til hjelp ifm. din bacheloroppgave og ønsker lykke til med arbeidet.

Mvh.
Rune

Følgende forutsetninger må være til stede:

Tilbud:

- Plan-, snitt- og fasadetegninger
- IFC-modell. Alternativt DWG-tegninger med sjiktoppbygging og PDF-tegninger målsatt utvendig svill/stender
- Brannrapport med tegninger
- Dør- og vindusskjema
- Opplysninger om eventuelle spesielle krav ut over TEK 17
- Beskrivelse av hvilken type materialer det skal være på yttervegger og tekking på tak
- Ønsket leveringsdato
- Ønsket leveranseomfang. Ferdig montert eller ren elementleveranse, levering av innvendige materialer?

Bestilling:

Avklaringer 12 uker før leveransestart:

- Bekreftelse på at alle plan-, snitt- og fasadetegninger, samt dør-/vindusskjema er endelige
- «Låsing» av alle elementer utvendig, så som farge på kledning, farge på ytterdører og vinduer, materialvalg til balkonger
- Bekreftelse på alle detaljer vedrørende dør og vindusomramminger, hjørner og balkonger.
- Opplysninger om eventuell utsparinger for fordelerskap, og kubbing for innredninger
- Eventuelle føringsveier for ventilasjon
- Energinotat/-beregning
- IG
- Leveranseomfang.

Med vennlig hilsen
Støren Treindustri AS

Rune Johnsen
Adm. direktør
Mob. 922 51 294
rune.johnsen@sti-as.no

Som man kan se fra e-posten, er det ønskelig med plan, snitt- og fasadetegninger. Dette er derfor laget i BIM (ArchiCAD) for det prosjekterte bygget Treteknisk senter (se vedlegg 4). I tillegg er dør- og vindusskjema og brannrapport med branntegninger utarbeidet i BIM (ArchiCAD) (se vedlegg 2). Med bakgrunn i oppgavens omfang og begrenset mulighet/innsikt i BIM (ArchiCAD) er ikke IFC modell laget.

4.1 BIM (ArchiCAD) dokumenter utarbeidet

For å utarbeide de overnevnte og andre nødvendige tegninger i BIM (ArchiCAD), må mange detaljer legges inn i programmet og man bør sikre at det som legges inn er riktig. Når dette endelig er på plass, vil man kunne printe ut/fremstille de tegningene mv. man har behov for via BIM-programmet.

I denne oppgaven har jeg laget plan-, areal- og branntegninger over 1. til 7. etasje samt fasadetegninger (nord, sør, vest og øst), målsatte snitt-tegninger på lengde og kortsida av bygget og diverse 3D tegninger som viser hvordan bygget og rommene visuelt vil se ut.

4.1.1 Plan- og snitt-tegninger

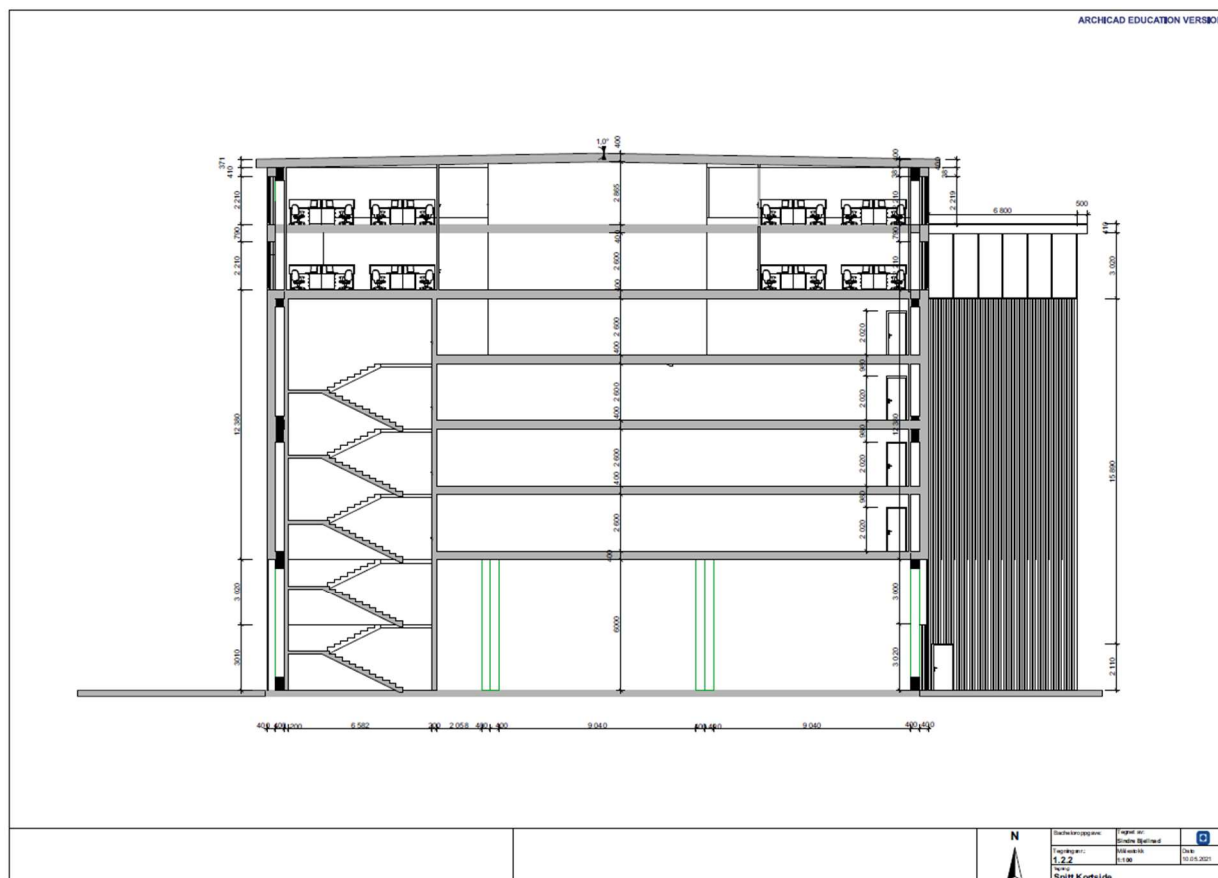
Plantegningene viser utvendig mål, utvendig mål med vindusåpninger, mål på innervegger mot fasaden som målene står på. Det kjekke med disse tegningene er at man ser eksakt hvor vinduer og dører skal være i bygget. Det er disse tegningene man bygger etter og hvis alle mål er med skal det være mulig å bygge etter disse tegningene se bilde 15 som er et skjermbilde av 4. etasje plan tegning. Eventuelt se vedlegg 1 (4.1.1.x.x) for full størrelse.

Disse tegningene gir en overordnet oversikt over romfordeling, nødvendige mål samt utseende på fasaden. Tegningene kan være nyttige i selve planleggingen, og man kan oppdage eventuelle feil i planleggingsfasen og på den måten unngå samme feilen når man faktisk bygger.



Bilde 15 – 4 Etasje Plan, Treteknisk senter – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

Snitt-tegningene viser innvendige høyder, utvendige høyder, tykkelsen på taket og etasjeskille, samt bristningsøyde til vinduer og takvinkel.



Bilde 16 – Snitt Kortsid, Treteknisk senter – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

4.1.2 Fasadetegninger

Disse tegningene er mest for å få en arkitektonisk framvisning av hvordan bygget vil se ut og er som 3D tegningene ikke så viktig med tanke på bestilling, men det er kjekt å kunne se hvordan fasadene vil se ut om bygget blir bygget på den måten som det blir gjort i oppgaven. Fasadetegningene vises fra alle retninger (nord, sør, øst og vest). Se vedlegg 1 (4.1.2.x) for større tegninger



Bilde 17 – Fasade Øst, Treteknisk senter – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

4.1.3 Arealoversikt

Arealoversikten er på mange måter forholdsvis lik plantegningene. De er ikke målsatt, men viser hvor store arealene til de forskjellige rommene i bygget er og har forskjellige fargekoder så det skal være enkelt å skille de forskjellige rommene. Se vedlegg 1 (4.1.3.x) for større tegninger

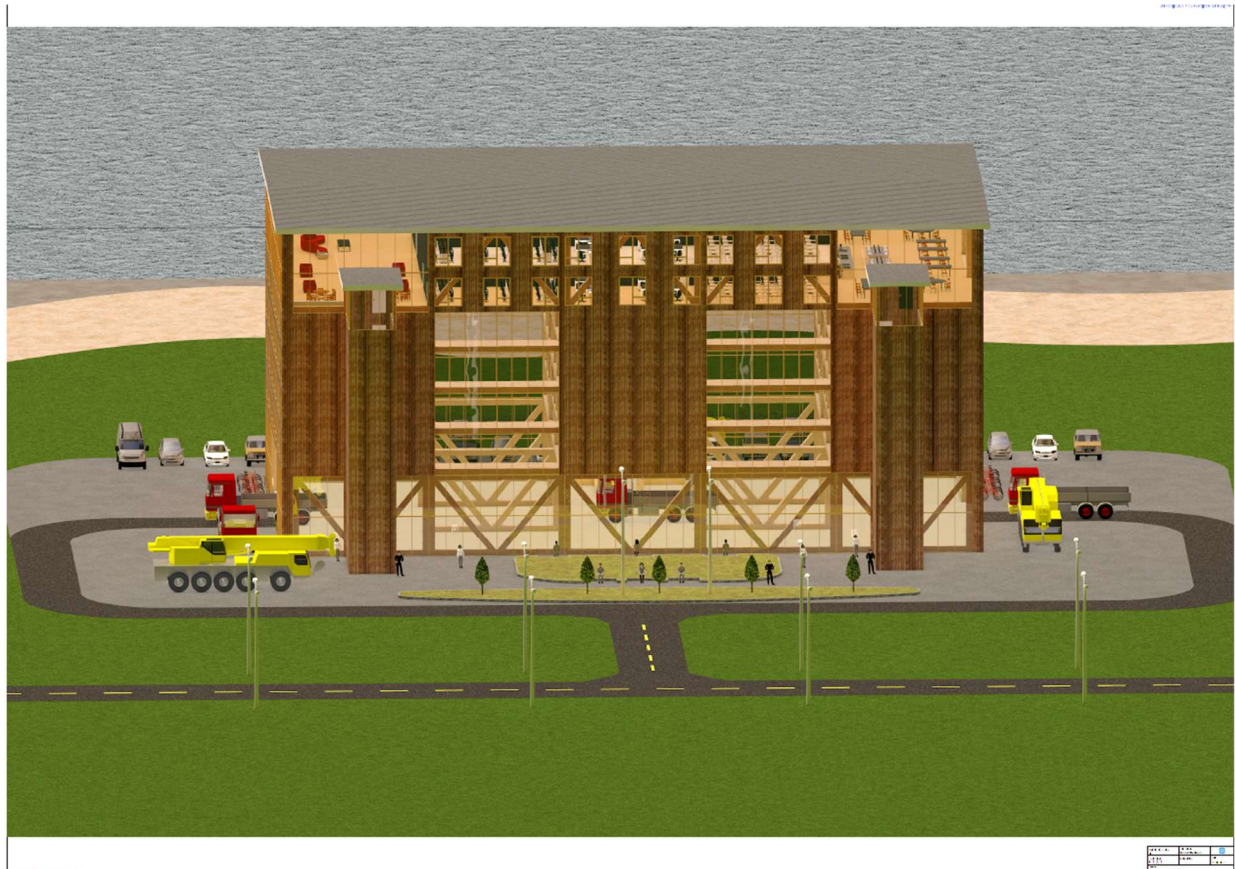


Bilde 18 – 5 Etasje Areal, Treteknisk senter – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

4.1.4 Branntegninger

Alle bygg må forholde seg til brannkrav som forklart tidligere med tabeller fra dibk.no og TEK 17 kapittel 11. Bygget kommer i sin helhet i brannklasse 3 med bakgrunn i den høyeste risikoklassen, som er brannklasse 3., i 6. og 7. etasje. Det vil si at det er den høyeste risikoklassen i bygget som blir gjeldende for hele bygget jf. preaksepterte ytelser i Tek 17, § 11-3 som sier «Underliggende etasje må ha brannklasse minst som overliggende etasje» (5). Det er også tabeller som henviser til hvilken type branseller man må ha, samt hvilken type branndører man må ha til branscellen og maks tillat avstand til nærmeste rømningsvei. Det er også en tabell som viser hvorfor det er valgt sprinkelanlegg i bygget.

Branntegningene er på mange måter forholdsvis like som plantegningene og arealtegningene, men hensikten med disse tegningene er å vise hvor branscellene er, hvor rømningsveiene er og hvilken retning man bør rømme fra hvert rom, samt hvor sprinkelanlegget går. Det er også på disse tegningene en symbolforklaring som forteller hva de forskjellige symbolene betyr. Se vedlegg 1 (4.1.4.x.x) for større tegninger



Bilde 20 – 3D Fasade, Treteknisk senter – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

4.2 Materialbestilling til Treteknisk senter

Her skal vi se på selve materialbestillingen til Treteknisk senter og hvordan man kan bruke bestillingskjemaene fra BIM (ArchiCAD).

Når man tegner et bygg i BIM (ArchiCAD) er det kjekt å ha orden på navnene til de forskjellige elementene i bygget for når man er ferdig kan man gå inn i skjemaene og se på de forskjellige vinduene, dørene, veggene og andre ulike bygningsdeler eller rett og slett alt i bygget. Disse skjemaene/ listene er også veldig kjekke for å få orden på ting i bygget og oversikt over alle behov, mengde mv.

Som man kan se i bilde 21 er det mange muligheter for ulike skjema for å generere bestillingslister i BIM (ArchiCAD). Type skjema velges under *elements*, helt til venstre i bildet. Det er et vindusskjema vi ser på bilde 21, et vanlig vindusskjema der man har ulike funksjoner. Hvor funksjonen øverst til høyre *Add criteria* gir muligheten for å sette regler for hvilke elements/elementer eller layers/lag som skal inngå i skjemaet. Det er også mange andre betingelser man kan sette med *Add criteria*, men for min del i denne oppgaven holdt det å bruke disse to. Funksjonen nederst til høyre i bildet *Add fields* gir

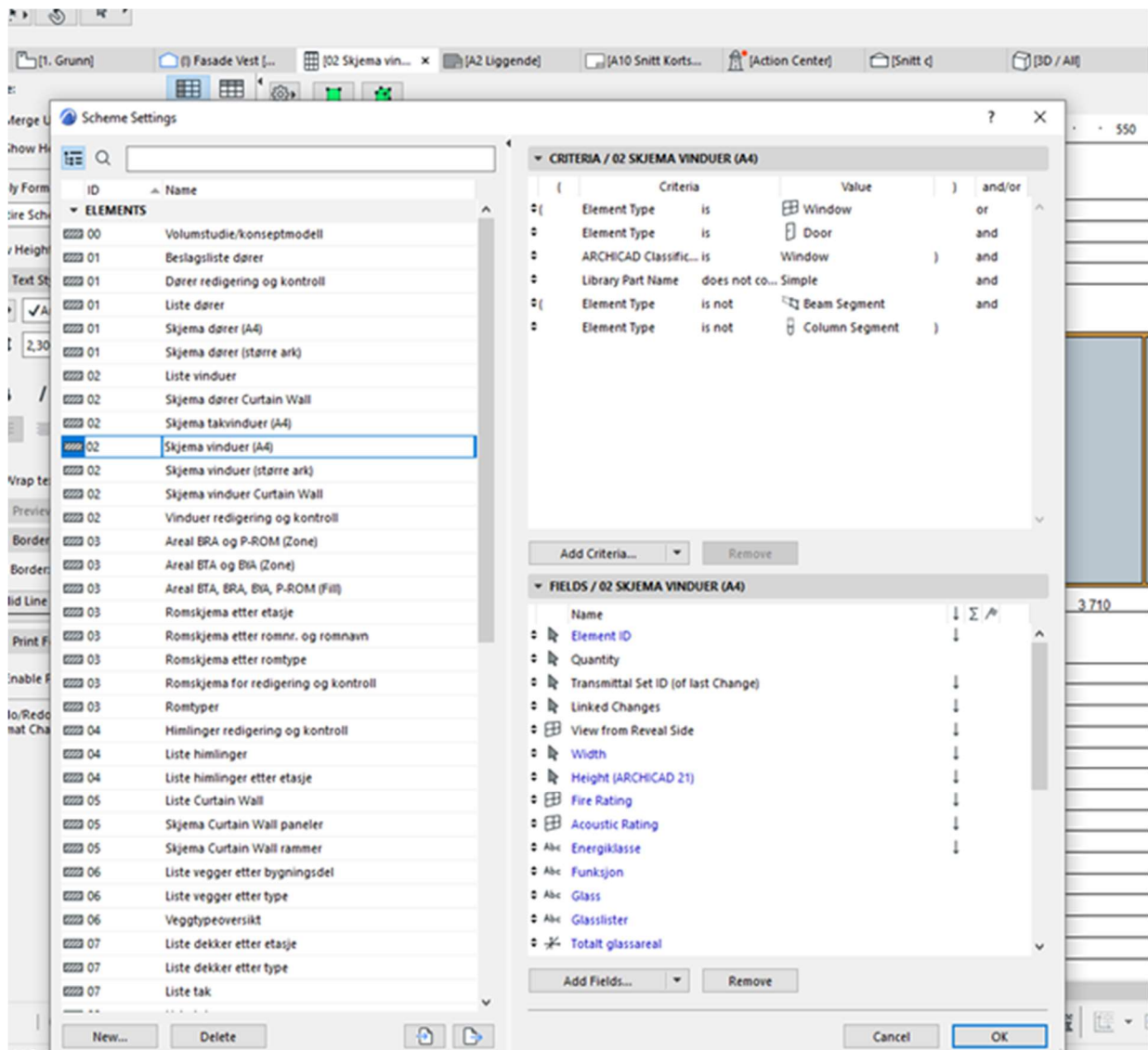
mulighet til å velge type verdier som skal inngå i skjemaet, slik som lengde, bredde, høyde, brannkrav, u-verdi, lydkrav, karmbrede og mye mer.

Ut fra de kriteriene og feltene man legger inn i skjemaet, kan man så lage bestillingsskjema for å bestille de materialene man har behov for.

Utfordringen er at den informasjonen man har lagt inn i skjemaet må være tilstrekkelig og korrekt. Det kan være ganske krevende og komplisert å være sikker på kvaliteten og det krever ofte et team- og tverrfaglig samarbeid, da det ofte ikke er kun en person som innehar all kompetanse og innsikt.

Dersom kvaliteten på den informasjonen som legges inn i systemet BIM (ArchiCAD) ikke er god nok, kan man ende opp med ukorrekte bestillingslister og medfølgende feilbestillinger, med alt det kan føre til, kan oppstå. Derfor er det ekstra viktig at all informasjon som legges inn kvalitetssikres gjennom gode rutiner og god internkontroll.

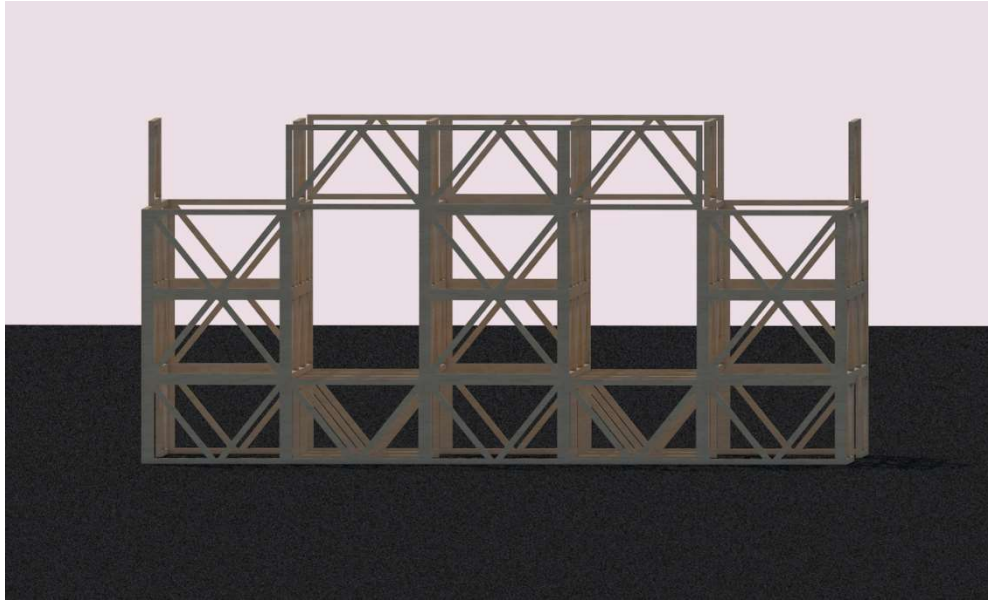
I denne oppgaven må jeg ta forbehold om at all informasjon som er lagt inn i BIM (ArchiCAD) er korrekt. Min anbefaling til Treteknisk senter er derfor at de er nødt til å kvalitetssikre det som ligger inne, før en reell materialbestilling foretas.



Bilde 21 – Eksempel på hvordan man legger inn detaljer i et skjema i ArchiCAD, her et vindusskjema– Hentet fra BIM (ArchiCAD)

4.2.1 Hoved bæresystem/rammer

Hoved bæresystemet i Treteknisk senter består av rammer satt sammen av limtre på 400x400mm til en form for fagverkramme som vist i tegningen under (Bilde 22).



Bilde 22 – Rammene hoved bæresystem Treteknisk senter – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

Bygget Treteknisk senter består av 82 slike rammer med lengde på 9840mm og høyde på 6000mm. Disse vil da stekke seg over 2 etasjer med unntak av første etasjen som er 6m høy. Disse rammene er bæringen i bygget og det er derfor viktig at disse er dimensjonert iht. de krav som stilles. Det stilles også strenge krav til de festematerialene som binder rammene sammen.

Jeg har mottatt ferdig utarbeidede krav til disse rammene og tilhørende festemateriell fra min veileder Jomar (bilde 23), og det er denne informasjonen jeg har benyttet i denne oppgaven og lagt inn i BIM (ArchiCAD).

Nedenfor fremkommer bilde av de ulike festemidlene. Øverst i bilde 23 ser man en beskrivelse av spikerplatene. Det er behov for 448 stykk av E formen og L formen mens det er behov for 224 stikk av K formen og 22848 bolter. Nederst ser man hvordan rammen, slik som veileder hadde konstruert den, ville se ut. Merk, i denne oppgaven er det litt forskjell på antall rammer og lengden på disse. Dette er hensyntatt når jeg har lagt inn i BIM (ArchiCAD), men tegningene på bilde 23 vil derav avvike noe fra det som gjelder i denne oppgaven. Årsaken til denne justeringen i denne oppgaven er beskrevet nærmere nedenfor.

From: Jomar Tørset
Sent: Tuesday, May 21, 2019 3:20 PM
To: Geir Stavnes <geir@delprodukt.no>
Cc: Tørset Jomar (jomar@konstruksjon.com) <jomar@konstruksjon.com>
Subject: Prisvurdering deler til ramme Treteknisk senter Støren

Geir

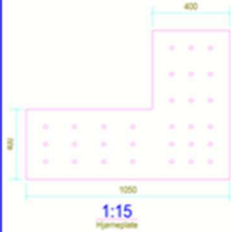
Som vi snakket om i går. Hva slags prisanslag vil du gi på dette som vi snakket om?

Det kommer flere ting til på denne ramme samt annet står på bygget hvis jeg får det til som jeg vil.

Jomar

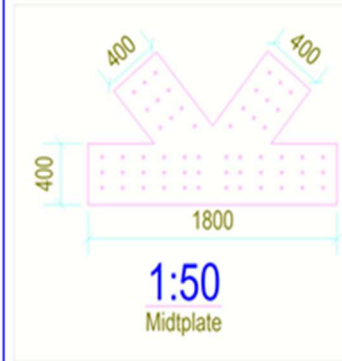


448 stk. slike plater. 8 mm. 355 MPa stål. Hullene er 12 mm. Rustbehandlet.



448 stk. slike plater 8 mm. 355 MPa stål. Hullene er 12 mm. Rustbehandlet.

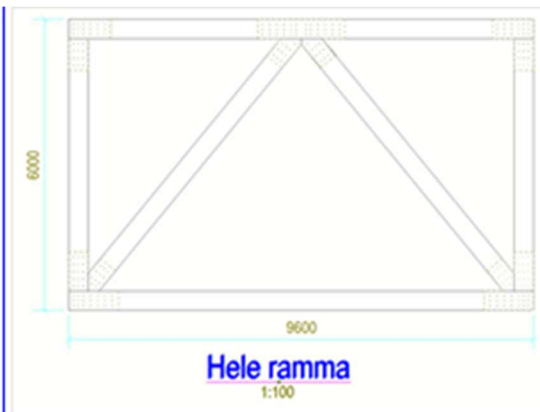
448 stk. slike plater 8 mm. 355 MPa stål. Hullene er 12 mm. Rustbehandlet.



224 stk. slike plater 8 mm. 355 MPa stål. Hullene er 12 mm. Rustbehandlet.



Rundstål 11 mm. tilsvarende bolter 8.8 stål (a480 bolts). 22848 stk. Lengde 400



Montasje av 112 rammer i verksted. Boltene presses inn med trykkluft.

Med vennlig hilsen

Jomar Tørset

Tlf. 917 15 189

Universitetslektor havromskonstruksjoner og ingeniørfaglig systemtenkning

NTNU

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk, avd. Kalvskinnet

Postboks 8900

7491 Trondheim

Kontoradresse: Arkitekt Christies gt. 2, 7012 Trondheim

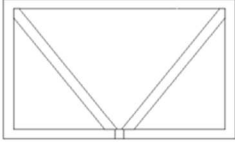
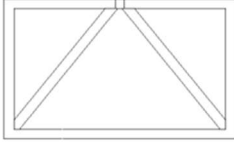
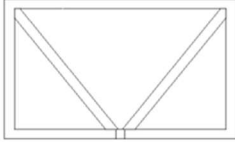
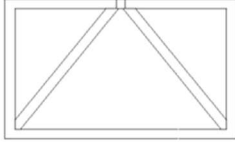




www.konstruksjon.com

Når det gjelder bilde 23 (vedlegget fra veileder (Jomar) med informasjon om forbruk av diverse spikerplater og festemidler) er beregningen av antall oppgitt per ramme. Med referanse i det overnevnte, er antall rammer det er behov for noe annerledes i Treteknisk senter enn på det bygget som e-posten i bilde 23 omtaler. I e-posten i bilde 23 er det behov for 112 rammer, mens på Treteknisk senter er det bare behov for 82 rammer. I tillegg er rammene 9840 i lengderetningen, som vil vises på bærekonstruksjonsskjemaet fra BIM, mot 9600 på tegningen på bilde 23. Den økte lengden har ingen betydning for antall spikerplater og bolter, men vil påvirke vinkelen på spikerplatene med E- og K-form. Dette er de spikerplatene som ender opp i knutepunktene fordi vinkelen har blitt noe annerledes. Ellers så er alt likt og man vil kunne bruke det samme antall av festemidlene og spikerplatene per ramme.

Til tross for vinkelforskjellen har jeg likevel valgt å ta utgangspunkt i spikerplatene og festemidlene som e-posten omtaler, da vinkelforskjellen ikke har en praktisk betydning for det antallet som skal bestilles. Det er derimot meget viktig at den rette vinkelen beregnes og hensyntas dersom materialene faktisk skal bestilles etter hvert. Det som da er behovet er 4 stykk per ramme av den L formende spikerplaten=328 totalt, 4 stykk per ramme av E formen = 328 totalt og 2 stykk per ramme av K formen = 164 totalt. Rundbolten blir da $22848 \text{ stykk} * 82/112 = 16728$ bolter.

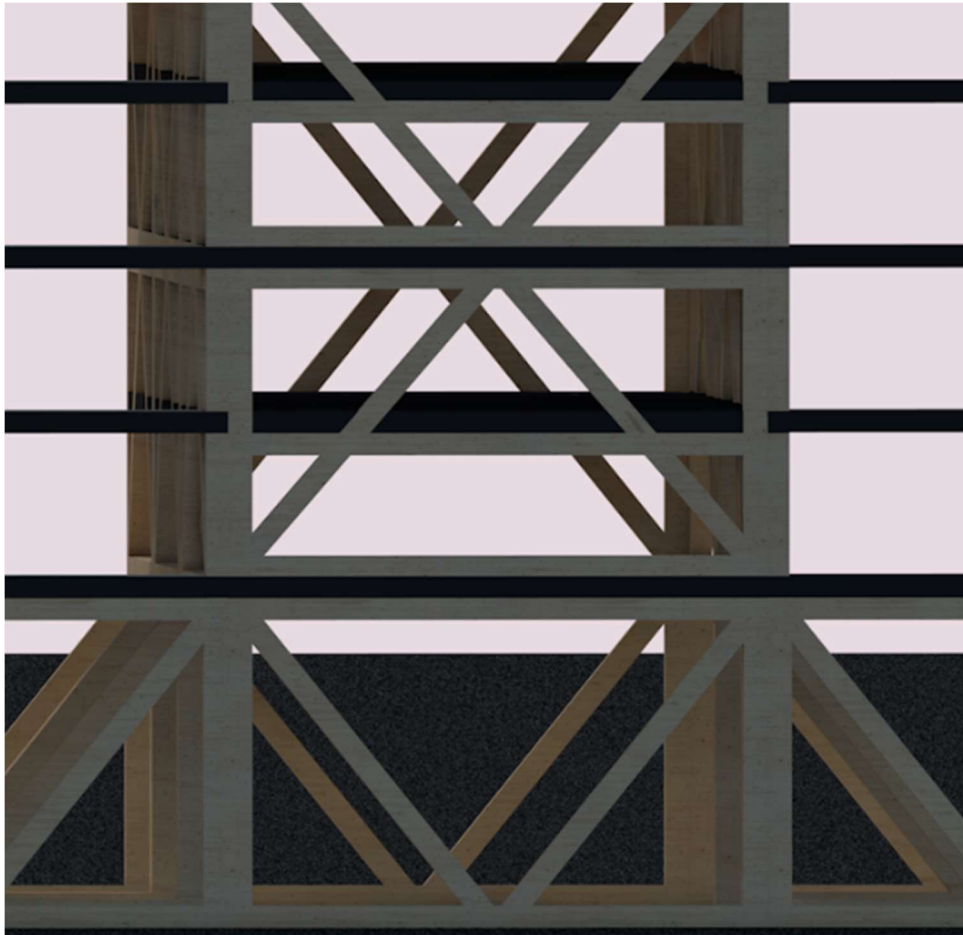
Nedenfor kan man se bestillingsskjema som viser antall rammer (brukt som hoved bæresystem) som må bestilles til bygget Treteknisk senter. Bestillingsskjema for de tilhørende festematerialene er med bakgrunn i oppgavens omfang valgt å ikke fremstilles (med bilde i oppgaven) utover det som er beskrevet ovenfor i tekst.

