TBYG 3016 Bacheloroppgave bygg

En byggteknisk prosjekteringsanbefaling

Reiselivsdestinasjon Gaustabanen (1150 moh.)

A design recommendation within constructional engineering

Sight Gaustabanen (1150 MASL)

Trondheim Mai 2020

Studenter:

Syver Harerusten
Lars Haukaas

Intern veileder:

Terje Kjetil Fossheim

Ekstern veileder:

Stig Rune Fossen

Prosjektnr:
28 - 2020

Rapporten er ÅPEN

NTNU
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk

Problemdefinering, prosjektbeskrivelse og resultatmål

Gaustatoppen (1883 moh.) lokalisert i Telemark er av mange omtalt som Norges vakreste fjell, og kan blant annet by på Norges videste utsikt, fra Gaustatoppen kan du se 1/6 av Norge. Inne i fjellet finner man Gaustabanen, et unikt anlegg NATO tok eierskap i da det ble bygget på slutten av 50-tallet. Frem til 2010 har anlegget vært lukket for offentligheten, mens den første kommersielle turen kommer dette året. Anlegget er i dag en turistattraksjon med 75 000 passasjerer (tall 2018), hvor man på 15 minutter fra nedre stasjon ved Langefonntippen på 1150 moh., kommer opp med banen til øvre stasjon på 1800 moh.

Ved Langefonntippen, nedre stasjon for Gaustabanen introduseres det gjennom et skisseprosjekt utarbeidet av arkitektkontoret Spacegroup, et nytt velkomstsenter. Det nye bygget skal danne en ny struktur for den nedre stasjonen. Bacheloroppgaven skal utgjøre en byggteknisk prosjekteringsanbefaling for deler av den nye velkomststrukturen.

Skisseprosjektet vil være prosjektgruppens utgangspunkt for det nye byggets arkitektoniske kvaliteter og overordnede funksjoner. Det gis på den andre siden fritt handlingsrom fra byggherre og oppdragsgiver å forme oppgaven etter prosjektgruppens ønsker. Der det i et byggteknisk perspektiv ikke vil være hensiktsmessig å bevare funksjoner fra skisseprosjektet, vil det derfor foreligge en anbefaling til alternativ eller videutviklet løsning.

Prosjektoppgavens overordnede resultatmål er å «bidra». Bidra til at byggherre, arkitekter og videre prosjekterende fatter gjennomtenkte valg, og at byggtekniske problemstillinger blir belyst. Et ambisjonsnivå når det kommer til bærekraftige valg vil også fremmes, og det er også etter anbefaling og mål fra prosjektgruppen at disse videreføres. Prosjektoppgavens resultatmål skal bygge oppunder prosjektets resultatmål – et suksessfylt prosjekt.

Stikkord fra prosjektet:

- Gaustatoppen og Gaustabanen
- Prosjekteringsanbefaling
- Massivtre og treverk
- Byggteknikk og bygningsfysikk
- Klimatilpasninger
- SPACEGROUP

Forord

Denne rapporten er et resultat av en bacheloroppgave utarbeidet av to studenter med spesialisering innenfor husbyggingsteknikk ved NTNU Trondheim. Studentene har sammen ledet og utviklet oppgaven gjennom våren 2020 – en vår preget av ekstraordinære tiltak for hele verden med hensyn til corona-pandemien. Perioden har bevist, også for prosjektgruppen, at samarbeid kan være velfungerende på tvers av land og landsdeler, og at arbeidsstrukturen kan forvente seg en utvikling hva gjelder møte- og arbeidssted i fremtiden – for mange.

Oppdragsgiver for oppgaven er Gaustabanen, som sammen med flere aktører i reiselivsdestinasjonen i Tinn, Rjukan og Gaustatoppen ønsker å utvikle attraksjonene videre. I den sammenheng jobber Gaustabanen i samråd med flere arkitekt- og konsulentvirksomheter for å utvikle sin attraksjon. Dette har blant annet ledet til et skisseprosjekt for et nytt velkomstsenter ved Gaustabanen, utarbeidet av arkitekter i Spacegroup. Gjennom koblinger innad i prosjektgruppen til byggherre Gaustabanen, åpnet det seg en mulighet til å arbeide med et prosjekt som i aller høyeste grad tilhører næringslivet, samt muligheten for å kunne «bidra med noe» åpenbarte seg.

Vi i prosjektgruppen ønsker å takke Gaustabanen ved Halvor Haukaas for muligheten til å forme en bacheloroppgave etter egne ønsker, og med et åpent sinn for hva en studentoppgave kan bidra med. Samtidig ønsker vi også å takke for kobling inn mot arkitektene i Spacegroup, Gro Bonesmo og Floire Nathanael Daub og deres skisseprosjekt som et utgangspunkt som overgår tidligere erfaring hos prosjektgruppen i kompleksitet. Gro og Floire takkes også for å stille opp med deres erfaringer og synspunkter for prosjektet.

Det rettes også en stor takk til våre veiledere; intern veileder ved NTNU Terje Kjetil Fossheim og Stig Rune Fossen ved Norconsult avd. Otta. Begge har utvist et engasjement og en konstruktivitet som har bidratt til et resultat vi er stolte av å presentere.

Trondheim, 20. Mai 2020

Lars Haukaas

Syver Harerusten

Sammendrag

Et samarbeid mellom prosjektgruppen, oppdragsgiver Gaustabanen og ekstern veileder Norconsult har resultert i en prosjekteringsanbefaling for et nytt velkomstsenter ved nedre stasjon Gaustabanen. Prosjekteringsanbefalingen bygger på en videreutvikling av et skisseprosjekt utarbeidet av arkitektkontoret Spacegroup, og kan benyttes ved videre prosjektering.

Velkomstsenteret er tilknyttet turistattraksjonen Gaustabanen som er en sentral attraksjon i reiselivet i Telemark, og frakter om lag 80 000 passasjerer årlig. Byggetomten ligger på 1150 moh. og er svært værutsatt. Det fremgår av reguleringsarbeidet at området også kan være skredutsatt, og at dette må undersøkes nærmere før byggetiltak. Det forutsettes også at inngrep i området skal gjøres med varsomhet i forhold til utforming.

Formålet med denne prosjekteringsanbefalingen vil være å videreutvikle skisseprosjektet innenfor følgende temaer: klimatilpasning, bygningsfysikk, konstruksjonsprinsipper, materialvalg og funksjonsprogram, oppsummert i følgende problemstilling: *«Hvordan skal forskriftskrav tilfredsstilles med bakgrunn i temaene over, og hvilke krav bør settes til bygningsmassen utover disse for å tilfredstillelse byggherres ønskede kvaliteter i videre prosjektering?»*. Oppgaven vil med andre ord kunne bringe skisseprosjektet et steg nærere realisering innenfor de forutsetninger som nevnes.

For å belyse nevnte temaer ble det benyttet beregningsprogrammer for skred, vær og vind, bæreevne og termisk bygningsfysikk. Resultatene ble målt opp mot relevante forskrifter, standarder og reguleringsbestemmelser. Byggetekniske løsninger er produsert for å imøtekomme nevnte problemstilling, og et utvalg detaljer er presentert.

Prosjektgruppen konkluderte med at det vil være mulig å realisere prosjektet innenfor de rammer som er undersøkt. Prosjekteringsanbefalingen ønsker like fult å anbefale byggherre og videre prosjekterende til å følge presenterte ambisjonsnivåer, som vil resultere i et bygg tilpasset området det skal bygges i og med mulighet til å oppnå lavenergistandard.

Summary

A collaboration between Gaustabanen, Norconsult and the students resulted in a design recommendation for a service station at Gaustabanen. The design recommendation is from an engineering perspective, and due to develop an early stage sketch worked out by the architectural firm SpaceGroup. The task is to help develop the project and make it achievable.

The service station is linked to the tourist site, Gaustabanen, a crucial attraction in Telmark. Gaustabanen experiences about 80 000 travelers a year. The site is located 1150 m.a.s.l. which makes it exposed to extreme weather conditions. The local government state that any intervention must be done with caution.

The main purpose for this design recommendation is to develop the early stage documentation further within the subjects of environmental, thermic design, construction, materials and layout of the rooms, summed in the following task description: “How may the regulations satisfies within the subjects previously listed. What other goals are reasonable to set in the effort of satisfying Gaustabanens demands”. In other words, this design recommendation would contribute to get closer to a realization of the project.

To enlighten the listed subjects the students have used digital tools to determine avalanche risk, extreme weather conditions, constructional resistance, and thermic design. The results are measured up against regulations, standards, local governments regulations and Gaustabanens aim. The designed solutions are made to satisfy the task description as appendix shows.

The conclusion is that realization of the project is achievable within the explored delimitation. The design recommendation wants to urge Gaustabanen to follow the presented solution. It is in the students belief that this will result in a service center adapted to the place and purpose and with the possibility of achieving lowenergy standards.

Innholdsfortegnelse

Forord i

Sammendrag ii

Summary iii

Innholdsfortegnelse iv

1. Innledning 1

1.1 Bakgrunn for prosjektoppgaven 2

1.2 Formål 3

1.3 Problemstilling 4

1.4 Omfang 5

1.5 Avgrensninger 6

1.6 Nedre stasjon - Gaustabanen 7

1.6.1 Kort om destinasjonen 8

1.6.2 Eksisterende struktur 9

1.6.3 Ny skissert struktur 10

2. Avklaringer 11

2.1 Økonomiske interessenter 12

2.2 Brukerperspektivet 13

2.3 Energi og miljø 14

2.4 Grad av nytenking 15

3. Teori 16

3.1 Forskrifter og standarder 17

3.1.1 Konstruksjonssikkerhet 18

3.1.2 Brann 19

3.1.3 Planløsning og bygningsdeler i byggverk 20

3.1.4 Inneklima og helse 21

3.1.5 Energi 22

3.2 Miljøperspektivet 24

3.3 Reguleringsbestemmelser 26

3.3.1 Detaljregulering Gaustabanen 26

3.3.2 Konsekvensutredning 27
3.4 Materialer 30
3.4.1 Massivtre 30
3.4.2 Overflater - Tynnplater av metall 33
3.4.3 Overflater - trekledning 36
3.4.4 Overflater – gulv 37
3.4.5 Finérbjelker 38
4. Tekniske analyser (Passende tittel «metode»?) 40
4.1 Klimatilpasning (Snø og vind) 41
4.1.1 Tomteforhold 42
4.1.2 Vurdering av bygningsform 44
4.1.3 Snølast 46
4.1.4 Skredvurderinger 48
4.2 Brann 51
4.3 Planløsning 53
4.3.1 Visjon og funksjon 53
4.3.2 Universell utforming 54
4.3.3 Vurdering av skisseutkastets planløsning 55
4.3.4 Prosjektgruppens forslag 56
4.4 Bygningsfysikk 57
4.4.1 Gulvkonstruksjoner 59
4.4.2 Veggkonstruksjoner 60
4.4.3 Takkonstruksjoner 61
4.4.4 Vinduer og glassfasader 66
4.5 Konstruksjonsprinsipper 68
4.5.1 Gulvkonstruksjoner 69
4.5.2 Veggkonstruksjoner 71
4.5.3 Takkonstruksjoner 72
5. Konklusjon 74
6. Veien videre 75
7. Referanser 76
8. Tabell- og figurliste 80
9. Vedleggsliste 82

1. Innledning

I dette kapittelet vil det gis en kort innføring i bakgrunnen for denne bacheloroppgaven og hva som kan forventes av oppgaven. Den aktuelle problemstillingen vil også defineres i dette kapittelet.

Det kan forventes en kort innføring i prosjektet som er grunnlaget for oppgaven, og eventuelle grensesnitt satt av prosjektgruppen.

1.1 Bakgrunn for prosjektoppgaven

Med bakgrunn i at prosjektgruppen er spesialisert innenfor husbyggingsteknikk, var det ønskelig med en bacheloroppgave som baserte seg på tillært kunnskap fra studieretningen. Husbyggingsteknikk er en av fire studieretninger å velge mellom ved *bachelor i ingeniørfag, bygg ved NTNU Trondheim*, og er en spesialisering som i første rekke forstås som «*planlegging og prosjektering av alle typer boliger og større byggeoppgaver som service- og næringsbygg, samt drift og vedlikehold av disse*» (NTNU, 2020). Dette medfører at prosjektgruppen har tilegnet seg kunnskap om prosjektering av byggeprosjekter i forskjellige størrelsesomfang. Med kunnskap menes et teoretisk underlag når det gjelder konstruktive, fysiske og miljømessige problemstillinger, samt administrative retningslinjer basert på plan- og bygningsloven.

«*En byggteknisk prosjekteringanbefaling – Reiselivsdestinasjon Gaustabanen (1150 moh.)*, ble i 2019 foreslått som en aktuell bacheloroppgave fra byggherre og oppdragsgiver Gaustabanen. Byggherres hensikt var fortrinnsvis å involvere prosjektgruppen i et prosjekt som kunne relateres direkte til næringslivet, samtidig som det skulle by på en rekke prosjekteringsmessige utfordringer.

Prosjektet er foreløpig i en utviklingsfase, hvor en masterplan som skal beskrive visjonen for Gaustabanen i fremtiden og hvilke tiltak som foreslås, er under arbeid av byggherre og arkitektur- og designkontoret Spacegroup. Det skal i denne masterplanen kartlegges bruken av anlegget slik det er i dag, samt skisserte planer for tiltakene som foreslås. Bacheloroppgaven vil kun ta for seg én del av en rekke tiltak; nytt velkomstsenter for nedre stasjon ved Gaustabanen, og det er kun denne delen som heretter vil omtales som *prosjektet.* Bacheloroppgaven er basert på et foreløpig utkast fra masterplanen som finnes i tilhørende vedlegg i rapporten.

1.2 Formål

Masterplanutkastet som er utgangspunktet for denne bacheloroppgaven har som formål å forbedre kvaliteten til reiselivsdestinasjonen (turistkommunen Tinn, Gaustatoppen og Gaustabanen som destinasjon), samt legge til rette for økt turisme. Planen er en del av en totalitet, som betyr at selv om denne oppgaven vil sette en avgrensing for hva som vurderes, vil prosjektet være en del av en helhet for området og anlegget.

Prosjektgruppen ønsker å bidra med sin kunnskap ved å sette søkelys og til dels løse byggetekniske utfordringer før videre prosjektering av et nytt velkomstsenter ved Gaustabanens nedre stasjon. Formålet med bacheloroppgaven er å komme med en anbefaling tilknyttet oppgavens problemstilling.

Bacheloroppgaven skal resultere i en sluttrapport, og vil av den grunn omtales som en rapport heretter. Rapporten er todelt – én hoveddel og en vedleggsdel. Temaer problemstillingen tar for seg skal belyses, og vil enten «løses» eller legge et grunnlag for videre diskusjon av løsningen mellom byggherre og andre aktører med interesser for prosjektet. Dersom det presenteres konkrete løsninger som anbefales av prosjektgruppen, skal disse være av en slik kvalitet som bør kunne forventes i den type prosjekter i dag. Med «kvalitet som forventes» menes det løsninger som baseres på Gaustabanens visjon, samt tilfredsstillelse iht. offentlige krav (plan og bygningsloven) og tekniske forskrifter (TEK17).

1.3 Problemstilling

Rapporten som resultat av denne bacheloroppgaven skal yte en prosjekteringsanbefaling til prosjektet nevnt innledningsvis, til bruk videre inn i en detaljprosjekteringsfase. Denne rapporten skal bistå byggherre i veien mot et bygg som tilfredsstiller offentlige krav og byggherres ønsket kvalitet ved å belyse temaene: klimatilpasning, planløsning, bygningsfysikk, konstruksjonsprinsipper og materialvalg.

Med bakgrunn i overnevnte presenterer prosjektgruppen følgende forskningsspørsmål:

«Hvordan skal forskriftskrav tilfredsstilles med bakgrunn i temaene over, og hvilke krav bør settes til bygningsmassen utover disse for å tilfredstillelse byggherres ønskede kvaliteter i videre prosjektering?»

1.4 Omfang

Omfanget av denne rapporten er satt i samarbeid med oppdragsgiver, intern- og ekstern veileder. Med bakgrunn i stadiet prosjektet befinner seg i, kan fortsatt skissene og underlaget for videre prosjektering utvikle seg i flere retninger. Prosjektgruppen er også veiledet av ekstern veileder uten interesser i prosjektet (utover denne oppgaven), som resulterer i at rapporten i seg selv ikke frembringer fremgang i en tradisjonell prosjektsyklus. Rapporten kan på den andre siden bidra til videre diskusjon, vurderinger og tankespinn i prosessen, og vurderes av den grunn til å kunne være bidragsnyttig. Dette er også arkitektenes og byggherres perspektiv ift. forventningene av denne rapporten.

Med utgangspunkt i redegjørelser nevnt over, har prosjektgruppen formulert en problemstilling som tar for seg de temaene som er i deres største interesse, samt en «følelse» av hva som bør belyses i et ingeiørmessig perspektiv. Ingen deler av rapporten kan sies å være et sluttresultat i prosjektet, og det er av den grunn utfordrende å sette et tydelig grensesnitt for hva som skal produseres. Dersom rapporten er et bidrag til punkter for videre diskusjon for prosjektet, vurderer prosjektgruppen det overordnede målet for rapporten til å være oppnådd.

Estimert tid for bacheloroppgave for byggingeniørstudenter ved NTNU, er i henhold til instituttets prosjektmanual estimert til 500 timer pr. student. Prosjektgruppen har også benyttet dette omfangsestimatet, og rapporten skal av den grunn gjenspeile om lag 1000 timers arbeidsinnsats fordelt på to studenter.

1.5 Avgrensninger

Utkastet av masterplanen utarbeidet av byggherre og arkitekt vil være grunnlaget for arkitektoniske uttrykk og funksjoner som fremmes i denne rapporten. Prosjektgruppen har i innledende fase for sitt prosjekt hatt kontakt med arkitekter i Spacegroup, for å få en bredere innføring i tanker og idéer for tiltaket som forslås for nedre stasjon Gaustabanen. Dette har blant annet medvirket til rapportens anbefaling av materialbruk.