Det kjekke med disse skjemaene i BIM (ArchiCAD) er at man har muligheten til å plassere inn flere verdier og kategorier slik som type brannkrav, u-verdi, materialtype osv. og skjemaet vil oppdateres etter dette.

	A	D	C	D	E
SKJEMA BÆRESYSTEM					
Bygningsdel	222- Søyler	222- Søyler	222- Søyler	222- Søyler	222- Søyler
Etasje	1. Etasje	2. Etasje	4. Etasje	6. Etasje	
Ramar.					
Romnavn					
ID	Bærende Konstruksjon	Bærende Konstruksjon	Bærende Konstruksjon	Bærende Konstruksjon	Bærende Konstruksjon
Antall	22	24	24	12	
Rev. ID	<Udefined>	<Udefined>	<Udefined>	<Udefined>	<Udefined>
Endringsnr.					
					
					
Skrogbredde	3840	3840	3840	3840	
Skrogdybde	400	400	400	400	
Skrogøyde	6000	6000	6000	6000	
Materiale	...	...	...	...

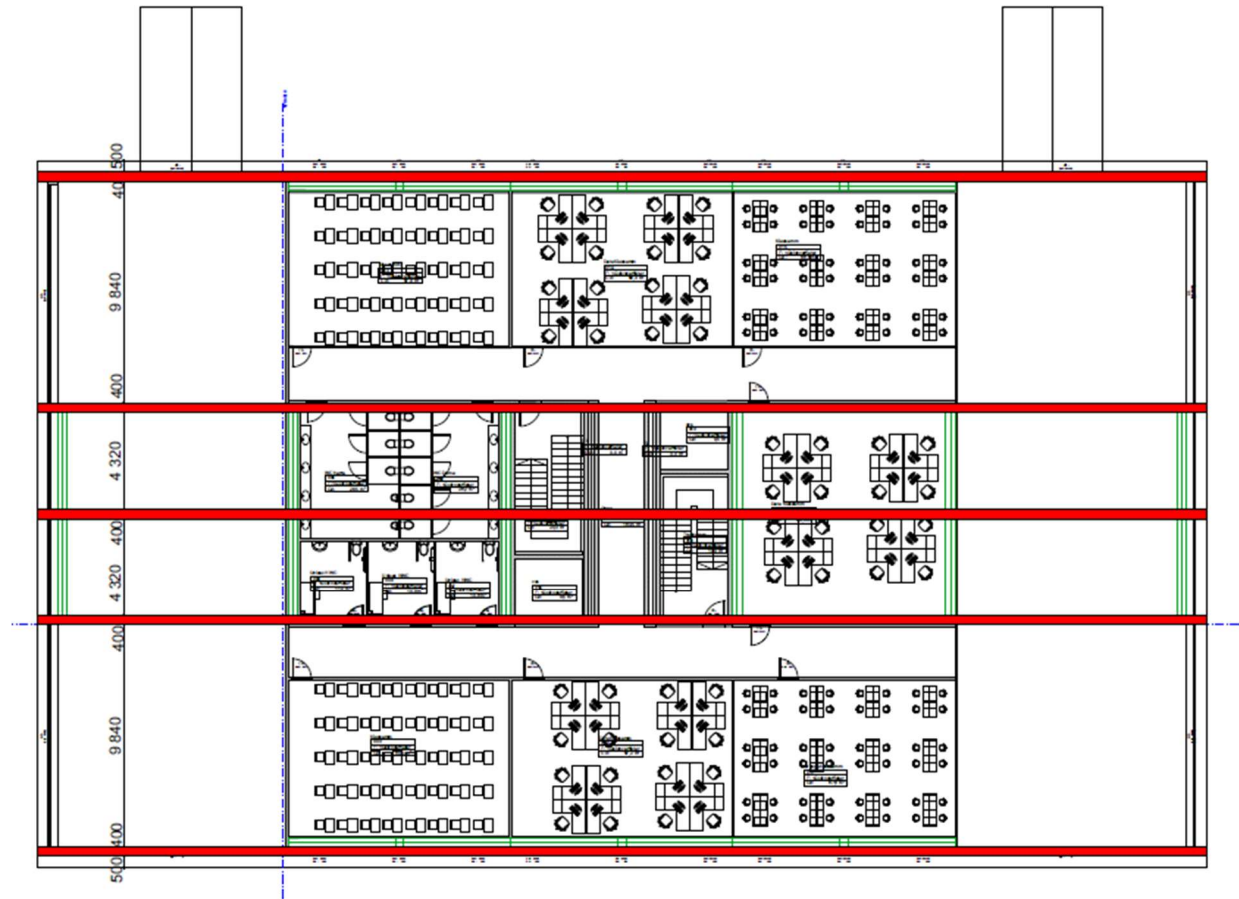
Bilde 24 – Bestillingsskjema for rammene/hoved bæresystem Treteknisk senter – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

Det ble underveis i oppgaven oppdaget at rammene burde være 5600mm høye istedenfor 6000mm slik at bjelkelaget/ etasjeskiller får nok understøtte og etasjeskillene kommer mellom rammene, som vist på bildet under. Men dette ble oppdaget litt sent og ble tidkrevende å endre på (bjelkelaget er farget sort for å være enkelt å skille fra rammene – se bilde 25).



Bilde 25 – Illustrasjon av rammene som viser at 5600mm høyde hadde vært mer riktig høyde - Treteknisk senter, hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

Det ble også oppdaget at det burde vært underlag til å støtte opp takelementene. Limtretragerne som er foreslått (merket med rødt i tegningen under – bilde 26) er ikke dimensjonert, men er tegnet inn for å illustrere hvordan undertaket kan bygges opp. Med denne løsningen blir spennvidden maksimalt 9840mm for takelementene og er innenfor grensen for hvor langt spenn det kan være. Bjelkene (merket rødt) blir da også underlag for takutstikket.



Bilde 26 –Understøtte tak, Treteknisk senter, hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

4.3.2 Bjelker - Rennebubjelken

I tidligere prosjekter er det pekt på at Rennebubjelken skal brukes som konstruksjonen i Treteknisk senter. Rennebubjelken er bjelker av tre og de er produsert av Rennebu-Bjelken AS, som er en relativt lokal produsent og leverandør. De holder til på Berkåk i Rennebu Kommune som er drøye 45,5 km fra Støren i Midtre Gauldal. Så dette er kortreiste og miljøvennlige materialer.

Elementene som er brukt i oppgaven ligger riktig nok ikke ute på Rennebu-bjelken AS sin nettside, men jeg fikk tilsendt vedlegg om bjelkene av veileder Jomar Tørset (se bilde 28).

Rennebubjelken er elementer som er produsert forbøyet og er forspente samvirke-elementer C24. Elementene kan testes i hydraulisk spennbenk når det gjelder bruddlast (se bilde 27).



Bilde 27 - Hydraulisk spennbenk, test av Renneubjelkens dimensjonering ved bruddlast. Kilde: Hentet fra vedlegg 3.

For lettere å analysere hvilke typer og hvilket omfang bjelker Treteknisk senter har behov for, fikk jeg oversikten nedenfor tilsendt av min veileder Jomar (bilde 28). Denne oversikten beskriver bl.a. hvor mye bjelkene tåler med tanke på spennvidde og brannmotstand samt nyttelast for gulv og snøtyngde for tak. Tabellens kapasitet er retningsgivende og produsenten av Renneubjelken oppgir at den er dokumentert etter Norsk Standard.

Rennebubjelken

201218 Samvirke

FORSPENTE SAMVIRKE-ELEMENTER C24

Lasttabeller for gulv- og tak-elementer med bredde 1,2m og med over- og under-del av finerplater i full lengde.

Elementene produseres forbøyet og med samvirke mellom bjelker og plater. Dette gir god bæreevne og redusert nedbøyning.

Bjelker C24, 4 stk. pr. element. Halvårslast. Klimaklasse 1. Hulrom kan leveres fylt med isolasjon.

GULV (Forbøyning ca. L/300-400)

Spennvidde	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	
			<u>Nyttelast kN/m²</u>					
Element 1,2x0,2m	4,0	3,0	2,0					
Element 1,2x0,3m			5,0	4,0	3,0			
Element 1,2x0,4m					5,0	4,0	3,0	
<u>Eksempel 1</u>	<u>Eksempel 2</u>		<u>Eksempel 3</u>		<u>Eksempel 4</u>			
Spennvidde 6m	Spennvidde 8m		Spennvidde 10m		Spennvidde 12m			
Nyttelast 3 <u>kN/m²</u>	Nyttelast 5 <u>kN/m²</u>		Nyttelast 5 <u>kN/m²</u>		Nyttelast 3 <u>kN/m²</u>			
Element 1,2x0,2	Element 1,2x0,3m		Element 1,2x0,4m		Element 1,2x0,4m			

Brannmotstand EI60. Vibrasjoner kan kontrolleres etter RF-S2-CT-2007-00033.

Kapasiteter angitt i tabellen er retningsgivende, dokumentasjon i henhold til Norsk Standard.

TAK C24 (Forbøyning ca. L/150-200)

Spennvidde	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	
			<u>Snølast S_s kN/m²</u>					
Element 1,2x0,2m	8,0	7,0	6,0					
Element 1,2x0,3m			8,0	7,0	6,0			
Element 1,2x0,4m					8,0	7,0	6,0	
<u>Eksempel 1</u>	<u>Eksempel 2</u>		<u>Eksempel 3</u>		<u>Eksempel 4</u>			
Spennvidde 6m	Spennvidde 8m		Spennvidde 10m		Spennvidde 12m			
<u>S_s= 7,5 kN/m²</u>	<u>S_s= 7,5 kN/m²</u>		<u>S_s= 7,5 kN/m²</u>		<u>S_s=6,0 kN/m²</u>			
Element 1,2x0,2	Element 1,2x0,3		Element 1,2x0,3		Element 1,2x0,4			

Takfall <30° Formfaktor 0,8.

Kapasiteter angitt i tabellen er retningsgivende, dokumentasjon i henhold til Norsk Standard.

GENERELT

Gulv- og tak-elementer kan testes til dimensjonerende bruddlast i hydraulisk spennbenk.

18.12.2020 Arne Vaslag

Bilde 28 – Lasttabell Rennebubjelken, gulv (øverst) og tak nederst) – Kilde: Tilsendt fra veileder

Ut fra tabellen over (bilde 28), bør Treteknisk senter bestille element 1,2x0,4m fylt med isolasjon.

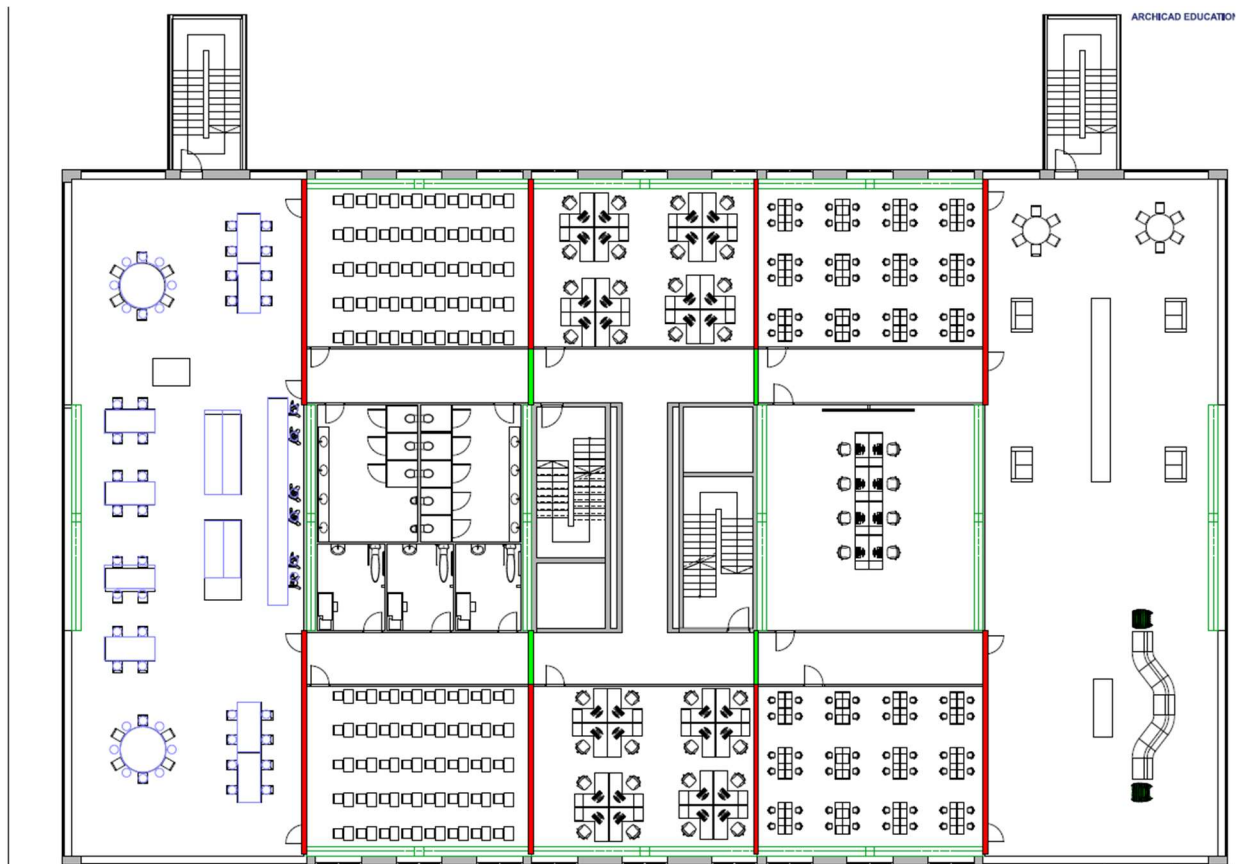
Dette element er dimensjonert til å tåle spenn på opptil 10m og nyttelast inntil 5kN/m².

Etter newtons 2. lov $F=m \cdot a$ med dette er da $a=g$ som er jorden tyngdekraft akselerasjon på 9,81m/s²

samt at KN=1000N og 1000N = 1000Kg*m/s². Med dette kan man gjøre om til kg/m² ved å ta

5000N/9.81m/s²= 509.86 Kg/m². Dette er da hvor mye tilført last bjelkelaget i bygget vil tåle med

rennebjelken og dette skal holde for bjelkelaget til Tekniskresenter. Dette til tross for at bygget er lengre enn 10m, men bjelkene legges på bæringsveggene slik at det reelle spennet ikke vil bli større enn 9840mm. Noen av veggene i 6. etasje må allikevel lages litt tykkere og settes som bærende innervegger da rammene som går fra 6.-7. etasje ikke gir nok underlag til bjelkelaget i 7. etasje. Det bør også plasseres dragere i himlingen i 6. etasje for å holde bjelkene i 7. etasje over gangområdene, slik som vist på plantegningen under av 6. etasje (bilde 29). Det røde viser bærende innervegger og det grønne viser dragere. Disse dragerne og materialene til bæreveggene i 6. etasje er ikke lagt inn/inkludert i bestillingsskjemaene som fremstilles i oppgaven, da disse materialene ikke er en del av de materialene oppgaven ser på.



Bilde 29 – Plantegning av 6. etasje der bærende innervegger og dragere fremkommer, hhv. er bærende vegger merket rødt og dragere merket grønt – Hentet fra BIM (ArchiCAD)

I bestillingsskjema for bjelker, se nedenfor (bilde 30), kan man se mengde med rennebjelken man trenger for å få dekke til hele gulvet. Hovedsakelig er bjelken 1,2mx 0,4m, men der hvor trappesjiktene eller heissjiktene møter bjelkene er de kappet for dette. Med denne listen hentet ut fra BIM (ArchiCAD) får man informasjon om hvilke dimensjoner og størrelser man har behov for av rennebjelken i alle dekkene i Treteknisk senter.

I bestillingslistene vil det også være mulig å prekappe dekket, nummerere det og (forhånds)plassere slik at selve byggeprosessen blir enklere. Per nå er ikke bjelkene nummerert i bestillingslisten, men det er mulig å legge til senere ved hjelp av BIM (ArchiCAD). Dette kan da gjøres ved å legge inn nødvendige verdier i skjemaet og eventuelt lage en plantegning av etasjene som viser bjelkene målsatt og nummerert.

LISTE BJELKER ETTER ETASJE										
Etasje	ID	Materialer i sjikt	Quantity	Length	Brann	U-verdi	Bredde	Høyde	Areal	Bygningsdel
2. Etasje										
	Rennebubjelken	Tre	1	3387	E160		538	400	6,79	223- Bjelker
	Rennebubjelken	Tre	1	3390	E160		558	400	6,94	223- Bjelker
	Rennebubjelken	Tre	1	3624	E160		920	400	10,3	223- Bjelker
	Rennebubjelken	Tre	1	3625	E160		920	400	10,31	223- Bjelker
	Rennebubjelken	Tre	1	3628	E160		1200	400	12,57	223- Bjelker
	Rennebubjelken	Tre	2	10640	E160		720	400	48,82	223- Bjelker
	Rennebubjelken	Tre	2	50000	E160		1200	400	323,04	223- Bjelker
	Rennebubjelken	Tre	3	3625	E160		1200	400	37,68	223- Bjelker
	Rennebubjelken	Tre	4	3624	E160		1200	400	50,23	223- Bjelker
	Rennebubjelken	Tre	60	10640	E160		1200	400	2100,48	223- Bjelker
		76							2 607,15 m²	

Bilde 30 – Bestillingsskjema Bjelker Treteknisk senter – 2. etasje, hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

4.3.3 Tak

Som tak vil også elementer fra rennebubjelken bli brukt, men først skal vi se på kravene når det gjelder snølast på tak.

Kommune	$s_{k,0}$ kN/m ²	H_u m	H_g m	Δs_k kN/m ²	$s_{k,maks}$ kN/m ²
Hitra	2,5	–	150	1,0	–
Holtålen	4,5	390	450	1,0	7,5
Klæbu	4,0	133	250	1,0	7,5
Malvik	3,5	–	150	1,0	–
Meldal	4,5	138	250	1,0	7,5
Melhus	4,0	–	150	1,0	–
Midtre Gauldal	4,5	90	150	1,0	7,5
Oppdal	4,5	550	650	1,0	7,5
Orkdal	4,5	–	150	1,0	–
Osen	3,0	–	150	1,0	–
Rennebu	4,5	450	550	1,0	7,5
Rissa	4,5	–	150	1,0	–

Bilde 31 - Grunnlag for beregning av dimensjonerende snølast. Tabell 3 fra NS 3491-3 (17)

Som man ser ut ifra tabellen over (bilde 31), ser man at maks snølast er 7,5kN/m² for Midtre Gauldal kommune. Det er det samme som det står i vedlegget fra rennebubjelken om maks snølast.





Så når det gjelder elementene, så er disse på 1200x400mm. Det samme som bjelkelaget/ etasjeskiller. Denne dataen er hentet fra den tidligere omtalte tabellen i bilde 28 om rennebubjelken. Det er nødvendig å bestille bjelker til taket i 7. etasje og til takene over trappetårnene i 6. etasje. I skjemaet under kan man se mengden man trenger å bestille.

Lengen på elementene er viktig å vite siden tykkelsen og bredden allerede er bestemt ut fra elementene og de vil bli bestilt etter lengde. Det er behov for 24 stykk med lengde på 2220mm til trappetårnene, i tillegg er det behov for 4 stykk bjelker av samme dimensjon bare fuset ned for riktig takutstikk som da er 100x400mm med lengden 2220mm.

På hovedtaket er det samme typen takelement/-bjelke på 1200x400mm. Her er lengden 15662mm., men siden avstanden fra ytterveggen til hovedbæresystem-rammene bare er 9840mm vil det være muligheter for å plassere limtredragere på hver side over disse rammen. Dette vil gi mindre enn 12000mm spennvidde for elementene til taket og løse utfordringen.

Det er også her 2 stykk elementer som er fuset ned for å få riktige mål. Disse er da 200x400mm, men med samme lengde. Med takutstikk på 500mm er det da ikke noe underlag for dette elementet på 200mm.

Om man ser på bestillingsskjemaet for yttertak, så ser man at det er flere muligheter for å legge inn informasjon enn det som var mulig for bjelker/etasjeskillene. Dette har jeg med bakgrunn i oppgavens omfang valgt å se bort ifra i denne oppgaven, men det vil være viktig å vurdere om det ev. bør legges inn ytterligere informasjon i BIM (ArchiCAD) før en reell bestilling av materialer gjøres for Treteknisk senter.

LISTE TAK ETTER TYPE																	
Type	ID		Materialer i sjikt	Antall (takflater)	Tykkelse	Bredde	Høyde	Length	Vinkel	Areal overside	Areal underside	Volum	Brann	Lyd	U-verdi	Etasje	Byggsjikt
Tak C24																	
	Roasbob jilken		Element 1,2x0,4m	2	...	200	400	15662	...	...	...	...				Roof	26-- Yttertak
	Roasbob jilken		Tre	4	...	100	400	2220	...	...	...	...				7.Etasje	26-- Yttertak
	Roasbob jilken		Tre	24	...	1200	400	2220	...	...	...	...				7.Etasje	26-- Yttertak
	Roasbob jilken		Tre	86	...	1200	400	15662	...	...	...	...				Roof	26-- Yttertak

Bilde 32 – Bestillingsskjema Takbjelker/-elementer Treteknisk senter, hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

4.3.4 Dører

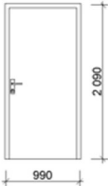
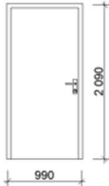
Treteknisk senter må også ha dører i bygget. Målene på dørene som er lagt inn i BIM (ArchiCAD) er i bredden 890mm og i høyden 2090mm. Dette er standard eller vanlige mål for innvendige dører. Det er totalt 165 slike standard dører i Treteknisk senter, hvorav 76 dører er hengslet i høyere retning og 89 dører som er hengslet i venstre retning. Det kan være kjekt å vite retningen på hengselsiden med tanke på hvilken side man ønsker minst mulig utforing eller hvilken side dørkarmen skal gå i flush med. Dette kan man se og planlegge ved å gå inn i BIM og studere bygget nærmere i 3D.

Det er også branndører av typen B30 i dette bygget. Målet på disse dørene er i bredderetning 990mm og i høyderetning 2090mm. Det er totalt 26 branndører av denne typen i Treteknisk senter, hvorav 13 av disse er hengslet i venstre retning, mens 13 dører er hengslet i høyere retning. Disse dørene vil plasseres i rømningsveiene eller mellom branncellene i bygget.

I skjemaet under ser man hvordan et dørskjema fra BIM (ArchiCAD) vil se ut, her er det muligheter for å fylle inn flere verdier (tilvalg) her også. Det er også mulighet til å legge til eller fjerne ulike tilvalgs

elementer etter det som er ønskelig for bestillingen.

DØRSKJEMA

ID	Brannør E30	Brannør E30
Slagretning	H	V
Åpningstype	Sidehengslet	Sidehengslet
Antall	13	13
Rev. ID	<Undefined>	<Undefined>
Endringsnr.		
		
Størrelse		
B=	990	990
H=	2090	2090
Brannklasse		
Lydkrav		
U-verdi		
Funksjon		
Terskel	-	-
Hengsler		
Karm		
Overlate karm		
Dørblad		

Bilde 33 – Bestillingsskjema Enkelte dører Treteknisk senter, (utsnitt) hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

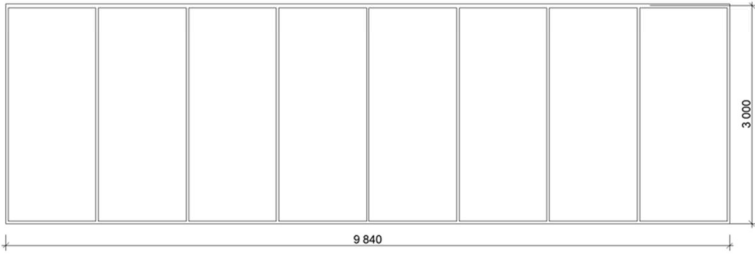
4.3.5 Vinduer

Treteknisk senter har behov for forskjellige vindustyper. Når det gjelder vinduer er det diverse krav som må overholdes, blant annet med tanke på u-verdi. En vurdering av u-verdi er spesielt viktig å se litt ekstra på med tanke på å tilfredsstille kravene opp mot en BREEAM Outstanding sertifisering.

Det som jeg har tegnet inn som forslag i BIM (ArchiCAD) er syv ulike vindustyper, disse består av:

Vindustype 1 - Fastkarm med 8 sjikt og høyde mål 3000mm og bredde mål 9840mm. Disse vinduene bør være 3 lag glass, slik at u-verdien til bygget blir lav nok for i forhold til TEK 17 (5) og Breeam Outstanding (8). Det er behov for 42 vinduer av denne vindustypen. Disse vinduene må antageligvis spesialbestilles fra Lillerønning vindus fabrikk, da jeg ikke kan se at de har disse dimensjonene på vinduene som ligger i produktkatalogen deres.

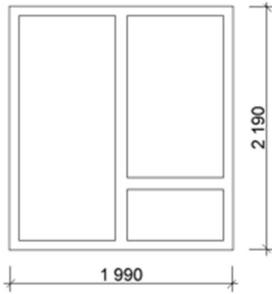
I utsnitt nedenfor fremstilles det hvordan de ulike vindustypene vil se ut i bestillingsskjema i BIM (ArchiCAD).

VINDUSKJEMA		
ID	Vindu 1	
Antall	42	
Rev. ID	<Undefined>	
Endringsnr.		
		
Størrelse	B=	9840
	H=	3000
Brannklasse		
Lydkrav		
U-verdi		

Bilde 34 - Bestillingsskjema Vindu 1 Treteknisk senter, (utsnitt) hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

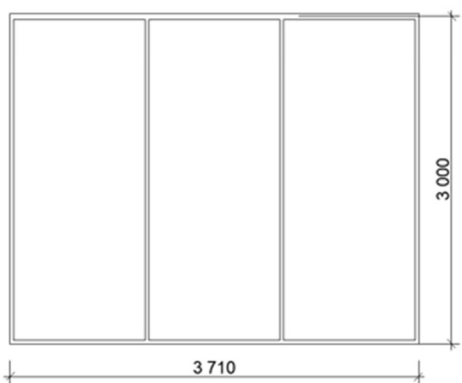
Vindustype 2 – Dette er de generelle vinduene i bygget og går an å åpnes. Disse skal plassert rundt kontor og klasserom. Vindene har samme mål som vinduene i oppgaven Treteknisk senter- Lys i bygget (13). Disse vinduene har bredde mål på 1990mm og høydemål på 2190mm. Vinduene må være 3 lag glass for å nå u-verdikravet i TEK 17 (5). Det er behov for 124 vinduer av denne vindustypen.

VINDUSKJEMA

ID	Vindu 2	
Antall	124	
Rev. ID	<Undefined>	
Endringsnr.		
		
Størrelse	B=	1990
	H=	2190
Brannklasse		
Lydkrav		
U-verdi		

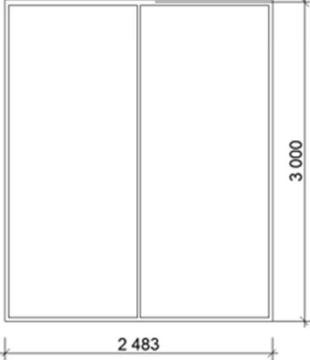
Bilde 35 - Bestillingsskjema Vindu 2 Treteknisk senter, (utsnitt) hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

Vindustype 3 – Disse vinduene må spesialtilpasset slik at det blir mest mulig estetisk pent der hvor trappetårnene bryter med fasaden på nordsiden av bygget. Disse er i ArchiCAD tilpasset slik at de følger linjene til de øvrige 8 sjikts vinduene i resten av bygget. Med dette vil bygget se estetisk penere ut og det hjelper på den arkitektoniske skjønnheten til bygget. Disse vinduene vil være av typen fastkarm med 3 lag glass, 3 sjikt og må, som sagt, spesialbestilles fra Lillerønning. Målene på vinduene er i bredderetning 3710mm og i høyderetning 3000mm. Totalt trengs det 6 slike vinder til hele bygget.

VINDUSKJEMA		
ID	Vindu 3	
Antall	6	
Rev. ID	<Undefined>	
Endringsnr.		
		
Størrelse	B=	3710
	H=	3000
Brannklasse		
Lydkrav		
U-verdi		

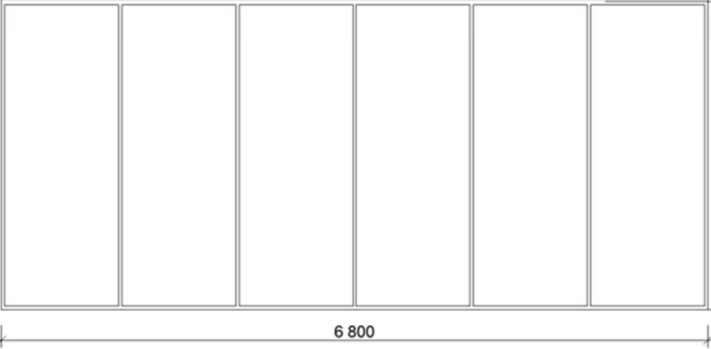
Bilde 36 - Bestillingsskjema Vindu 3 Treteknisk senter, (utsnitt) hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

Vindustype 4 - Samme som vindustype 3 (spesialtilpasset for å følge linjene til vinduene i resten av bygget). Disse vinduene har 2 sjikt og er av typen fastkarm med 3 lag glass og må spesialbestilles fra Lillerønning. Målene til disse vinduene er i bredden 2400mm og i høyden 3000mm. Totalt trengs det 6 slike vinduer til hele bygget

VINDUSKJEMA		
ID	Vindu 4	
Antall	6	
Rev. ID	<Undefined>	
Endringsnr.		
		
Størrelse	B=	2483
	H=	3000
Brannklasse		
Lydkrav		
U-verdi		

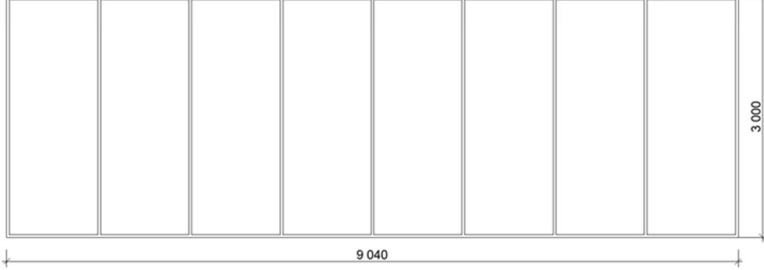
Bilde 37 – Bestillingsskjema Vindu 4 Treteknisk senter, (utsnitt) hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

Vindustype 5 – Skal stå i trappetårnene på utsiden av bygget. Trappetårnene fungerer som rømningsvei og er brannceller. Siden disse vinduene skal plasseres i brannceller, så må de være brannvinduer som er bra nok i forhold til byggets brannkrav. Vinduet vil være av typen fastkarm med 6 sjikt og må spesialbestilles fra Lillerønning (for å følge linjene til de øvrige vinduene på bygget så det blir mest mulig estetisk pent). Målene til disse vinduene er i bredden 6800mm og i høyden 3000mm. Totalt trengs det 4 slike vinduer til hele bygget.

VINDUSKJEMA		
ID	Vindu 5	
Antall	4	
Rev. ID	<Undefined>	
Endringsnr.		
 <p style="text-align: center;">6 800</p>		
Størrelse	B=	6800
	H=	3000
Brannklasse	3	
Lydkrav		
U-verdi		

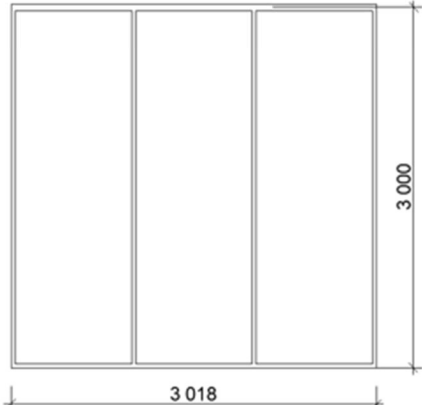
Bilde 38 – Bestillingsskjema Vindu 5 Treteknisk senter, (utsnitt) hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

Vindustype 6 - er av typen fastkarm med 3 lag glass og 8 sjikt. Disse vinduene er tilpasset slik at de skal passe inn i mellometasjesjiktene der traverskranene er i bygget. Disse vinduene følger ikke helt linjene på vinduene i resten av bygget, men er utformet på den måten som jeg syntes ble mest estetisk pent for bygget. Målene til disse vinduene er i bredden 9040mm og i høyden 3000mm. Totalt trengs det 16 slike vinduer til hele bygget.

VINDUSKJEMA		
ID	Vindu 6	
Antall	16	
Rev. ID	<Undefined>	
Endringsnr.		
		
Størrelse	B=	9040
	H=	3000
Brannklasse		
Lydkrav		
U-verdi		

Bilde 39 – Bestillingsskjema Vindu 6 Treteknisk senter, (utsnitt) hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

Vindustype 7 - er samme som vindustype 5 til branncellene. De skal stå i trappetårnene og må spesialtilpasset for at bygget skal bli mest mulig estetisk pent. Disse vinduene vil da også ha samme brannkrav som vindustype 5, men målene til disse vinduene er i bredde retning 3018mm og i høyderetning 3000mm og de vil ha 3 sjikt. Disse må også spesialbestilles fra Lillerønning.

VINDUSKJEMA		
ID	Vindu 7	
Antall	2	
Rev. ID	<Undefined>	
Endringsnr.		
		
Størrelse	B=	3018
	H=	3000
Brannklasse	3	
Lydkrav		
U-verdi		

Bilde 40 - Bestillingsskjema Vindu 7 Treteknisk senter, (utsnitt) hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

4.3.6 Vegger

Ytterveggene i bygget skal ifølge min veileder Jomar leveres av Støren treindustri. De generelle målene til ytterveggelementene var ikke mulig å finne på web-siden til Støren Treindustri, så veggtykkelsen er i denne oppgaven satt til 400mm. Dette kan eventuelt endres senere dersom en annen dimensjon i ytterveggen viser seg mer riktig. I og med at dette er en bestilling, er det i utgangspunktet bare nødvendig for leverandøren å vite antall kvadratmeter med yttervegg som trengs, samt hvor vinduene og dører og andre åpninger er. Dette vil vises på de målsatte plantegningene til bygget. Det bør settes krav til at ytterveggene er etter passivhus standard, med skilte stendere og gjennomgående isolasjon for lav u-verdi, slik at bygget kommer innenfor BREEAM outstanding og generelle TEK 17 krav (14). Bildet under er hentet fra Byggforsk.no (15) og viser hvordan en type passivhusvegg er bygget opp. Det

er 400mm med isolasjon totalt og adskilte stendere for å få minst mulig kuldebroer. Siden de bygger veggene i elementer av vanlig bindingsverk etter bestilling, burde det være mulig for leverandøren (Støren Treindustri) å produsere dette etter tegningene i denne oppgaven. Det er også mulig at veggene kan være noe smalere dersom isolasjonen blir lagt i hoved bæresystemet da det bygger hele 400mm i vegg tykkelse retning.

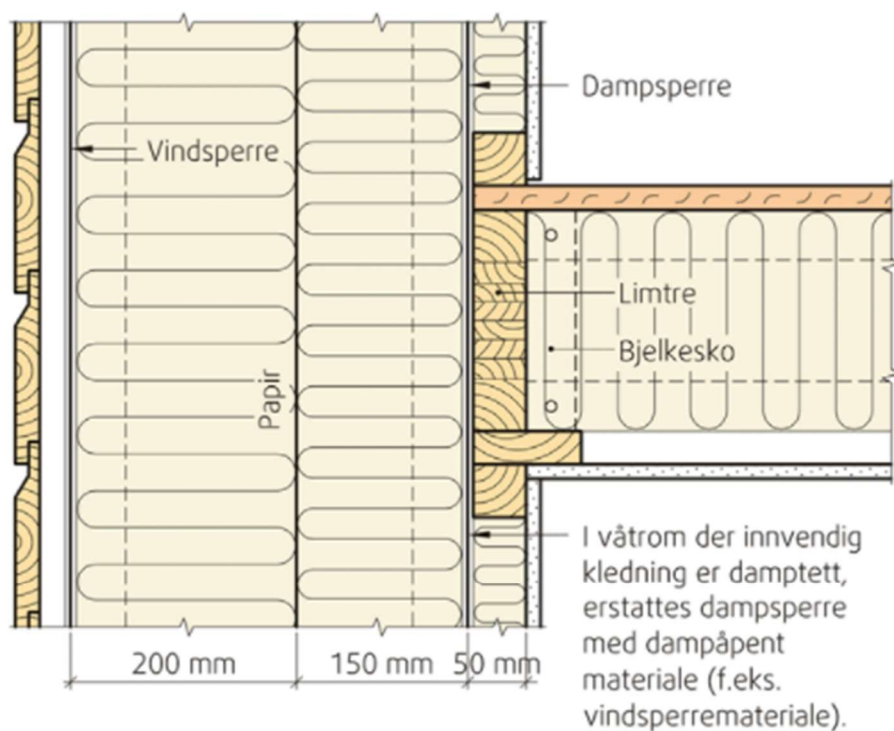


Fig. 43
Prinsipløsning for tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller


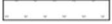

Bilde 41 – Prinsipløsning for tilslutning mellom yttervegg og etasjeskiller– Hentet fra Byggforsk.no (15).

I bestillingskjemaet under, hentet ut fra BIM (ArchiCAD), ser man mengden yttervegg som trengs til hele bygget. Det totale behovet er 1362,14 kvadratmeter yttervegg. Når bestillingen skjer er det kjekt at Støren treindustri sjekker ut plantegningene og snitt tegningene for å finne ut av hvor høyde åpningene i elementene er slik at disse blir riktig i forhold til vinduer og dører.

Man får også en oversikt over innerveggene i dette skjemaet, men det er nok kjekkere å sjekke plantegningene og eventuelt lage en egen stender plan for innerveggene. Dette kan gjøres i ArchiCAD men det er tidkrevende og er derfor ikke gjort i denne oppgaven. Dette siden innerveggene, i motsetning til ytterveggene, er tiltenkt å bygges i bygget og ikke etter elementbestilling. I mine tegninger er det tatt utgangspunkt i 73x48mm trevirke som stendere og sviller i veggene, disse skal være isolert og ha 1 lag med gips på hver side. Gipsen er 12,5mm og til sammen blir da veggene totalt

98mm tykke. Siden bygget skal være et treteknisk senter kan det være greit å erstatte gipsen med noe tre. Da er det viktig å tenke på brannkravene til bygget fordi tre har dårligere brannstandhaftighet når det kommer til brann enn det gips har.

I bestillingsskjemaet får man også oversikt over mengden betong som trengs til de forskjellige sjaktene og branncellene til bygget. Dette skal være et treteknisk senter, men i denne oppgaven ble det valgt å bruke betong i disse sjaktene. Dette er valgt fordi det var vanskelig å finne heissjakter i tre. Dessuten hentet jeg inspirasjon fra en tidligere oppgave jeg hadde i husbygningsteknikk (16), der det var sjakter med samme type brannkrav. De utvendige trappetårnene må også lektes ut og kles om dersom det skal være samme type kledning på disse som resten av bygget, men dette er ikke lagt inn i tegningene eller målene denne oppgaven. Veggene i denne oppgaven er tegnet som 200mm tykke betongvegger. På listen ser man kvadratmeter og volum. Med betong som materialet er det volumet som er viktig å se for leverandøren som man sender bestillingen til. Det er også viktig å vite mengden armeringsjern som trengs, men dette fikk jeg ikke til å legge inn i ArchiCAD.

Veggtypeoversikt								
ID	Symbol	Type	Tot. tykkelse	Beskrivelse	Krav		Net Volume	Surface Area
					Brann	Lyd		
Innervegg								
		Isolasjon - Myk	98				609,52	6219,15
Sjakt								
		Betong	200	Rømningsveier, trappesjakter, hesssjakter og utvendig trappetårn	EI 60 A2-s1,d0 (A60)		345,76	1727,91
Yttervegg								
		Utvendig kledning - Stående	400				544,86	1362,14

Bilde 42 – Bestillingsskjema Vegger og sjakter Treteknisk senter, hentet ut fra BIM (ArchiCAD)

4.3 Materialbestilling (med BREEAM-NOR krav ved hjelp av BIM) – Fordeler og ulemper, og hva bør hensyntas

Løpende gjennom kapittel 4 er de to siste underspørsmålene til problemstillingen vurdert, og her fremkommer det som arbeidet og analysen har belyst på de to spørsmålene:

- *Hva må hensyntas når materialer bestilles ved hjelp av BIM (ArchiCAD)*
- *Hva er bra/ikke så bra med materialbestilling ved hjelp av BIM (ArchiCAD)*

Det som er viktig når man skal begynne å tegne i ArchiCAD er å tidlig navngi de forskjellige materialene, vinduene og dørene. Hvis man gjør dette grundig i starten, vil man enkelt skille mellom produktene og det vil bli mye enklere å jobbe i ArchiCAD. Dette fikk jeg smertelig erfare, og det medførte at jeg måtte bruke en del tid på dette senere.

Med BIM (ArchiCAD) får man en god oversikt over de fleste materialene man trenger til et bygg. Noen begrensninger var det også i BIM (ArchiCAD), blant annet fikk jeg ikke til å legge inn mengde på armeringsjern, elektriske kabler og vann- og avløpsrør. Jeg vet at dette er mulig i noen andre BIM-programmer, men er litt usikker på om det går i ArchiCAD. Mulig det finnes tilleggsprogrammer til ArchiCAD som vil muliggjøre dette. Men i denne oppgaven er hovedfokuset på bestilling av hovedmaterialene til bygget, så armering og elektriske kabler og rør er ikke med her. Men dette kan det eventuelt forskes mer på ved en annen anledning.

Å bestille materialer via BIM fordrer at man har oversikt over tekniske krav og hva som kreves for å oppnå en gitt BREEAM-sertifisering. Dette er komplekst og ikke så enkelt å få oversikt over.

Ulike bygningsdeler gir ulike muligheter for hvilken informasjon som kan legges inn i BIM (ArchiCAD). I denne oppgaven har jeg ikke hatt all nødvendig informasjon tilgjengelig og med bakgrunn i oppgavens omfang har jeg ikke hatt mulighet, kompetanse eller kapasitet til å sikre at all informasjon er kvalitetssikret. Det vil være avgjørende at Treteknisk senter sikrer at all nødvendig informasjon er lagt inn i programmet før en reell bestilling foretas til Treteknisk senter.

En annen utfordring er at leverandørene kjenner ikke så godt til BREEAM-krav.

I en ideell fremtid kunne BREEAM-sikrede materialer vært lastet inn i BIM. BIM ville da foreslå ulike materialer etter en gitt BREEAM-klassifisering, slik at det hele ble enklere. Prosjektet ville da kunne plukke ut de allerede BREEAM-sikrede materialene de ønsker i prosjektet og kunne bygge bestillingslistene på den måten.

Bedrifter kan kanskje samordne og dele sine erfaringer fra BREEAM-sertifiserte prosjekter på tvers, slik at andre igjen kan benytte den erfaringslæringen prosjektene har gitt.

Fordelen er at man kan gjenbruke informasjonen i BIM, altså kopiere inn i et nytt prosjekt. Desto mer man benytter BIM, jo enklere og mer informasjon om materialer og krav vil man samle i BIM-systemet.

Mengde armeringsjern – er, så langt jeg kan se, ikke mulig å legge inn i ArchiCAD.

Mens jeg har jobbet med denne oppgaven har jeg feilet og lært mye om hvordan man kan bruke BIM (ArchiCAD) til å bestille varer. Jeg har sett nærmere på skjemaene i programmet og hvordan disse bygges opp. Det er ganske enkelt og greit å forstå. Når man har et skjema, eller en liste, kan man legge inn forskjellige regler som for eksempel hvilket lag som må være aktiv og hvilken type objekt som er i bruk. Når man setter disse reglene kan man også snevre seg inn slik at man kun fokuserer på en type

vegg eller en type vindu osv. Man kan også legge inn hva man vil ha av for eksempel brannkrav, lydkrav og u-verdier. Og hvis det er en dør eller et vindu man ser på, kan man legge inn for eksempel karmbredde og hvor langt inn i veggen vinduet/ døren skal stå. Deretter se hvordan dette faktisk blir, ved å se på 3D-tegniger av bygget og samtidig vises det i bestillingsskjemaet.

Det som er bra med BIM (ArchiCAD), når det kommer til bestilling av varer, er at man får en 3D-modell av bygget på datamaskinen. Denne viser hva de forskjellige delene bygget er satt sammen av. Dette gjør det dermed enkelt å prøve seg ut med litt med forskjellige byggeklosser og se hva som er penest eller hvordan det vil bli seende ut og det er også enkelt å bytte materialer eller oppbygning.

Det kan ifølge i materialveilederen (9) være lurt å legge opp til en stegvis materialbestilling på prosjekter hvor BREEAM-NOR sertifisering planlegges for bygget. Se denne oppgavens kapittel 2.2.1, her er den stegvise fremgangsmåten (9) gjengitt.

4.4 Oppsummering av analysen og funn

I kapittel 4 har vi sett på selve materialbestillingen til Treteknisk senter. Materialbestillingen er eksemplifisert ved å fremvise de ulike bestillingsskjemaene hentet ut fra BIM (ArchiCAD). Jeg har sett på og drøftet behovene, mengde og hva som er viktig når man bestiller materialer. Deretter har jeg sett på fordeler og ulemper med materialbestilling i BIM (ArchiCAD).

Hovedfunnene som har blitt gjort er at det er viktig å:

- ha riktig informasjon inn i BIM og navngi de forskjellige elementene før man begynner å tegne.
- undersøke hvilken brannklasse bygget er i og hvilke risikoklasser bygget har, for å bestemme hvor trapper og slikt skal plasseres og hvilke materialer som bør brukes.
- sikre at byggetekniske krav overholdes.
- evne å oppgi riktig informasjon i BIM avhengig av hvilken bygningsdel som skal bestilles, dette kan variere i stor grad og det kan være komplekst med så mange valgmuligheter som BIM har med tanke på hvilken informasjon som er viktig og hva som er mindre viktig.
- kunne byggetekniske krav godt og ha god internkontroll for å sikre at alle hensyn er ivaretatt.

Videre kan BIM bidra til å teste utseende, funksjonalitet mv., sikre at man bestiller riktig mengde, brannkrav, dimensjonering osv., men å sikre dette krever tilstrekkelig tverrfaglig samarbeid da jeg alene ikke kan sikre og garantere at alt er iht. byggetekniske- og funksjonskrav mm.

5. Diverse utfordringer, forbehold og begrensninger

Det tas forbehold om kvaliteten og riktigheten i den informasjonen jeg har lagt inn i BIM (ArchiCAD). Det er mange byggetekniske krav og vurderinger som krever lang erfaring og tverrfaglig samarbeid og vurdering. Jeg vil anta at man i arbeidslivet har flere stoppunkter hvor kvalitet og riktighet sikres opp mot krav og beregninger. I og med at dette er en studentoppgave som jeg har skrevet alene, kan jeg derfor ikke garantere for at alt er riktig og av god nok kvalitet. Dette bør derfor gjennomgås dersom Treteknisk senter skal benytte mine BIM (ArchiCAD) tegninger og bestillingslister i det videre arbeidet med planlegging og etablering av Treteknisk senter.

Ved en reell bestilling av varer er det å sikre at materialene blir levert tidsriktig viktig og avgjørende for fremdrift og ressursbruk i prosjektet. Dette har ikke fått fokus i denne oppgaven, men er viktig at blir tatt hensyn til når materialer bestilles til Treteknisk senter. Det samme gjelder rett mengde av de ulike materialene, rekkefølgen på bestillingene og når de skal leveres. At materialene leveres i tide og ikke for tidlig slik at man må lagre materialene eller for sent slik at arbeidsstokken ikke får jobbet som planlagt.

Rune fra Støren Treindustri sier også at det er ønskelig med en bekreftelse på at alle tegningene er endelige. Dette kan vi ikke gjøre i og med at dette er en bachelor oppgave og et fiktivt prosjekt, og jeg har derfor valgt å se bort ifra det som står i e-posten under avklaring 12 uker før leveransestart. Men det er muligheter for at dette prosjektet blir reelt i fremtiden og da vil dette være viktige og avgjørende element å inkludere. Særlig med tanke på tidslinjen og overholdelse av denne samt bruk og styring av ressurser.

Grønn materialguide er en nyttig veileder for å sikre grønne materialer tidlig i planleggingsfasen. Den omtales kort i teorikapittelet, men med bakgrunn i oppgavens omfang og guidens kompleksitet, velger jeg å ikke ta denne guiden med inn i analysene.

Det er en del utfordringer med dette bygget Treteknisk senter med tanke på de sjaktene som går fra 5. etasje til 7. etasje. Ved logisk tenkning så kan man se at det kreves mer bæring for at dette skal være mulig å utføre, men jeg har valgt å se bort ifra dette i denne oppgaven.

Det er ikke så gode muligheter for å legge inn vannrør, el-rør og lignende, men de grunnleggende trematerialene og for eksempel materiell på betongsjaktene er forholdsvis enkelt å putte inn i programmet og man kan legge inn en mengde info som er nyttig.

I denne oppgaven har jeg med bakgrunn i oppgavens omfang kun brukt standard skjema og ikke skrevet inn alle verdiene. Dette fordi det å finne ut av alle disse detaljene ville krevd et stort omfang av tid og at det ikke er så avgjørende for oppgavens problemstilling.

Da jeg startet å tegne forsto jeg ikke rekkevidden av ikke å sette riktig navn til de forskjellige objektene i BIM (ArchiCAD). De listene jeg fikk ut av BIM (ArchiCAD) etter at jeg hadde navngitt de ulike objektene, var faktisk et godt verktøy å bruke her for å oversikt over delene i bygget. Jeg lærte at det alltid er lurt å navnsatte. Det var mye enklere å få oversikt og lett å endre på detaljer etter at jeg fikk listene og kunne markere for eksempel alle vinduene i den ønskede størrelsen eller dørene i den ønskede størrelsen. Det er med andre ord svært ressursbesparende å bruke tid på å navngi objektene så snart de legges inn i BIM (ArchiCAD).

Når jeg jobber i BIM (ArchiCAD) hender det stadig at jeg har en fil som er for branntegninger, en fil for plan-/ snittegninger og en fil for arealtegninger oppe samtidig. Jeg har også brukt den samme metoden nå, men hvis man er flink til å håndtere layerene og de forskjellige planene skal programmet fungere fint med 1 fil for hele bygget.

Det å legge inn et prosjekt helt fra scratch i BIM vil kreve mye ressurser tidsmessig, høy byggefaglig kompetanse og ganske mye erfaring i å bruke BIM. Det kan være en god gevinst om man bruker BIM løpende og kontinuerlig, slik at man blir trygg på bruken, får erfaring og innsikt, samt får inn mye data i programmet som kan gjenbrukes/kopieres i nye prosjekter.

6. Konklusjon og avslutning

For at BIM skal bidra til å optimalisere materialbestillingsprosessen, må all relevant informasjon om prosjektet legges inn i BIM (ArchiCAD). Generelt vil førstegangsbruk av BIM (ArchiCAD) være ganske krevende både med tanke på å lære seg BIM (ArchiCAD) og informasjonsomfanget som må legges inn i BIM. Det kreves mye tid, kompetanse, innsikt og erfaring for å sikre etterlevelse av de byggetekniske kravene, for å sikre miljøvennlige materialvalg, korrekt dimensjonering mv.

Men, når det er sagt, har man det overnevnte på plass vil man med BIM (ArchiCAD) få en god oversikt over hvilke materialer og mengden materialer som vil bli brukt til et bygg.

Utfordringen er allikevel å vite hva som er relevant og hva som ikke er relevant for det prosjektet man har pågående. Her tenker jeg at erfaring og god og systematisk bruk av den erfaringslæringen man opparbeider seg vil være helt avgjørende.

Leverandørene har videre krav til et knippe dokumenter for å ha tilstrekkelig og korrekt informasjon om de materialene som skal bestilles. Her bør man avklare i god tid med leverandørene hva de trenger og når de trenger det. Mange av disse tegningene vil med stor sannsynlighet være tilgjengelig i BIM og kan enkelt oversendes leverandøren så snart den nødvendige informasjonen er lagt inn i BIM.

Utfordringen er om den informasjonen som ligger i BIM er korrekt og tilstrekkelig. Bekreftelse, lukking

av bestilling (endelig) og tidsplan for når varene skal mottas er også helt avgjørende å avtale opp mot leverandøren. For å velge miljøvennlige materialer, anbefales bruk av Teknisk manual – BREEAM-NOR og grønn materialguide. Begge dokumentene ligger elektronisk på Byggalliansen.no.

Det vil gi særlig stor verdi å benytte BIM (ArchiCAD) dersom man kan gjenbruke prosjektet, slik at kun små endringer er nødvendig i det nye prosjektet.

Så konklusjonen er at BIM absolutt kan bidra til å optimalisere materialbestillingsprosessen og at BREEAM Outstanding kan sikres bedre i noen grad via BIM, så fremt man har:

- riktig og kvalitetssikret informasjon i BIM
- høy byggefaglig kompetanse samt kjenner til eller har enkel tilgang til å få oversikt over gjeldende krav
- tilstrekkelig innsikt i BIM-programmet, og bruker BIM jevnlig
- god internkontroll og bruker erfaringslæring på en god og hensiktsmessig måte
- mulighet for å gjenbruke informasjonen i BIM i nye prosjekter

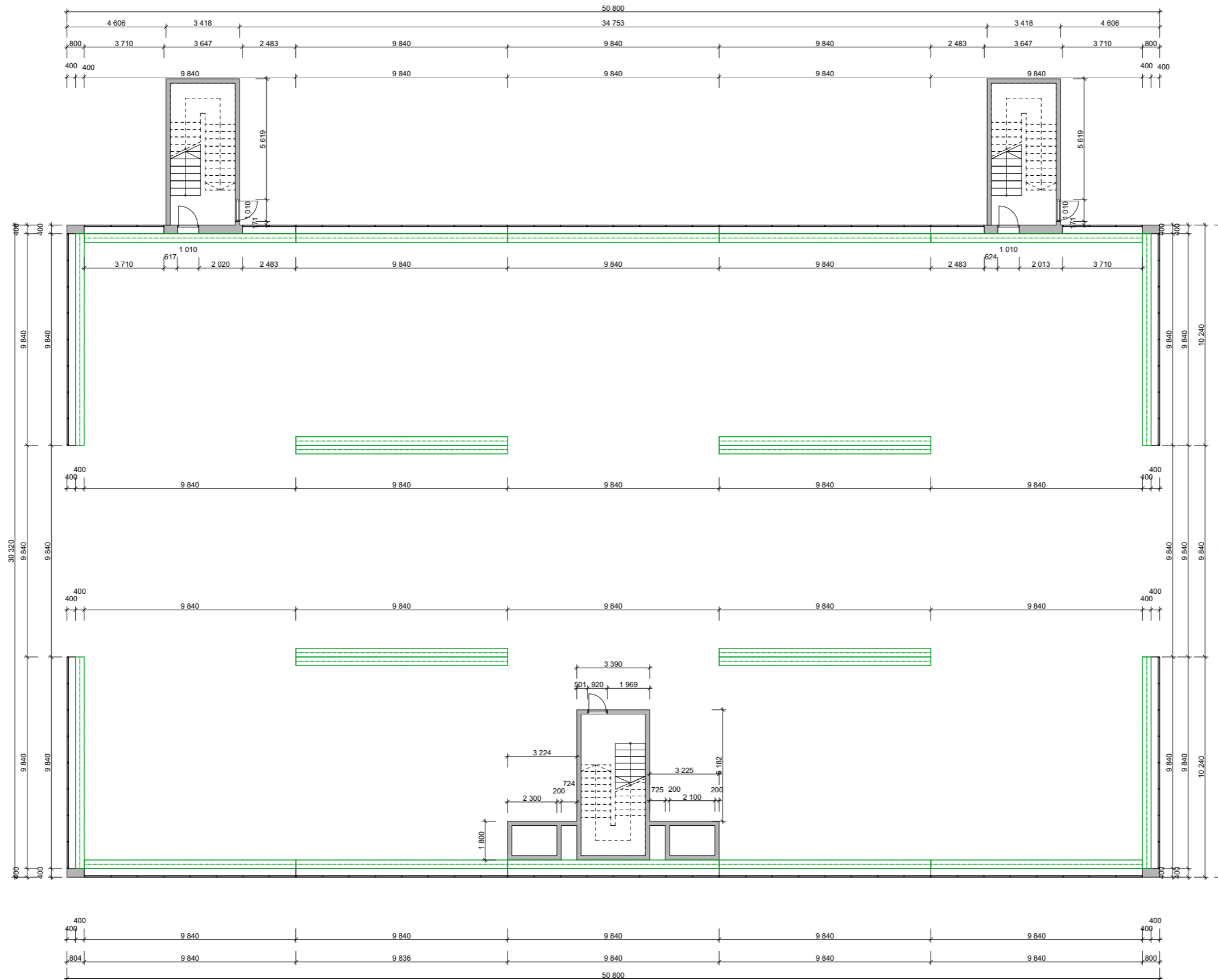
Om man ikke kan innfri disse punktene, er det mer tvilsomt til om prosessen vil optimaliseres. Dette fordi det kan bli for tids- og ressurskrevende å benytte BIM.