For et mest mulig konstruktivt utbytte av rapporten ovenfor byggherre, arkitekt og andre interessenter for prosjektet, har prosjektgruppen valgt å sette et grensesnitt for hvilke temaer de uttaler seg om (problemstillingen – fagretninger som elektro og varme, ventilasjon og sanitærteknikk (VVS) vil ikke kommenteres), samt et bygningsmessig grensesnitt. Det bygningsmessige grensesnittet definerer hvilken del av tiltaket for nedre stasjon som vil vurderes i rapporten – beskrevet i neste underkapittel.

Prosjektet har pr. tidspunkt ikke en økonomisk avgrensning, men prosjektgruppen vurderer det dithen at rapporten vil kunne bidra til å kunne konkretisere flere parametere som grunnlag for en priskalkyle.

1.6 Nedre stasjon - Gaustabanen

Følgende beskrivelse er ment å gi en kort innføring i prosjektet ved nedre stasjon Gaustabanen, samt markere prosjektgruppens bygningsmessige grensesnitt. Denne avgrensningen vil konkretisere og markere hvilken del av prosjektet prosjektgruppen vil komme med anbefalinger mot.

Ved Longefonntippen finner man inntaket til Gaustabanen, definert som banens nedre stasjon. Plassen ble opparbeidet med overskuddsmasser fra tunnelen som ble sprengt ut av fjellet ved 1950-tallet. Den eksisterende strukturen på nedre stasjon pr. dags dato, er kort beskrevet og illustrert i kap. 1.6.2. Store deler av arealet slik det er i dag, har personal- og verkstedfunksjoner. Arealet rommer også et maskinrom med et nødaggregat og et diesellager, som skal sikre strømforsyning til anlegget ved strømbrudd.

I kap. 1.6.3 er det benyttet et utklipp fra rapporten for å illustrere prosjektgruppens bygningsmessige grensesnitt, samtidig som det beskrives hvilken grad av utbygging som foreslås ved nedre stasjon. Funksjonene den nye strukturen skal inneha, har sitt utgangspunkt i masterplanutkastet fra arkitekten. Hvordan strukturen skal etterkomme de ønskede funksjonene diskuteres senere i rapporten.

For å gi et helhetlig inntrykk av prosjektet ovenfor utenforstående og interessenter uten direkte kjennskap til hverken Gaustabanen, Gaustaoppen eller destinasjonen for øvrig, forsvares hyppig bruk av illustrasjoner i dette kapittelet.

1.6.1 Kort om destinasjonen

Gaustatoppen (1883 moh.) lokalisert i Telemark er av mange omtalt som Norges vakreste fjell, og kan blant annet by på landets videste utsikt - fra Gaustatoppen kan du se 1/6 av Norge. Fjellet rommer et gammelt NATO-anlegg; en bane som går 850 horisontale meter inn i fjellet, før 1050 meter med 39 graders stigning. På toppen finner man et 70 år gammelt militært radiokommunikasjonsenter, bygget under den kalde krigen. Hele anlegget er lokalisert inni fjellet, og utgjør et areal på ca. 6000 m^2 med tunnel og «rom». Anlegget var ferdig i 1959, og har vært lukket for offentligheten frem til 2010. Det har siden den tid blitt satset på økt kommersiell bruk av anlegget, for å frakte turister og skientusiaster opp til toppen av fjellet. Gaustabanen har i dag mer enn 80 000 passasjerer årlig, hvor man på 15 minutter fra nedre stasjon på 1150 moh., kommer opp med banen til øvre stasjon på 1800 moh. (Gaustabanen, 2020)

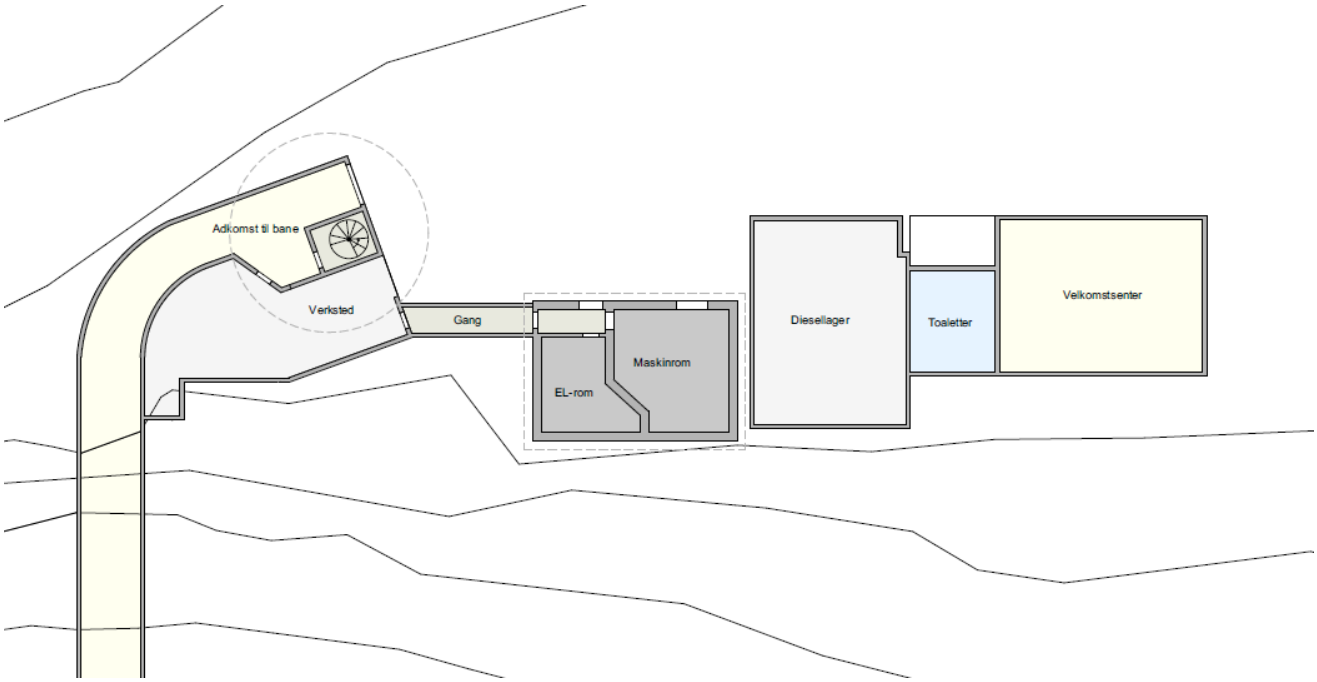
I fotografiet under vises et utsyn fra toppen av Gaustatoppen som beskriver et av naturinntrykkene man kan oppleve på denne toppen. Med bakgrunn i at omkringliggende topografi ligger markant lavere i terrenget, vil man ofte kunne oppleve å komme over skylaget ved toppen av Gaustatoppen.

Figur 1 – Utsikt Gaustatoppen (Foto: Ann Kristine Karlsson)

1.6.2 Eksisterende struktur

Figur 2 – Foto av nedre stasjon i 2019 (Hentet fra Google maps)

Figuren over viser hva som visuelt møter en når man ankommer nedre stasjon pr. dags dato. Den eksiterende strukturen rommer funksjonene som er vist fra planutklippet vist i figuren under. Strukturen har åpenbart forbedringspotensialet som et velkomstpunkt i en turistdestinasjon.

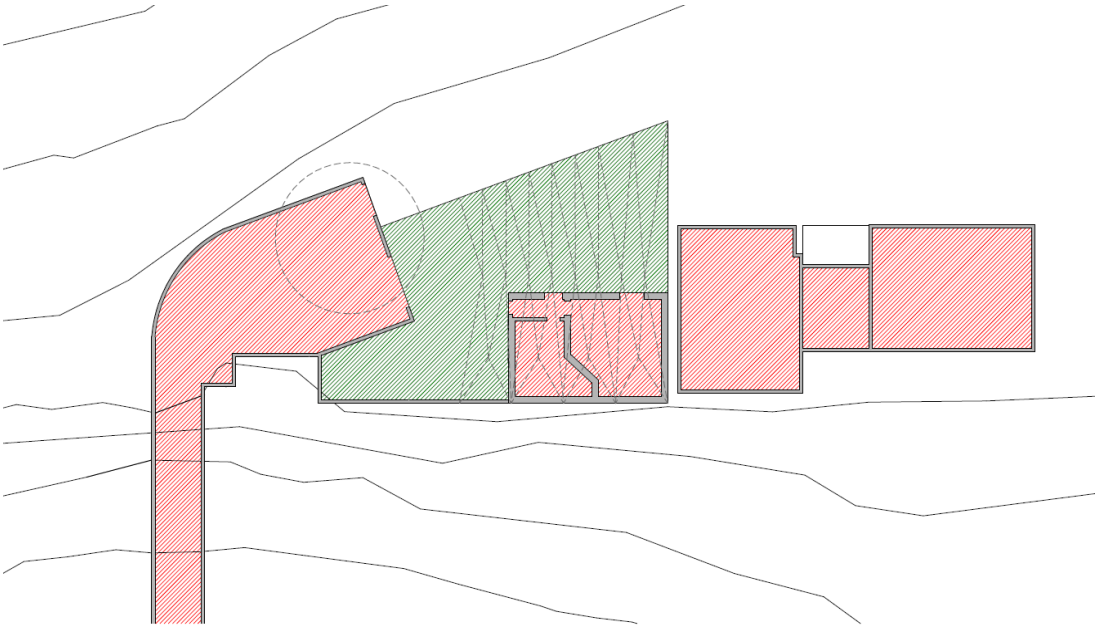


Figur 3 – Planutsnitt fra eksisterende struktur (Produkt: Prosjektgruppen)

1.6.3 Ny skissert struktur

Figur 4 – Illustrasjon av ny struktur (Produkt: Prosjektgruppen)

I figuren over vises et utklipp fra denne rapporten. Dette er en illustrasjon som skal vise de visuelle endringene som foreslås opplevd når man ankommer nedre stasjon. Strukturen skal inneha en rekke funksjoner beskrevet senere i rapporten. I figuren under vises prosjektgruppens grensesnitt i planet - grønt område illustrerer fokusområdet for rapporten, mens rødt område ikke vil vurderes i denne rapporten utover funksjoner gitt i materplanutkastet.



Figur 5 – Planutsnitt med grensesnitt fra følgende rapport (Produkt: Prosjektgruppen)

2. Avklaringer

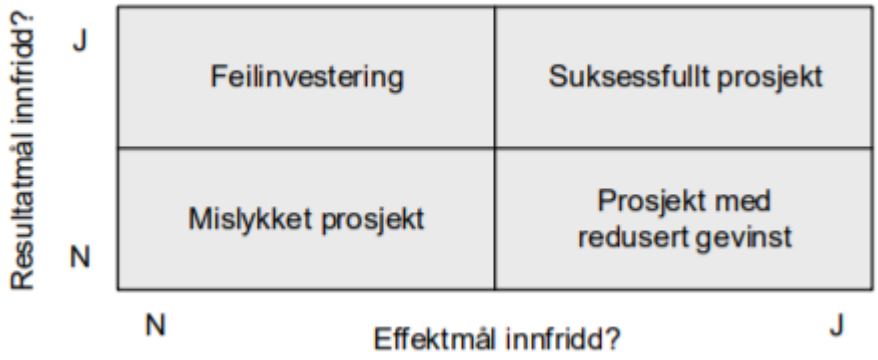
I dette kapittelet presenteres generelle og sentrale avklaringer for rapporten og prosjektet.

Denne rapporten diskuterer i hovedtrekk byggtekniske problemstillinger som stiller seg for prosjektet, men dette er også en del av et totalbilde hva gjelder et bygg som en «spot» i en reiselivdestinasjon. Prosjektgruppen vurderer byggtekniske temaer til å ha betydning for hvordan en reiselivsdestinasjon kommer til uttrykk. Dette med bakgrunn i at et bygg i form av et velkomstsenter sender en rekke signaler når det treffer sitt publikum som et førsteinntrykk. Førsteinntrykket påvirkes i størst grad av byggets arkitektoniske kvaliteter, mens byggets funksjoner vil være en stor del av opplevelsen publikummet sitter igjen med i etterkant.

En godt gjennomført prosjektering skal treffe en rekke interessenter for prosjektet. Aksjonærer og andre økonomiske interessenter skal tilfredsstilles i større eller mindre grad, ved at resultatene av prosjektet genererer en gevinst. Brukerne skal tilfredsstilles slik at de enten ønsker seg tilbake, og anbefaler destinasjonen til kjente og ukjente. Denne rapporten vil ikke gjøre interesseanalyser for prosjektet, da det er byggherre selv som må avklare behovene til et nytt velkomstsenter. Det denne rapporten på den andre siden vil gjøre, er å belyse de byggtekniske temaene som prosjektgruppen vurderer til å ha stor innvirkning på prosjektets resultat.

2.1 Økonomiske interessenter

Prosjektets økonomiske interessenter (Johansen, et al., 2014) vurderes av prosjektgruppen til de som har et ønske om at prosjektet skal medføre en økonomisk gevinst. Dette kan også sies å være definisjonen på et *vellykket prosjekt* i et økonomisk perspektiv. *Praktisk prosjektledelse* (Johansen, et al., 2014) definerer et suksessfullt prosjekt som et prosjekt hvor både resultatmål og effektmål er innfridd basert på figur 10.



Figur 6 – Suksessmatrise (Johansen, et al., 2014)
J – JA N – NEI

Resultatmålene for prosjektet er konkrete og målbare, og beskriver sluttleveransen for prosjektet (Lauritzen, 2019). Disse bør altså være klare for alle aksjonærer for prosjektet, og utarbeides med bakgrunn i effektmålene. Effektmålene kan forenklet beskrives som ringvirkningene av prosjektet. Et eksempel som bør stå sterkt for prosjektet er hvordan et slikt nytt bygg kan skape en bedre kvalitet til destinasjonen som helhet. Her kommer interessenter som kommunen, fylket, Innovasjon Norge og lokale investorer inn i bildet, for å være med å skape økt turisme og en totalitet for reiselivdestinasjonen.

Prosjektgruppen er av den oppfatning at denne rapporten bør bidra til argumenter for at aksjonærer og investorer skal ha et ønske om å bidra til at resultatet og effektene prosjektet skaper er suksessfullt. Holdninger til energieffektivitet er et eksempel – ved å overgå kravene kan man utvide opplevelsen av bygget ved at det fremstår bærekraftig.

2.2 Brukerperspektivet

Fremtidige brukere må nødvendigvis vises stor oppmerksomhet i prosjektering av et publikumsbygg. Det er publikummet som først og fremst er målgruppen, og som for fremtiden skal være grunnlaget for prosjektets lønnsomhet. Det er også slik arkitekten og byggherre definerer bruken for et nytt velkomstsenter ved nedre stasjon Gaustabanen:

«I en rekke av 5 bygg med ulike servicefunksjoner fra flere perioder skal en ny struktur evne å binde anlegget sammen i en ny funksjonell enhet som bedre ivaretar de besøkendes behov.»

Dette kan sies å være et effektmål for prosjektet, og det er viktig at fokuset blir ivaretatt gjennom hele prosjektering. Dette kan f.eks. komme til uttrykk for hvordan bygget legger til rette for flere målgrupper (les universell utforming), samt at det legges til rette for en utvidet bruk. Dette vil drøftes til en viss grad i denne rapporten, men er samtidig vurderinger som ligger mer mot arkitektens fagfelt.

2.3 Energi og miljø

Forutsetningene for prosjekteringen i forhold til energieffektivitet bestemmes først og fremst iht. den tekniske forskriften. Prosjektgruppen vurderer det på den andre siden til at byggherre bør ha et ambisjonsnivå som er mer framsynt enn TEK17 (se kap. 3.2). Dette anbefales med bakgrunn i et stadig økt fokus politisk og blant befolkningen når det gjelder å ta «bærekraftige valg». I denne sammenhengen menes det å ta valg som taler for løsninger som bidrar til å redusere energibehovet og klimafotavtrykket av prosjektet. Det vil i denne rapporten foreslås et ambisjonsnivå for energistandard som anbefales til bruk for videre prosjektering.

Hensyn til miljøet i byggeprosjekter er også noe som kan bidra til at de ikke nødvendigvis vil møte like mye politisk og allmenn motstand. Byggeprosjekter som er av interesse for et helt samfunn, for en bransje og ikke minst naturvernere når det bygges på et majestetisk høyfjell vil skape engasjement og diskusjon. Ved å argumentere for et fremtidsrettet byggeprosjekt som tar mest mulig hensyn til miljøet, vil man kunne oppleve mer velvilje hos sekundære interessenter (Johansen, et al., 2014).

2.4 Grad av nytenking

«Å skape noe unikt» kan for mange prosjekter være et slagord og en holdning hos utbyggere og arkitekter. Skape noe unikt mener prosjektgruppen i aller høyeste grad prosjektet ved nedre stasjon ligger an til, basert på skissegrunnlaget utarbeidet Spacegroup. Prosjektgruppen anbefaler på den andre siden at byggtekniske løsninger utarbeides i størst mulig grad med bakgrunn i preakspeterte ytelser gitt både i TEKen og norske standarder, samt annen dokumentasjon hos f.eks. *Sintef byggforsk* og bygningsdelprodusenter. Dette er en vurdering prosjektgruppen har gjort med hensyn til økonomi og budsjett, samt at resultatet av prosjekteringen er et bygg med *gode* løsninger uten byggefeil. Misforstå rett – gode løsninger utarbeides av prosjekterende virksomheter hver dag uansett om løsningen ikke er preakspetert, men dette vil kunne medføre en økonomisk konsekvens hvis det kan benyttes en preakspetert løsning.

Oppfattelsen av noe *unikt (i bygg-sammenheng)* vil for de fleste ligge i prosjektets arkitektoniske kvaliteter. Prosjektgruppen anbefaler at det også er arkitekturen som danner grunnlaget for prosjektets signatur, og at dokumenterte byggtekniske løsninger kun bringer kvaliteter til prosjektet. Denne rapporten vil derfor i den grad mulig, basere løsningene som foreslås på sintefrapporter, byggforskblader og produktdata fra produsenter.

Holdningen til prosjektgruppen kan forstås som konservativ – det poengteres dog at et grensesnitt hvor «nye» løsninger ble fremmet i rapporten ville krevd et ytterligere argumentasjonsgrunnlag, og medført at prosjektgruppen ikke kunne belyse ønskede problemstillinger på samme måte. Det anbefales at det også for prosjektering videre blir satt et grensesnitt for grad av nytenking. Det refereres til Norconsult-notat *Krav til dokumentasjon ved prosjektering av «ikke preaksepterte» løsninger* (Eian, 2013).

3. Teori

I dette kapittelet er rapportens teorigrunnlag representert. Det vil si at generell og relevant teori som vurderes til å ha betydning for resultatet av denne rapporten, vil være samlet i dette kapittelet. Dette kan forstås som relevante norske standarder, regelverk, reguleringsplan og materialteori.

3.1 Forskrifter og standarder

Byggverk som oppføres i Norge må etterleve plan- og bygningsloven. Loven gjelder alle type virksomheter knyttet til fast eiendom i hele Norge (Bygningloven, 2008). For å tilgjengeliggjøre lovteksten og dens informasjon på en utfyllende måte har myndighetene utviklet byggteknisk forskrift (TEK) gjennom direktoratet for byggkvalitet (DiBK). I følgende kapittel vil relevante bestemmelser for prosjektet bli presentert. Dette er ment å danne grunnlaget for løsninger som anbefales senere i rapporten.

TEK17 setter rammene for det minimumet av egenskaper som kreves av tekniske løsninger for lovlig oppførelse av bygg i Norge (DiBK, 2017). Det følger av TEK17 ulike funksjonskrav, et overordnet formål som skal oppfylles i det ferdige byggverket, som skal dekke overordnede behov brukere og samfunnet måtte stille. Funksjonskravene er normalt målt i kvalitet ved ferdig installasjoner i sin helhet. Dette løses praktisk ved å omsette kravene til målbare ytelser. (DiBK, 2017)

Ytelser er en konkretisering av funksjonskravene. Det kan velges ulike ytelser som sammen, eller hver for seg, fører til oppnåelse av funksjonskravene. Ytelser er fortrinnsvis angitt i kvantitativt (tallfester), men kan la seg oppgi i kvalitet i tillegg. SINTEF har i samarbeid med DiBK utviklet en rekke preaksepterte ytelser. Når man benytter seg av disse løsningene kan man være trygg på at funksjonskravene vil oppnås.

Preaksepterte ytelser gir tilgang på bruk av forhåndsdokumentasjon. Det vil til enhver tid være det ansvarlig prosjekterende foretaket sitt ansvar å fremme tekniske løsninger med tilhørende dokumentasjon. Ved bruk av preaksepterte løsninger kan ansvarlig prosjekterende benytte allerede eksisterende godkjenninger og sertifikater.

3.1.1 Konstruksjonssikkerhet

TEK17 kapittel 10, angir bestemmelser for konstruksjonssikkerhet. Hensikten med kravene er å ivareta liv og helse til brukere av byggverket (DiBk, 2017).

Det fremgår av §10-1 «*Byggverket skal plasseres, prosjekters og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet for personer…»* (DiBk, 2017). Dermed settes det krav om at konstruksjonen kan motstå de ytre påkjenninger som kan forventes. Av veiledningen kan vi lese «*…bærende konstruksjoner, må ha slike egenskaper att byggverket fyller sitt formål gjennom helse den forutsatte levetiden*» (DiBk, 2017). For å dokumentere kravene som stilles til prosjektering og utførelse er det i realiteten kun et alternativ, å benytte NS-EN Eurokode.

3.1.2 Brann

Offentlig brannkrav er presentert i kapittel 11 av TEK17. Hensikten med bestemmelsene er i første rekke å sikre liv og helse, men vern av materielle verdier, miljø og samfunnsmessige forhold vektlegges også. Ved å etterleve kravene presentert i TEK17 reduseres risikoen for uønskede hendelser til et akseptabelt minimumsnivå.

Kravene som stilles til brannprosjektering kan tilfredsstilles på følgende måter: *forenklet prosjektering* og *analytisk prosjektering.* Uavhengig av hvilken prosjekteringsmodell som velges, skal bestemmelsene i TEK17 kapittel 11 imøtekommes. Forskriften skal primært trygge liv og helse til brukere. Sekundært skal forskriften sikre miljø- og samfunnsmessige forhold.

Forutsetningen for å ivareta en tilfredsstillende brannprosjektering etter «kapittel 11 Sikkerhet ved brann» omfatter:

- *Byggverkets bruk eller virksomhet*
- *Antall mennesker eller husdyr byggverket er dimensjonert for*
- *Arealer og etasjer*
- *Brannenergi og eventuell særskilt risiko*
- *Plassering i forhold til nabobebyggelse*
- *Tilgjengelighet og atkomst for brannvesenets høyderedskaper*
- *Eventuelle lokale rammebetingelser.*

(DiBK, 2017)

Nevnte forutsettinger danner grunnlaget for fastsettelse av risikoklasse og deretter brannklasse (BKL). *BKL legges til grunn for prosjektering og utførelse for å sikre byggverkets bæreevne mv. ved brann* (DiBK, 2017). BKL legger med andre ord føringer for hvilke løsninger som må benyttes for en tilfredsstillende brannprosjektering.

3.1.3 Planløsning og bygningsdeler i byggverk

Bestemmelsene i kapittel 12 skal bidra til gode byggverk som kan brukes av flest mulig, uansett forutsetning. Utforming som sikrer tilgang og bruk for alle grader av funksjonsevne kalles gjerne universell utforming. Universell utforming er i TEK17 beskrevet som *«…hovedløsningene skal være utformet slik at de kan brukes av flest mulig, på en likestilt måte»* (DiBK, 2017). Kravene som fremmes i kapittel 12 omfatter i første omgang tilgjengelighet i form av passasjer og nivåforskjeller. Orienteringsforhold som lyssetting, lydforhold og innemiljø kommer i tillegg. Krav om universell utforming for yrkes- og publikumsbygg står sterkt med hjemmel i likestillings- og diskrimineringsloven.

Planløsning er av stor betydning for funksjonalitet, tilgjengelighet, sikkerhet og innemiljø. Av §12-1 i TEK17 følger det krav om god orientering. I en prosjekteringsfase vil det være viktig å vurdere forventet persontrafikk der adkomsten til alle rom skal være likestilt for alle målgrupper byggverket beregnes for. I et publikumsbygg vil alle grader av funksjonsevne være i målgruppen.

I kapitel 12 i TEK17 legges det til grunn at kommunikasjonsveiene og oppholdsareal skal være sikre og brukbare for den ferdsel som forventes. Begreper som «sikker» og «brukbare» må leses som; godt orienterte, trinnfrie nivåforskjeller, åpninger sikret, tilstrekkelig areal åpent for ferdsel med mer. Kravene er konkretisert med fri korridorbredde på 1,5 meter (1,2 for korridorer under 5,0m). Rom skal ha trinnfri adgang med minst 0,9m døråpning og tilstrekkelig snuareal for rullestol (hovedregel er 1,5m snusirkel). Reglene gjelder for byggverk med krav om universell utforming (DiBK, 2017).

3.1.4 Inneklima og helse

Kapittel 13 i TEK 17 omhandler inneklima og helse. Hensikten med kravene som stilles er å forebygge helseskader og negative komfortopplevelser. Dette gjøres ved krav til luftkvalitet, termisk inneklima, stålingsmiljø, lyd, lys og utsyn, samt fukt og fuktsikring (DiBK, 2017).

Inneklima påvirkes både av frisklufttilførsels og termisk komfort. Minimumskravet som settes til tilførsel av frisk luft er oppgitt til 26 m^3 pr time, i tillegg kommer kravene knyttet til forurensing fra materialer (2.5 m^3 pr. m^2-gulvareal). Sammen med termiske tiltak skal dette utgjøre et inneklima tilrettelagt helse og komfort ved forutsatt bruk.

Alle yrkesbygninger i Norge skal ha sikringstiltak mot radiostråling. De offentlige kravene til radonverdier tilsier at årsmiddelverdien ikke skal overstige 200 Bq/m^3. Med mindre det kan dokumenteres tilstrekkelig lave radonvedier skal bygget kunne gjennomføre trykkreduserende tiltak når inneklimaet overstiger 100 Bq/m^3 (DiBK, 2017).

Etter §13-7; av lys kreves en «tilfredsstillende tilgang» (DiBK, 2017). Lysforholdene er av stor betydning for brukernes helse og trivsel. Her bør det etterstrebes bruk av dagslys, da dette gir den beste og mest riktige allmennbelysningen. Mengden dagslys i rommet bestemmes vinduenes areal, plassering, skjerming samt rommet utforming og overflater. For å oppnå tilstrekkelig mengde dagslys kan man benytte følgende tre måter:

a. Gjennomsnittlig dagslysfaktor må være minimum 2,0% etter de forutsettinger som gis i NS-EN 12464-1:2011 kapittel 4.4.
b. $A_g \geq 0.07 \cdot A_{BRA}/LT$ - (Denne bestemmelsen gjelder i førsteomgang for boenhet)
c. $A_g \geq 0.1 \cdot A_{BRA}$ - (Denne bestemmelsen gjelder i førsteomgang for fritidsbolig)

Kapittel 13 inneholder langt flere bestemmelser enn hva som er presentert her. Utvalget er basert på relevans tilknyttet rapporten.

3.1.5 Energi

Kapittel 14 §1, innledes med: *Bygninger skal prosjekteres og utføres slik at det tilrettelegges for forsvarlig energibruk* (DiBK, 2017). Forskriften skal bidra til at nybygg og rehabiliteringer har et lavt og miljøvennlig energiforbruk. Energikravene gjelder for bygningens oppvarmede bruksareal (BRA). Videre følger det av punkt 3, at *u-verdier skal beregnes som gjennomsnitt for de ulike bygningsdelene* (DiBK, 2017). Av dette må bygningsdeler leses som yttervegg, tak, gulv og andre naturlige avgrensinger i et byggverk. Det presiseres i veilederen til punkt 3 at vinduer, karmer og sprosser må inkluderes i u-verdiberegningene for vinduer. Innledningen avsluttes med en klausul der kravene kan reguleres i møte med bevaring av kulturminner og antikvarisk verdi.

Energirammene til de aktuelle bygningskategoriene settes i §14-2. Det presenteres et tak for totalt netto energibehov målt i kWh/m^2 oppvarmet BRA pr. år. Eksempelvis skal forretningsbygg ikke overstige 180 kWh/m^2. Yrkesbygninger har pålegg om å utarbeide energibudsjett med reelle verdier for den spesifikke bygningen i prosjekteringsfasen. Energibudsjetter utarbeides i henhold til NS 3031:2014, der opplysninger som klimadata, driftstid, ventilasjon, oppvarming og kjøling inngår.

Minimumskravet til energieffektivitet fremgår av §14-3, som vist i følgende tabell. Det gis likevel rom for fleksibilitet i form av omfordeling av verdiene. §14-3 skal sikre en akseptabel minimumskvalitet på de ulike bygningsdelene. Dette presenteres gjennom en gjennomsnittlig verdi pr. bygningsdel.

Tabell 1 Minimumskrav iht TEK17. Kilde: Dibk.no

U-verdi yttervegg [W/(m² K)]	U-verdi tak [W/(m²K)]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m² K)]	U-verdi vindu og dør inkludert karm/ramme [W/(m² K)]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling per time)
≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,2	≤ 1,5

Utover de kravene som settes til energibehov i TEK17, kan det velges ytterligere ambisjonsnivåer for energistandarder. Eksempelvis kan byggherre i samarbeid med prosjekterende velge å etterleve krav som stilles i lavenergi og passivhusstandard NS3701. Legges lavenergi- eller passivhuskrav til grunn, vil det primært føre til en innskjerpelse av netto energibehov (les strengere u-verdier, lavere lekkasjetall, målemetoder og dokumentasjon) (Standard Norge, 2012). Det er naturlig å forvente en høyere investeringskostnad og lavere driftskostnader ved etterlevelse av energistandarder som går ut over TEK17.

Konkret anbefaler NS 3701 u-verdier etter følgende tabell. Til sammenligning med TEK17 opptrer det også strenger krav for vinduer og dører, $\leq 1{,}2$ W/(m^{2}K). Lekkasjetall ved trykktesting av nybygg skjerpet inn til 1,5h^{-1}. Summen av tiltakene fører til en mer beskjeden energibruk enn hva som forventes med TEK17 som utgangspunkt. Det presiseres at nybygg må oppfylle kravene som stilles ved TEK17, og NS 3701 kan velges som et tillegg utover det.

Tabell 2 Eksempler på U-verdier for passivhus og lavenergibygninger hentet fra NS3701

Egenskap	**Passivhus** W/(m^2·K)	**Lavenergibygning** W/(m^2·K)
U-verdi yttervegg [a]	0,10 – 0,12	0,15 – 0,16
U-verdi tak [a]	0,08 – 0,09	0,10 – 0,12
U-verdi gulv [a, b]	0,08	0,10 – 0,12

a U-verdi regnes som gjennomsnittsverdi for de ulike bygningsdelene.

b U-verdi for gulv er en ekvivalent varmegjennomgangskoeffisient som inkluderer varmemotstanden i grunnen og redusert varmetransport gjennom gulv mot uoppvarmede rom/soner.

3.2 Miljøperspektivet

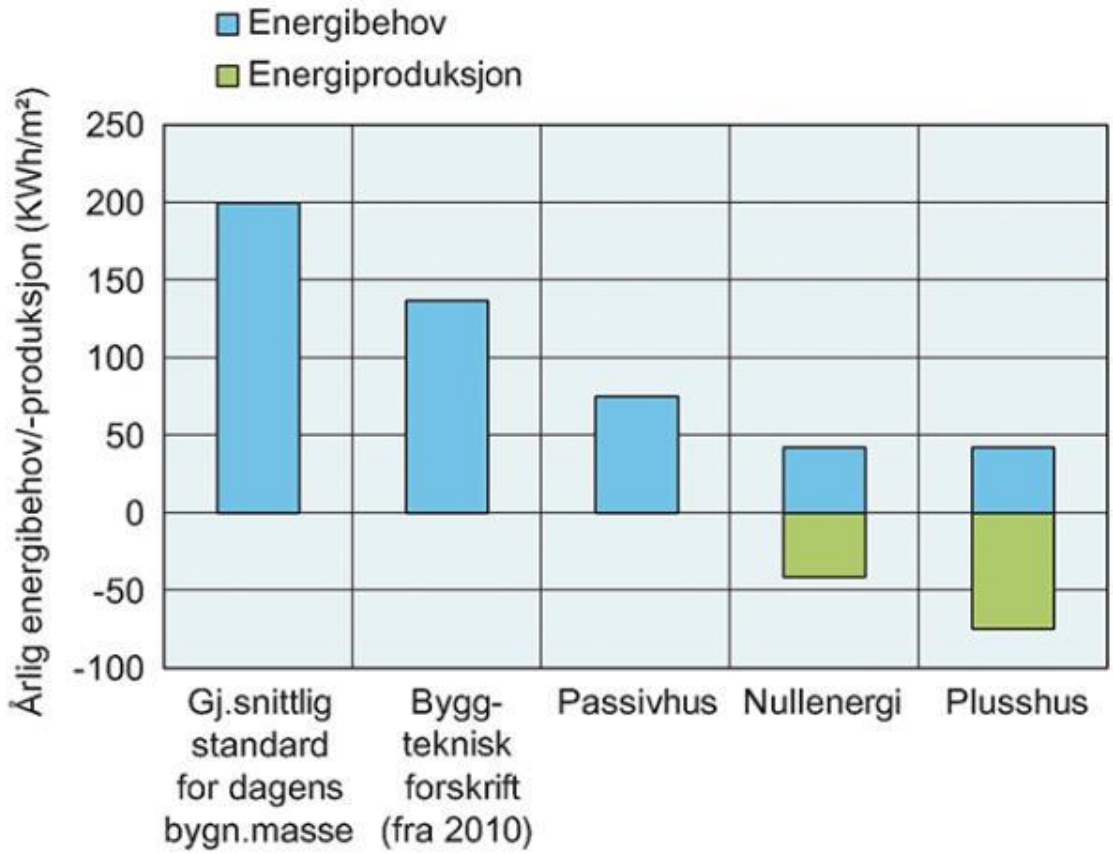
Dagens byggenæring er en sentral aktør i det grønne skifte. Norge er gjennom internasjonale avtaler forpliktet til å redusere utslippet av klimagasser. Bygg- og anleggbransjen står for 40% av energibruken og klimagassutslippene i verden (Dragland, 2018). Derav vil dagens byggebransje spille en avgjørende rolle i omstilling til et lavutslippssamfunn. Dette kapittelet vil kommentere, på et overordnet nivå, hva prosjektgruppen vurderer til å være sentrale temaer fremover i norsk klimaomstilling i byggebransjen.

Norge forpliktet seg i 2015 til «Paris-avtalen», en felles bestemmelse for reduksjon av klimagasser, satt i regi av FN. På nasjonalt nivå er disse målsettingene implementert gjennom loven om klimamål (klimaloven). I lovens innledende formål heter det «*Loven skal fremme gjennomføringen av Norges klimamål som et ledd i omstillingen til et lavutslippssamfunn i Norge 2050*» (Klimaloven, 2017). Det følger videre av §3 og §4, at stortingets mål for 2030 og 2050 henholdsvis er en reduksjon på minst 40 og 85-90 prosent, sammenlignet med referanseåret i 1990.

Som nevnt er sentrale myndigheters metode for å konkretisere norsk lov ovenfor byggebransjen en byggteknisk forskrift. TEKen er konstant under utvikling der gjeldene versjon presenteres med publiserende årstall bakerst (f.eks. TEK17 i 2017). Det er ventet en ny revisjon av byggteknisk forskrift i 2020 (TEK20). En rekke interesseorganisasjoner har sendt sine innspill til DiBK der de fremmer sine ønsker om klimaambisjoner. I et innspillsbrev fremmer Grønn Byggallianse og Norsk Eiendom ønske at miljøkravene i TEK20 må være ambisiøse for å få fart på næringen. Det er ventet at DiBK setter krav om nesten «nullenergi».