Litteraturliste

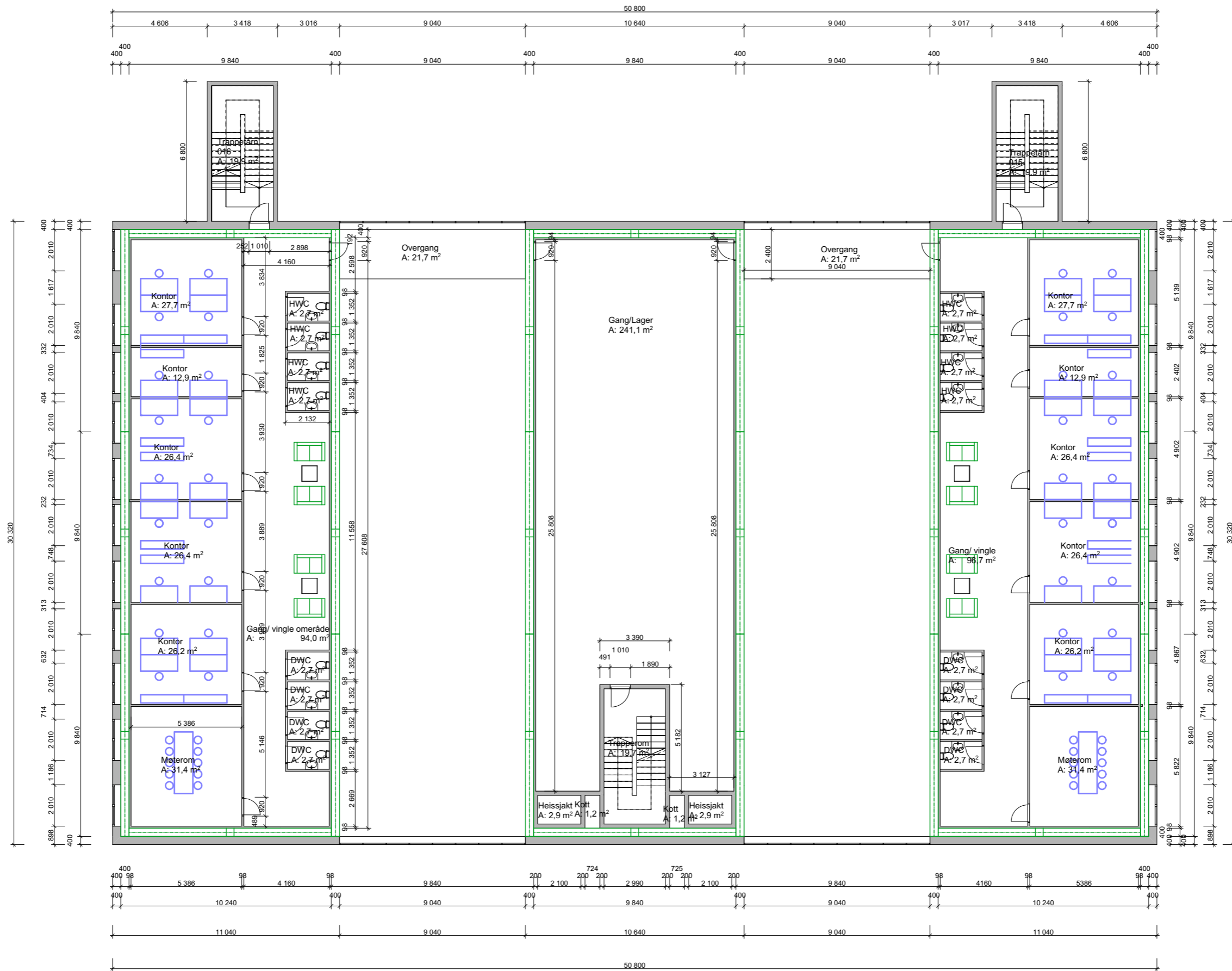
1. Landrø AD et al. BREEAM Teknisk rapport Ingeniørfaglig Systemtenkning. Trondheim: NTNU 2021
2. Statsbygg. Nanolæring – Hva er BIM?. (Internett). Nanolearning.com; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: <https://go.nanolearning.com/LessonViewer/?da=1961473&key=XOaiNYkKMJhPqfIp&mode=1&du=14378314>
3. NGI.no. Hva er BIM?. (Internett). Oslo: NGI.no; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.ngi.no/Tjenester/Fagekspertise/BIM/Hva-er-BIM>
4. Nordal Linge G. Hva er egentlig ... BIM?. (Internett). Relasjon.skanska.no; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: <https://relasjon.skanska.no/hva-er-egentlig-bim/>
5. dibk.no. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning (Internett). Direktoratet for byggkvalitet; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>
6. Byggtjeneste.no. Hva er BREEAM/BREEAM-NOR?. (Internett). Byggtjeste.no; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: <https://byggtjeneste.no/breem-nor/>
7. Byggalliansen.no. Om BREEAM-NOR. (Internett). Byggalliansen.no; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/sertifisering/om-breem/>
8. Byggalliansen.no. BREEAM-NOR 2016 for nybygg, TEKNISK MANUAL SD5075NOR – Ver: 1.2. (Internett). Byggalliansen.no; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2019/12/KOPI-SD-5075NOR-BREEAM-NOR-2016-Nybygg-Version-1.2.pdf>
9. Byggalliansen.no. MATERIALVEILEDER, Hvordan jobbe godt med materialvalg i BREEAM-NOR prosjekter. (Internett). Byggalliansen.no; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/11/Materialveileder.pdf>
10. Byggalliansen.no. Grønn Materialguide veileder i miljøriktig materialvalg Versjon 3.1 (Internett). Byggalliansen.no; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2020/09/Gronn-Materialguide-v3_1-002.pdf
11. Byggalliansen.no. VEILEDER FOR ANSKAFFELSE AV MILJØVENNLIGE BYGGEVARER. (Internett). Byggalliansen.no; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/07/veileder_anskaffelse_A4.pdf
12. Byggalliansen.no. HVORFOR TRENGER VI EPD?. (Internett). Byggalliansen.no; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/07/veileder_A5.pdf
13. Faller Råheim Å et al. TEKNISK RAPPORT Lys i Treteknisk senter TBYG3021 Ingeniørfaglig systemtenkning. (Internett). Konstruksjon.no; [hentet 23.05.2021]. Tilgjengelig fra: <http://www.konstruksjon.com/forum/TretekniskSenter/TretekniskSenter-LysIBygget.pdf>
14. (<https://storen-treindustri.no/produkter/>) – se s. 41
15. Byggforsk.no. Passivhus i tre. Eksempler på detaljer for varmeisolering og tetting. (Internett). Byggforsk.no; [hentet 27.05.2021]. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/4036/passivhus_i_tre_eksempler_paa_detaljer_for_varmeisolering_og_tetting
16. Nørve V, Astesønn MS, Bjelland SR, Dalhberg A Prosjekt Nyhavna Husbyggingsteknikk 2. Trondheim: NTNU 2020
17. Byggforsk.no. Snølast på tak. Dimensjonerende laster. (Internett). Byggforsk.no; [hentet 01.06.2021]. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/216/snoelast_paa_tak_dimensjonerende_laster
18. Cutewallpaper.org. Bakgrunnsbilde (til 3D tegning Kantine vedlegg 4.1.5.2) [hentet 27.05.2021]. Tilgjengelig fra: <https://cutewallpaper.org/21/4k-wallpaper-free/view-page-21.html>
19. Graphisoft.no. Archicad – Brukervennlig og intuitivt. (Internett). Graphisoft.no; [hentet 01.06.2021]. Tilgjengelig fra: <https://graphisoft.no/archicad/oversikt/>

Vedlegg

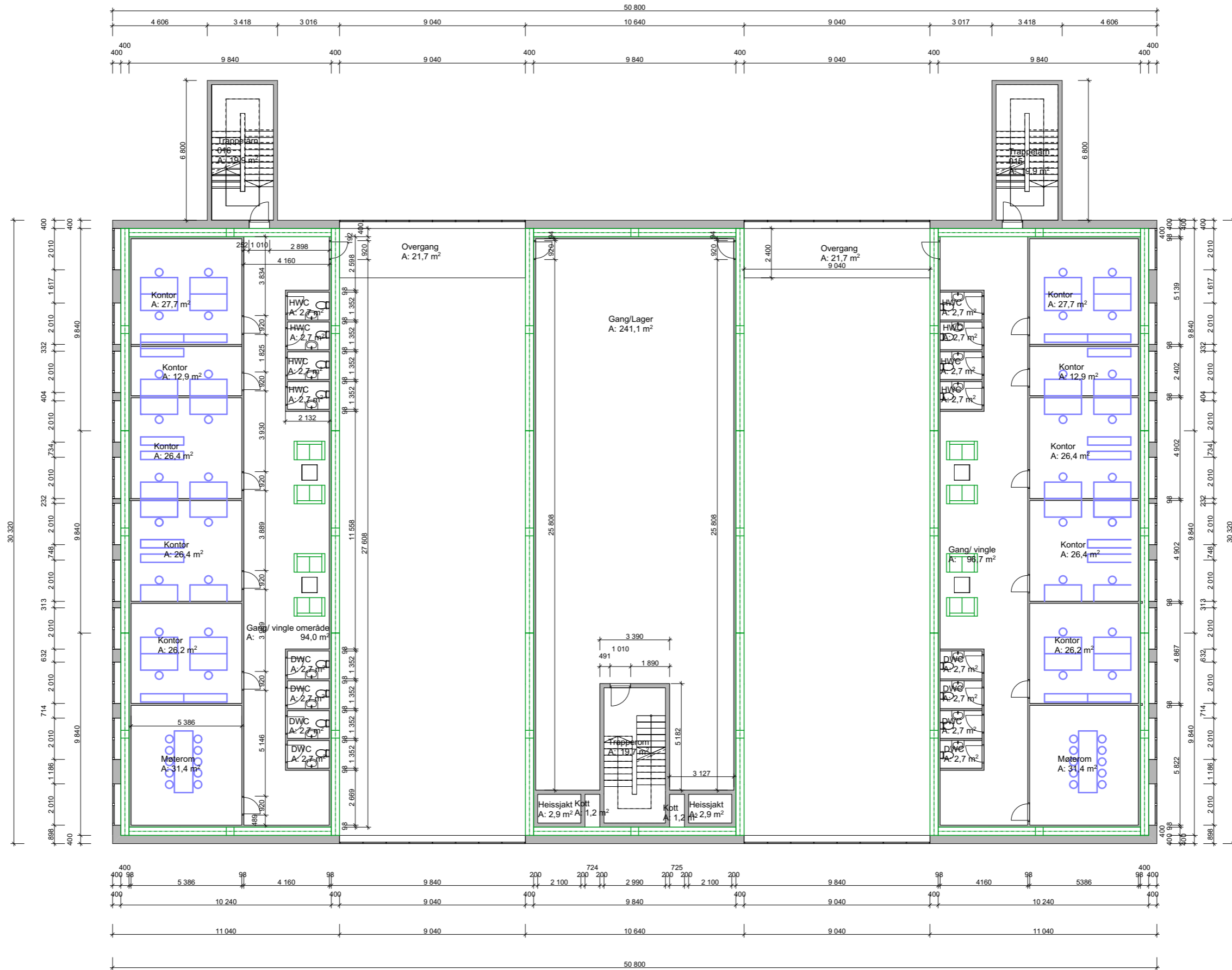
Vedlegg 1 - Alle tegningene i BIM	s. 1 - 35
- Plan, smitt-tegninger 4.1.1.x.x	
- Fasadetegninger 4.1.2.x	
- Arealtegninger. 4.1.3.x	
- Branntegninger 4.1.4.x.x	
- 3D Tegninger 4.1.5.x	
Vedlegg 2 – Bestillingslister	s. 36 - 47
Vedlegg 3 – Dokument E-post fra Arne Vaslag (Spenn rennebubjelken)	s. 48 - 50
Vedlegg 4 – E-post fra Rune Johansen (Ønsket tegninger til materialbestilling)	s. 51 - 52
Vedlegg 5 – E-post fra Jomar Tørset (Meteraler til rammene)	s. 53 - 55
Vedlegg 6 - Referat møte 20.04.2021 – Orientering om studentarbeider på NTNU – Bygg	s. 56 - 58
Vedlegg 7 – Plakat	s. 59



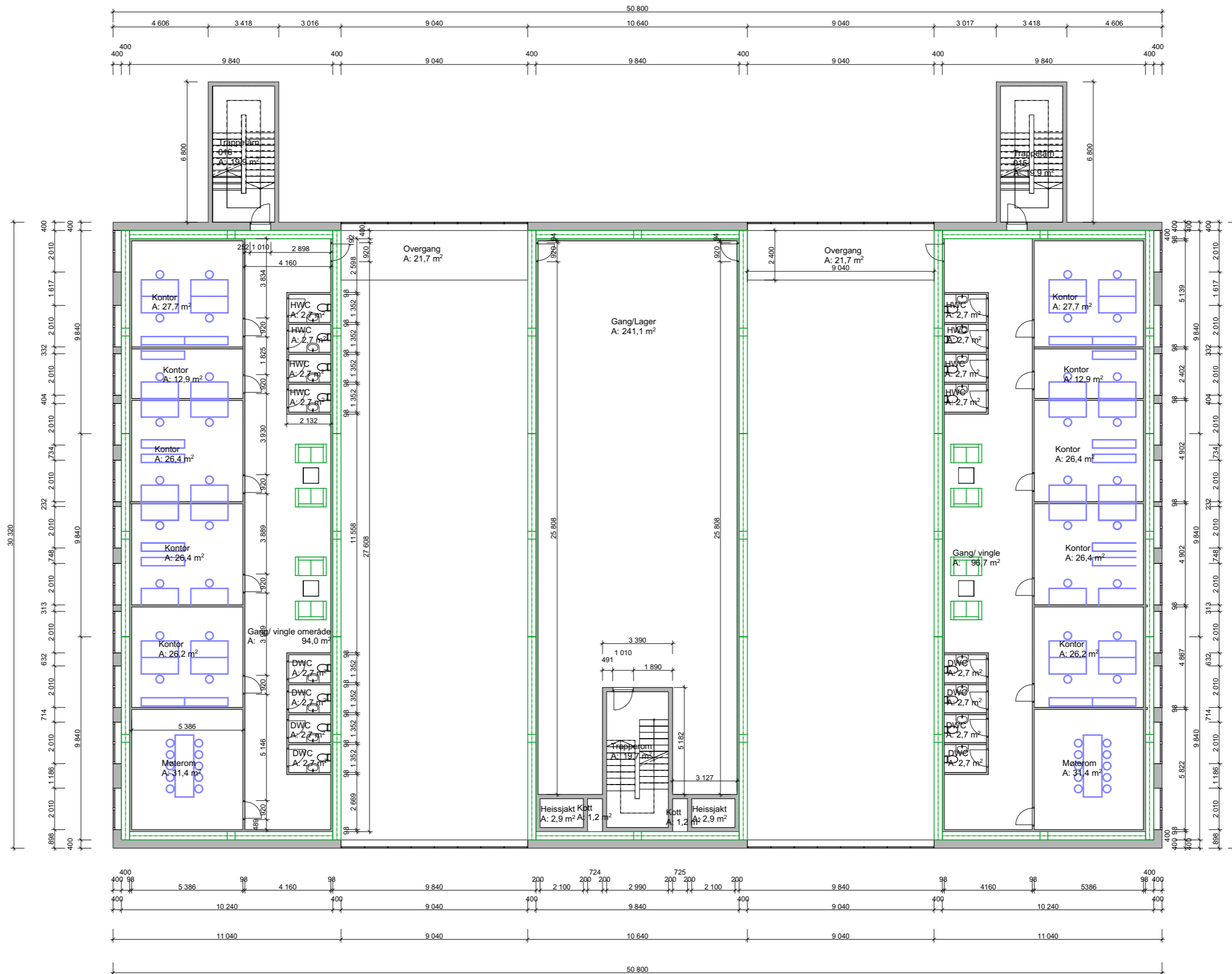
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjelland	
Tegningsnr.: 4.1.1.1.1	Målestokk: 1:200	Dato: 24.05.2021
Tegning: 1. Etasje Plan		



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjelland	 Dato 24.05.2021
Tegningsnr.: 4.1.1.1.2	Målestokk 1:200	
Tegning: 2. Etasje Plan		



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjelland	 Dato 24.05.2021
Tegningsnr.: 4.1.1.1.3	Målestokk 1:200	
Tegning: 3. Etasje Plan		



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjelland	 Dato 24.05.2021
Tegningsnr.: 4.1.1.1.4	Målestokk 1:200	
Tegning: 4. Etasje Plan		

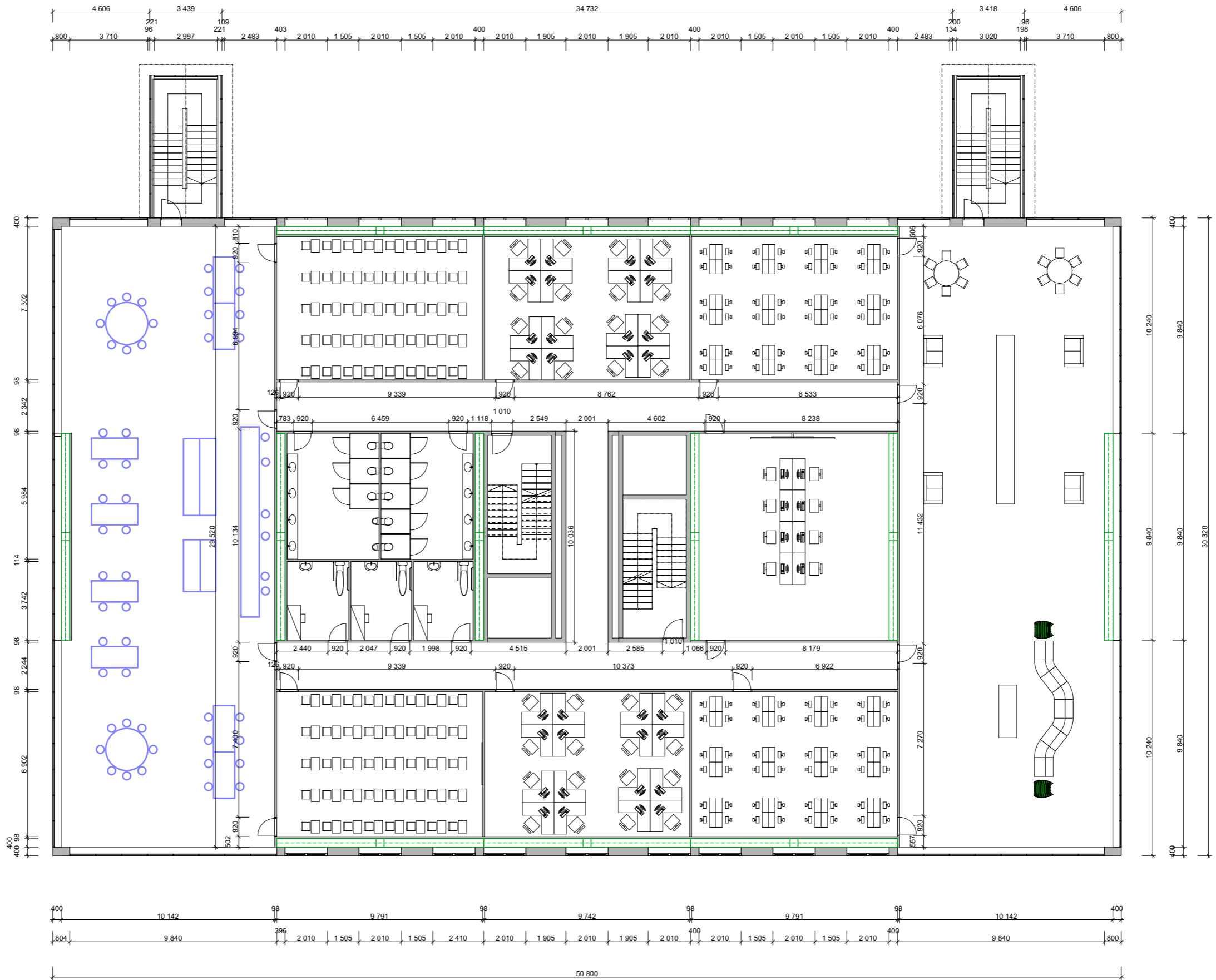


Merknad:

Identiske mål som 1.1.2, 1.1.3 og 1.1.4,
men denne tegningen har to ekstra trapperom



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjelland	
Tegningsnr.: 4.1.1.1.5	Målestokk: 1:200	Dato: 24.05.2021
Tegning: 5. Etasje Plan		

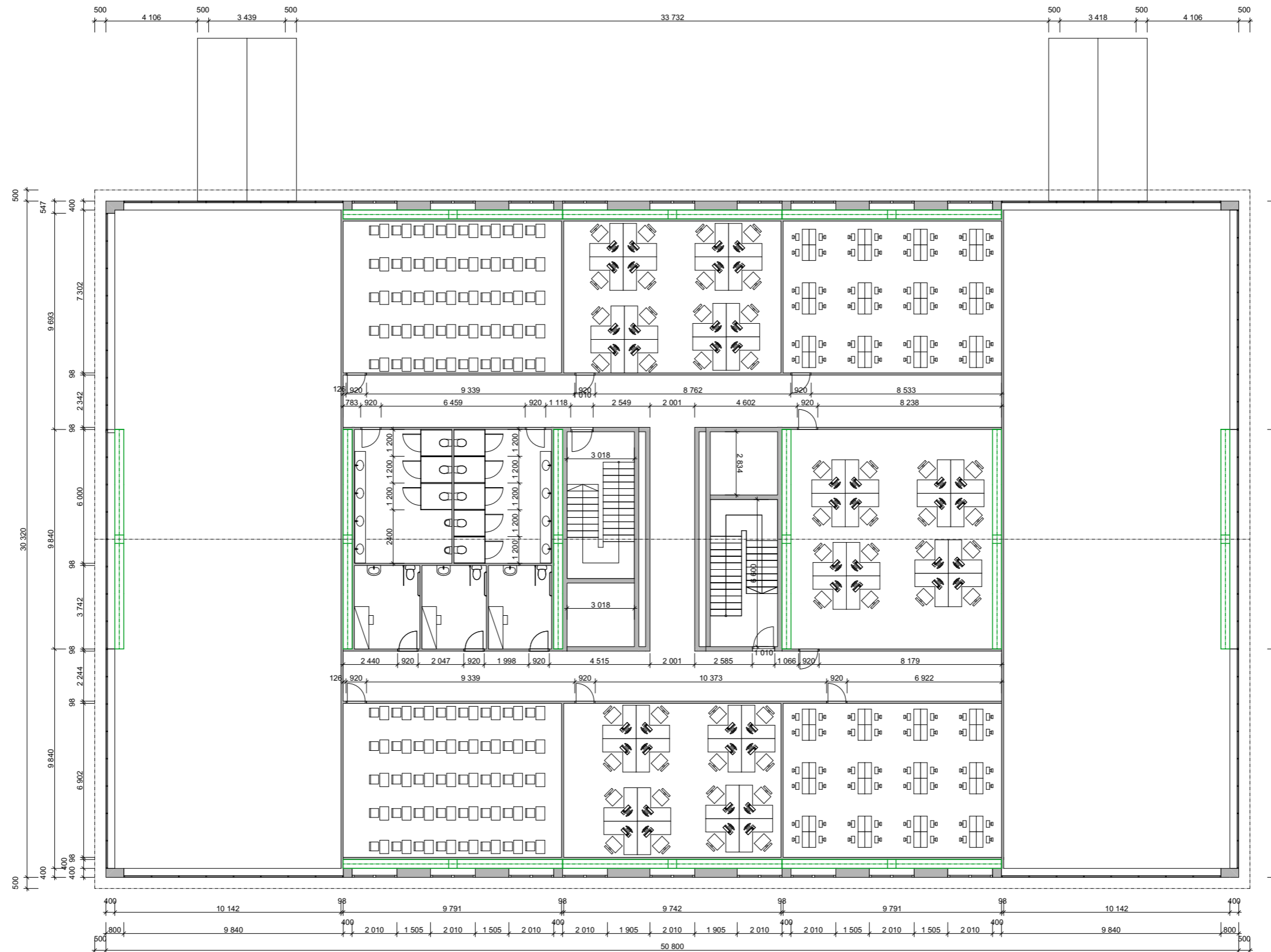


Merknad:

Identiske mål på trapperommene som på 4.1.1.1.5



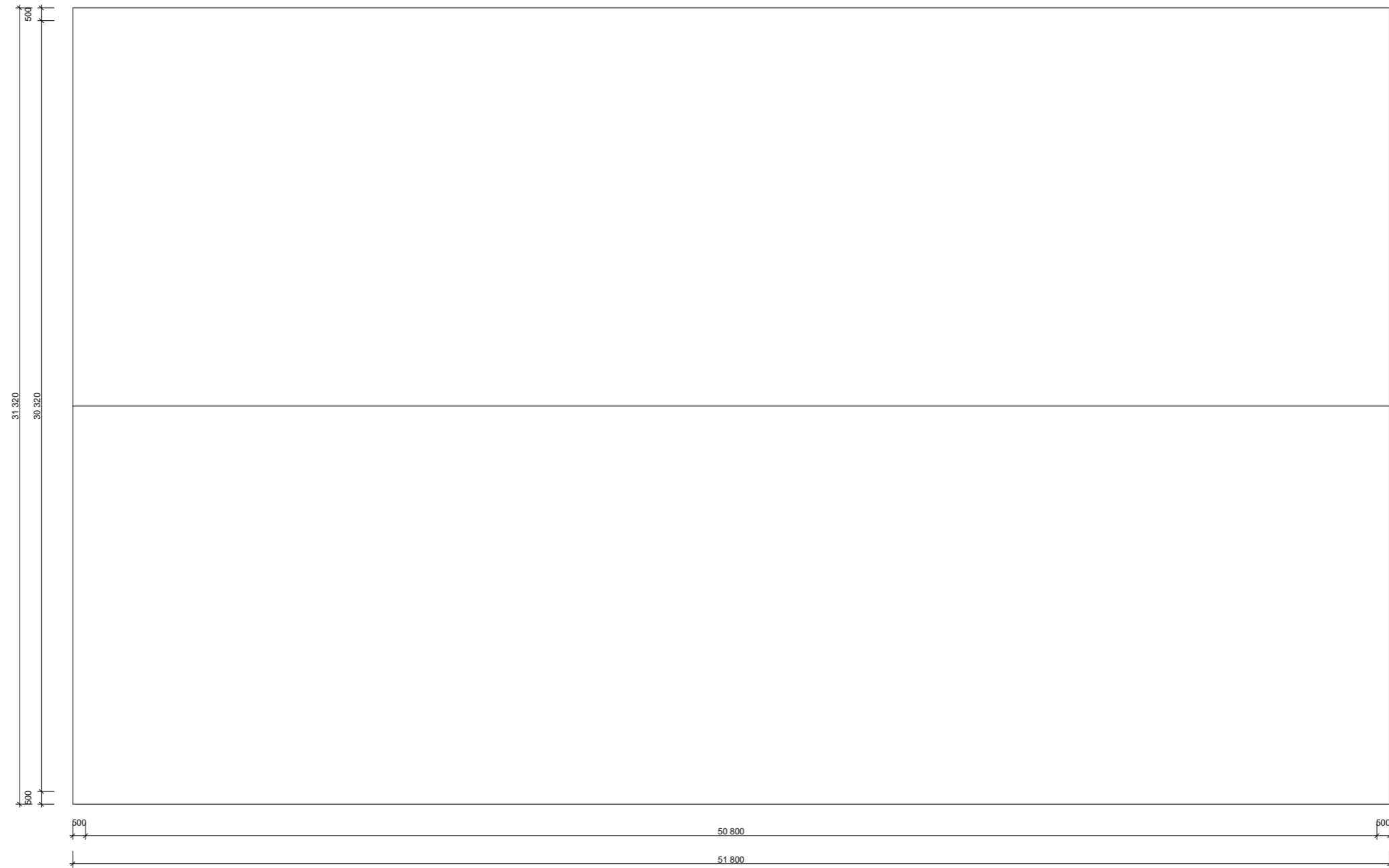
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjelland	 NTNU
Tegningsnr.: 4.1.1.1.6	Målestokk: 1:200	Dato: 24.05.2021
Tegning: 6. Etasje Plan		