Nullenergi defineres i *byggforskblad 473.003* som en bygning med evne til å generere energi tilvarende livslangt forbruk. Netto energiforbruk vil dermed være tilnærmet lik null gjennom byggets levetid, derav navnet «nullenergi». Ved innførsel av nullenergistandard må det legges til grunn lokal energiproduksjon i byggverket Det er ikke ventet at TEK20 vil sette så strenge rammer, men bevege seg i den retning. En av hoveddriverne bak ambisjonen om «nesten nullenergi» er det europeiske bygningsenergidiriktivet som opptrer på vegne av Europaparlamentet. Som tabellen under viser, er nullenergistandard mer energikonservativt enn den kjente passivhusstandarden. En innførelse av nesten nullenergi vil dermed tvinge byggenæringen til en raskere omstilling (DiBK, 2015).

Tabell 3 Eksempel på ulike typer energieffektive bygg. Kilde: byggforskblad 473.003



3.3 Reguleringsbestemmelser

Det ble i 2013 vedtatt et planprogram for området tilhørende Gaustabanen. Planprogrammet skal virke som et underlag for utarbeidelse av reguleringsplan og detaljregulering. Målet for planprogrammet er å tilrettelegge for økt aktivitet og bedre service tilknyttet Gaustabanen. Planprogrammet legger til grunn at det blir utarbeidet planforslag og konsekvensutredning for fremleggelse politisk.

3.3.1 Detaljregulering Gaustabanen

Det er foreløpig ingen vedtatt reguleringsplan for Gaustabanen. Tinn kommune setter krav til utarbeidelse av reguleringsbestemmelser før videre utvikling av nedre stasjon kan forkomme. Nordic arkitektkontor har med engasjement fra Gaustabanen jobbet med de aktuelle planbestemmelsene siden 2015. Prosjektgruppen har gjennom byggherre sikret seg innsyn i den pågående prosessen for å vedta bestemmelser. Det er pr. dags dato et forslag til detaljregulering til behandling før høring hos Tinn kommune. Denne rapporten tar forbehold om at gjeldene forslag (revidert 19.08.2019) blir vedtatt.

«Detaljregulering Gaustabanen» innledes med planens hensikt - tilretteleggelse for økt besøk, aktivitet og service. For å underbygge turistopplevelsen i området fremmer planen i tillegg et mål for sammenknytting av Gaustabanens nedre stasjon med Gausta skisenter.

Fellesbestemmelsene for det aktuelle planområdet ivaretar kulturminner og terreng. Eksempelvis kommenteres det at nye tiltak ikke skal forringe verdien av forsvarsanlegget og andre kulturminner. Herunder følger «nye tiltak skal utformes slik at de harmoniserer med eksisterende konstruksjoners utforming og historie når det gjelder hovedform, materialbruk og farger». Terrenginngrep skal ikke overstige det høyst nødvendige for å etablere tilstrekkelig infrastruktur. Sår i terrenget som følge av anleggsvirksomhet bør unngås. Her forventes det at naturen tilbakeføres til opprinnelig stand.

Bestemmelser direkte knyttet til arealformål setter konkrete rammer for bebyggelse på aktuell tomt (se vedlegg 10, felt FT1.1 og FT2.1). Det settes blant annet krav om utarbeidelse av arkitekturprogram for godt og helhetlig samspill mellom bygg og landskap. Ved nevnte arkitekturprogram skal vernemyndigheter kontaktes. Spesielle bestemmelser rettet dirkete til

Longefonn (FT1.1) avsetter området til velkomstsenter for Gaustabanen. Her følger det krav om at ny byggemasse underordner seg eksisterende anlegg med tanke på materialvalg, metode og plassering. 7,0 meter er satt til maksimaløyde over grunnmur for både møne og gesims.

Velkomstsenteret har, ifølge reguleringsutkastet, pålegg om å utformes med hensyn til skred. Det kan bli nødvendig at byggverket fungerer som en skredskjerm for adkomstsenteret og tilhørende forplass. Utfordringer tilknyttet skred vil bli kommentert nærmere i kapittel 4.1.4 i denne rapporten.

3.3.2 Konsekvensutredning

Feste Grenland AS har på oppdrag fra Gaustabanen AS utarbeidet «konsekvensutredning av reguleringsplan Gaustabanen». Utredingen baserer seg på den stadig økende mengde turister som besøker Gaustatoppen. For å imøtekomme situasjonen kreves tiltak basert på regulering og konsekvensutredninger. Prinsipper etter Statens vegvesen håndbok 140 – Konsekvensutredning er benyttet som utgangspunkt.

Utredningstemaer omfatter: landskapsbilde, kulturminne, friluftsinteresser, biologisk mangfold, utslipp til vann, universell utforming, skredfare, trafikk og regional innvirkning. Alle konsekvenser er vurdert opp mot et 0-alternativ, les: området forblir uten utbygging etter forslått reguleringsplan.

Verdivurdering [1]	Konsekvensvurdering [1]
Verdien vises med 1 til 4 asterisker	Konsekvensene vurderes fra -4 til +4
* = Liten	- 4 = Meget store negative
** = Middels	- 3 = Store negative
*** = Stor	- 2 = Middels negative
**** = Meget stor	- 1 = Små negative
	0 = Ingen
	+1 = Små positive
	+2 = Middels positive
	+3 = Store positive
	+4 = Meget store positive
1) Kommentar:	
"Liten" og "små" vil som regel referere til forhold av lokal betydning	
"Middels" vil som regel referere til forhold av regionale betydning (ev. av spesielt viktige lokal betydning)	
"Stor/store" vil som regel referere til forhold av nasjonale betydning (ev. av spesielt viktig regional betydning)	
"Meget stor/store" vil som regel referere til forhold av spesielt viktig nasjonal betydning (ev. internasjonal betydning).	

Tabell 4 - System for angivelse av verdier og konsekvenser, hentet fra Konekvensutredningen

Kulturminne

Kulturminneregistrering er utført av Telemark fylkeskommune. Det ble ikke gjort funn av automatisk fredede kulturminner. Området er klassifisert av *stor* verdi (noe som medfører verdier på nasjonalt nivå). Inngripen i henhold til foreslått reguleringsplan vil ha konsekvenser på nivået +1, leses som *små positive* innvirkning, ifølge konsekvensutredelsen til Freste Grenland.

Universell utforming

Her er det vurdert ferdsel i området før og etter planlagt utbygging. Det er lagt til grunn tilgjengelighet for barn og unge, eldre, samt personer med nedsatt funksjonsevne. Banen er per dags dato ikke tilrettelagt for rullestol. Langs banen, inne i fjellet, er det trapper som må benyttes for å bytte bane. Universell utforming er av regional verdi **, og utbygging etter reguleringsplan vil gi en *liten positiv effekt* (+1).

Skredfare

Konsekvensutredningen fastsetter at området kan være utsatt for skredfare. NGI, som har foretatt skredvurdering i 2001, antyder at servicebygget vil klassifiseres etter sikkerhetsklasse S3. Det er kommunen som fastsetter endelig sikkerhetsklasse.
Konsekvensutredningen anbefaler å plassere servicebygget inn i terrenget i bakkant. Et grep som sammen med korrekt prosjektering, vil bidra til å gi bygget en skredskjermende egenskap. Det kan utføres tiltak høyere opp i skråningen for å avbøte en eventuell skredbelastning. I tillegg er skredvarslingsanlegg som hindrer bruk av anlegget i spesielt skredfarlige situasjoner en mulighet.

Oppsummering av skredkonsekvenser ser utbygging etter reguleringsplan som en *liten positiv* innvirkning (+1) på faren. Alternativet, uten utbygging, vil ha en *liten negativ* konsekvens (-1) for Longefonntippen.

Regional innvirkning

Målet med den regionale innvirkningen er en bedre tilrettelegging for turistnæringen i Telemark. Gaustatoppen er utpekt som et satsningsområde for å fremme attraksjoner i destinasjonen, kommunen og fylket. Det vil også være ønskelig å kunne markedsføre detonasjonen for publikum utenfor Telemark. Dette gjøres mest effektivt ved å knytte Gaustabanen sammen med alpinanlegget for å skape en helhetlig destinasjon.

Fra kommunedelplanen Gaustaområdet- Rjukan: «*Man kan oppsummere med at Gaustatoppen har stor verdi utover det rent lokale. Den store interessen plansaken har fått gjennom tidlig planfase dokumenterer dette. Både symbolverdien, naturkvaliteten og gjennom dette verdien som friluftsområde, gjør at Gaustatoppen har stor betydning.*»

Oppsummerende verdi stadfester Longefonntippen og Tuddalstippen som ****, *Meget stor,* av spesielt viktig nasjonal betydning. Reguleringsplan vil gi +2 *middels positive* innvirkninger på området. Dette gir mulighet for internasjonal interesse og markedsføring.

Den totale konsekvensvurderingen konkluderer med at tiltakene som presentert i reguleringsplanutkastet, i sum er positive for å imøtekomme en økende mengde besøkende. Konsekvensutredningen fastsetter at ønskede byggetiltak vil medføre en bedre organisering av området. Det legges til grunn at tiltakene skal plasseres godt i terrenget, og anleggsinngrep skal settes i stand på en måte som gir naturen mulighet til å rehabilitere seg.

3.4 Materialer

Dette underkapittelet vil ta for seg sentrale materialer som vil anbefales benyttet i prosjektet. Innholdet vil gi en overordnet teoretisk innføring av materialet, som igjen vil benyttes som underlag for valg og argumentasjon i tekniske analyser for denne rapporten. Materialer eller komponenter som oppfattes allmenn kjent eller ikke avgjørende for prosjektet vil ikke argumenteres for, eller vurdert grundigere i dette kapittelet.

3.4.1 Massivtre

I Norge er det sterke tradisjoner for å bygge med tre som konstruksjonsmateriale. Tradisjonene starter fortrinnsvis som laft og laftemetoder, og fra slutten av 1700-tallet begynner også reisverk å benyttes som bærende konstruksjoner i norske bygg (Norsk Treteknisk Institutt, 2006).

Tidlig 1990-tall begynte det å benyttes tverrspente dekker av tre i Mellom-Europa. Opphavet kom fra Canada, et tømmerrikt land som begynte å bruke tre som materiale for nybygging og rehabilitering av broer rundt 1975. Prinsippet med tverrspente dekker var treplanker (lameller) på høykant som ble spent sammen med stålstag. Dimensjoner på planker og senteravstander mellom stålstag ble tilpasset etter behovet for lastkapasitet. Metoden å bygge bærekonstruksjonen i broer viste seg å være vellykket. Fra Mellom-Europa spredte utviklingen seg til Norden på midten av 1990-tallet, og massivtre benyttes i dag i Norge i større og større grad (TreFokus, 2008).

Figur 7 – Prinsippskisse av tverrspente dekker. (Hentet fra treteknisk.no)

Massivtreelementer slik vi kjenner de i dag, er først og fremst lameller som enten er krysslagt eller kantstilte. De kantstilte elementene baserer seg mye på prinsippene fra de første dekkene fra Canada, og er lameller som sammenføyes på høykant med skruer, spiker, tredybler eller stålstag. Krysslagte elementer er den mest utbredte av elementtypene i Norge, og er lameller som er bygd opp i krysslagte sjikt. De ulike sjiktene er vanligvis limt sammen (eventuelt tredybler), og avhengig av ønskede kapasiteter har elementene en tykkelse fra 60mm til 240mm. Under vises et krysslagt massivtreelement.

Figur 8 – Krysslagte elementer (Hentet fra moelven.com)

Man kan på generelt grunnlag anta at massivtreelementer kan anvendes for spennvidder opp til 7,5 meter. Kombinasjon av belastningsretninger på dekkene og statiske forbindelser gir på den andre siden muligheter for omfordeling av kapasitetene. I statiske samvirker, en kombinasjon av dekker og bjelker av f.eks. limtre vil man også kunne oppnå svært høye kapasiteter og spenn opp til ca. 14 meter. Dette er dimensjoneringsfaktorer som bør tas hensyn til på et tidlig tidspunkt i prosjektering, i et samråd mellom arkitekt og RIB (Norsk Treteknisk Institutt, 2006).

Som konstruksjonsmateriale opptrer massivtre fortrinnsvis i den bærende konstruksjonen som elementer, slik man kjenner det som materiale i Norge i dag. Det opptrer i større og større grad i et større spekter av bygningsmasser, men har frem til nå blitt benyttet fortrinnsvis i pilotprosjekter og byggeprosjekter som ønsker spesielt fokus på miljøperspektiv eller arkitektoniske kvaliteter. Man ser på den andre siden at bruk av massivtreelementer etter hvert

har et godt argumentasjonsgrunnlag. Norsk treteknisk institutt (Treteknisk) argumenterer for følgende fordeler i sin håndbok «*Bygge med massivtreelementer»:*

- *Kort byggetid og tørt bygg*
- *God utnyttelse av treets egenskaper*
- *Godt arbeidsmiljø og ryddig arbeidsplass*
- *Enkel montering av tekniske installasjoner*
- *Enkelt å kombinere med andre materialer*
- *Stor fleksibilitet ved formgivning og overflater*
- *Stor fleksibilitet ved planløsning og konstruksjon*
- *Lav vekt og enkel håndtering*
- *Begrenset avfall på byggeplass*
- *Positive miljøegenskaper*
- *God råstoffutnyttelse*
- *God totaløkonomi*

(Norsk Treteknisk Institutt, 2006)

Dette er argumenter flere byggherrer, konsulenter og arkitekter verdsetter, samtidig som økende erfaringsgrunnlag til massivtre i bransjen gir større økonomisk og byggteknisk trygghet. Dette er naturligvis sentrale punkter i valg av byggematerialer i alle byggeprosjekter.

Figur 9 – Trekonstruksjon i limtre og massivtre (Hentet fra splitkon.no)

3.4.2 Overflater - Tynnplater av metall

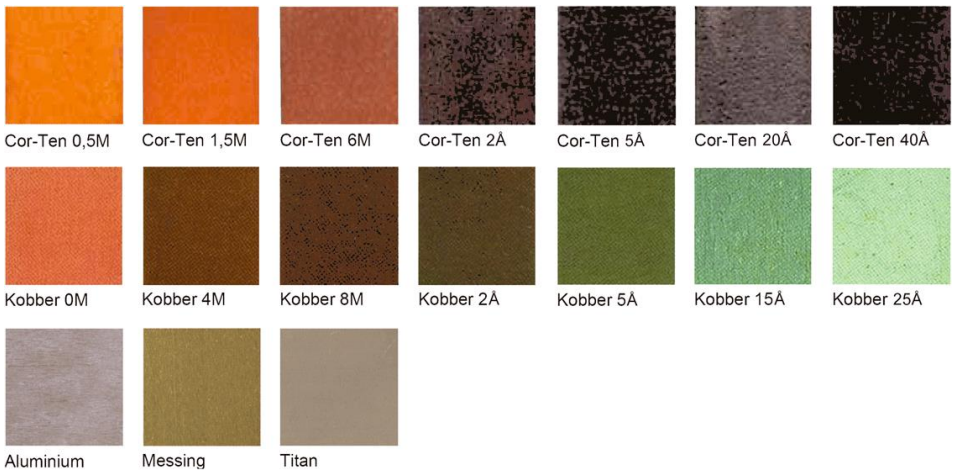
Bånd- og skivetekking med tynnplater av metall har tradisjoner som taktekking helt tilbake til 1200-tallet. Det mest kjente nasjonale eksempelet kan sies å være taktekkingen på Nidarosdomen i Trondheim. I dag ser man bruk av metallplater til både taktekking og fasader i et bredt spekter. En kombinert vegg- og takkonstruksjon med et harmoniserende fasadeutrykk er også blitt mer og mer benyttet i moderne arkitektur (Søran AS, 2019).

Til tekking med plater av metall benyttes fortrinnsvis materialene aluminium, sink og kobber. Valg av materiale bestemmes av fargeuttrykk, klima, form, vedlikehold og ikke minst pris. Arkitekter vil som oftest være mest opptatt av de tre første av nevnte faktorer, mens byggherre ofte også vil være svært opptatt av sistnevnte faktorer. Dette er en diskusjon byggherre og arkitekt bør ha i et kost/nytte-perspektiv for alle prosjekter. Med hensyn til klimapåkjenninger for det aktuelle prosjektet, vil det vurderes bruk av aluminium eller kobber. Sinkplater vurderes til å ikke være tilpasset klima på 1150 moh. (SINTEF, 2018).

Kobber

Det har blitt benyttet kobber som taktekking og fasadeprodukt helt tilbake til 1200-tallet, erfaringsgrunnlaget for bruk av produktene er derfor solid. Kobber som platemateriale er helt vedlikeholdsfritt og har lang levetid. Man kan regne med flere hundre år levetid for produktene, noe avhengig av klima. I tillegg er også kobber som materiale 100 % resirkulerbart.

Avhengig av ønsket fargeuttrykk kan platene velges å monteres ubehandlet eller forbehandlet. Forbehandlingen kalles forpatinering, og er en fremskyndet prosess av kobberets naturlige syklus (les oksidering). Det naturlige oksideringsløpet til kobber gir et livsløp tilnærmet figuren under.



Figur 10 - Metallers estetiske egenskaper som funksjon av klimatisk tidsbelastning i måneder (M) og år (Å) (Hentet fra Sintef Byggforsk 571.404)

For å best mulig kunne forutse fremtiden til et produkt som utvikler seg med klima det blir utsatt for, er kontakt med produsenter og leverandører essensielt. Gjennom kontakt med Aurubis, ledende for produkter av kobber i Europa, har prosjektgruppen etablert følgende standpunkt for kobber som skive- og båndtekkingsmateriale med de aktuelle klimapåkjenninger ved Gaustatoppen. Kobberet vil ikke utvikles naturlig til en patina representert i figuren over. Den vil snarere avslutte sin patineringsprosess med et brunt utseende (et sted mellom 4M og 8M i figuren over).

Aluminium

Prinsippene for bånd- og skivetekking med aluminium er de samme som lignende plater av kobber. Med begrepet «prinsipper» menes i denne sammenheng oppbygging av konstruksjonen med hensyn til fuktsikring fortrinnsvis.

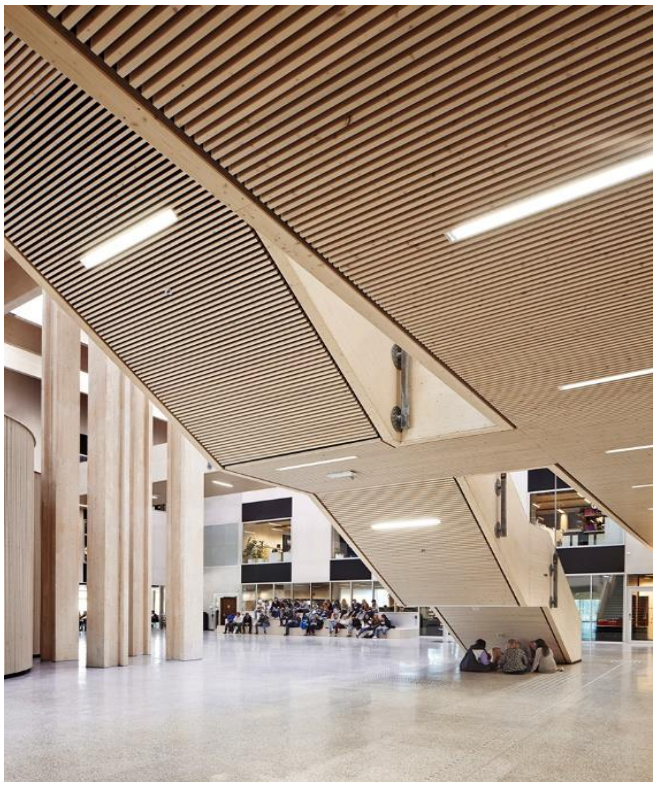
I likhet med kobber har aluminium god korrosjonsbestandighet – altså produktene ruster ikke. Ekstra overflatebeskyttelse er med bakgrunn i det, ikke et behov, men benyttes for å gi overflaten de ønskede fargekvalitetene. Her stiller også aluminium i et bredere spekter av overflatemuligheter, da de behandles med belegg eller pulverlakk fra fabrikk etter ønske fra byggherre/arkitekt. Garantiene for produktene varierer hos leverandørene, men flere leverer produkter med 40 års garanti for materialet og overflatebehandlingen.

Med bakgrunn i rapportens totalitet, står fokuset på miljøperspektivet sterkt for materialvalg. I den sammenheng stiller aluminium også sterkt, da produktene kan gjenvinnes 100 %, ved kun å benytte 5 % av den opprinnelige produksjonsenergien (PREFA 2020, 2020).

3.4.3 Overflater - trekledning

Det vil for store deler av nybygget benyttes former for trekledning innendørs. Treverket vil både komme til utrykk som plater og spiler, samt plankebord og bjelker. Bruk av treverk har dokumenterte fordeler når det kommer til energi og miljø (Treindustrien, u.d.). Dette gjør treverk som byggemateriale til en svært tidsriktig ressurs (les KLIMA2050), med tanke på et felles ansvar byggebransjen har for å redusere utslipp av klimagasser. Bruk av treverk illustrerer et miljøfokus for byggene det benyttes i.

Bruk av treverk som innvendig kledning er fortrinnsvis et valg basert på hvilket uttrykk arkitekt eller byggherre ønsker å ha for sine innvendige overflater. Bruk av trespiler kan på den andre siden også fungere godt som et tiltak for bedret romakustikk, som igjen er et argument i valg av materialer. Dette kan være et tiltak som fremdeles ivaretar mange av de arkitektoniske kvalitetene til det innendørs miljøet uten å gå på bekostning av estetisk uttrykk.
TEK17 §13-6 stiller krav til at publikumsbygg skal inneha tilfredsstillende lydforhold, hvor minimumskrav skal overholdes.



Figur 11 – Spilehimling som tiltak for romakustikk (Hentet fra Otretek.no)

3.4.4 Overflater – gulv

Det finnes utallige muligheter for valg av overflate på gulv. Kravene som stilles til en overflate i høyt trafikkerte offentlige byggverk er mange; motstand mot slitasje, krav til tilstrekkelige merking og kontraster, gjenklang av lyd etc..

Grunnleggende teori bak valg av produkter og løsninger kan leses i NS-EN 1991-1-1. Valgt produkt må tilfredsstille aktuell brukskategori. Det vil på bakgrunn av beskrivelsen «*arealer det personer kan samles» og «forretningsarealer»*, være naturlig og sette brukskategori C eller D (Eurokode, 1991). Alternative til gulvoverflater under brukskategori C og D er mange. TEK17 åpner for et vidt valg av ønsket løsning, såfremt produktene tilfredsstiller brannkravene (DIBK, 2017).

Ulike typer avrettingsmasser kan benyttes som gulv med stort overflateareal og høy slitebelastning. Disse leveres i ulike bestandighetsklaser. Bruk av sement- og kalsiumsulfatbaserte avrettingsmasser som topplag vil kunne utføres med gulvvarme. Uttrykket denne gulvløsning gir vil kunne velges fritt, og både matt og glansgylt overflate kan benyttes. I tillegg kan massen pusses for å gi ønsket overflatefinish.

3.4.5 Finérbjelker

I rapportens anbefaling foreslås det å benytte seg av et statisk samvirke for byggets bærekonstruksjon. Denne bærekonstruksjonen består av dekker av massivtre, samt understøttende sperrer. Oppbygningen og detaljer diskuteres nærmere i kap. 5.

Produksjon av finérbjelker forgår i første rekke ikke i Norge per dags dato. Det finnes dog et smalt utvalg av leverandører som forhandler finerbjelker på det Norske markedet i dag. Disse er henholdsvis Hunton og Moelven. For å tilfredsstille produktkrav som vil komme frem av rapporten, vil kun Moelven ha produkter i sitt sortiment som tilfredsstiller disse kravene. Med hensyn til økonomiske aspekter vil Moelven være mulig leverandør som kan levere en totalitet mtp. trematerialer til prosjektet (basert på tilgjengelige produktsortimenter i markedet, mars 2020).

Finérbjelker i bøk, med produktnavnet Baubuche forhandles i Norge av *Moelven limtre* (Moelven, 2017). Bjelken produseres av det tyske firmaet Pollmeier, og ble lansert på det norske markedet i 2017. Baubuche-bjelken er spesielt egnet der det er ønskelig at konstruksjonen skal være synlig innendørs. Dette med bakgrunn i produktets overflatekvalitet, et eksklusivt uttrykk med finérsjikt av tresorten bøk. Overflaten er en glatt høvlet overflate som kan benyttes ubehandlet, eller den kan behandles til ønskelige fargeuttrykk (Moelven, 2017).

Figur 12 – Referanse der Baubuche benyttes i et statisk samvirke (Hentet fra Pollmeier.com)

Baubuche leveres i styrkeklasse GL75, og produseres i CE-sertifiserte dimensjoner fra bredde 50 til 300 mm og høyder fra 80 mm til 1360 mm (se vedlegg 9). Med bakgrunn i styrkeklassen til bjelkene åpnes muligheter for å benytte slankere dimensjoner, som igjen kan være viktige argumenter mtp. arkitektoniske kvaliteter. Produktet leveres i standardiserte lengder opp til 13,5 meter, men kan leveres i lengder helt opp til 18 meter (Moelven, 2017).

I henhold til produktets ytelseserklæring er følgende standarder gjeldene for prosjektering og dimensjonering av produktet:

Dimensjoneringen av Baubuce GL75 bjelke kan utføres med basis i NS-EN 1995-1-1 og NS-EN 1995-1-2 ved å ta hensyn til vedlegg 1 i den europeiske tekniske vurderingen. Normer og forskrifter som gjelder på bruksstedet må tas hensyn til.

4. Tekniske analyser

I følgende kapittel vil prosjektgruppen presentere resultatet av sin forskning.

Kapittelet vil belyse kritiske vurderinger som anbefales benyttet som underlag til videre prosjektering. Det greies fortrinnsvis ut om temaer innen prosjektgruppens kompetanse og grensesnitt i henhold til gitt problemstilling. Disse temaene er henholdsvis klimatilpasning, planløsning, bygningsfysikk, materialvalg og konstruksjonsprinsipper.

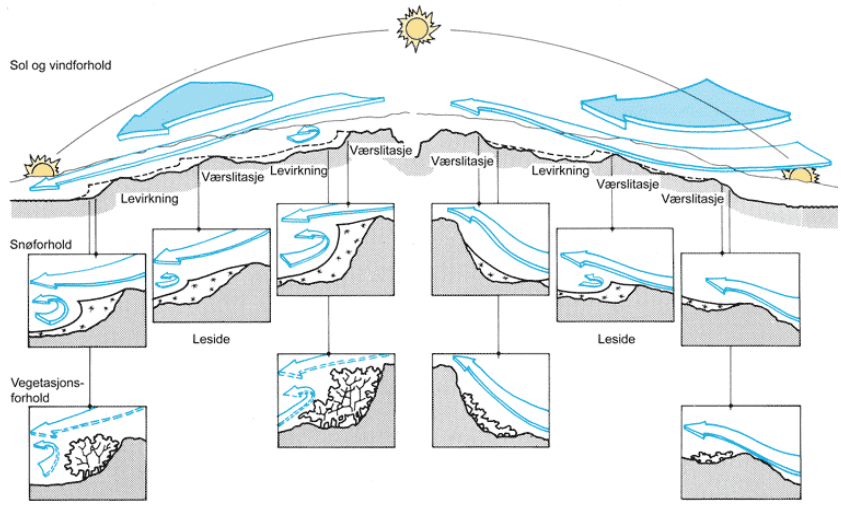
Det kan ikke forventes fullverdige prosjekterte løsninger i det som presenteres, men prosjektgruppen anbefaler at det settes søkelys på samtlige temaer, funksjoner og komponenter. All teori presentert i foregående kapittel defineres som grunnlag for argumentasjon som ytres. Mye av argumentasjonen vil også ha sitt grunnlag i referanselitteratur, og vil presenteres der dette er aktuelt.

4.1 Klimatilpasning (Snø og vind)

Bygge og konstruere bygninger på værutsatte tomter er noe som kan bringe med seg store utfordringer. En generell anbefaling er å utforme bygninger på tomter med værhardt klima slik at klimapåkjenningen på bygget og omkringliggende blir så små som mulig. (Thiis, 2005) Anbefalinger som følger i dette kapittel er vurdert mot *Sintef Prosjektrapport 389* (Thiis, 2005), *Byggforskblad 321.020*, samt relevante norske standarder. Det er også blitt benyttet det østeriske simuleringsprogrammet RAMMS til å vurdere eventuelle snøskred. Programmet er blant annet anerkjent og benyttet av NVE og NGI.

Den aktuelle tomta ved Gaustabanen ligger på Telemarks høyeste fjell, og stiller med åpenbare utfordringer knyttet til klimatilpasninger av bygninger på lokasjonen. Disse utfordringene presiseres med grunnlag i lokalkunnskap, og bør vurderes med bevissthet for videre prosjektering.

Figur 13 illustrerer prinsippene for snøakkumulasjon med bakgrunn i en eksempel-topografi. Prosjektgruppen vurderer ansamlinger av snø til å være en av viktigste parameterne for klimatilpasning av bygningskonstruksjoner på tomta.



Figur 13 – Snøakkumulasjon (Hentet fra Sintef Byggforsk 311.109)

4.1.1 Tomteforhold

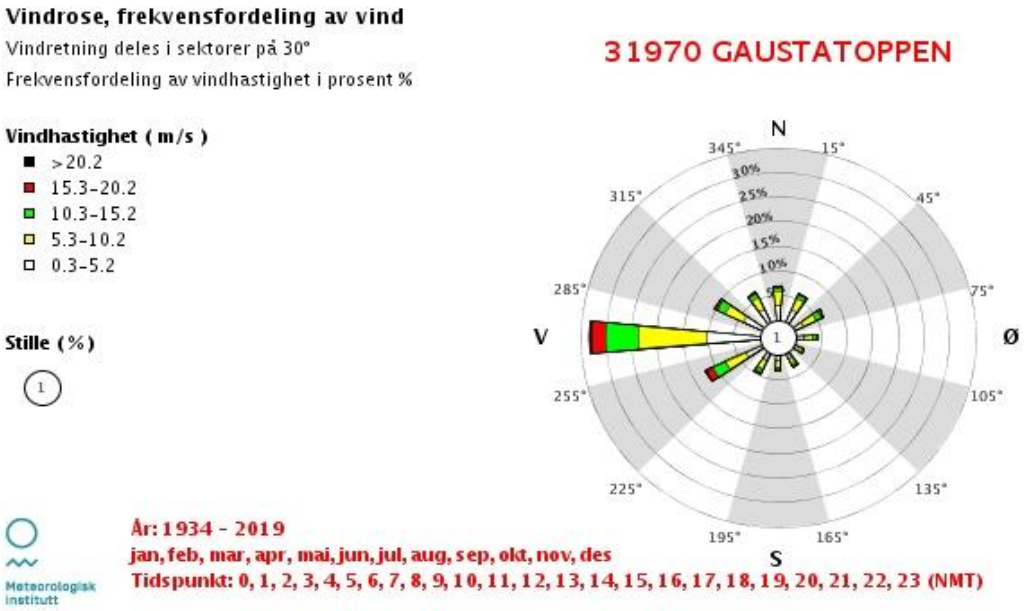
Årsmiddelnedbøren for Gaustatoppen ligger på om lag 1300-1400 mm, som kan anses på som en forholdsvis moderat grad av nedbør (Brattlien, 2001). Nedbøren kan dog være ledsaget av vind fra de fleste himmelretninger. Det er også aspektet med vind som er utslagsgivende for etablering av byggemasse for nedre stasjon ved Gaustabanen. Det kan komme store nedbørsmengder i området fra det fleste himmelretninger, men det er vindtransportert snø fra vestlig himmelretning som skaper kritisk snødriv ved den aktuelle lokasjonen.

Figur 14 – (27.03.20) Tomt nedre stasjon Gaustabanen. Foto: Lars Haukaas

Figur 14 viser et foto fra den aktuelle tomta hvor ny byggemasse skal etableres. Kun beskjedne nedbørsmengder ledsaget av vestlig vind har ført til en snøfonn på tomta. Man kan også se av omgivelsene at det er små mengder snø i terrenget på tidspunktet, men fonndannelse opptrer likevel. Fonndannelse eller snøansamling kalles snøakkumulasjon, og kan forklares med bakgrunn i Sintef *prosjektrapport 389* (Thiis, 2005). Vindmønsteret er den mest avgjørende faktoren. Dette vil drives av tomtas topografi, hvor vindhastigheten økes over hauger og topper, og eroderer. I leområder i topografien senkes vindhastigheten, og drivsnø akkumuleres (dannelse av snøfonn).

Med bakgrunn i frekvensfordelingen hentet fra meteorologisk institutts portal *eklima.met.no* man kan se i figur 15, kan også lokalkunnskap knyttet til vindretninger underbygges. Vind fra vestlig retning utgjør opp mot 40 % av den totale vindbelastningen på Gaustatoppen. Dette baseres på statistikk tilbake til 1934. Det kan også vurderes med bakgrunn i vindrosen at vind fra nettopp vestlig retning står for de høyeste av vindhastighetene. Disse observasjonene

sammen med figur 14 må sies å kunne bevise at man snøakkumulering som følger av vestlig vindtransportert snø må forventes for tomta ved Gaustabanen. Det presiseres dog at *vindstasjon 31970* ligger om lag 650 høydemeter høyere enn nedre stasjon Gaustabanen, men vindretninger forventes å harmonere til en viss grad. Dette med bakgrunn i topografien, og at vestlige vindmønstre vil drive inn både på sørlig og nordlige side av Gaustatoppen.



Figur 15 – Vindrose (Gaustatoppen) hentet fra Meteorologisk institutts klimaportal eklima.met.no

Fullstendig rapport fra *eklima* finnes i rapportens vedlegg.

Det kan trekkes paralleller mellom teorien i sintef-rapporten og figur 10. Forhøyningen i terrenget over byggemassen blir utsatt for høye vindhastigheter, og snøen havner i le-sonen som man kan se av figur 14 ligger midt på tomta. Generelt sett kan man si at bebyggelse bør unngås i slike områder for snøakkumulasjon (Thiis, 2005). Realiteten er på den andre siden ofte slik at snødriv ikke er regjerende parameter, og at f.eks. sterk vind på tomta også bør unngås av en rekke hensyn. Arkitektoniske forhold er også en begrensende faktor for å kunne tilfredsstille krav iht. reguleringsplanen. For det aktuelle prosjektet ved Gaustabanen er ikke annen bygningsplassering et alternativ, og tiltakene må ligge i bygningsutforming eller terrenginngrep.

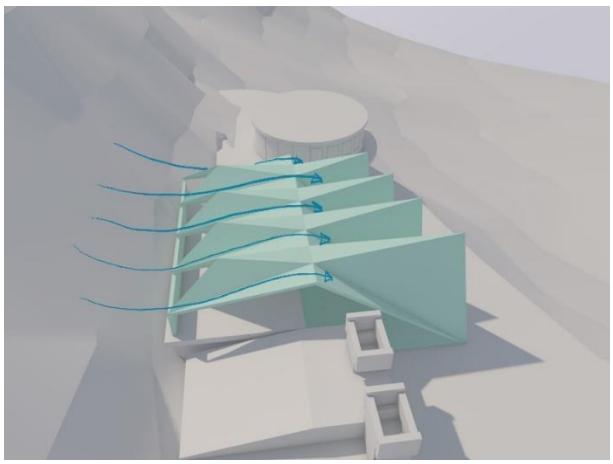
4.1.2 Vurdering av bygningsform

Vinden oppfører seg på samme måte når den treffer en forandring i terrenget i form av et bygg eller en topografisk endring (Thiis, 2005). Dette betyr at bygningsformen påvirker vindstrømningene og hastighetene, og igjen bestemmer hvordan snøen vil akkumuleres. Å forutse hvordan det ferdige bygget i praksis vil akkumulere og drive snøen kan på den andre siden være komplisert. Det kan utføres vindsimuleringer (CFD) med bygningsformen som utgangspunkt dersom snøakkumulasjon vurderes til å være en avgjørende parameter. Slike simuleringer utføres av en rekke prosjekterende virksomheter (blant annet Norconsult).