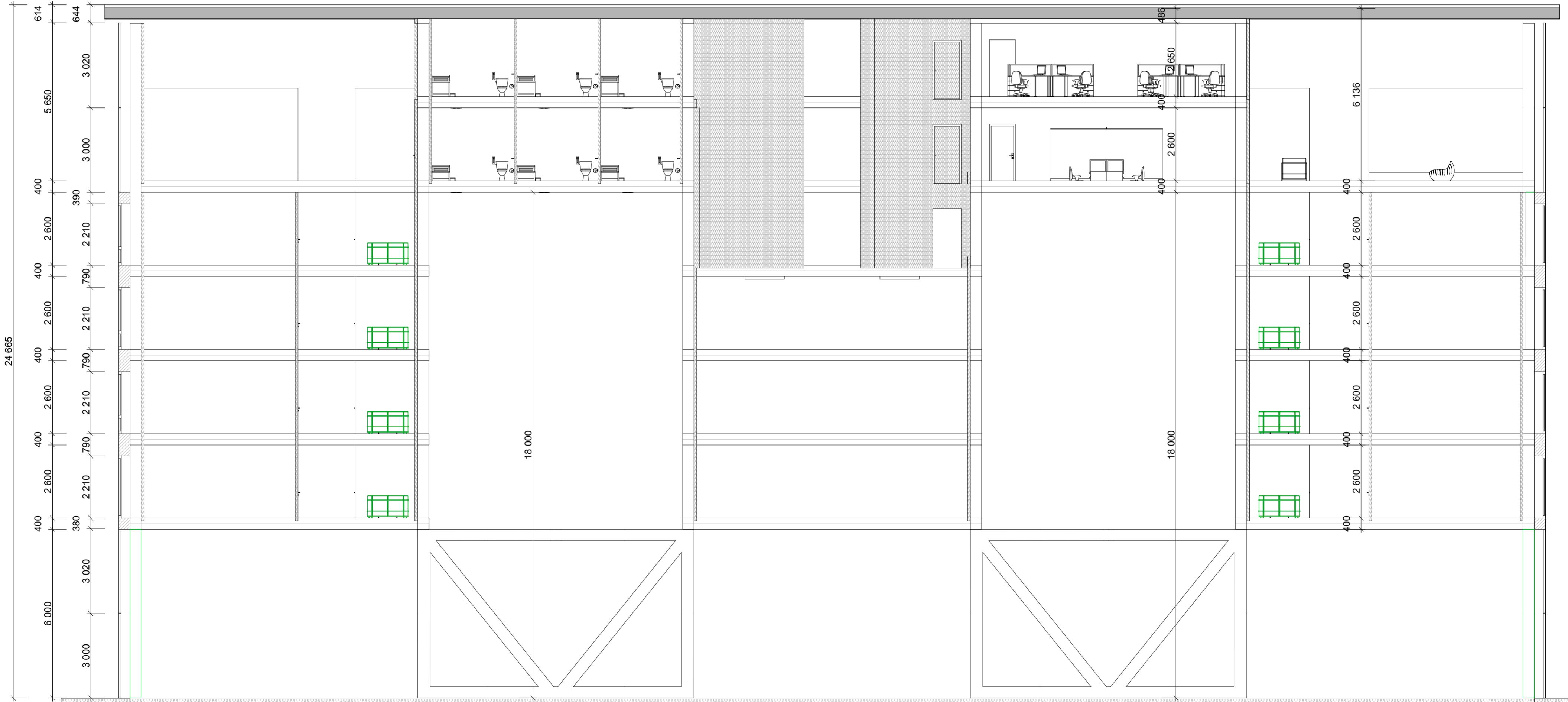
Merknad:
 Identiske mål på trapperommene som på 4.1.1.1.6
 med unntak av at de utvendige trappetårnene
 stopper i 6. etasje



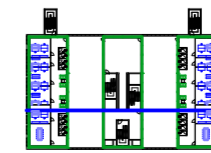
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjelland	 Dato 24.05.2021
Tegningsnr.: 4.1.1.1.7	Målestokk 1:200	
Tegning: 7. Etasje Plan		



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjelland	
Tegningsnr.: 4.1.1.1.8	Målestokk: 1:200	Dato: 24.05.2021
Tegning: Takplan		



Snittvisning:



Nordpil Plan



Bachelorgruppe: 41

Tegnet av: Sindre Bjellnad

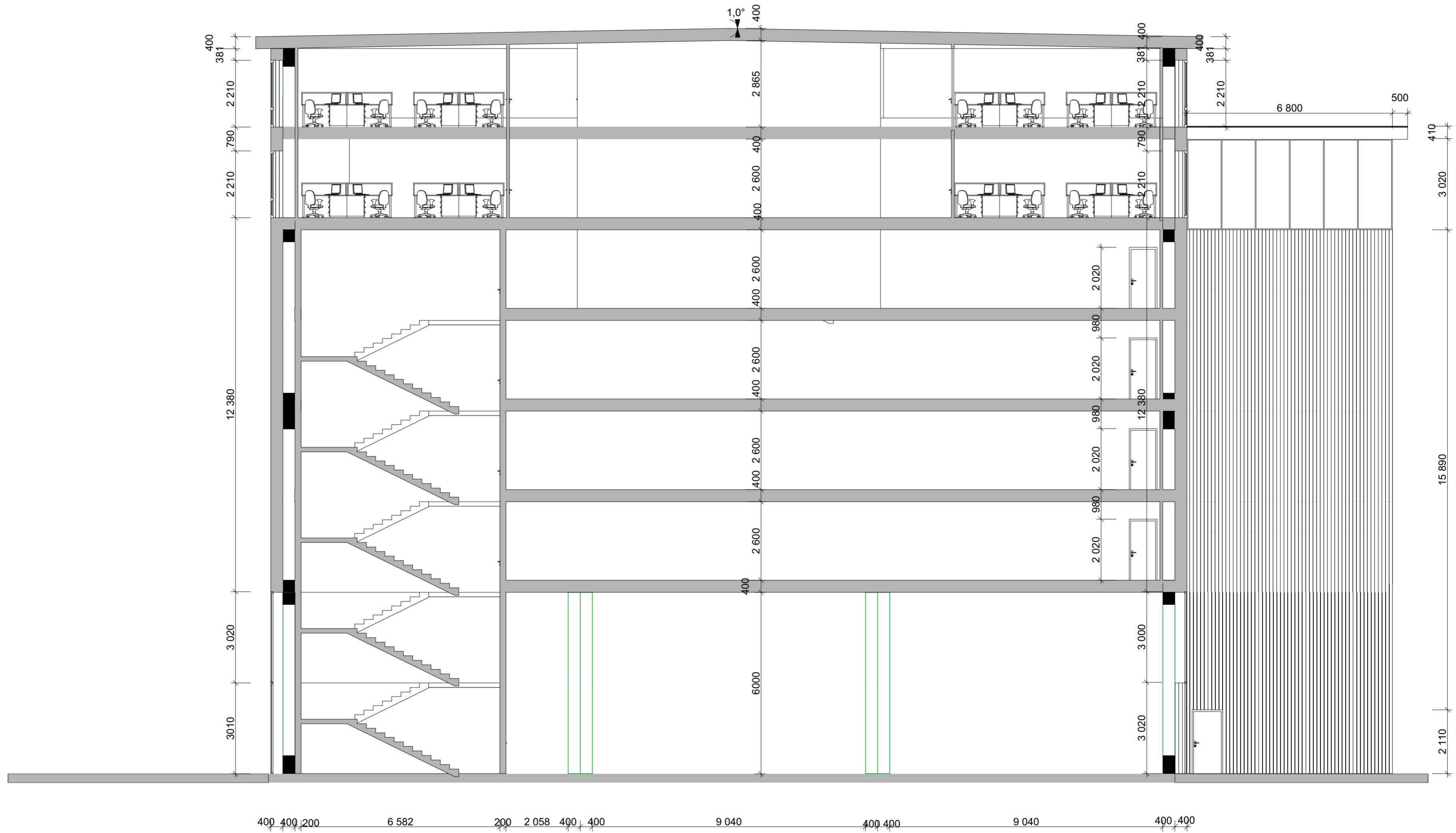
Tegningsnr.: 4.1.1.2.1

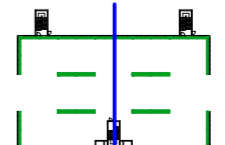


Målestokk: 1:100

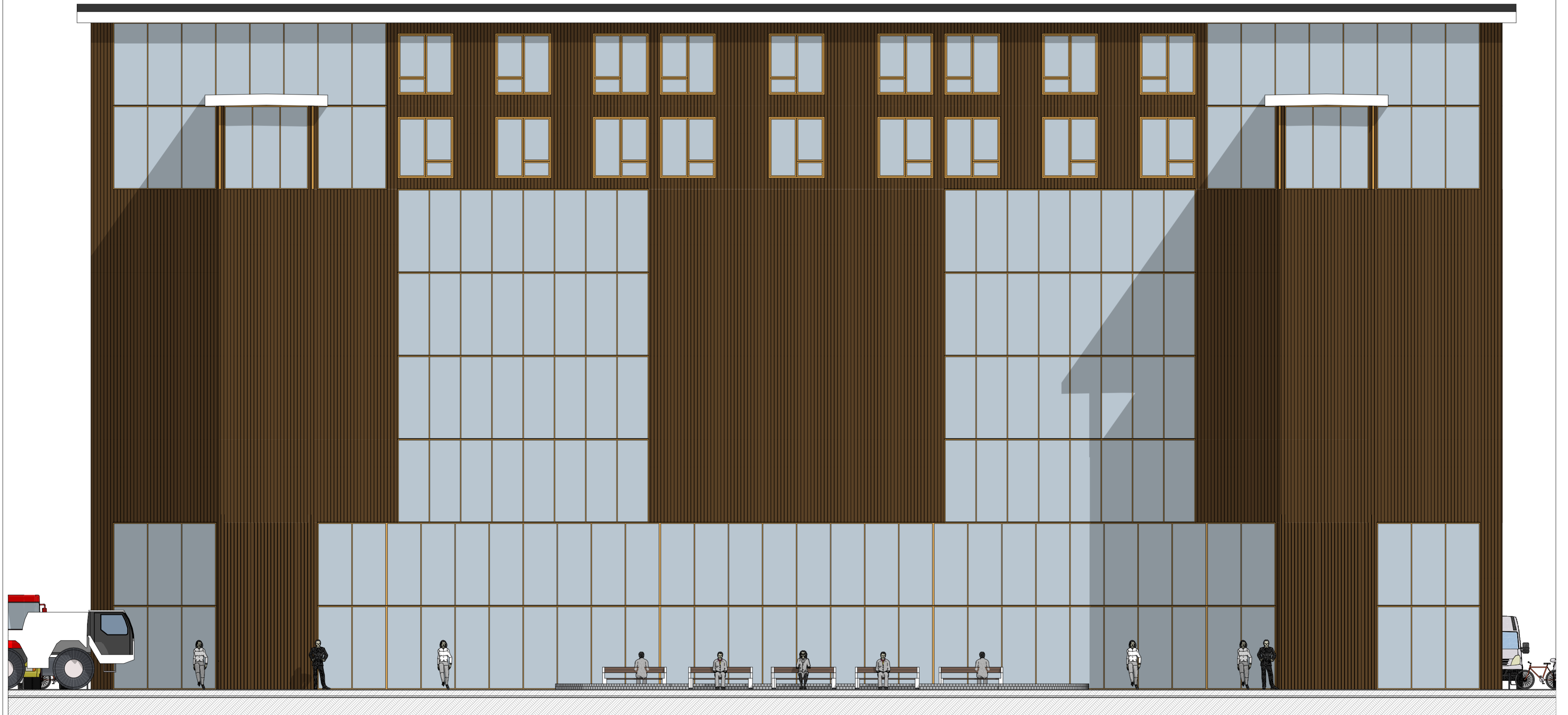


Dato: 24.05.2021

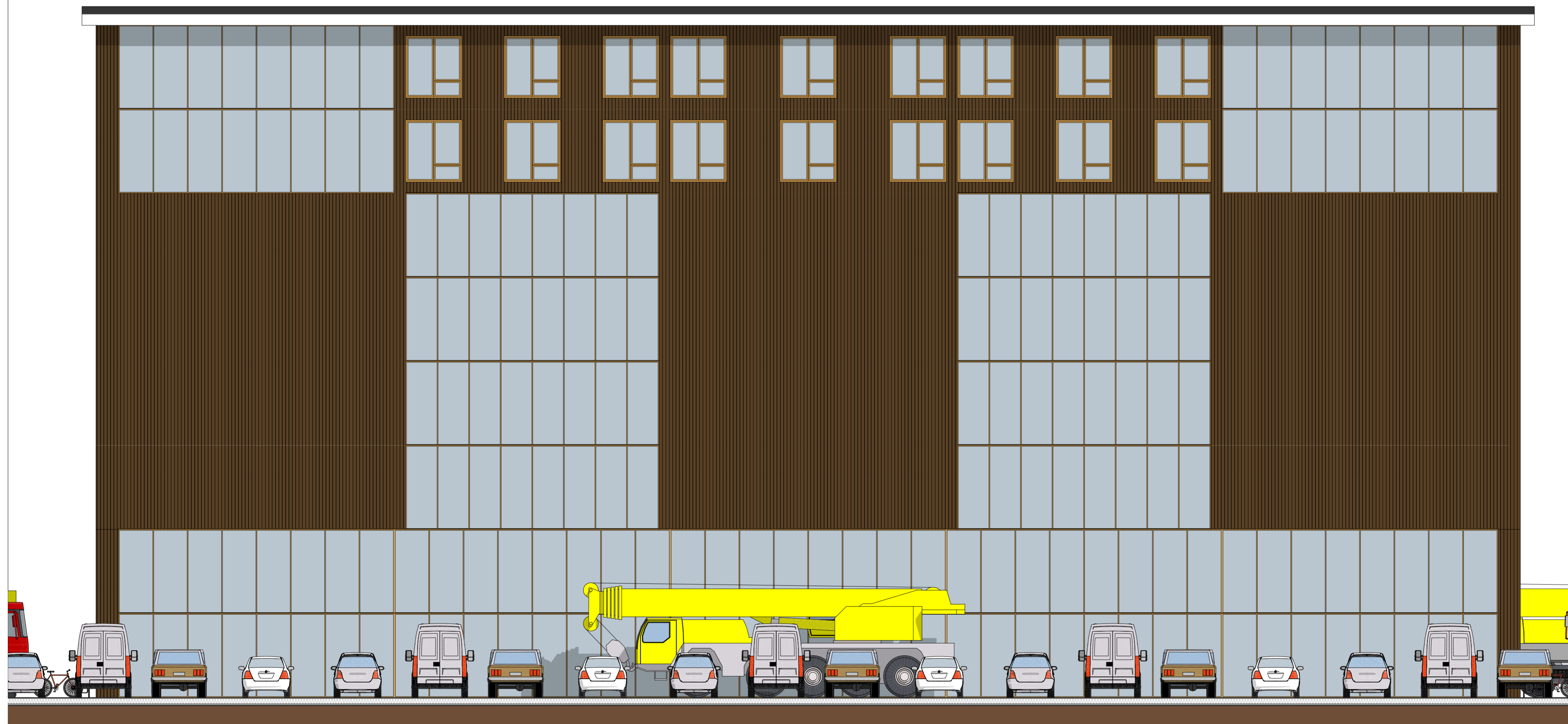
Tegning: Snitt Lengde Målsatt



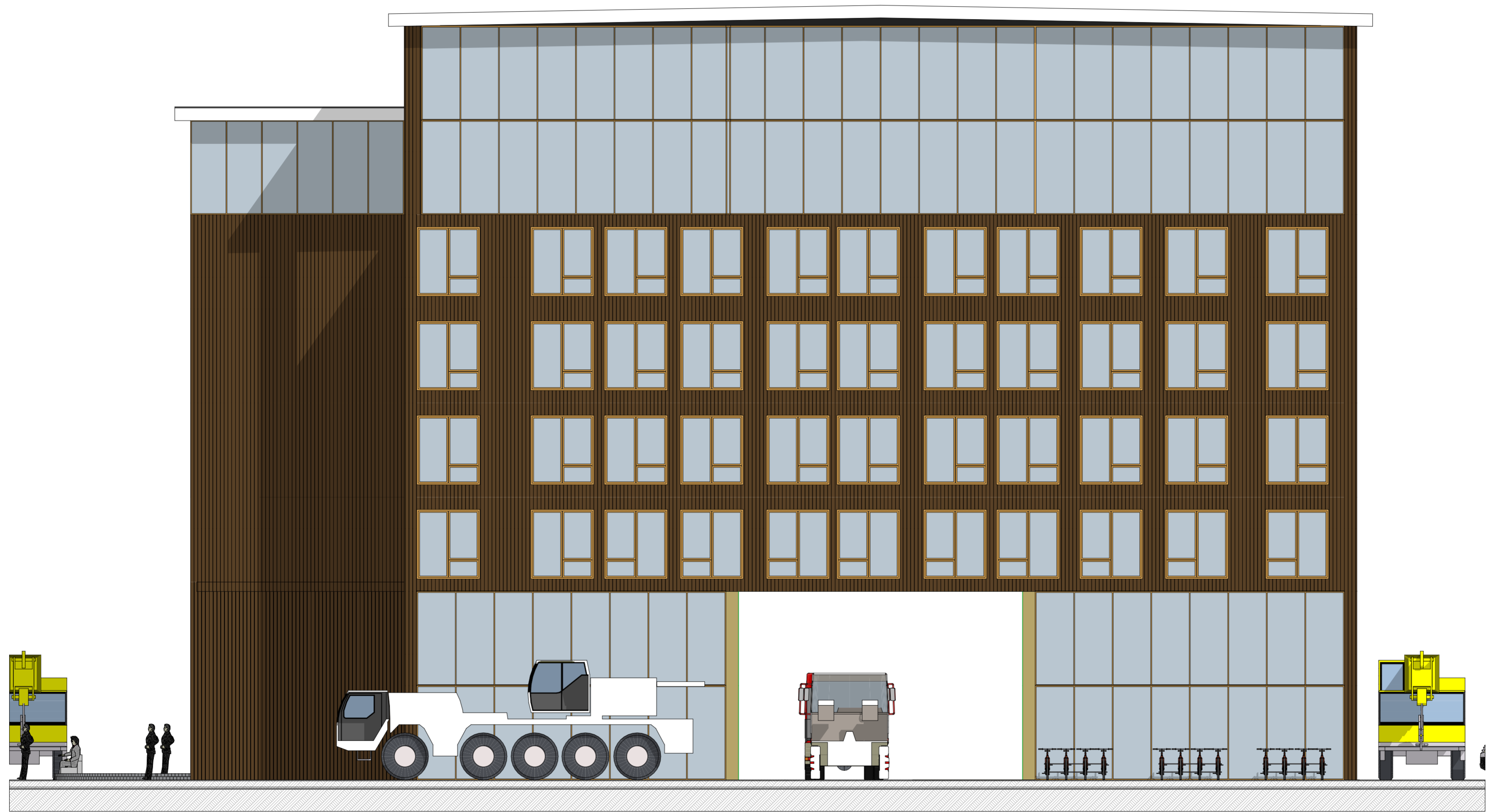
Snittvisning: 	Nordpil Plan 	Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	 Dato 24.05.2021
		Tegningsnr.: 4.1.1.2.2	Målestokk 1:100	
		Tegning: Snitt Kortsidre Målsatt		



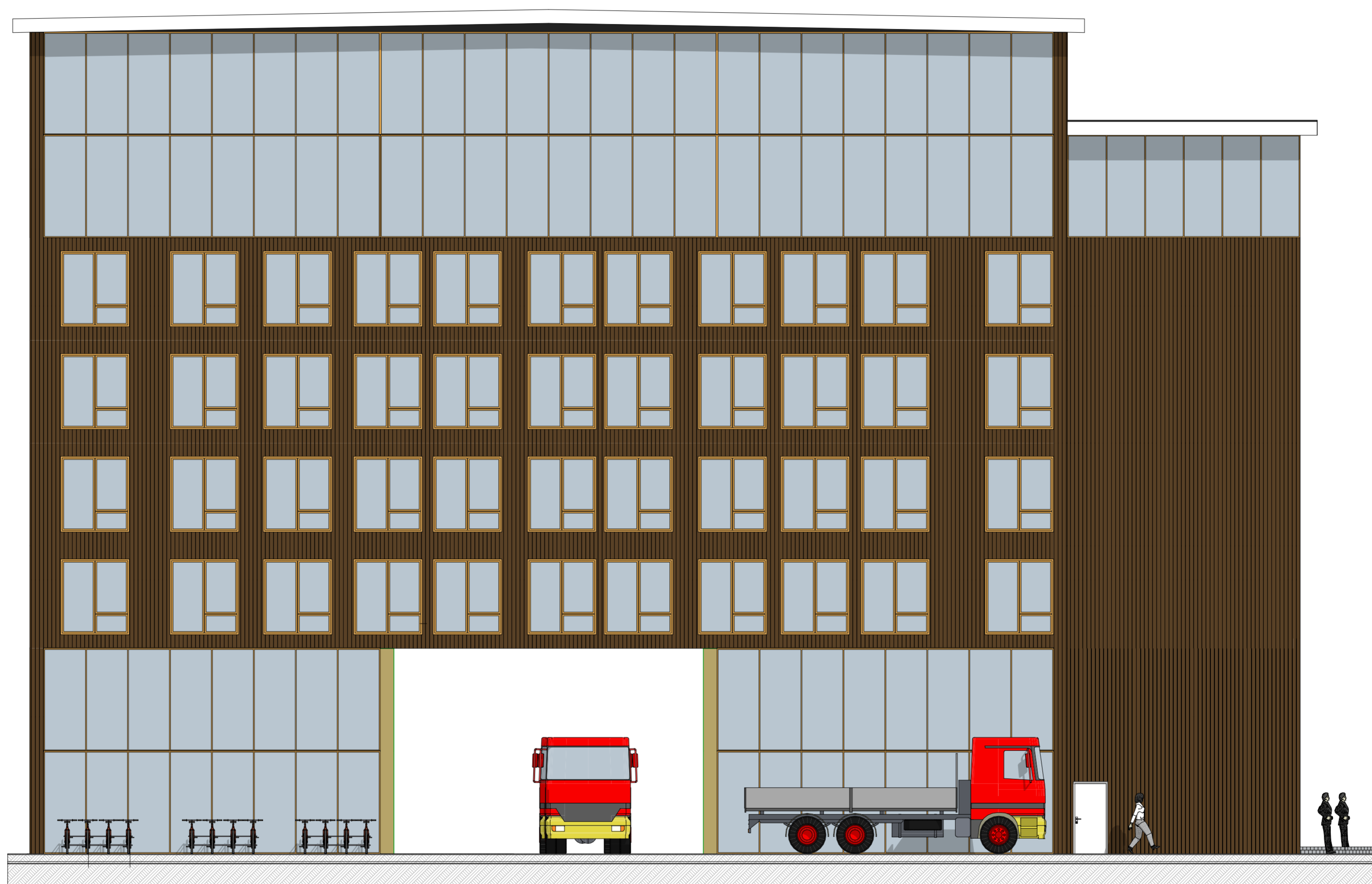
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.2.1	Målestokk: 1:100	Dato: 23.05.2021
Tegning: Fasade Nord		



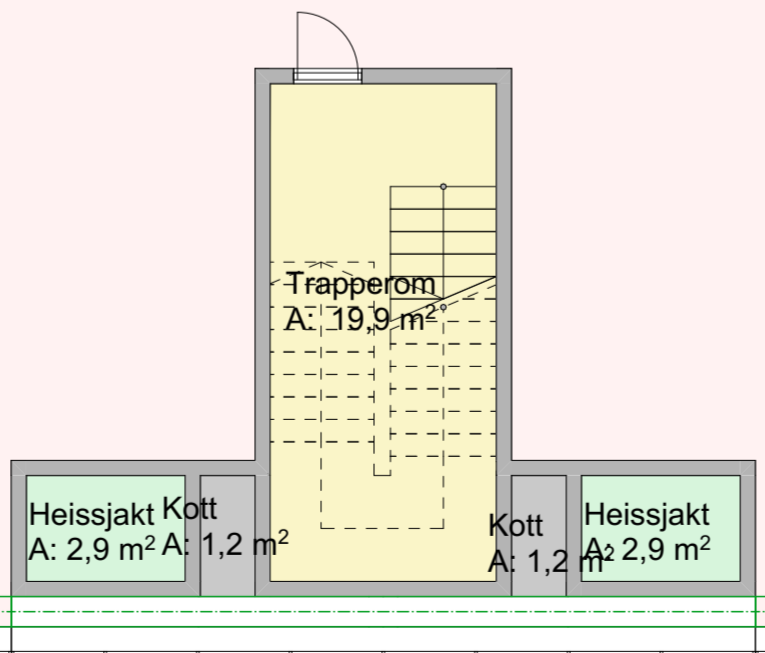
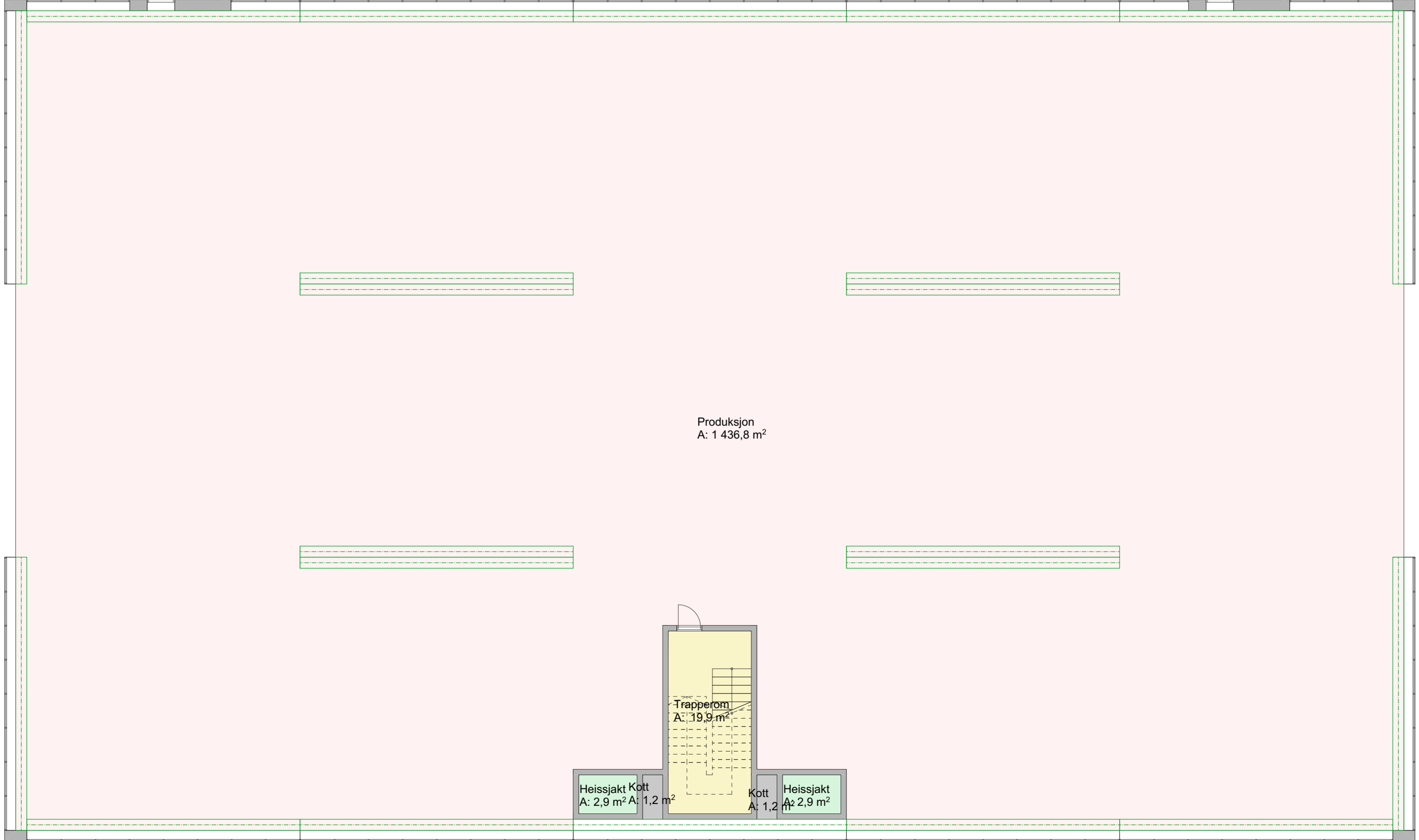
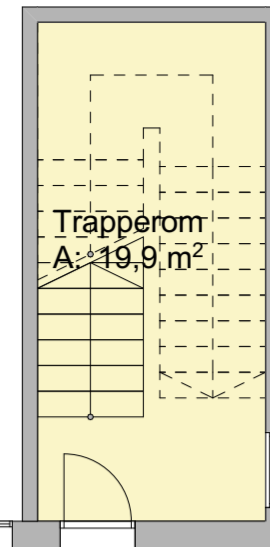
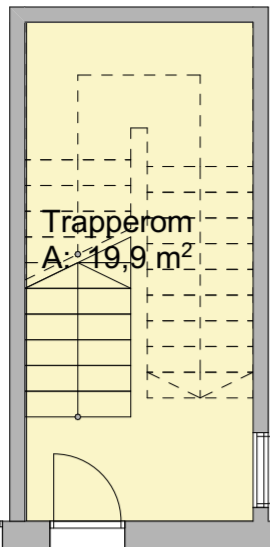
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.2.2	Målestokk: 1:100	Dato: 23.05.2021
Tegning: Fasade Sør		