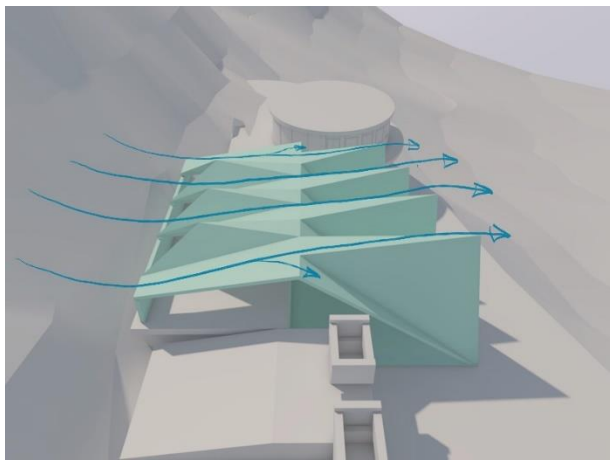
Iht. *Byggforskblad 471.041* (etablert med bakgrunn i NS 3491-3) kan formfaktoren for snølastberegninger strekke seg helt opp til 2,4. Dette vil altså kunne utgjøre et bidrag på den dimensjonerende snølasten med over doblet last – kun med bakgrunn i hvordan formen på bygget er strukturert. Dette vil ha store konsekvenser for bærende konstruksjoner i form av dimensjoner. Økende dimensjonerer antas også å være kostnadsdrivende for prosjektet. For store snølaster kan også bidra til å redusere egnetheten til massivtre som bærende konstruksjon. Det anbefales av den grunn at ekstra vurderinger bør gjøres for å optimalisere formen for lavest mulig snøakkumulasjon. Formen kan f.eks. analyseres ved hjelp av vindsimuleringer som nevnt.

I figur 16 og 17 er det enkelt skissert hvordan en vesentlig vind vil kunne angripe bygningsformen, og videreføre vindstrømningene (blå piler). Figur 16 vil danne en naturlig vindstrøm mellom arkene mot vest, og et leområde mellom arker mot øst vil medføre snøakkumulasjon. Figur 17 illustrerer en alternativ form som av prosjektgruppen vurderes til å ha en mer aerodynamisk form, og med det drive snøen videre over arkene mot øst. Begge illustrasjonene vil drive snø inn mot inngangspartiet, og det presiseres at dette også bør gis oppmerksomhet for helhetlige tiltak for snøakkumulasjon.

Scenarioene med tanke på vindmønstre er drøftet i samråd med kontaktperson ved *Norconsults avdeling - CFD og strømningsteknikk*. Dette beviser eller konkluderer ikke med noen endelig løsning, men illustrerer at justeringer som gjort i figur 17 kan bidra til økt optimalisering av form i et «vind- og snøperspektiv».



Figur 16 - Skissert form (Produkt: Prosjektgruppen)



Figur 17 - Alternativ form (Produkt: Prosjektgruppen

Slike justeringer kan vurderes i videre prosjektering for å redusere formfaktor-bidraget i snølastberegninger.

Dersom tiltak og justeringer av bygningsformen ikke vurderes til å ha tilstrekkelig påvirkning for å oppnå respektable dimensjonerende snølaster, kan det kompenseres med snøabsorbenter lengre opp i terrenget eller med såkalte snøspylere (Thiis, 2005). Snøabsorbenter, vanligvis i form av snøgjerder, i terrengforhøyningen (se figur 14) bak tomta, vil kunne akkumulere snø og redusere belastningen på bygget. Slike tiltak bør eventuelt gis oppmerksomhet i prosjekteringen for å hindre skjemmende snøgjerder i terrenget. Snøspylere er på den andre siden innretninger på bygningskroppen som driver vindstrømningene inn i leområder, og med det hindrer akkumulering. Arker mot øst (figur 17) anses også å ha en snøspylende effekt.

Det anbefales med bakgrunn i informasjon som nevnt i dette underkapittelet, at tema vurderes tidlig i videre prosjekteringsprosess for å kunne oppnå resultater med høy arkitektonisk kvalitet, samt at tema ikke genererer kostnadsformørkelser i videre prosess (Johansen, et al., 2014).

4.1.3 Snølast

Vurdering av laster på konstruksjoner beregnes etter Norsk Standard. Karakteristiske verdier for snølast opptredende på Nedre stasjon Gaustabanen vurderes derfor i henhold til *NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018.* Prosjektgruppen ønsker å belyse snølastproblematikken ved byggetomta og ved bygningsformen, ved å inkludere dette kapitlet i rapporten. Tradisjonelt sett vil man kun vurdere en snølast som forutsetning, men det er etter prosjektgruppens vurdering behov for å ha de opptredende dimensjonerende kreftene som underlag for videre prosjektering.

$$s_k = s_{k,0} + n\,\Delta s_k$$

$$der$$

$$\Delta s_k \; for \; kommunen \; er \; angitt \; i \; tab. NA. 4.1(901) \; og$$

$$n = \frac{H - H_g}{100}, hvor \; n \; rundes \; opp \; til \; nærmeste \; heltall$$

$$Dersom \; beregnet \; s_k > s_{k,maks}\,, settes \; s_k = s_{k,maks}$$

Karakteristisk snølast (Gaustabanen 1150 moh.):

$$n = \frac{H - H_g}{100} = \frac{1150 \; - 350}{100} = 8$$

$$s_{k,0} = 4{,}5 \; \frac{kN}{m^2}$$

$$\Delta s_k = 1{,}0 \; \frac{kN}{m^2}$$

$$s_{k,maks} = 6{,}5 \; \frac{kN}{m^2}$$

$$s_k = s_{k,0} + n\,\Delta s_k = 4{,}5 \; \frac{kN}{m^2} + 8 * 1{,}0 \; \frac{kN}{m^2} = 12{,}5 \; \frac{kN}{m^2}$$

$$\boldsymbol{s_k > s_{k,maks}\,, medfører \; karakteristisk \; snølast \; lik \; 6{,}5 \; kN/m^2}$$

Det presiseres at de dimensjonerende forholdene ved Gaustabanen kan fravike i stor grad fra de karakteristiske verdiene beregnet ut fra standarden. Dette med bakgrunn i spesielt vindforhold og snødriv som blant annet kan skape snøfokk på takkonstruksjonen.

For beregning av dimensjonerende snølast, refereres det til byggforskblad *471.041 Snølast på tak. Dimensjonerende laster* (Relevant standard *NS 3491-3* per tidspunkt tilbaketrukket, årsak ukjent). Hvordan snøen vil opptre lokalt mtp. bygningsmassens form varierer stort. Disse parameterne skal vurderes etter følgende formel. Verdiene vil gi verdier for snølast på tak i horisontal projeksjon.

$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \ (kN/m^2)$

hvor

- s er karakteristisk snølast på tak.
- S_k er karakteristisk snølast på mark.
- μ_i er formfaktoren for takformen.
- C_e er ekponeringsfaktoren (topografi).
- C_t er termisk faktor.

Snølasten skal i rapporten kun illustrere en verdi for overslagsdimensjonering. Verdiene som benyttes for gitte parametere kan derfor ikke ses på som grundig vurdert opp mot prosjekteringen for bygget. Formfaktorene for bygget vurderes blant annet til å ha stor innvirkning med bakgrunn i en svært dynamisk form. Det beregnes derfor som et overslag for dimensjonerende snølast konservativt, og antar:

- $\mu = 1{,}6$ - Vurderingen med konservativ formfaktor.
- C_e settes lik 1,2 iht. tab. NA.5.1. i *NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018*.
- C_t vil også ha et bidrag fra vinduer mot vest på nybygget. Denne faktoren forenkles til 1,0 i rapporten.

Dimensjonerende snølast vurderes derfor til å overslagsmessig inneha et bidrag i horisontalplanet på:

$$s = 1{,}6 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}0 \cdot 6{,}5 \ kN/m^2$$

$$\mathbf{s = 12{,}5 \ kN/m^2}$$

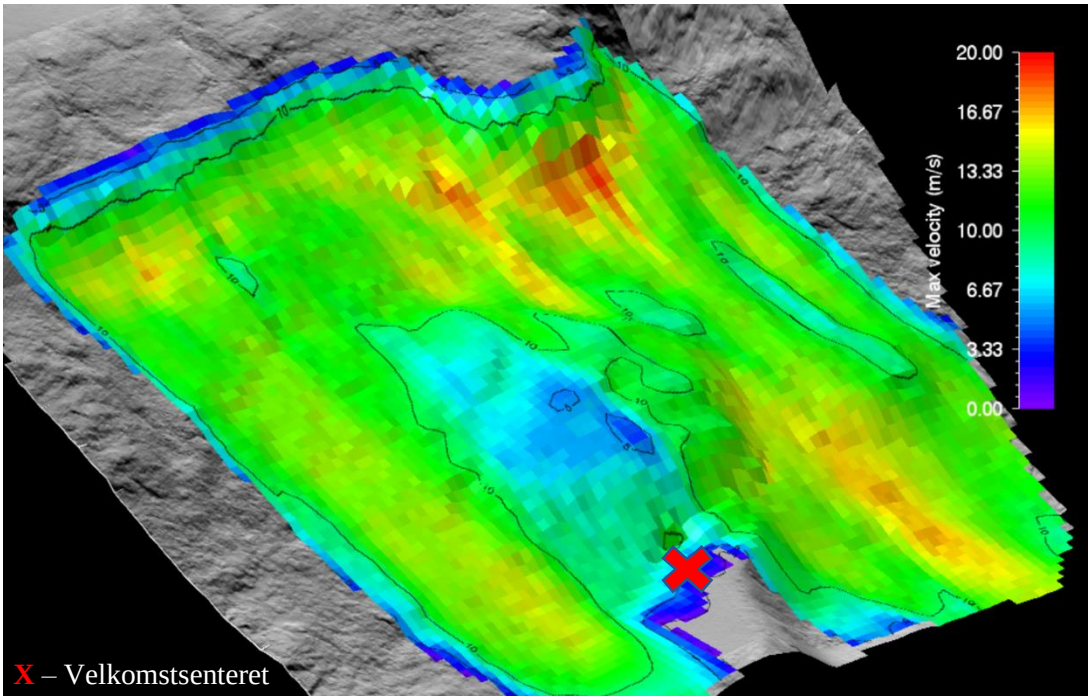
4.1.4 Skredvurderinger

Å prosjektere et bygg ved foten av Gaustatoppen vil innebære å ta hensyn til krevende forhold. Eksempelvis kan den gitte plassering få bryne seg på orkan, ekstreme mengder snø og muligheten for snøskred. I SAK10 gis det pålegg om at prosjekteringen underbygger at «*bæresystemet skal tåle standard laster, naturpåkjenninger og ulykkeslaster*», og prosjekteres av foretak med erklært ansvarsrett.

Av reguleringsbestemmelsen forstås kommunens pålegg om ytterligere undersøkelser knyttet til snøskredproblematikk før videre utbyggelse. Basert på undersøkelser gjort av NGI i 2001 fremgår det at området kan være utsatt for skredfare. Her trengs det bekreftelse på antagelsene og en vurdering av ulykkespåkjenningen som kan oppstå ved utløsing.

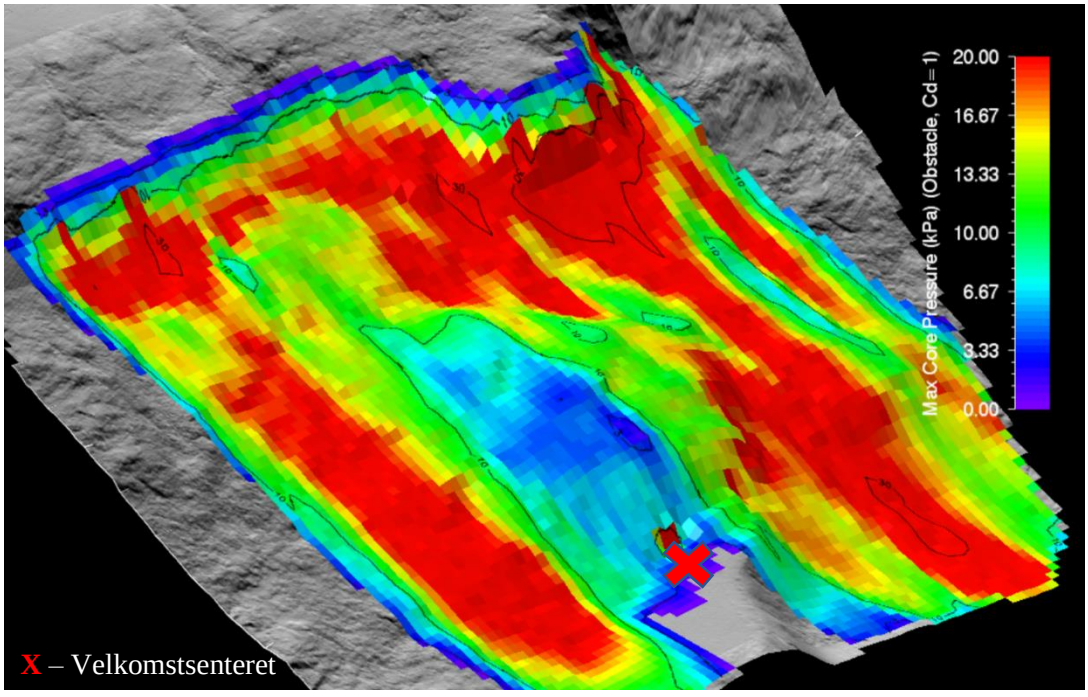
Prosjektgruppen kan presentere et samarbeid med Rapid Mass Movements (RAMMS). Selskapet er leverandør av beregningsprogram for naturkrefter i alpine områder (les snøskred, jordskred, steinsprang og flom). Gjennom utarbeidelse av denne rapporten har gruppen samarbeidet med programleder Dr. Perry Bartelt, som har bistått med overslagsberegninger av kreftene som kan oppstå ved et skred. Overslaget viser et forholdsvis lite til middels stort skred med fortrinnsvis bløte snømasser. Dette er henholdsvis representert ved simuleringer med en tredøgnsnedbør på 1,0 meter.

Resultatene vist i følgende figurer bekrefter at området kan være utsatt for skred. Figur 16 viser farten et skred vil virke med nedover fjellsiden. Som vi ser vil farten ligge på ca. 10 m/s i området på oversiden av området, men avta ned mot 5 m/s inn mot byggetomten.



Figur 18 Fart til skredet ned mot byggetomt. Kilde: Dr. Bartelt, RAMMS

«All erfaring med hensyn til registrering av skred og teoretiske analyser viser at det er en klar sammenheng mellom størrelsene på skredet, hvor langt skredet går, maksimal hastighet og hvilke trykk de påfør konstruksjoner i skredbanen» (Vegvesen, 2014). Med nevnte faktorer kan det beregnes hvor stort trykk et eventuelt skred vil treffe bygget med. Dr. Bartelt har illustrert dette med følgende figur.



Figur 19 Det opptrendene trykket i skredet ned mot byggetomt. Kilde Dr. Bartelt, RAMMS

De digitale beregningene kan oppsummeres i følgende ligning.

Etter dialog med Dr. Bartelt, lokal kunnskap og håndbok V138, settes

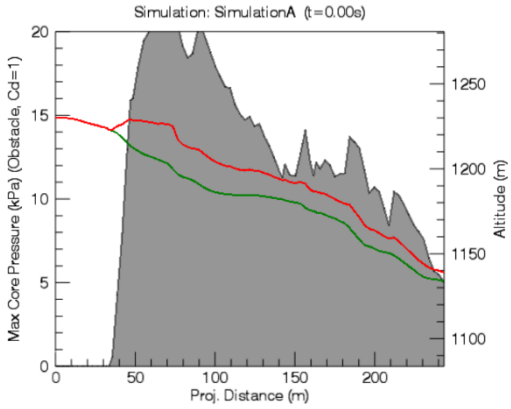
trykkonstant $k = 2$,

massetetthet $\rho = 450\ {}^{kg}/_{m^3}$

farten $v = 5\ {}^{m}/_{s}$.

$$P_s = {}^{1}/_{2} * k * \rho * v^2 \quad [{}^{N}/_{m^2}]$$

$${}^{1}/_{2} * 2 * 450\ {}^{kg}/_{m^3} * 5\ {}^{m}/_{s}{}^{2} = 11.250\ [{}^{kN}/_{m^2}]$$



Figur 20 Oppredende energilinje til snøskred. Kilde: Dr.Bartelt, RAMMS

Det vil med andre ord kunne innvirke en kraft på 11.250 kN/m^2 på vestvendt fasade, opp mot skråning. For verifisering av beregningen kan det sjekkes opp mot energilinjen til skredet.

Opptredende trykk på 11.250 kN/m^2 er en last det vil være mulig å prosjektere tilstrekkelig motstandsevne for. Ved tilstrekkelig dimensjonering vil bygget fungere som en skredskjerm, i tråd med hva konsekvensutredningen anbefaler. Byggetiltaket vil med andre ord ha en positiv innvirkning på skredsikring i området.

Det presiseres at beregninger kun er utført som et oversalg i forbindelse med denne spesifikke rapporten. Det vil være behov for ytterligere beregninger før bruk som prosjekterende underlag. Simuleringen angir eksempelvis et hypotetisk skred ved gitte verdier, og dette representerer ikke nødvendigvis dimensjonerende forhold (5000-årsskred). Beregningen vurderes derimot til å være et representativt bidrag for dette hypotetiske skredet.

4.2 Brann

Prosjektgruppen har i henhold til sin problemstilling satt et grensesnitt mot brannsikkerhetsvurdering i denne rapporten. Eventuelle generelle vurderinger som er gjort ift. brannsikkerhet for prosjektet vil derimot basere seg på følgende informasjon.

Brann er et sentralt tema i ethvert byggeprosjekt. Etter det som presenteres under teorikapittel *2.1.2 brann* vil sikring av liv og helse alltid settes i første rekke. For å kunne prosjektere og dokumentere tilstrekkelige tiltak må risikoklasse og brannkasse fastsettes. Normalt hentes klassifisering ut av preakseptert tabell for *ulike virksomheter og tilhørende risikoklasse,* presentert i veiledningen til TEK17. Prosjektgruppen vurderer ingen av de presenterte virksomhetene til å være dekkende for aktuelt prosjekt. Dette fordrer med andre ord en *analytisk prosjektering*.

Tabell 5 – Risikoklasser hentet fra §11 – 2 i TEK17 (DIBK, 2017)

Risikoklasser	Byggverk kun beregnet for sporadisk personopphold	Personer i byggverk kjenner rømningsforhold, herunder rømningsveier, og kan bringe seg selv i sikkerhet	Byggverk beregnet for overnatting	Forutsatt bruk av byggverk medfører liten brannfare
1	ja	ja	nei	ja
2	ja/nei	ja	nei	nei
3	nei	ja	nei	ja
4	nei	ja	ja	ja
5	nei	nei	nei	ja
6	nei	nei	ja	ja

Ut fra konsekvensene en brann vil medføre for liv, helse og samfunnsmessige interesser, skal byggverk plasseres i en representativ brannklasse. Valget av brannklasse skal ligge til grunn for videre brannprosjektering, samt at valg av en rekke bygningsdeler vurderes mot brann som en av de sentrale parameterne. Dersom man forutsetter at nybygget som prosjekteres skal utgjøre en egenbranncelle, vil kvaliteter for bygningsdeler i *tabell 5* være preaksepterte ytelser.

Brannklasse fastsettes henholdsvis iht. *tabell 4* hentet fra TEK17.

Tabell 6 – Brannklasser hentet fra §11-3 i TEK17 (DIBK, 2017)

Risikoklasse	**Antall etasjer**			
	1	**2**	**3 og 4**	**5 eller flere**
1	-	BKL 1	BKL 2	BKL 2
2	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
3	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
4	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
5	BKL 1	BKL 2	BKL 3	BKL 3
6	BKL 1	BKL 2	BKL 2	BKL 3

Med bakgrunn i brannklassen prosjektgruppen har kommet frem til, har det blitt benyttet en tabell hentet fra *Sintef prosjektrapport 30* (Time, et al., 2008) for å kunne tilfredsstille brannkrav til bygningsdelene som velges – på et «generelt» nivå. Ved oppføring i samsvar med ytelsene i *tabell 5* vurderer prosjektgruppen at kravene til brannsikkerhet for bygningsdeler er tilfredsstilt.

Tabell 7 – Oppsummering brannkrav bygningsdeler (Time, et al., 2008)

	Brannklasse 1	Brannklasse 2	Brannklasse 3
1) Isolasjon 2) Bærende hovedsystem 3) Sekundært bærende bygningsdel 4) Tekning	1) A2-s1,d0 * 2) R 30 / EI 30** 3) R 30 / EI 30** 4) Ubrennbar eller B_{ROOF} (t2) [Ta]	1) A2-s1,d0 * 2) R 60 / EI 60** 3) R 60 / EI 60** 4) Ubrennbar eller B_{ROOF} (t2) [Ta]	1) A2-s1,d0 * 2) R 90 / EI 60** 3) R 60 / EI 60** 4) Ubrennbar eller B_{ROOF} (t2) [Ta]

4.3 Planløsning

Å utarbeide en god planløsning for prosjektet er og bør være en vurdering hvor arkitekten har stor innflytelse. Det er samtidig viktig at byggherre bidrar med å definere erfaringsbaserte behov slik at planløsningen vil tilfredsstille funksjonene som er viktige for prosjektet. Basert på funksjoner formulert gjennom masterplanutkastet, samt intern erfaring med det aktuelle publikummet innad i prosjektgruppen, ønsker prosjektgruppen å gjøre en vurdering av det foreslåtte funksjonsprogrammet for planløsningen. Det er også utarbeidet en mulig alternativ planløsningsstruktur av prosjektgruppen som kan ses i rapportens vedlegg 3.

4.3.1 Visjon og funksjon

Gaustabanens visjon for destinasjonen er at Gaustatoppen og Gaustabanen i en helhet skal bli en av Norges mest attraktive turistattraksjoner. I den sammenheng er det viktig at et nytt velkomstsenter har en «x-faktor» som gjør at inngangen til destinasjonen er en opplevelse i seg selv. Arkitekturen må sikre x-faktoren, mens byggets funksjoner må sikres først og fremst gjennom en god planløsning.

Planløsningen for det nye velkomstsenteret bør legge til rette for et økt publikum, samt enkelte tilleggsfunksjoner bør tillegges bygget og strukturen. I tilleggsfunksjoner legges det et tilbud utover det velkomstsenteret tilbyr i dag. Dagens velkomstsenter tilbyr enkel servering, et par bord å sitte ved og noen suvenirer. Plass til videreutvikling og økt publikum er derimot begrenset. For det nye velkomstsenteret ønsker byggherre å bevare funksjonene som allerede er tilbudt pr. dags dato, men at det nye også utvider de eksisterende funksjonene. I tillegg ønskes det å legge til rette for at det kan holdes arrangementer som typisk vil være knyttet opp mot destinasjonen. Dette kan typisk være kurs knyttet til skikjøring, et samlingspunkt for diverse aktiviteter, osv.

Det er viktig at funksjonen til bygget som en ankomst til banen også blir godt ivaretatt. Det betyr at selv om det legges til rette for bruk utover kun billettsalg, må også god trafikkflyt av passasjerer inn og ut av anlegget ivaretas.

4.3.2 Universell utforming

Iht. TEK17 §12-1 skal byggverk for publikum være universelt utformet. Det refereres til kap. 3.1.3 i foregående teoridel for forklaring av «universell utforming»-begrepet. Det dog et unntak fra kravet dersom *«byggverket eller deler av byggverket etter sin funksjon er uegnet for personer med funksjonsnedsettelse»*. Selve banen inni fjellet kan ikke defineres som universelt utformet, da det er flere steder i anlegget trappetrinn må forseres. Nye byggverk, samt en omorganisering at strukturen for nedre stasjon vil på andre siden likevel *kunne* få krav om universell utforming, da dette er bygninger hvor allmenheten har tilgang. Det presiseres at prosjektgruppen ikke har gjort øvrige undersøkelser om kravet utover tolkning av TEK17 og byggforskblad 220.320 (Mellegård, 2012).

Dersom anlegget Gaustabanen vil defineres i sin helhet som et byggverk, vil kravet om universell utforming bortfalle. Prosjektgruppen vurderer det på den andre siden til å være en kvalitet å ha den nye velkomsstrukturen universelt utformet – krav eller ei. Dette viser et samfunnsansvar og inkludering hos byggherre og destinasjonen, hvor det legges i størst mulig grad for alle typer publikum. I fremtiden vil det også kunne utarte seg slik at banen i seg selv kan utbedre tilgjengeligheten for målgrupper med funksjonsnedsettelser, og vil i den grad kunne tilby noe unikt i form av en toppbestigning for alle målgrupper – uansett funksjonsnivå.

Med bakgrunn i nevnte faktorer anbefaler prosjektgruppen at det legges til rette for en universelt utformet velkomststruktur. Anbefalingen gjelder kun for arealer tiltenkt publikum. Personalområder vurderes til ikke å inneha samme behovet, da det stilles en rekke krav til personalets funksjonalitet for betjening av anlegget.

Det bør avklares før videre prosjektering hvordan det skal legges til rette for funksjonalitet for målgruppene. Mange av tiltakene som må gjøres er ikke nødvendigvis kostnadsdrivende i fasen prosjektet befinner seg i, mens en utsettelse og senere krav vil kunne medføre kostnadsformørkelser (Mellegård, 2012).

4.3.3 Vurdering av skisseutkastets planløsning

Det presiseres i første omgang at skisseutkastet representerer fasen av prosjektet, og at det fremdeles er i en innledende fase før detaljprosjektering. Dette medfører at planløsningen i skissene hovedsakelig illustrerer kun de overordnede funksjonen, og at løsningene må arbeides videre med for å oppnå et optimalt resultat.

For at videre prosjektering enkelt skal kunne forholde seg til punkter som nevnes, deles prosjektgruppens vurderinger inn i følgende underpunkter.

- Det inntegnede av eksisterende struktur er ikke helt i samsvar med realiteten. Diesellageret er blant annet plassert lengre «frem» på plassen, og vil skjerme for inngangen slik som det er skissert. Det bør også vurderes spesielt form for inngangsparti, med eventuelt et vindfang eller andre dørløsninger, da klimapåkjenningen passer dårlig med hengslede utadslående dører.
- Trappens plassering bør vurderes flyttet. Byggherre har blant annet ytret at arealet i maskinrommet senere ønskes omorganisert, og at dette arealet kan romme en eventuelt enkel butikk. Da kan den eksisterende åpningen ved inngangspartiet være en fornuftig tilkomst. Prosjektgruppen vurderer også arealet på mesaninen til å bli gunstigere med plassering av trapp som i det alternative forslaget – da unyttig gangareal minimeres.
- Arealer for enkelt butikk- og suvenirsalg vurderes til å ikke være tilstrekkelig.
- Det bør legges til rette for noe mer lagerplass i toalettdelen, samt et mer komplett toalettanlegg (les flere og godt tilgjengelige toaletter).
- Arealene på mesaninen vurderes til å ikke være optimal med skisserte høyder mot takkonstruksjonen. Arealet skal blant annet kunne benyttes til enkle arrangementer og opphold.

4.3.4 Prosjektgruppens forslag

Med bakgrunn i punktene nevnt i kapittel 4.3.3, har prosjektgruppen utarbeidet en alternativ planløsning og bygningsstruktur. Det er også etter beste evne innmålt mer nøyaktige målsettinger av den eksisterende bygningsmassen. Dette har medført noen mindre justeringer av bygningsformen. De arkitektoniske kvalitetene er dog forsøkt bevart i forslaget.

Prosjektgruppen er fremdeles av oppfatning at inngangspartiet ikke er så imøtekommende og «tiltrekkende» som det bør være. Dette ansvaret tillegges derimot arkitekten, da det vil kunne medføre en justering av hele bygningsformen. Dette går utenfor prosjektgruppens grensesnitt.

Bemerkninger ved den alternative planløsningen utarbeidet av prosjektgruppen:

- Inngangsparti uten hengslede dører eksponert for vær og vind.
- Det er inntegnet et illustrativt grensesnitt mot det som i skisseutkastet betegnes som «venteareal». Det anbefales dog å videreføre grensesnittet i et bygningsfysikk-perspektiv for prosjektet, da det i ventearealet kan kreves lavere temperaturer, og vil derfor gå utenfor det nye byggets termiske dimensjonering (oppvarmingsbehov og isolering).
- Utbyggingen i «toalettsonen» er utvidet, som har medført bedre lagerplass og et mer komplett toalettanlegg.
- Som følger av utvidelsen ved toalettene, er det også gjort plass for trapp i dette området. Da vil man også få et mindre «gangareal» på mesaninen, iom. at utgangen til terrassen vil kreve et visst «friareal». Arealet ved inngangen er frigjort for butikk- og serveringsdel, eller tilkomst til et omorganisert maskinrom.
- For å legge til rette for universell utforming, foreslås det å plassere heis for området som er satt av til trapp opp i «lysthuset», og at trappen som tegnet inn i den nye bygningsmassen er tilstrekkelig trapp for både lysthus og mesaninen. Det må ved en slik løsning utarbeides en god sammenføyning mellom lysthus og mesanin, slik at heisen og trappen kan forsyne begge arealene.
- Høyder og vinkler på takkonstruksjonen er justert noe for å gi et mer fleksibelt areal på mesaninen. Det presiserer dog at justeringen må vurderes ytterligere mot funksjonene mesaninen skal inneha.

4.4 Bygningsfysikk

Prosjekteringsanbefalingen råder byggherre til bruk av følgende standarder og tiltak under tema bygningsfysikk. Presenterte løsninger jobber mot å tilfredsstille kravene som settes til et «lavenergibygg». Prosjektgruppen anbefaler at retningslinjer gitt i NS 3701:2012; *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger, yrkesbygninger* følges.

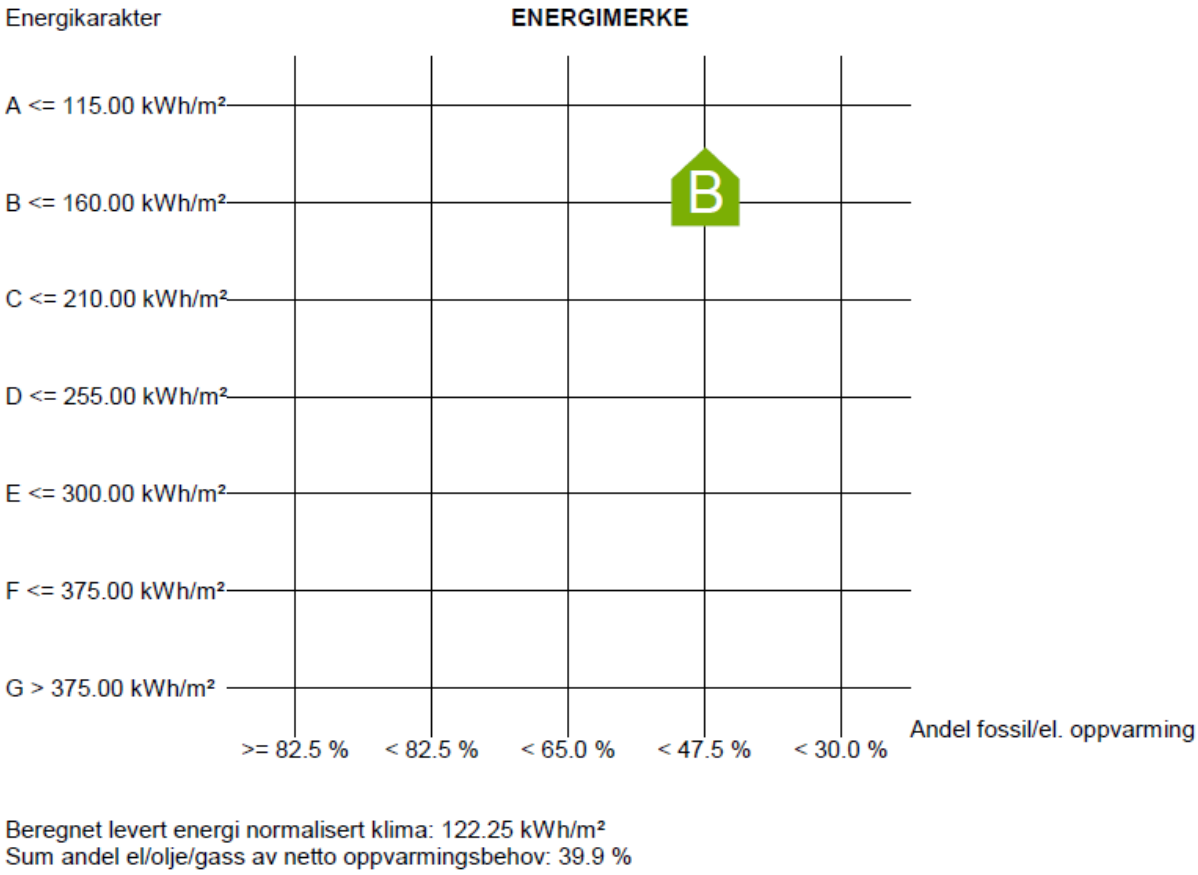
Som foregående kapittel 3.1.5 Energi befester, stiller NS 3701 særskilte krav til energieffektivitet. Dette kommer til utrykk i form av krav til varmetap, energibehov, kjørebehov, samt minstekrav til bygningskomponenter.

Lavenergistandarden er mer konservativ enn minimumskravene presentert i TEK17. Valget med å sette strengere krav enn TEK17 vil kunne føre til en høyere investeringskostnad. Prosjektgruppen mener likevel at retningslinjene i NS3701 vil forsvare investeringskostnaden i form av lavere driftskostnader, høyere termisk komfort (innemiljø) og en fremtidsrettet profilering. Som følge av prosjektgruppens prosjektering kan det dokumenteres følgende resultater, innenfor rammene som settes i NS3701.

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m²K]	0,10	0,22
U-verdi tak [W/m²K]	0,10	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m²K]	0,08	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m²K]	0,79	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	1,00	1,50

Figur 21 U-verider fra SIMIEN somulering, vist i vedlegg 7.

Simuleringer vist i vedlegg 7, TEK17 evaluering, estimerer et årlig netto energiforbruk på 122,25 kWh/m^2, et forbruk godt innenfor rammene på 180 kWh/m^2. Som vist i teorikapittelet setter ikke lavenergistandarden strengere rammer tilknyttet netto energiforbruk enn TEK17. Ved de lave resultatene til energiforbruket oppnår velkomstsenteret energimerke lysegrønn B som presentert under. For energisimulering er det tatt utgangspunkt i u-verdiberegninger, og naturlige antagelser knyttet til energiforsyning og oppvarmingskilder. Til opplysning er det en svakhet tilknyttet beregningsprogrammet SIMIEN - der den lokale tilpasningen kun retter seg mot Oslo-området, og ikke direkte til lokasjonen ved Gaustabanen.



Figur 22 Energimerke hentet fra SIMIEN simulering, vedlegg 7.