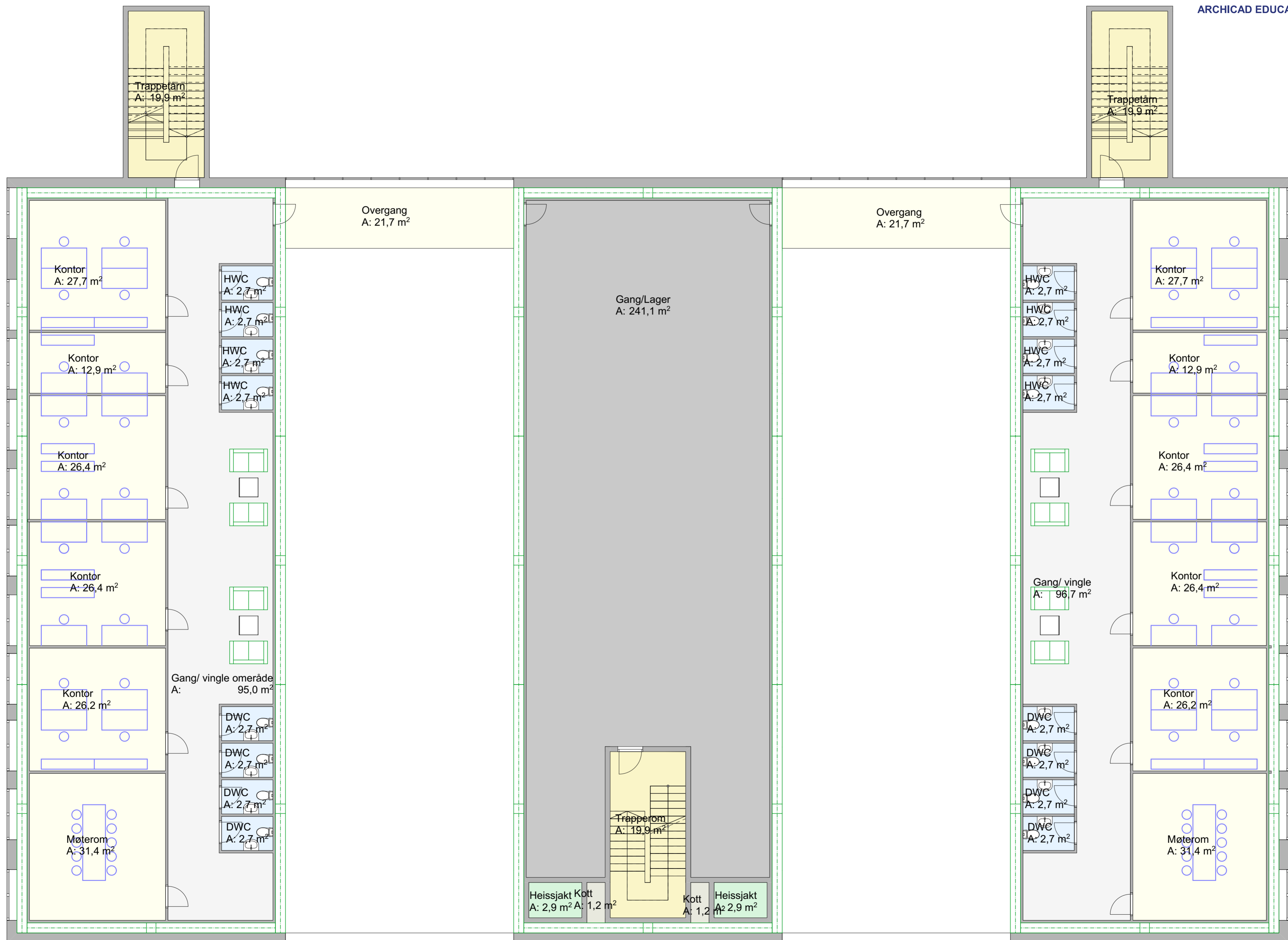
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.2.3	Målestokk 1:100	Dato 23.05.2021
Tegning: Fasade Vest		



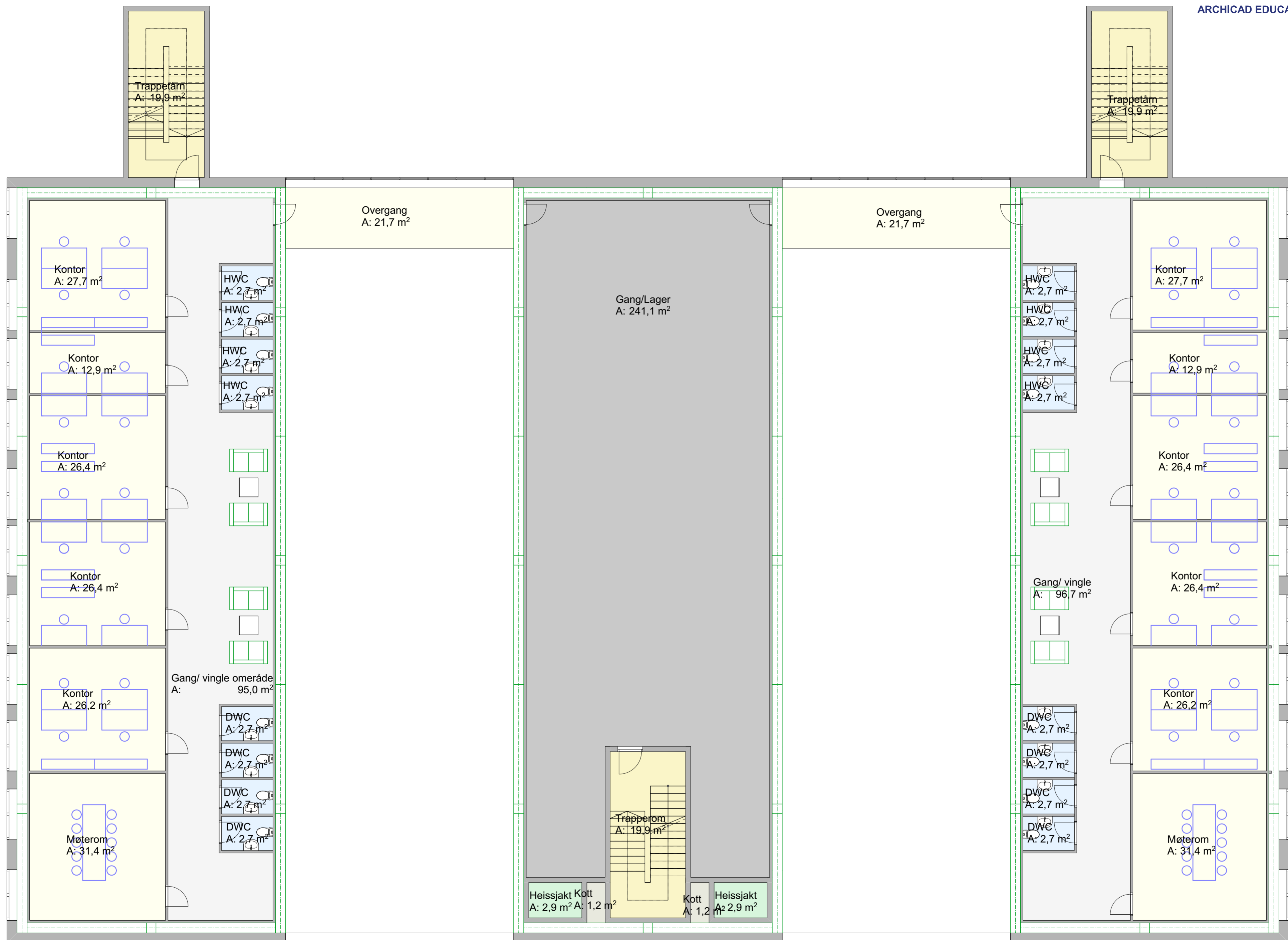
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.2.4	Målestokk 1:100	Dato 23.05.2021
Tegning: Fasade Øst		



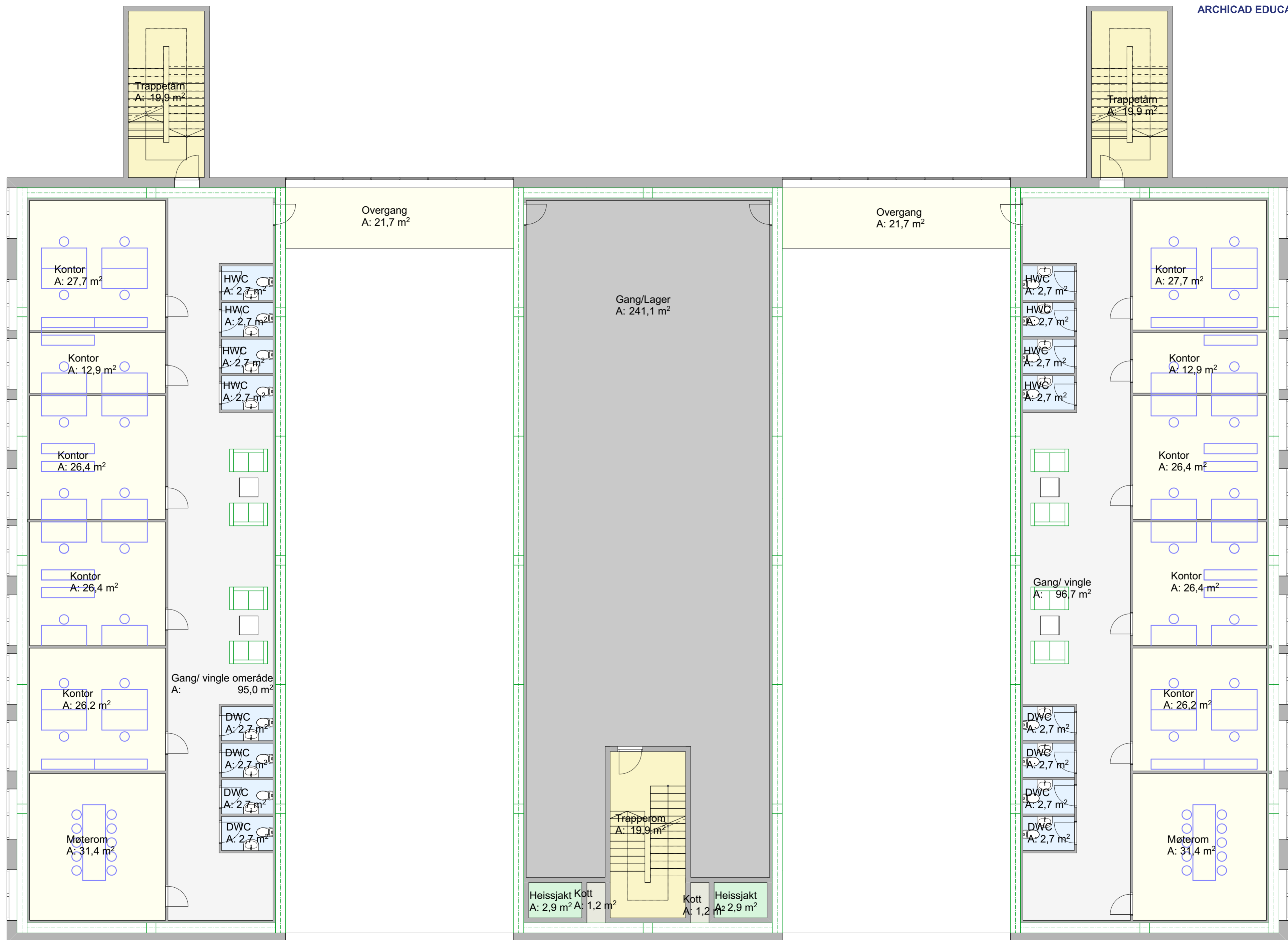
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	 Dato 24.05.2021
Tegningsnr.: 4.1.3.1	Målestokk 1:100	
Tegning: 1. Etasje Areal		



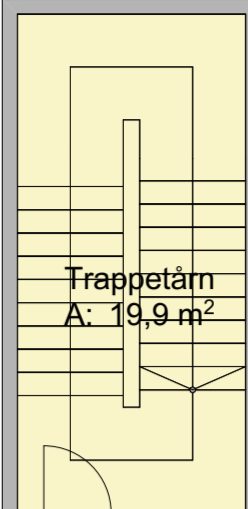
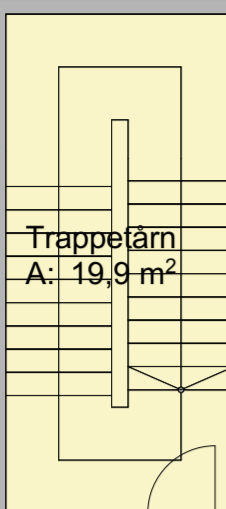
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	 Dato 24.05.2021
Tegningsnr.: 4.1.3.2	Målestokk 1:100	
Tegning: 2. Etasje Areal		



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnå	 Dato 24.05.2021
Tegningsnr.: 4.1.3.3	Målestokk 1:100	
Tegning: 3. Etasje Areal		



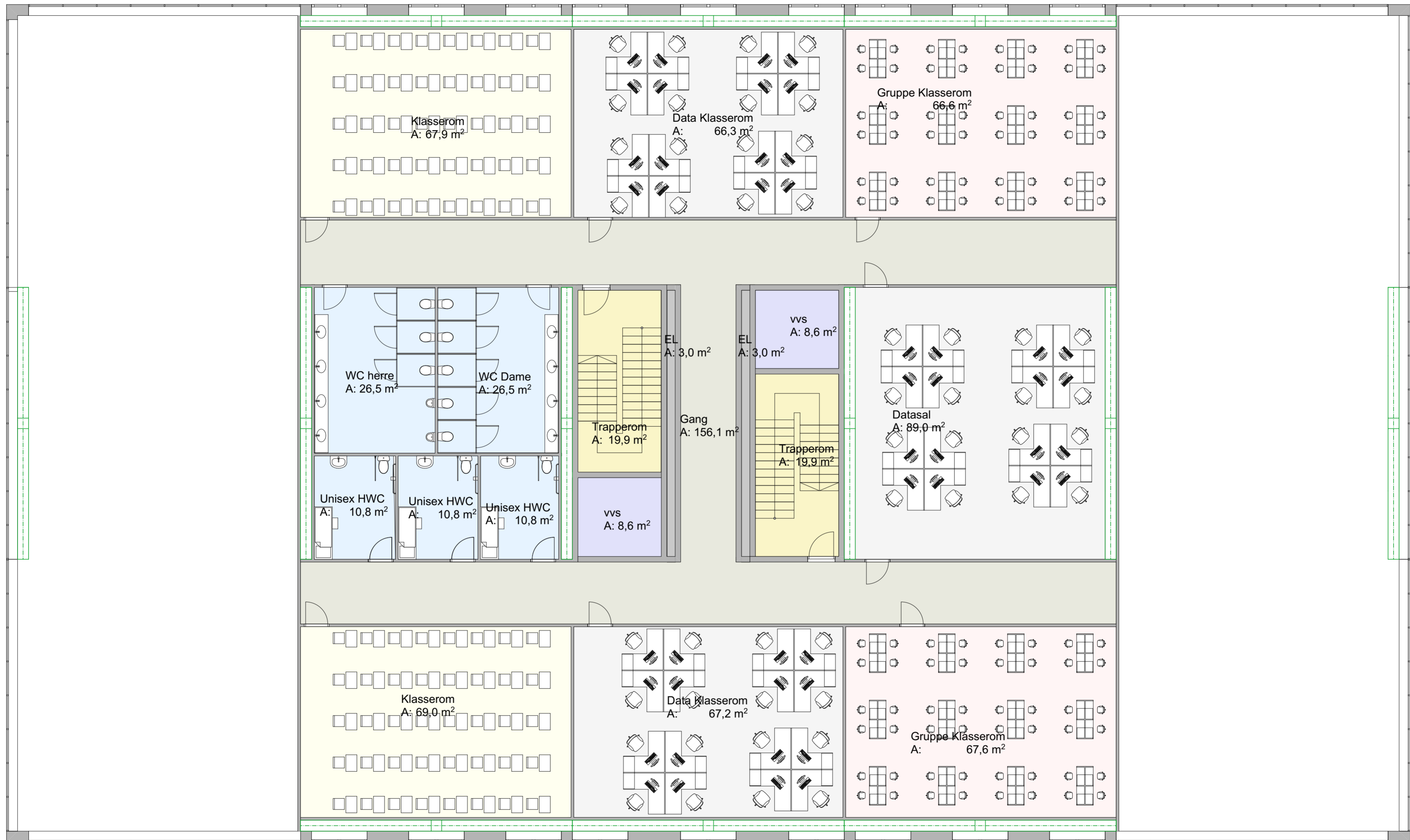
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad		
Tegningsnr.: 4.1.3.4	Målestokk: 1:100		Dato: 24.05.2021
Tegning: 4. Etasje Areal			



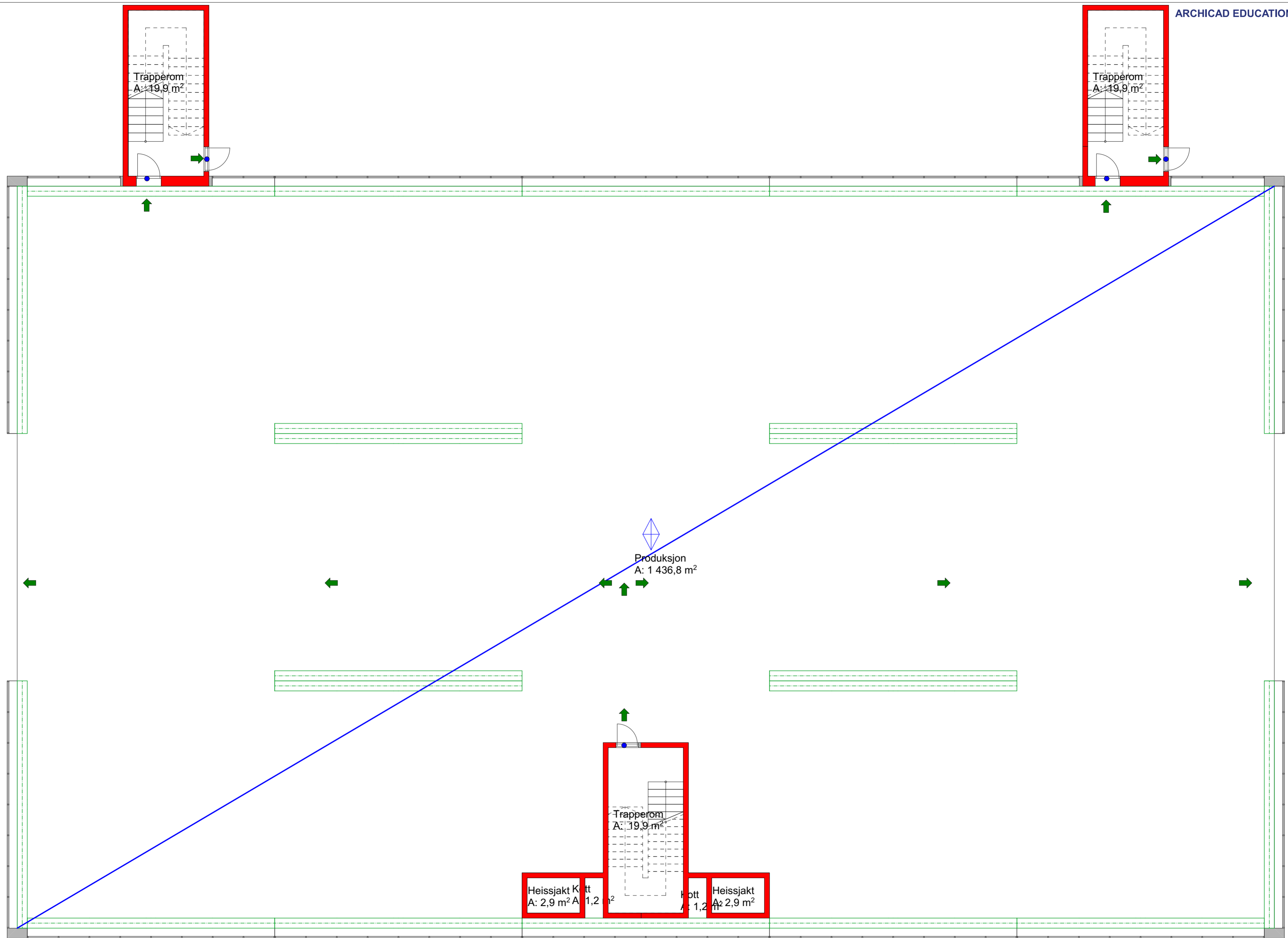
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	 Dato 24.05.2021
Tegningsnr.: 4.1.3.5	Målestokk 1:100	
Tegning: 5. Etasje Areal		



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.3.6	Målestokk 1:100	
Tegning: 6. Etasje Areal		Dato 24.05.2021



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.3.7	Målestokk 1:100	Dato 24.05.2021
Tegning: 7. Etasje Areal		



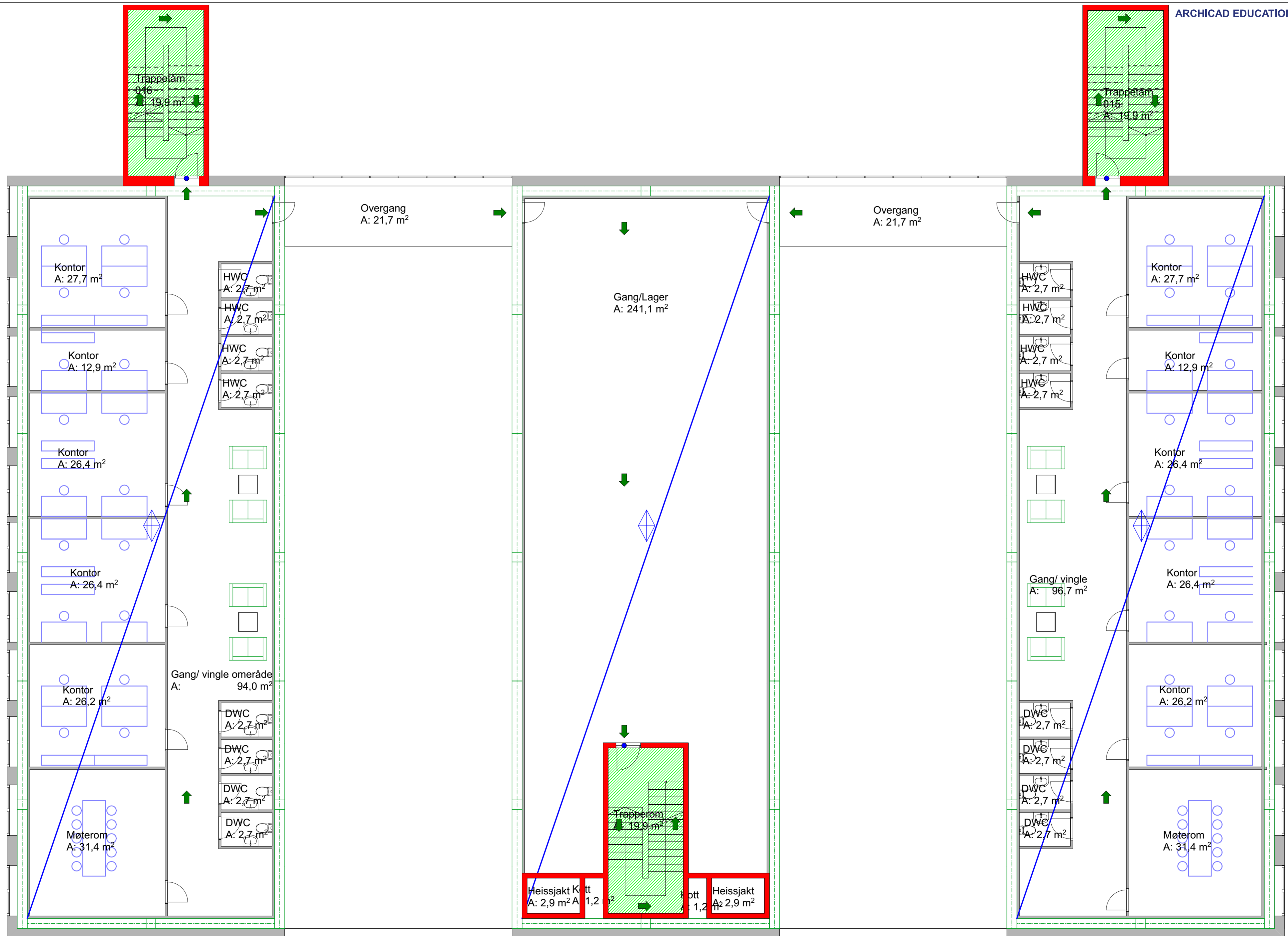
Symbolforklaring:

- Rømningsretning
- Branncellevegg EI 60 A2-s1,d0 (A60)
- Ubrennbar isolasjon
- Branndør (B30)
- Rømningsvei
- Brennbar isolasjon
- Sprinklet

Merknad:
Brannklasse 3



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad		
Tegningsnr.: 4.1.4.1.1	Målestokk: 1:100	Dato: 24.05.2021	
Tegning: 1. Etasje Brann			



Symbolforklaring:

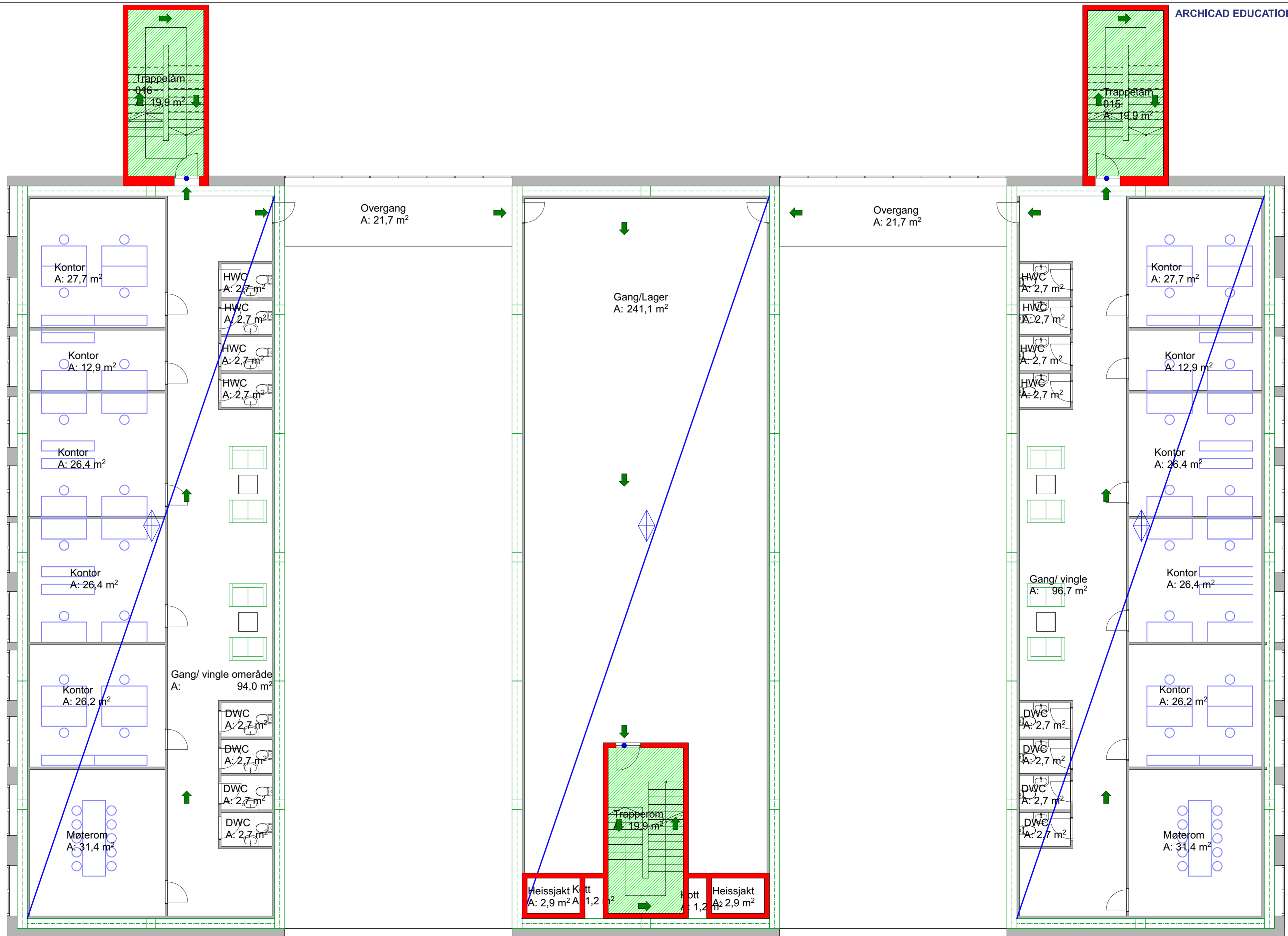
- ➔ Rømningsretning
- Branncellevegg EI 60 A2-s1,d0 (A60)
- Ubrennbar isolasjon
- Branndør (B30)
- ➔ Rømningsvei
- Brennbar isolasjon
- ◆ Sprinklet

Merknad:

Brannklasse 3



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.4.1.2	Målestokk: 1:100		Dato: 24.05.2021
Tegning: 2. Etasje Brann		



Symbolforklaring:

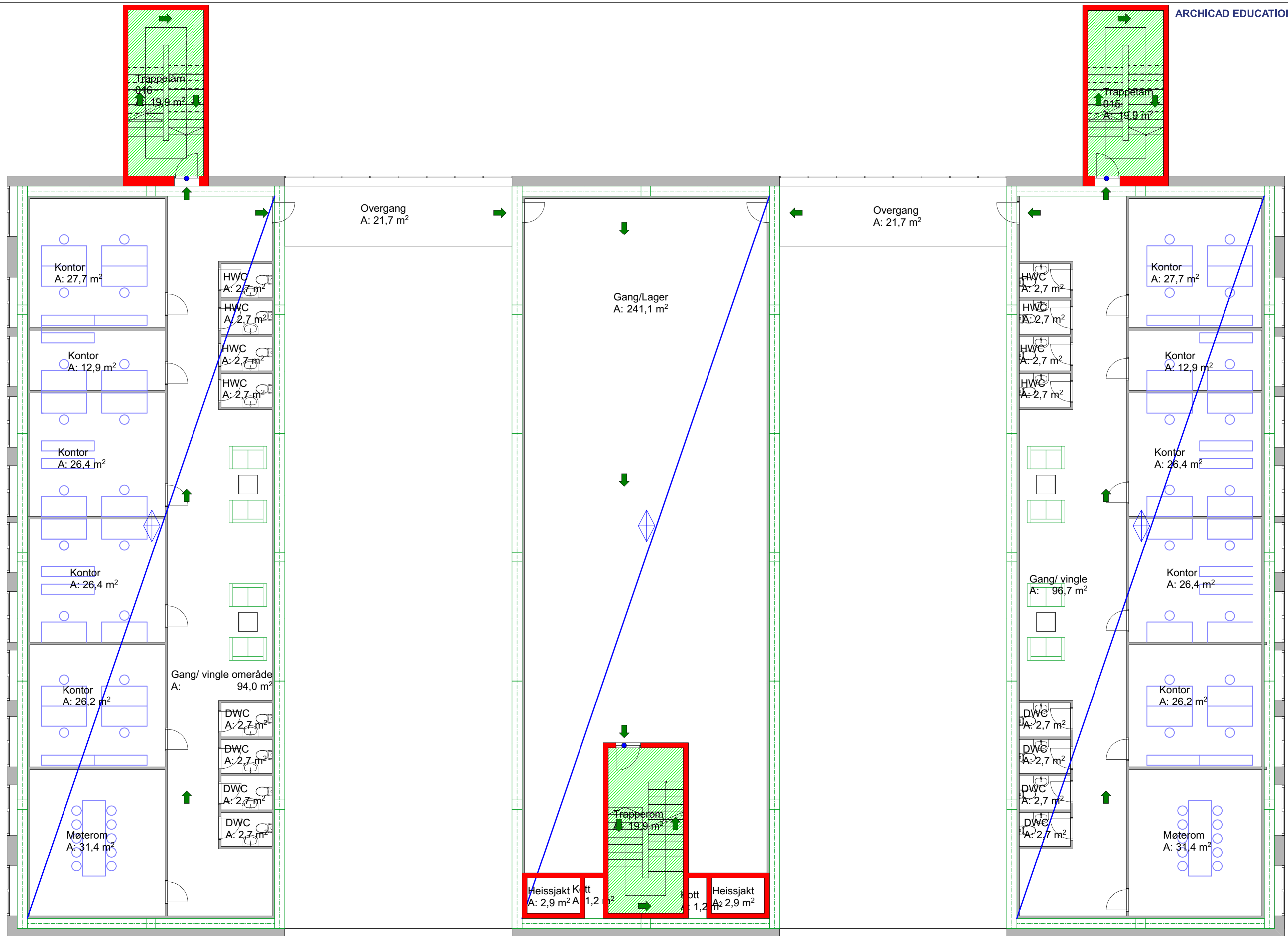
- Rømmingsretning
- Branncellevegg EI 60 A2-s1,d0 (A60)
- Ubrennbar isolasjon
- Branndør (B30)
- Rømmingsvei
- Brennbar isolasjon
- Sprinklet

Merknad:

Brannklasse 3



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.4.1.3	Målestokk: 1:100	Dato: 24.05.2021
Tegning: 3. Etasje Brann		



Symbolforklaring:

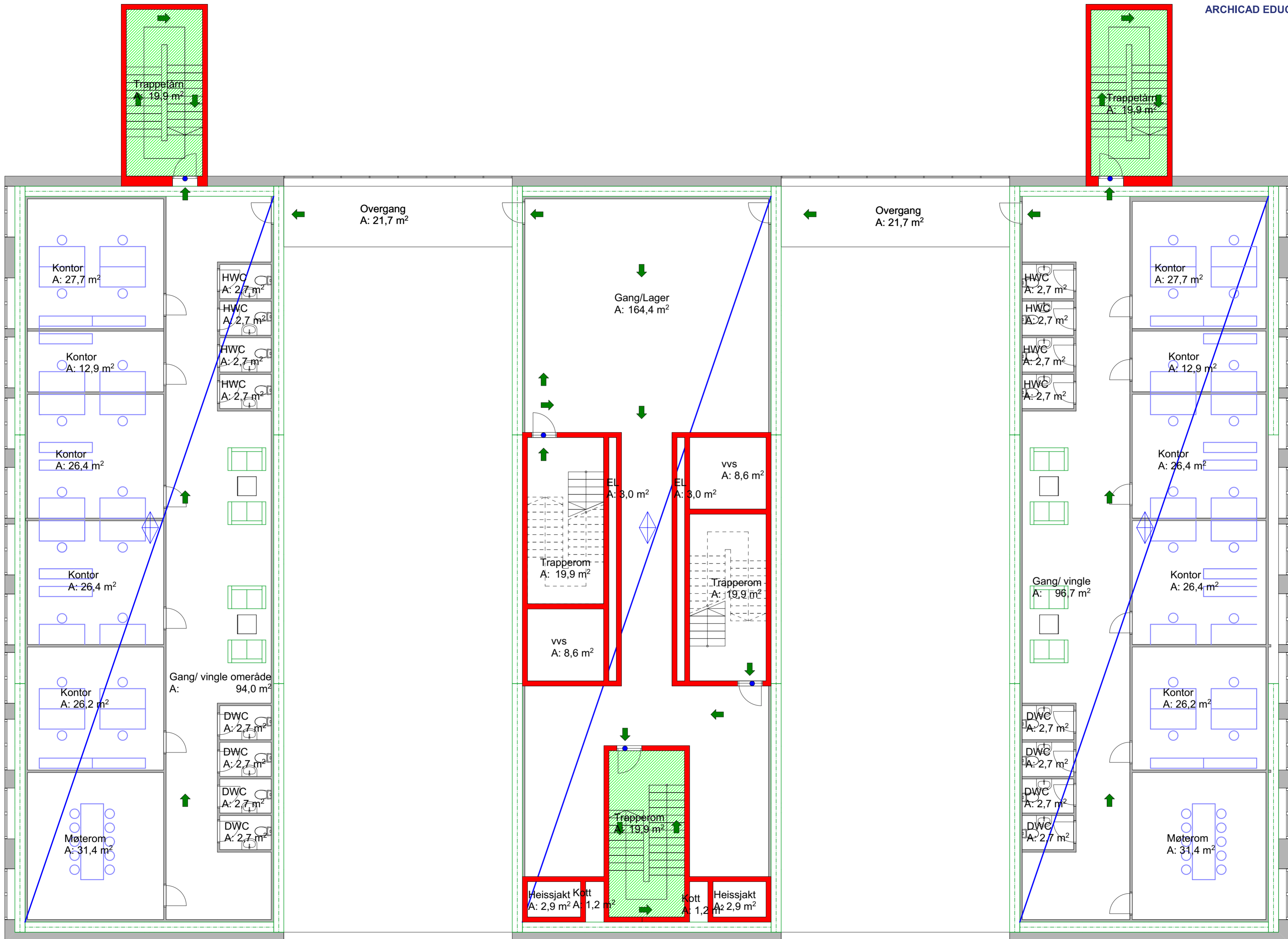
- ➔ Rømmingsretning
- Branncellevegg EI 60 A2-s1,d0 (A60)
- Ubrennbar isolasjon
- Brannjør (B30)
- ➔ Rømmingsvei
- Brennbar isolasjon
- ◆ Sprinklet

Merknad:

Brannklasse 3



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad		
Tegningsnr.: 4.1.4.1.4	Målestokk: 1:100		Dato: 24.05.2021
Tegning: 4. Etasje Brann			



Symbolforklaring:

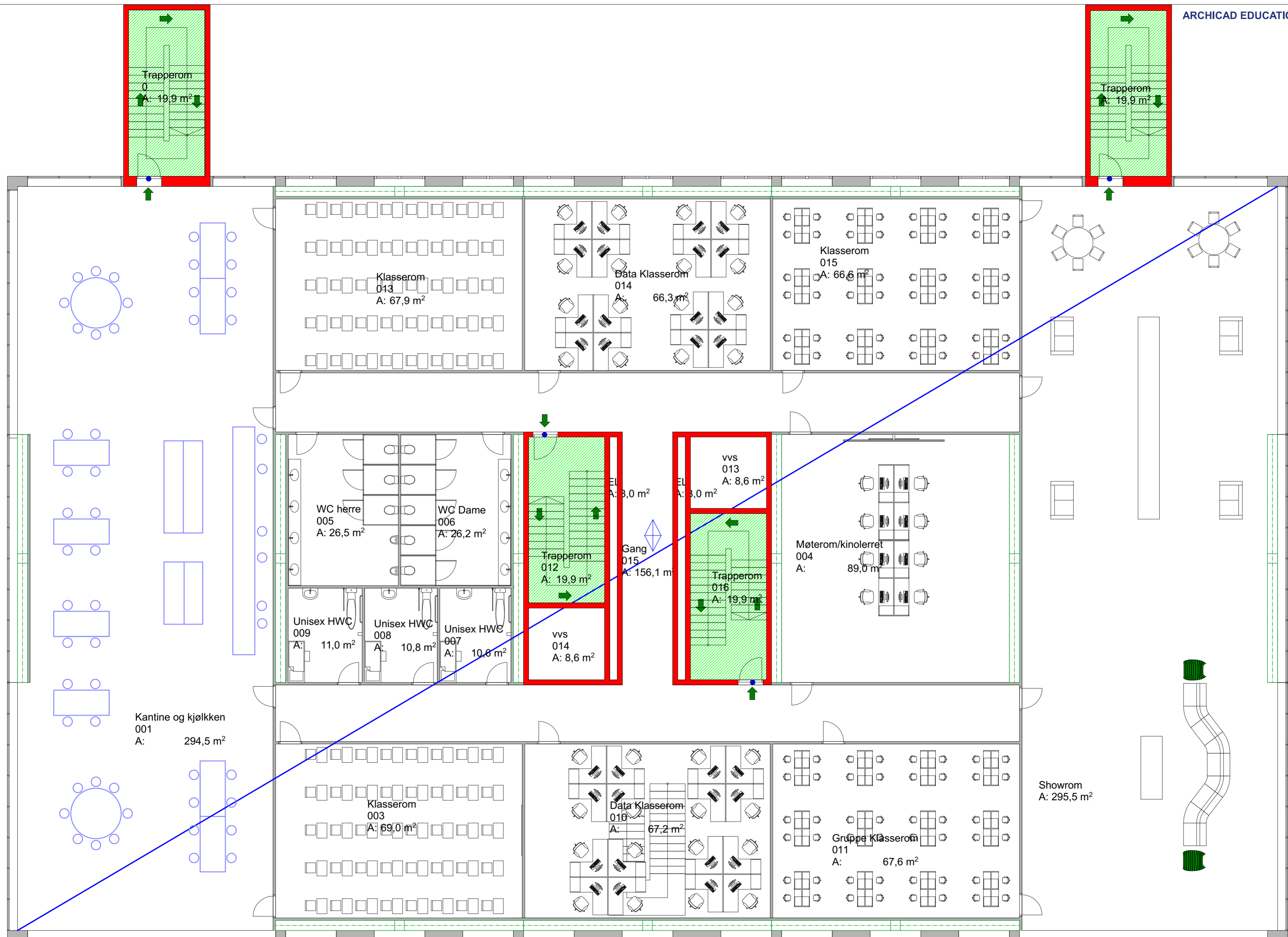
- ➔ Rømningsretning
- Branncellevegg EI 60 A2-s1,d0 (A60)
- Ubrennbar isolasjon
- Branndør (B30)
- Rømningsvei
- Brennbar isolasjon
- ◆ Sprinklet

Merknad:

Brannklasse 3



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnå	
Tegningsnr.: 4.1.4.1.5	Målestokk: 1:100		Dato: 24.05.2021
Tegning: 5. Etasje Brann		



Symbolforklaring:

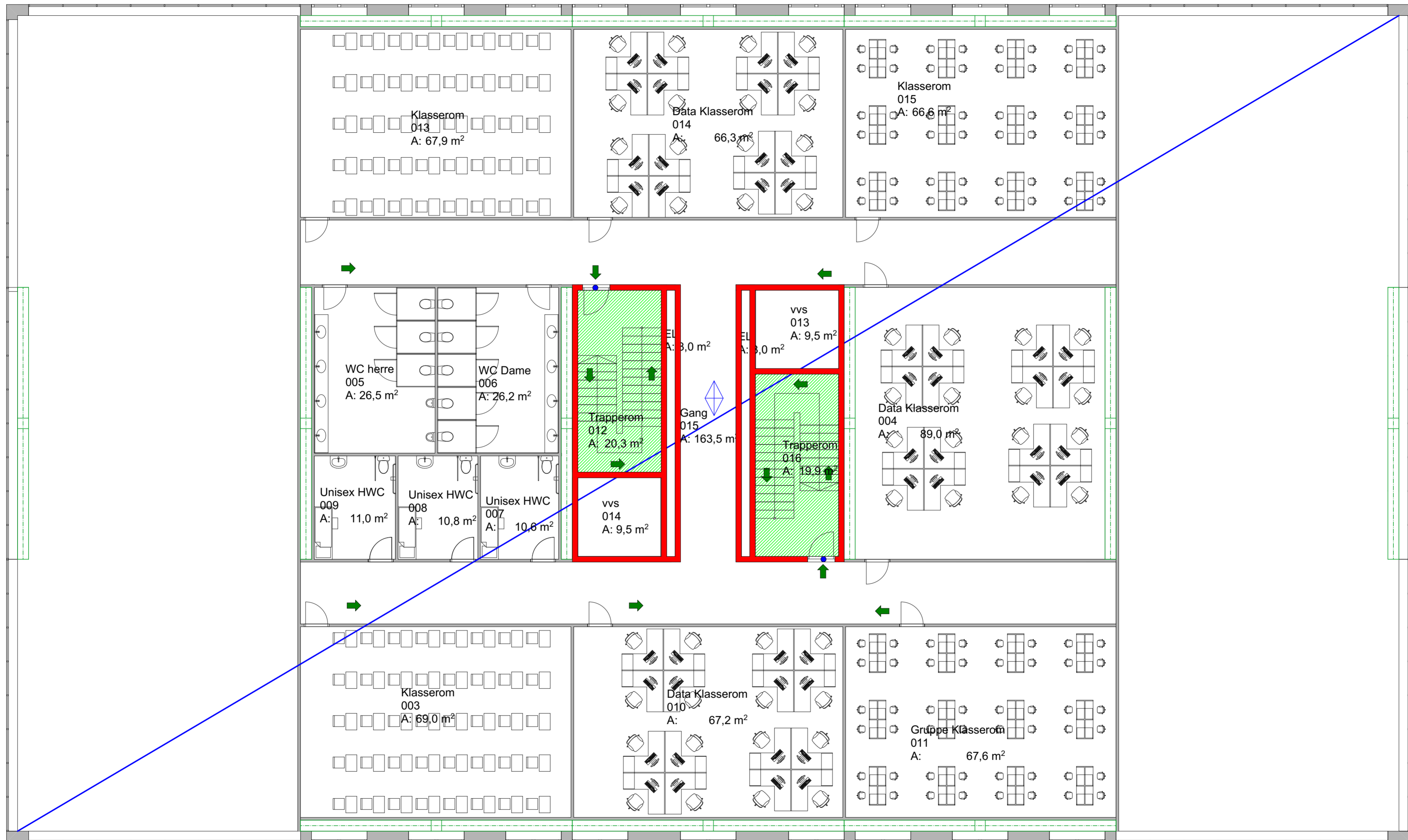
- Rømningsretning
- Branncellevegg EI 60 A2-s1,d0 (A60)
- Ubrennbar isolasjon
- Branndør (B30)
- Rømningsvei
- Brennbar isolasjon
- Sprinklet

Merknad:

Brannklasse 3



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad		
Tegningsnr.: 4.1.4.1.6	Målestokk: 1:100	Dato: 24.05.2021	
Tegning: 6. Etasje Brann			



Symbolforklaring:

- Rømningsretning
- Branncellevegg EI 60 A2-s1,d0 (A60)
- Ubrennbar isolasjon
- Branndør (B30)
- Rømningsvei
- Brennbar isolasjon
- Sprinklet








Merknad:
Brannklasse 3



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.4.1.7	Målestokk: 1:100	Dato: 24.05.2021
Tegning: 7. Etasje Brann		



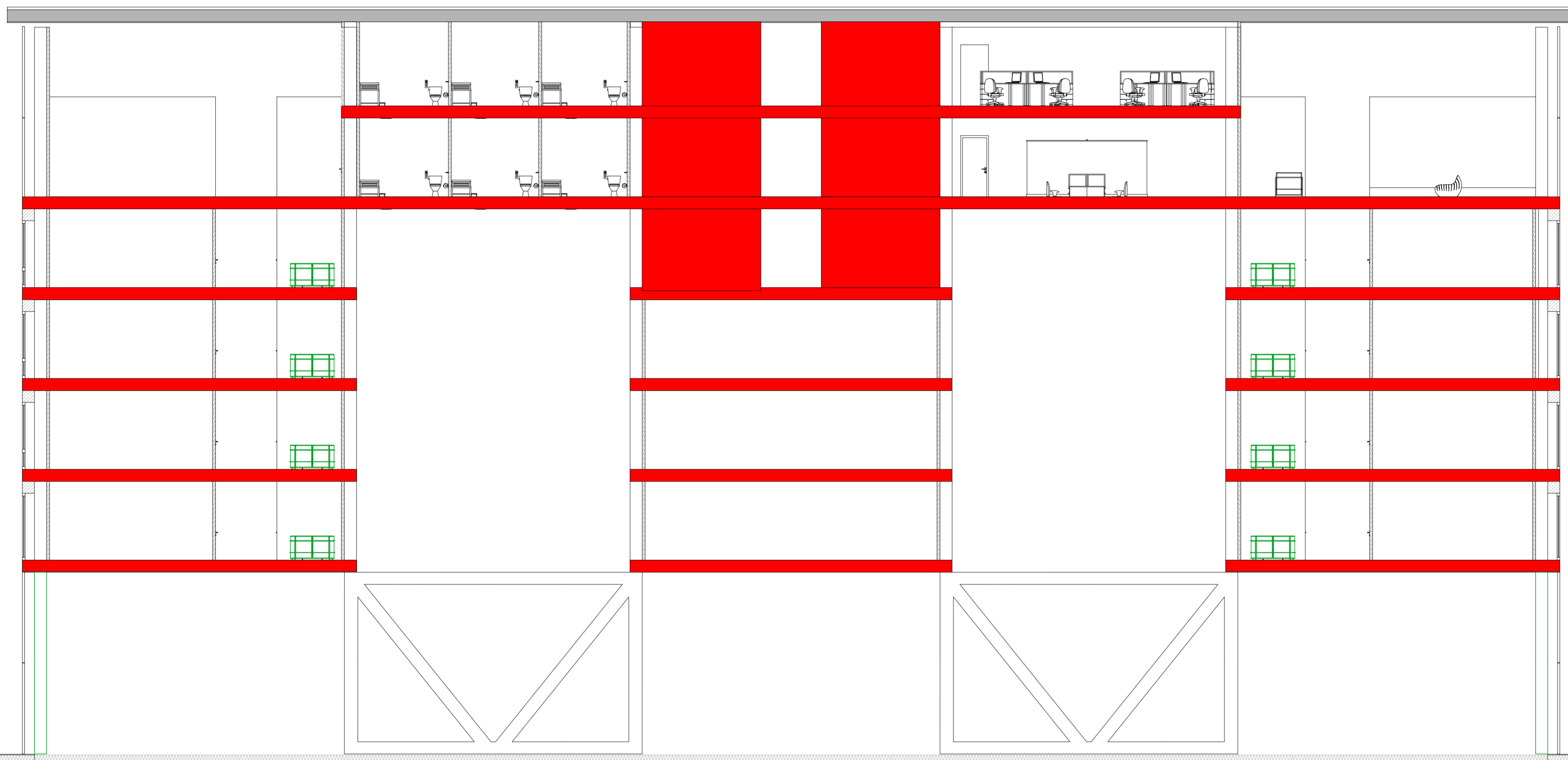
Symbolforklaring:

-  Rømningsretning
-  Branncellevegg EI 60 A2-s1,d0 (A60)
-  Ubrennbar isolasjon
-  Brannjør (B30)
-  Rømningsvei
-  Brennbar isolasjon
-  Sprinklet








Merknad:
Brannklasse 3



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.4.1.8	Målestokk: 1:100	Dato: 24.05.2021
Tegning: Takplan Brann		



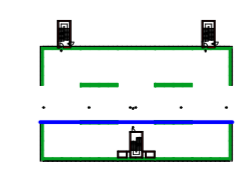
Symbolforklaring:

-  Rømningsretning
-  Branncellevegg EI 60 A2-s1,d0 (A60)
-  Ubrennbar isolasjon
-  Brannjør (B30)
-  Rømningsvei
-  Brennbar isolasjon
-  Sprinklet

Merknad:

Brannklasse 3
 Snitt tatt midt i trapesjakt/branncelle fra 5. til 7. etasje

Snittvisning:



Nordpil Plan



Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.4.2.1	Målestokk: 1:100	Dato: 24.05.2021
Tegning: Snitt Lengde Brann		

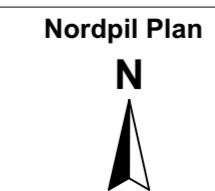
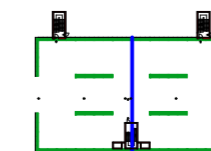


Symbolforklaring:

- ➔ Rømningsretning
- Branncellevegg EI 60 A2-s1,d0 (A60)
- Ubrennbar isolasjon
- Branndør (B30)
- Rømningsvei
- Brennbar isolasjon
- ◆ Sprinklet

Merknad:
Brannklasse 3

Snittvisning:



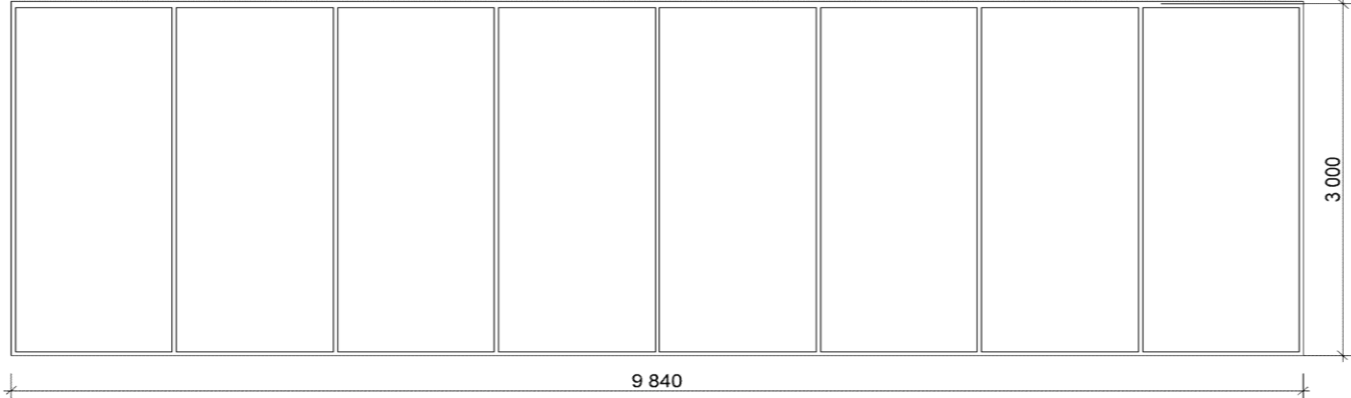
Bachelorgruppe: 41	Tegnet av: Sindre Bjellnad	
Tegningsnr.: 4.1.4.2.2	Målestokk: 1:100	Dato: 24.05.2021
Tegning: Snitt Kortsid Brann		

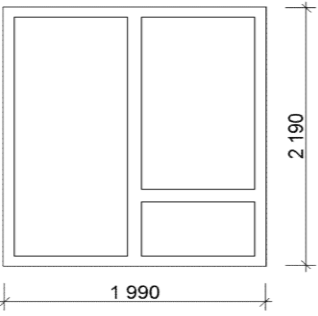
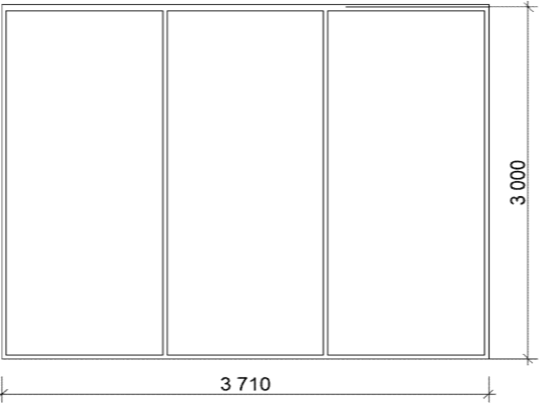
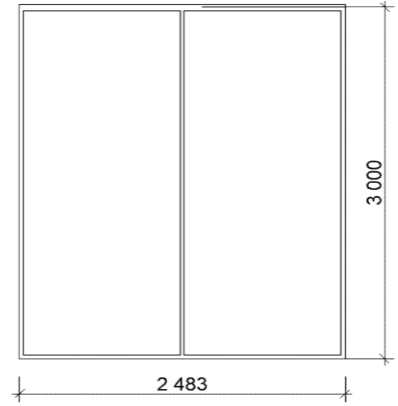


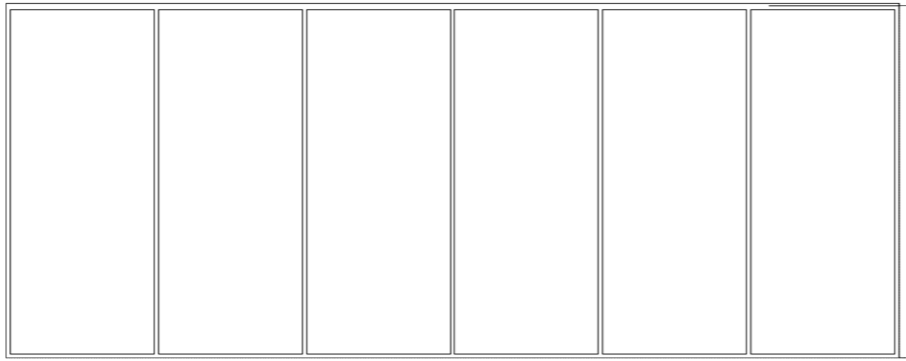
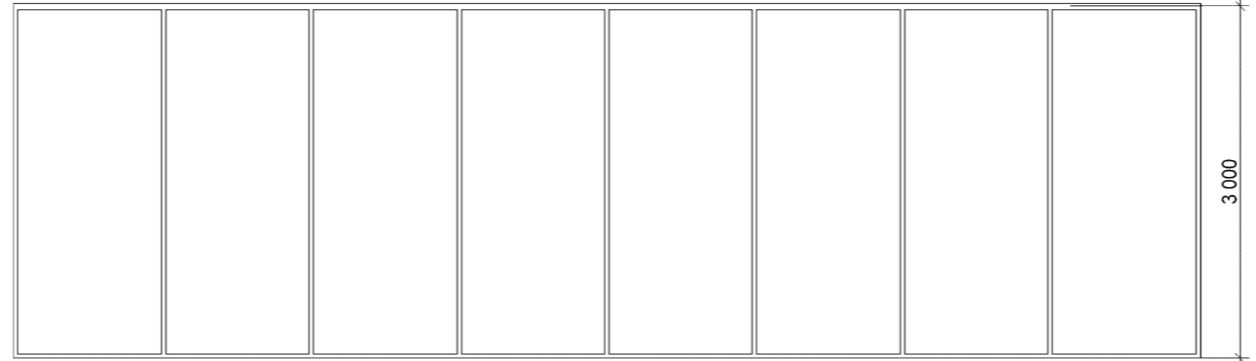






VINDUSKJEMA					
ID	Vindu 1				
Antall	42				
Rev. ID	<Undefined>				
Endringsnr.					
					
Størrelse	<table border="1"> <tr> <td>B=</td> <td>9840</td> </tr> <tr> <td>H=</td> <td>3000</td> </tr> </table>	B=	9840	H=	3000
B=	9840				
H=	3000				
Brannklasse					
Lydkrav					
U-verdi					
Funksjon					
Glass					
Glasslister					
Glassareal	27,999				
Hengsler					
Karm					
Overflate karm					
Overflate anslagside					
Overflate hengselside					
Ramme					
Overlate ramme					
Låskasse					
Håndtak					
Overflate håndtak					
Tilleggslys					
Produsent					
Anmerkning					
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Vindu multi-rams horisontalt				

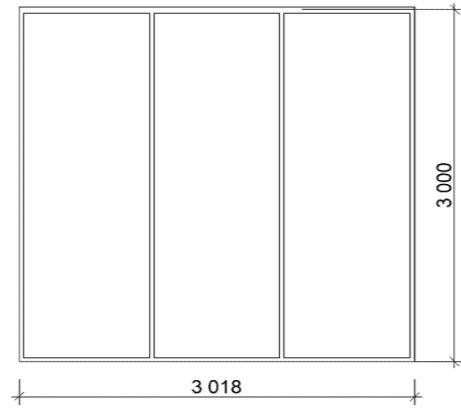
Vindu 2	Vindu 3	Vindu 4
124	6	6
<Undefined>	<Undefined>	<Undefined>
		
1990	3710	2483
2190	3000	3000
3,388	10,498	6,995
Vindu med sidefelt	Vindu multi-rams horisontalt	Vindu multi-rams horisontalt

Vindu 5	Vindu 6
4	16
<Undefined>	<Undefined>
 <p>6 800</p>	 <p>9 040</p> <p>3 000</p>
6800	9040
3000	3000
19,273	25,652
Vindu multi-rams horisontalt	Vindu multi-rams horisontalt

Vindu 7

2

<Undefined>

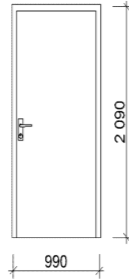
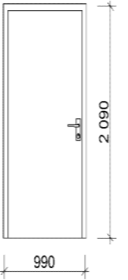
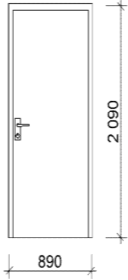
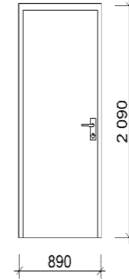


3018

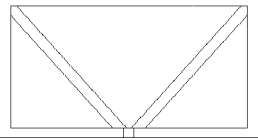
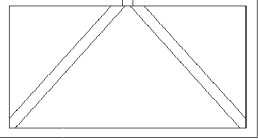
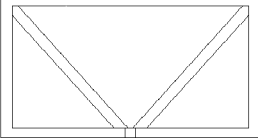
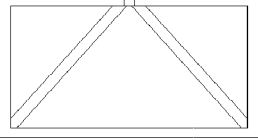

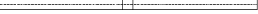

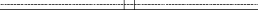
3000

8,468

Vindu multi-rams horisontalt

DØRSKJEMA				
ID	Brannør B30	Brannør B30	Innerør	innerør
Slagretning	H	V	H	V
Åpningstype	Sidehengslet	Sidehengslet	Sidehengslet	Sidehengslet
Antall	13	13	76	89
Rev. ID	<Undefined>	<Undefined>	<Undefined>	<Undefined>
Endringsnr.				
				
Størrelse	B=	990	990	890
	H=	2090	2090	2090
Brannklasse				
Lydkrav				
U-verdi				
Funksjon				
Terskel	-	-	-	-
Glass				
Glassareal	0	0	0	0
Hengsler				
Karm				
Overlate karm				
Dørblad				
Overflate anslagside				
Overflate hengselside				
Låskasse				
Håndtak				
Overflate håndtak				
Tilleggslys				
Produsent				
Anmerkning				
<i>Kun for sortering i BIM-program</i>	Type 1	Type 1	Type 1	Type 1

SKJEMA KJØKKEN

Bygningsdel	222- Søyler	222- Søyler	222- Søyler	222- Søyler
Etasje	1. Etasje	2. Etasje	4. Etasje	6. Etasje
Romnr.				
Romnavn				
ID	Bærende Konstruksjon	Bærende Konstruksjon	Bærende Konstruksjon	Bærende Konstruksjon
Antall	22	24	24	12
Rev. ID	<Undefined>	<Undefined>	<Undefined>	<Undefined>
Endringsnr.				
				
				
Skrogbredde	9840	9840	9840	9840
Skrogdybde	400	400	400	400
Skrogøyde	6000	6000	6000	6000
Materiale	---	---	---	---
Benkeplate materiale	---	---	---	---
Dortype	---	---	---	---
Dermmateriale	---	---	---	---
Skuffmateriale	---	---	---	---
Antall hyller	---	---	---	---
Sokkeltype	---	---	---	---
Sokkeløyde	---	---	---	---
Sokkel materiale	---	---	---	---
Håndtaktype	---	---	---	---
Håndtaksmateriale	---	---	---	---
Vask	---	---	---	---
Blandebatteri	---	---	---	---
Inventar nr.				
Tilbehør				
Plassering				
Produsent				
Produsert år				
Serie nr.				
Vekt	0	0	0	0
Pris	0	0	0	0
Notater				

LISTE BJELKER TIL BJELKELAG ETTER ETASJE

Etasje	ID	Materialer i sjikt	Quantity	Length	Brann	U-verdi	Bredde	Høyde	Areal	Bygningsdel
--------	----	--------------------	----------	--------	-------	---------	--------	-------	-------	-------------

2. Etasje

Rennebubjelken	Tre	1	3387	EI60		538	400	6,79	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3390	EI60		558	400	6,94	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3624	EI60		920	400	10,3	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3625	EI60		920	400	10,31	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3628	EI60		1200	400	12,57	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	10640	EI60		720	400	48,82	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	50000	EI60		1200	400	323,04	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	3	3625	EI60		1200	400	37,68	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	4	3624	EI60		1200	400	50,23	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	60	10640	EI60		1200	400	2100,48	223- Bjelker
76									2 607,15 m²

3. Etasje

Rennebubjelken	Tre	1	3387	EI60		538	400	6,79	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3390	EI60		558	400	6,94	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3624	EI60		920	400	10,3	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3625	EI60		920	400	10,31	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3628	EI60		1200	400	12,57	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	10640	EI60		720	400	48,82	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	50000	EI60		1200	400	325,33	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	3	3625	EI60		1200	400	37,68	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	4	3624	EI60		1200	400	50,23	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	60	10640	EI60		1200	400	2100,48	223- Bjelker
76									2 609,45 m²

4. Etasje

Rennebubjelken	Tre	1	3387	EI60		538	400	6,79	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3390	EI60		558	400	6,94	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3624	EI60		920	400	10,3	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3625	EI60		920	400	10,31	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3628	EI60		1200	400	12,57	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	10640	EI60		720	400	48,82	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	50000	EI60		1200	400	324,29	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	3	3625	EI60		1200	400	37,68	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	4	3624	EI60		1200	400	50,23	223- Bjelker

Rennebubjelken	Tre	60	10640	EI60		1200	400	2100,48	223- Bjelker
76								2 608,41 m ²	

5. Etasje

Rennebubjelken	Tre	1	2001	EI60		1200	400	7,36	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3387	EI60		538	400	6,79	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3390	EI60		558	400	6,94	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3624	EI60		920	400	10,3	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3625	EI60		920	400	10,31	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3628	EI60		1200	400	12,57	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	4318	EI60		622	400	9,32	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	4320	EI60		622	400	9,33	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	4320	EI60		142	400	9,59	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	10640	EI60		720	400	48,82	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	50000	EI60		1200	400	324,33	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	3	3625	EI60		1200	400	37,68	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	4	3624	EI60		1200	400	50,23	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	8	2002	EI60		1200	400	58,94	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	51	10640	EI60		1200	400	1785,41	223- Bjelker
80								2 387,93 m ²	

6. Etasje

Rennebubjelken	Tre	1	2001	EI60		1200	400	7,36	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3918	EI60		622	400	8,51	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3920	EI60		622	400	8,51	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	50000	EI60		720	400	112,58	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	3918	EI60		142	400	8,72	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	20081	EI60		1200	400	130,44	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	8	2002	EI60		1200	400	58,94	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	15	50000	EI60		1200	400	2416,75	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	16	20080	EI60		1200	400	1043,46	223- Bjelker
47								3 795,27 m ²	

7. Etasje

Rennebubjelken	Tre	1	2001	EI60		1200	400	7,36	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3918	EI60		622	400	8,51	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	3920	EI60		622	400	8,51	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	1	29520	EI60		720	400	66,7	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	2	3918	EI60		142	400	8,72	223- Bjelker

Rennebubjelken	Tre	2	9841	EI60		1200	400	64,9	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	8	2002	EI60		1200	400	58,94	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	15	29520	EI60		1200	400	1431,36	223- Bjelker
Rennebubjelken	Tre	16	9840	EI60		1200	400	519,17	223- Bjelker





47

2 174,17 m²




		402		652093				16 182,38 m²	
--	--	-----	--	--------	--	--	--	--------------	--

LISTE TAK RENNEBUBJELKEN																	
Type	ID		Materialer i sjikt	Antall (takflater)	Tykkelse	Bredde	Høyde	Length	Vinkel	Areal overside	Areal underside	Volume	Brann	Lyd	U-verdi	Etasje	Bygningsdel

Tak C24

Rennebubjelken		Element 1,2x0,4m	2	---	200	400	15662	---	---	---	---					Roof	26-- Yttertak
Rennebubjelken		Tre	4	---	100	400	2220	---	---	---	---					7. Etasje	26-- Yttertak
Rennebubjelken		Tre	24	---	1200	400	2220	---	---	---	---					7. Etasje	26-- Yttertak
Rennebubjelken		Tre	86	---	1200	400	15662	---	---	---	---					Roof	26-- Yttertak

Veggtypeoversikt

ID	Symbol	Type	Tot. tykkelse	Beskrivelse	Krav		Net Volume	Surface Area
					Brann	Lyd		
Innervegg								
		Isolasjon - Myk	98				609,52	6219,15
Sjakt								
		Betong	200	Rømningsveier, trappesjekter, hessjekter og utvendig trappetårn	EI 60 A2-s1,d0 (A60)		345,76	1727,91
YV								
		Utvendig kledning - Stående	400				544,86	1362,14

Rennebubjelken

201218 Samvirke

FORSPENTE SAMVIRKE-ELEMENTER C24

Lasttabeller for gulv- og tak-elementer med bredde 1,2m og med over- og under-del av finerplater i full lengde.

Elementene produseres forbøyet og med samvirke mellom bjelker og plater. Dette gir god bæreevne og redusert nedbøyning.

Bjelker C24, 4 stk. pr. element. Halvårslast. Klimaklasse 1. Hulrom kan leveres fylt med isolasjon.

GULV (Forbøyning ca. L/300-400)

Spennvidde	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m
------------	----	----	----	----	-----	-----	-----

	Nyttelast kN/m ²						
Element 1,2x0,2m	4,0	3,0	2,0				
Element 1,2x0,3m			5,0	4,0	3,0		
Element 1,2x0,4m					5,0	4,0	3,0

Eksempel 1

Spennvidde 6m

Nyttelast 3 kN/m²

Element 1,2x0,2

Eksempel 2

Spennvidde 8m

Nyttelast 5 kN/m²

Element 1,2x0,3m

Eksempel 3

Spennvidde 10m

Nyttelast 5 kN/m²

Element 1,2x0,4m

Eksempel 4

Spennvidde 12m

Nyttelast 3 kN/m²

Element 1,2x0,4m

Brannmotstand EI60. Vibrasjoner kan kontrolleres etter RF-S2-CT-2007-00033.

Kapasiteter angitt i tabellen er retningsgivende, dokumentasjon i henhold til Norsk Standard.

TAK C24 (Forbøyning ca. L/150-200)

Spennvidde	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m
------------	----	----	----	----	-----	-----	-----

	Snølast S_k kN/m ²						
Element 1,2x0,2m	8,0	7,0	6,0				
Element 1,2x0,3m			8,0	7,0	6,0		
Element 1,2x0,4m					8,0	7,0	6,0

Eksempel 1

Spennvidde 6m

$S_k = 7,5$ kN/m²

Element 1,2x0,2

Eksempel 2

Spennvidde 8m

$S_k = 7,5$ kN/m²

Element 1,2x0,3

Eksempel 3

Spennvidde 10m

$S_k = 7,5$ kN/m²

Element 1,2x0,3

Eksempel 4

Spennvidde 12m

$S_k = 6,0$ kN/m²

Element 1,2x0,4

Takfall <30° Formfaktor 0,8.

Kapasiteter angitt i tabellen er retningsgivende, dokumentasjon i henhold til Norsk Standard.

GENERELT

Gulv- og tak-elementer kan testes til dimensjonerende bruddlast i hydraulisk spennbenk.

18.12.2020 Arne Vaslag



0

Sindre René Bjelland

From: Jomar Tørset
Sent: torsdag 1. april 2021 21:17
To: Rune Johnsen; Sindre René Bjelland
Subject: RE: Bacheloroppgave Treteknisk senter på Støren

Perfekt.

Takk. Så får vi se om vi får til et slikt bygg....

Jomar

From: Rune Johnsen <rune.johnsen@sti-as.no>
Sent: Thursday, April 1, 2021 8:27 AM
To: Sindre René Bjelland <sindrerb@stud.ntnu.no>
Cc: Jomar Tørset <jomar.torset@ntnu.no>
Subject: SV: Bacheloroppgave Treteknisk senter på Støren

Hei,

vedlagt en oversikt over det vi har behov for ved hhv. forespørsel om tilbud og senere bestilling av en elementleveranse til et bygg.

Vi håper dette er til hjelp ifm. din bacheloroppgave og ønsker lykke til med arbeidet.

Mvh.
Rune

Følgende forutsetninger må være til stede:

Tilbud:

- Plan-, snitt- og fasadetegninger
- IFC-modell. Alternativt DWG-tegninger med sjiktoppbygging og PDF-tegninger målsatt utvendig svill/stender
- Brannrapport med tegninger
- Dør- og vindusskjema
- Opplysninger om eventuelle spesielle krav ut over TEK 17
- Beskrivelse av hvilken type materialer det skal være på yttervegger og tekking på tak
- Ønsket leveringsdato
- Ønsket leveranseomfang. Ferdig montert eller ren elementleveranse, levering av innvendige materialer?

Bestilling:**Avklaringer 12 uker før leveransestart:**

- Bekreftelse på at alle plan-, snitt- og fasadetegninger, samt dør-/vindusskjema er endelige
- «Låsing» av alle elementer utvendig, så som farge på kledning, farge på ytterdører og vinduer, materialvalg til balkonger
- Bekreftelse på alle detaljer vedrørende dør og vindusomramminger, hjørner og balkonger.
- Opplysninger om eventuell utsparinger for fordelerskap, og kubbing for innredninger
- Eventuelle føringsveier for ventilasjon
- Energinotat/-beregning
- IG
- Leveranseomfang.

Med vennlig hilsen
Støren Treindustri AS

Rune Johnsen
Adm. direktør
Mob. 922 51 294
rune.johnsen@sti-as.no

Fra: Jomar Tørset <jomar.torset@ntnu.no>

Sendt: mandag 22. mars 2021 11:50

Til: Rune Johnsen <rune.johnsen@sti-as.no>; Rolf Soknes <rolf.soknes@sti-as.no>

Kopi: Sindre René Bjelland <sindrerb@stud.ntnu.no>

Emne: Bacheloroppgave Treteknisk senter på Støren

Rune

Vi hadde et møte og studentoppgave på klimaavtrykk i faget Ingeniørfaglig systemtenking for noen år siden.

Cc: Tørset Jomar (jomar@konstruksjon.com) <jomar@konstruksjon.com>

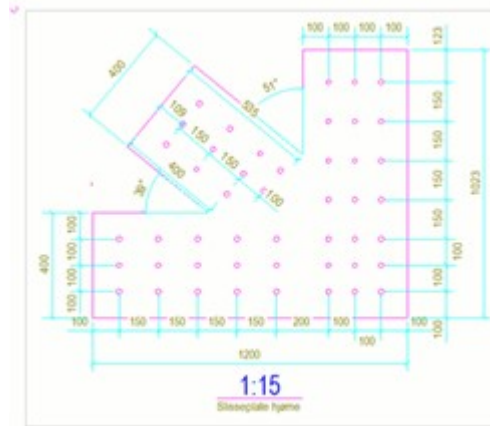
Subject: Prøisvurdering deler til ramme Treteknisk senter Støren

Geir

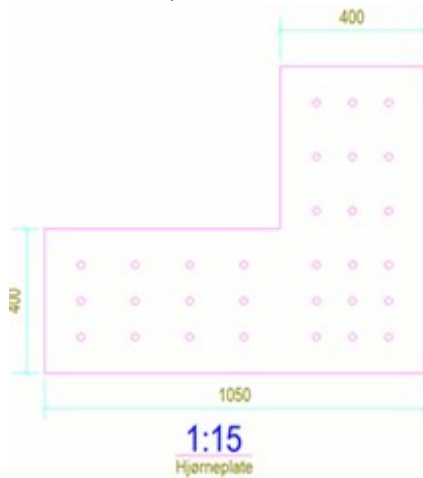
Som vi snakket om i går. Hva slags prisanslag vil du gi på dette som vi snakket om?

Det kommer flere ting til på denne ramma samt annet står på bygget hvis jeg får det til som jeg vil.

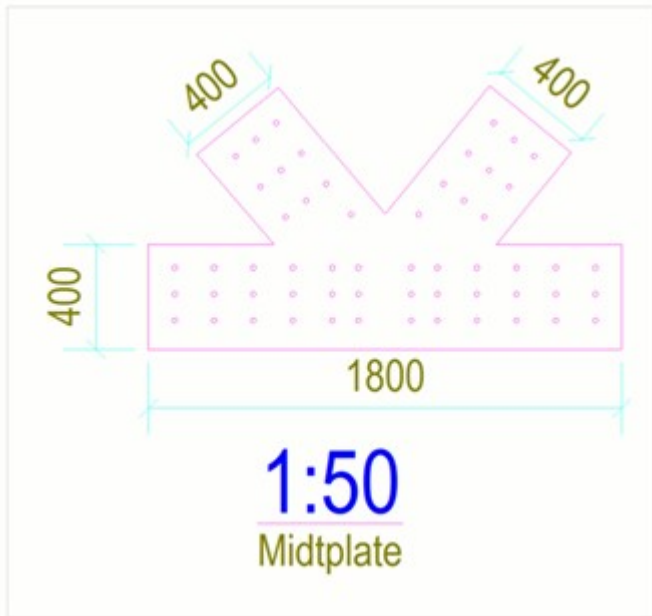
Jomar



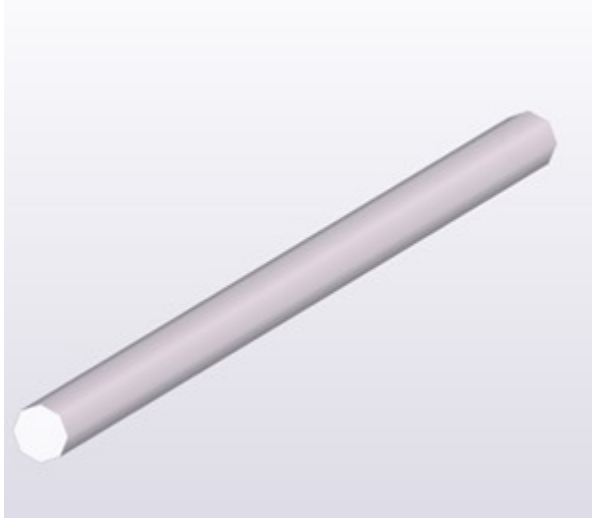
448 stk. slike plater. 8 mm. 355 MPa stål. Hullene er 12 mm. Rustbehandlet.



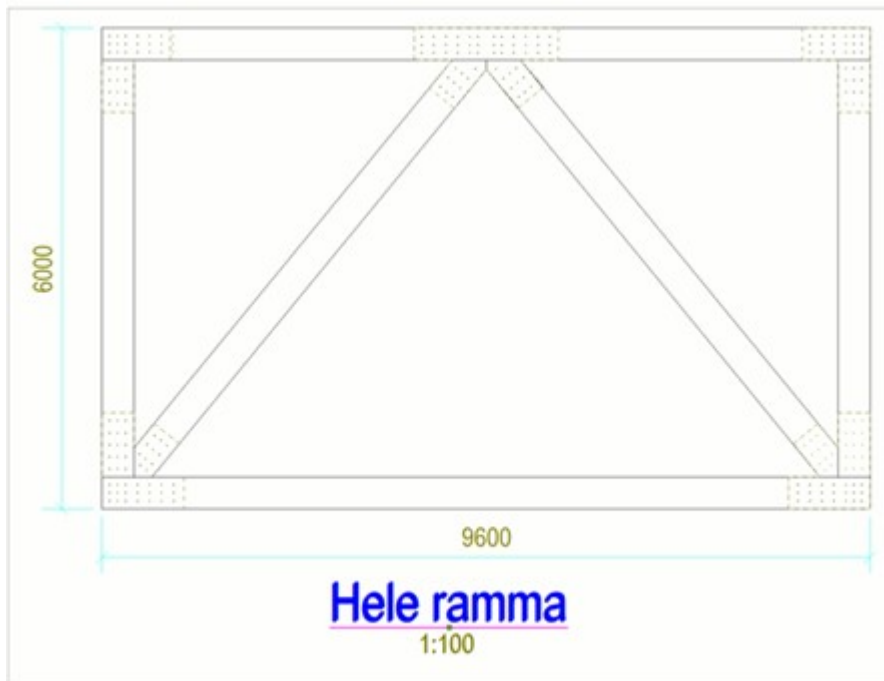
448 stk. slike plater 8 mm. 335 MPa stål. Hullene er 12 mm. Rustbehandlet.



224 stk. slike plater 8 mm. 335 MPa stål. Hullene er 12 mm. Rustbehandlet.



Rundtstål 11 mm. tilsvarende bolter 8.8 stål (a480 bolts). 22848 stk. Lengde 400 mm.



Montasje av 112 rammer i verksted. Boltene presses inn med trykkluft.

Med vennlig hilsen

Jomar Tørset

Tlf. 917 15 189

Universitetslektor havromskonstruksjoner og ingeniørfaglig systemtenkning

NTNU

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk, avd. Kalvskinnet

Postboks 8900

7491 Trondheim

Kontoradresse: Arkitekt Christies gt. 2, 7012 Trondheim

www.konstruksjon.com

Sindre

Referat fra møte 20.04.2021 – Orientering om studentarbeider på NTNU – Bygg

Til stede: Erik Flå (Nasjonalparken Næringshage), Knut Gartland (INAM), Knut Amund Skatvedt (Tret teknisk), Jan Arild Sletvold (NIO, Næringshagen i Orkdalsregionen), Per Erik Sørås (Trøndelag fylkeskommune), Jomar Tørset (NTNU) og Sindre Bjelland (student NTNU)

Møteleder: Per Erik Sørås (Trøndelag fylkeskommune)

Referent: Sindre Bjelland (student NTNU)

I møtet ble det orientert om konseptet Tret teknisk senter på Støren. Hva konseptet går ut på, hensikten med konseptet m.m. Det ble informert om at det til sammen er skrevet 10-15 studentoppgaver om konseptet, slik at det allerede foreligger et godt grunnlag å bygge videre forskningsarbeid på i kommende studentoppgaver. Det er ønskelig å i større grad knytte lokalt næringsliv til studentoppgavene. Hensikten med dette møtet var i så måte å få til et tettere samarbeid med lokalt næringsliv og oppfordre disse til å komme med relevante problemstillinger som studentene på NTNU kan skrive oppgaver om og som kan bidra til verdiskapning, bærekraft og innovasjon i det lokale næringslivet.

Fokusområder for Tret teknisk senter på Støren:

→ Et senter for hele distriktet sør i Trøndelag samt Nordmøre

1. [Prosjektskisse Tre Tek Gauldal](#) og [Søknad TreRek Gauldal](#)
2. [Tredrivere \(innovasjon Norge\)](#)

→ Det skal knyttes til bedrifter i distriktet som utnytter de tre-ressursene som finnes lokalt

- Kortreiste ressurser
- SMB viktig kompetanse å få med

→ Tre-ressurser lokalt – lenke til relevante studentoppgaver skrevet om dette:

- ["Med blick på tradisjonshåndverk for morgendagens håndverkere"](#)
- [Tret teknisk senter - Tradisjons håndverk](#)
- [Fortidsminner](#)
- [Tret teknisk senter - dekke og tak](#)
- [Tret teknisk senter - vegger og bærekonstruksjon](#)
- [Tret teknisk senter - øvrig materiell](#)

→ Distriktet

- Klimautslipp – skog som råtner på rot – potensiale
- Arbeidsplasser

→ Utdanning – Nytt fag på NTNU neste år.

- Industriell økonomi vil være mer tilknyttet faget og et mer industrielt samarbeid vil bli viktigere og mer relevant.
- Bærekraft vil få større fokus i utdanningen

→ Innovasjon – lenke til relevante studentoppgaver skrevet om innovasjon:

- [Tret teknisk senter - Lys i bygget](#)
- [Tret teknisk senter - Lyd i bygget](#)
- [Tret teknisk senter - flis som ressurs/isolasjon](#)
- [Tilpasning til lokale snekkerlag i Gauldal](#)

→ Forskning

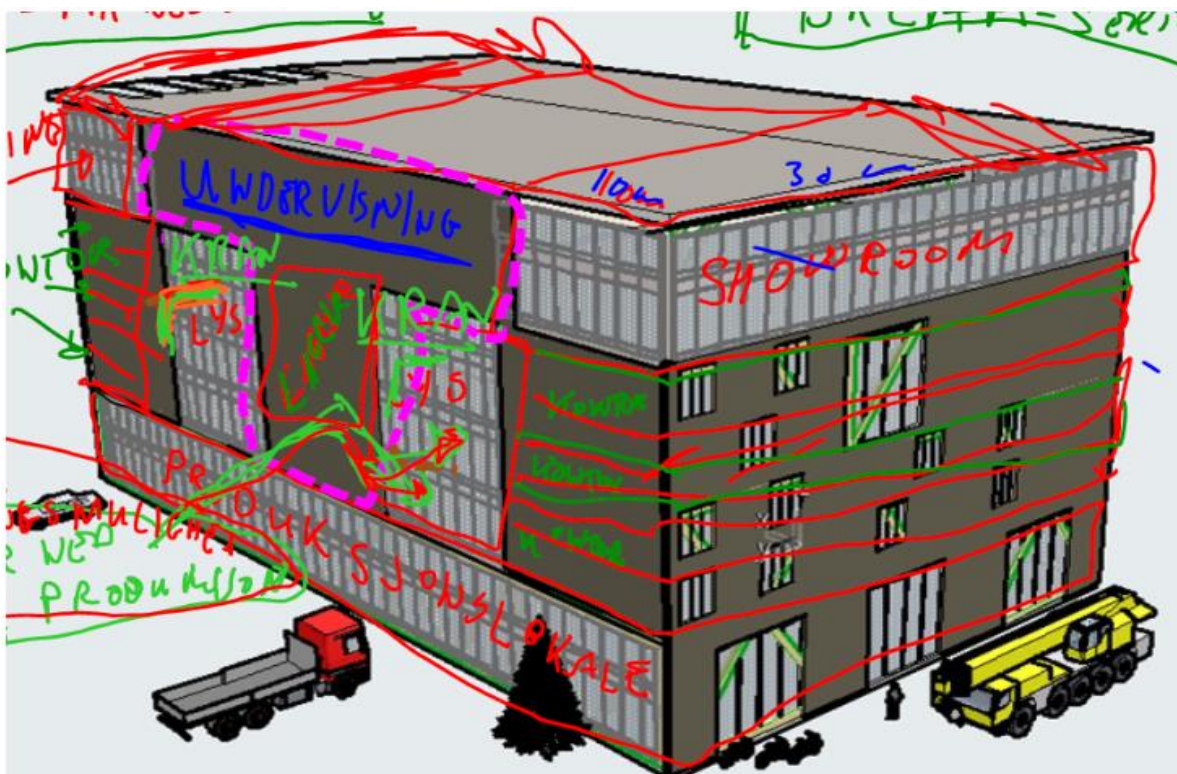
→ Trearbeider

→ AI – lenke til relevante studentoppgaver skrevet om AI:

- [Digital tvilling og sanntidsovervåking av konstruksjonen er et eksempel på utprøving av framtidens teknologi på selve bygget.](#)
- 2016: [Droner ble sett på og hva slags infrastruktur man kan se for seg](#) hvis droner tar over.
- 2017: [Droneoppgave der drone ble sett på som mulig løsning ved nødtilfelle i Gauldalsregionen](#)
- 2020: [Etter dialog med Airlift ble det sett på hvordan man kan se for seg at droner kan brukes til å bygge hus i ulendt terreng.](#)
- 2021: [Tenkte at nå er tiden inne til å prøve å være spesifikk så denne gruppa ble utfordret til å se på bruk av droner ved produksjon og installasjon av vinduer.](#)
- 2021: [Videreføring av oppgave fra 2020 om å bygge i ulendt terreng.](#) Du kan lese hvordan gruppa har løst utfordringen i rapporten.

→Komplementerende aktiviteter – viktig at Treteknisk senter «henger sammen» med omverden

Selve bygget ble i møtet illustrert via bilder



Lokalene i Treteknisk senter ble gjennomgått og beskrevet. Disse består av:

- Produksjonslokaler i 1. (og 2.) etasje (5.4 meter takhøyde) I kranområdet er det opptil 15 meter høyde, hvilket muliggjør å bygge i høyden. Utvendige mål på byggets grunnflate er 50 x 30 meter.
- Kontorer i 3. til 6. etasje. Til sammen 4 etasjer a 273 kvm på hver side av kranområdet. Dvs. 543 kvm kontorer pr. etasje og totalt for hele bygget 2184 kvm. Kontorer.
- I midten av byggets 3. til 6 etasje ligger lager og tekniske installasjoner
- I 7. og 8. etasje består av:
 - Undervisningslokaler i midtre del av disse to etasjene, totalt 840 kvm.
 - Kantine 273 kvm.

- Showroom 273 kvm.

Andre viktige forutsetninger for bygget Treteknisk senter er:

- Lokasjon
- BREEAM - Energi er det viktigste og derfor her man bør satse mest. Minimum krav til at Treteknisk senter må oppnå passivhus-standard for å oppnå BREEAM Outstanding
- Bæresystem
- Dekke
- Tak
- Ytre vegger
- Ytre vinduer
- Krankonstruksjon

Ønsket arkitektonisk uttrykk for bygget Treteknisk senter:

- Ikke for industrielt
- Særpreg som kjennetegner distriktet

Tilbakemeldinger fra deltakerne:

Mye interessant og en god presentasjon

Ofte vanskelig å kople seg mot studentene, så bra med kontakt på dette.

Har god dialog med NTNU frå før, men lurt med kontaktinfo utveksling.

En del kan være av interesse

Mange problemstillinger kan være relevante (Ombruk, laft, hytteproblematikk, bygge i ulent terreng, akustikk, skifer, radon)

Årlig workshop med bygg studenter

Ønsker samarbeid med studentene. Vi kan gjerne fortelle om oss og hva vi driver med og studentene presentere studentoppgaver.

Et noe tilsvarende bygg i Oppdal – her kan vi dele erfaringer med og ha erfaringsutveksling med Treteknisk senter.

Vi tar det med oss og leter etter oppgaver studentene kan jobbe med

Det er et velutviklet miljø bl.a. har Växjö i Sverige et senter som omhandler en del mer enn tre.

Trondheim by møter SMB – Trebyen Trondheim. Aina Reppe og Kristin Wigum har skrevet en rapport om SMB og hva som hindrer SMB. Knut Amund vil sende over denne rapporten til deltakerne.

Treteknisk senter på Støren
Støren Wood Technology Center

Hvordan BIM (ArchiCAD) kan brukes til å bestille materialer



- BIM (ArchiCAD)
- BREEAM outstanding
- Bestillingsprosess
- Effektivisering
- Trekonstruksjon
- Funksjonskrav
- Kortreiste materialer