4.4.1 Gulvkonstruksjoner

Som kapittelet under *5.4 konstruksjonsprinsipper* utdyper nærmere, er det anbefalt fundamenteringsløsningen plate på mark med ringmur for det nyte bygget. Videre inn i en detaljprosjekteringsfase er det viktig hindre dannelsen av kuldebroer som vil medføre økt energibruk, og kalde gulv ved yttervegger.

Gulvdetaljer i vedlegg 4 er resultatet av anbefalingen. Det er benyttet *byggforskblad 451.021 termisk dimensjonering* og *byggforskblad 521.112 gulv på grunn med ringmur*, som sentral referanse for denne løsningen. Her fremgår preaksepterte isolasjonstykkelser for oppnåelse av ønsket u-verdi, 0.09 W/m^2K.

Prosjektgruppen anbefaler oppnåelse ved bruk av:

- Betongplate prosjekteres med 400mm EPS isolasjon mot terreng.
- Ringmursisolasjon på 100mm EPS på begge sider av ringmuren for å redusere kuldebroverdier.
- Markisolasjon av 70mm XPS 1000 mm ut fra bankett under ringmur, 1500mm ved hjørner og søylepunkter, av hensyn til telefare og varmetap..

Med bakgrunn i at TEK17, kreves det sikring mot radon for alle offentlige bygg i Norge. Her anbefales det å legge inn kombinert radonmembran og dampsperre i det isolerende sjiktet. Prosjektgruppen har ikke hatt mulighet til å gjennomføre radonmålinger i utarbeidelses av denne rapporten. Membrankvaliteter kommenteres derfor ikke, og det gjøres heller ikke vurderinger om det må gjennomføres andre tiltak for å sikre måleverdier på under 200 Bq/m^3, For videre prosjekterende kan det være verdt å merke seg at fyllmassene til tomta er hentet fra sprengmasser fra tunnelen inne i fjellet, og dermed kan inneholde radon.

4.4.2 Veggkonstruksjoner

Velkomstsenteret vil ha en innervegg mot et eksisterende maskinrom. Ettersom maskinrommet ikke skal rives, bygges det inn i den nye byggemassen. Ser man på plantegning (vedlegg 3) er maskinrommet markert med rød skravur, og strekker seg 6600 mm x 9650 mm inn i rommet. Det vil med andre ord utgjøre «bakveggen» til resepsjonen i hovedoppholdsrommet.

Overgang fra maskinrom til oppholdsrom krever både isolering mot varme- og lydtransmisjon. For å imøtekomme denne problematikken har prosjektgruppen anbefalt løsning vist i utviklede detaljer. Her er det et heldekkende isolasjonssjikt inn mot eksisterende konstruksjon for best å kunne motstå flanketransmisjon av lydbølger. Ettersom eksisterende betongkonstruksjon har en utkraget takkonstruksjon på ca. 400 mm er det valgt å benytte denne plassen til lydreduserende isolering, og samtidig oppnå en jevn innvendig overflate.

Det eksisterende maskinrommet vil også utgjøre understøtte til deler av mesanin. Det vil være ønskelig å isolere for lysspredning gjennom gulv og opp til bruksarealet. Det er derfor tatt utgangspunkt i en granab-løsning i detalj K4.4.2 – 1. Prosjektgruppen mener dette vil være en hensiktsmessig løsning for uønsket lysspredning. En granab-løsning vil også være enkel å sammenføye med ny konstruksjon, og effektivt gi et vannrett utgangspunkt for gulvoverflaten.

4.4.3 Takkonstruksjoner

En takkonstruksjon skal tilfredsstille en rekke funksjonskrav. Sintef byggforsk (Ramstad & Thommesen, 2018, p. 11) definerer at et tak skal ha følgende funksjoner:

- *holde tett mot regn og smeltevann, og ha gode avrennings- og nedløpsforhold*
- *bære opptredende snølaster, vindlaster og nyttelaster*
- *isolere mot varmetap fra oppvarmede lokaler*
- *isolere mot utendørs støy*
- *hindre brannspredning*
- *bidra til å gi bygningen en god estetisk form*

Prosjektgruppen vurderer følgende funksjoner til å være av høy prioritet i bygningsfysikken for prosjektet; Isolasjonsevne, lufttett og fuktsikring. Branntekniske egenskaper er også funksjoner som må avklares i bygningsfysikken, men dette gis liten oppmerksomhet i denne rapporten. Løsningene som presenteres skal dog tilfredsstille eventuelle krav iht. til brannforskriften (TEK17 §11). Kap. 4.5.3 vil også være beskrivende for deler av funksjonskravene.

Prosjektgruppen anbefaler videre prosjekterende å rette oppmerksomhet til flere alternative isolasjonsløsninger for takkonstruksjonen i prosjektet. Dette med bakgrunn i flere komplekse vurderinger som må gjøres for parameterne brann, fuktsikkerhet og dimensjonerende snølast. Den anbefalte takdetaljen i vedlegg 4, er på den andre siden utarbeidet på bakgrunn av en rekke referanser som vurderes til preaksepterte (noe utdatert litteratur). Prosjektet kan derimot ikke relateres direkte mot noen av disse, og løsningen er en sammensetning for oppnåelse av funksjonskravene nevnt over.

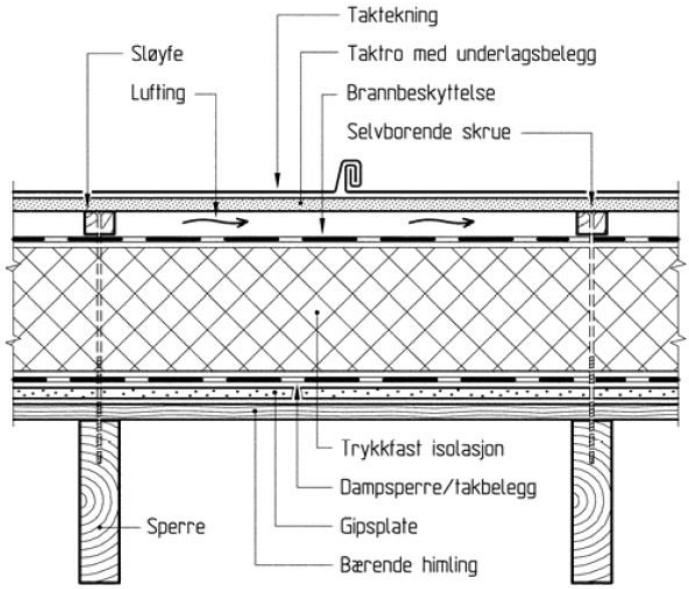
Valg av takdetalj er basert på følgende referanser:

- *Tak basert på massivtreelementer* (Time, et al., 2008)
- *Fuktsikre skrå tretak (FIST) – Forstudie* (Lisø & Stenstad, 2000).
- *Byggforskblad 573.344 Varmeisolasjonsmaterialer* (SINTEF , 2004)
- *Byggforskblad 520.339 Bruk av brennbar isolasjon i bygninger* (SINTEF , 2018)
- *TPF Informerer nr.6* (Takprodusentenes forskningsgruppe, 2019)

Takisolasjon

I henhold til innledende kapitler, ønskes det å presenteres løsninger som tilfredsstiller energikravene som gitt i *NS 3701* for lavenergibygninger. *Tabell B.1* i standarden angir at takkonstruksjoner har en U-verdi på minimum 0,10 – 0,12 W/m^{2}K for tak i lavenergibygninger. Med bakgrunn i at takkonstruksjoner utgjør store deler av det termiske bygningsskallet i prosjektet, vurderes det at U-verdiene for takkonstruksjonen bør ned mot 0,10 W/m^{2}K for å tilfredsstille energibalansen. Dette for å veie opp for et høyt vindusareal.

Med bakgrunn i at den bærende konstruksjonen består av massivtreelementer (se kap. 4.5.3), anbefales det at benyttes utenpåliggende isolasjon for hele taket. Dette har praktiske fordeler hva kommer til montering, kuldebroer, samt at man kan utnytte seg av massivtreelementene som innvendig overflate. Prosjektgruppen har forslått en tilpasset løsning til prosjektet, se vedlegg 4. Mange av prinsippene er hentet fra Sintef, og figur 23 viser en av løsningene Sintef har vurdert som fuktsikker i sine rapporter 266 og 30. (Lisø & Stenstad, 2000) (Time, et al., 2008).



Figur 23 – Prinsippskisse fra Sintef-rapport (Lisø & Stenstad, 2000)

Verdt å merke seg ved isolasjonsløsningen for anbefalt takdetalj:

- Bruk av trykkfast isolasjon (XPS). Dette gjør at man kan gå vekk fra tradisjonell anvendelse av sperrer, og minimere konstruksjonens kuldebroverdier, egenvekt, etc.

- Isolasjonen må ha tilstrekkelig trykkfasthet (hindre deformasjon av isolasjonen) for å ta opp egenvekt av taktekkingen og snølaster som videreføres gjennom sløyfene.
  Kommentar: Ved å f.eks. benytte bredere sløyfer enn normalt vil trykket fra nevnte laster deles på en større flate i isolasjon, og med det kreve mindre trykkfasthet. Det er gjort en vurdering av trykkfasthet og sløyfebredder i rapportens vedlegg nr. 8. Prosjektgruppen vurderer det til å være lite gunstig å vurdere sløyfebredder > 98 mm, da dette vil forringe luftingen av taket.

- Det kreves et brannbeskyttelsessjikt over «hovedisolasjonen», i form av 30 mm ubrennbar isolasjon. Dette sjiktet bør også ha høy trykkfasthet for å minimere deformasjon også i dette laget. Det kan dog aksepteres deformasjoner (kun i dette sjiktet), da ytelsen vil være det samme mtp. brann, og at U-verdikravene tilfredsstilles uten bidrag fra dette sjiktet. Paroc ROB 80 (se ytelseserklæring vedlegg 9) eller lignende produkter vurderes til å være egnet.

- Kostnadseffektiv – Høyere materialkostnad, men betydelig mer effektiv montering.
  Kommentar: Det er ikke gjort prisestimater som sammenligner bruk av isolert sperresjikt mot trykkfast isolasjon. Dette bør også vurderes i valg av takløsning. Det er åpenbart at XPS med trykkfasthet etter vurdering gjort i vedlegg 8 (sløyfer) vil ha en betydelig materialkostnad kontra vanlig ubrennbar isolasjon. Entreprisekostnaden for tak må altså vurderes før valg av takløsning.

- Fuktsikker løsning som unngår organiske materialer (tresperrer) mellom to «relativt» tette sjikt.

Fuktsikring av takkonstruksjon

Taktekkingen vil ha det overordnede ansvaret for å tilfredsstille det førstnevnte funksjonskravet nevnt innledningsvis i kapittelet. Bånd- og skivetekkingen, samt avrenningssjiktet vil altså danne et robust klimaskall. Det må derimot forventes et visst snøinndrev gjennom lufteåpninger for taket, og det anbefales derfor å benytte et dampåpent avrenningssjikt (undertak) her, som også vil inneha en vindsperrefunksjon. I takdetaljen vurderes det heller ikke å være kritisk med tette sjikt på begge sider av isolasjonen, da organiske materialer er utelatt fra isolasjonssjiktet.

Iht. *byggforskblad 544.221* (SINTEF, 2018), bør det primært benyttes luftet tak for bånd- og skivetekking. Det vurderes også at luftet tak er mest hensiktsmessig for prosjektet spesielt med tanke på nedløp og snøsmelting.

Lufting av taket er et viktig aspekt innen fuktsikring når det benyttes *luftede tak*. Luftingen skjer i spaltene mellom isolasjonen og taktroen. Hensikten er fortrinnsvis å lufte ut varmegjennomgang i isolasjonssjiktet, slik at ikke varm luft kan medføre smelting av snø på taket og deretter isdannelser. Eventuell byggfukt, kondens eller utettheter i konstruksjonen skal også ventileres bort i luftingen (Lisø & Stenstad, 2000). Dette er et argumentasjonsgrunnlag for å forsvarliggjøre valget prosjektgruppen har anbefalt mtp. u-verdier; desto høyere u-verdier, desto lavere varmegjennomgang. Dette er spesielt aktuelt for prosjektet ved Gaustabanen, da en komplisert bygningsform skaper vanskeligere forhold for utlufting, og minimal varmegjennomgang bør derfor etterstrebes.

Med bakgrunn i bygningsform og tomteforhold, anbefaler prosjektgruppen at det etableres tiltak for å sikre god lufting av taket. Snøinndrev vil være et problem med store luftespalter ved f.eks. raft og møne – store lufteåpninger er dermed ikke å anbefale ved disse punktene. Løsninger med luftekanaler fra f.eks. gesimser mot nord og sør kan være et alternativ. Dette illustreres i rapportens vedlegg 4 (takfotdetalj). Prosjektgruppen anbefaler også at det kryssluftes i sjiktet mellom isolasjon og taktro. Normalt vil det for bånd- og skivetekking være tilstrekkelig med kun sløyfer, men for å sikre god lufting i hele det dynamiske takplanet, er krysslufting et bidrag i riktig retning. Iht. til NBI (nå sintef), sin anbefaling (Lisø & Stenstad, 2000) bør luftespalten være fra 75 – 100 mm for avstander over 7 m fra raft til møne. Med bakgrunn i dette har prosjektgruppen benyttet 48mm sløyfe- og lektehøyder i detaljløsningene.

Taktekking

Iht. teori i kapittel 3.4.2 i denne rapporten, anbefaler prosjektgruppen at det vurderes bruk av to alternative materialer for bånd- og skivetekking som bygningens klimaskall. Disse materialene er henholdsvis kobber og aluminium. Kobber som tekkemateriale er foreslått fra arkitekt i skisseprosjektet. Prosjektgruppen anbefaler derimot at valg av taktekking baseres på følgende vurderingskriterier; funksjon, arkitektonisk utrykk (overflate), vedlikehold og økonomi. Med bakgrunn i disse, vurderer prosjektgruppen at f.eks. aluminium kan tilfredsstille vurderingskriteriene i lik eller større grad enn kobber. Anbefalingen er basert på korrespondanse med Aurubis og Ruukki, begge store på fagfeltet i Skandinavia.

Kobber er et eksklusivt materiale, som kan være et virkemiddel i seg selv for overflateuttrykk for f.eks. tak. Materialet brukes først og fremst ubehandlet, og får et spesielt uttrykk over tid. Med bakgrunn i klimaet som råder på byggetomta, vil sannsynligvis kobberet utvikles til en brun-svart overflate uten forpatinering. Ved forpatinering kan man derimot få andre farger enn naturlig patinering, men dette fungerer ikke på samme måte som maling. Dersom det vurderes dithen at det er ønskelig med lik overflatefarge for tekkingen som eksisterende bygningsmasse på nedre stasjon, anbefales det derfor bruk av aluminium. Dette er også en vurdering gjort i samråd med leverandør Ruukki, som leverer produktet av både kobber og aluminium.

Aluminium forbehandles med en rekke standard-farger fra forskjellige produsenter. Å benytte eksakt lik fargekode som for eksisterende bygningsmasse kan være kostnadsdrivende, men samtidig gi presist ønsket resultat. Forbehandlinger av tekkeplater i aluminium leveres også med lange garantier (20 - 30 år) for overflatebehandling fra forskjellige leverandører – det anbefales derfor at forbehandling etterstrebes fremfor etterbehandling.

Aluminium

- Prisgunstig
- Forbehandling med ønsket overlate
- 100 % Resirkulerbart

Kobber

- Eksklusivt
- Lite vedlikehold
- 100 % Resirkulerbart

4.4.4 Vinduer og glassfasader

For alle vinduer og glassfasader for nybygget, må kravene i henhold til byggteknisk forskrift (TEK17) *Kapittel 14 Energi* overholdes (DiBK, 2017). Minimumskravene for u-verdi vindu og dør er henholdsvis ≤ 1,2 W/(m^2 K). Vurdering av vinduenes u-verdier i prosjektet må også vurderes i overensstemmelse med energirammene i forhold til nevnt forskrift. Energirammer for forretningsbygg er henholdsvis, totalt netto energibehov 180 kWh/m^2.

Valg av vinduer og glassfasaders energieffektivitet kontrolleres i samsvar med energisimuleringer for nybygget. Med bakgrunn i høy vindusflate-andel for bygget, anbefaler prosjektgruppen at u-verdier for vinduer og dører inkl. karm/ramme skal tilfredsstille energitiltakene i forskriften, u-verdi ≤ 1,2 W/(m^2 K). Gode detaljer for minimering av kuldebroer ved vindusinnsetting bør også vurderes spesielt i samråd med eventuelle leverandører. Prosjektgruppen har i denne anbefalingen utviklet forslag til detaljer som ivaretar de kvaliteter og stedstilpasninger de mener er hensiktsmessige/nødvendige for prosjektet. Disse tegningene skal også belyse kritiske punkter og detaljer for prosjektet, med tilhørende anbefaling til løsning. Detaljene finnes i oppgavens vedlegg 4.

Glassfasader

Med bakgrunn i både praktiske og visuelle ønsker for prosjektet, har arkitekten i sitt skisseprosjekt plassert glassflater i nordlig og sørlig fasade av nybygget for stasjonen. Dette være seg mot tilkomstarealet for nedre stasjon, samt tilkobling til det eksisterende portalbygget. For nevnte fasader anbefales det av prosjektgruppen å benytte seg av såkalte «curtain walls». Begrepet «curtain walls» blir ofte benyttet når det er snakk om glassfasader/fasadeteknologi for større bygg.

Det finnes flere leverandører av systemer for glassfasader på markedet, men det er i anbefalingen prosjektert for fasadene med bakgrunn i *Schüco Knowledge* sine systemer (Eggestad & AAsen, 2017). Leverandører av slike glassfasader bør inkluderes i prosjektet. Dette for rådgivende kompetanse knyttet til tomtas vær- og vindpåkjenninger. Detaljer for fuktsikring, samt dimensjonering av vind- og snølaster må vurderes spesielt, og forskjellige leverandører vil ha forskjellige løsninger og ytelser for sine produkter.

Vinduer vestlig fasade

Vestvendt fasade vil gi utsyn oppover fjellsiden. Noe som byr på både utfordringer og muligheter. Fasaden skal, som vist i skisseprosjektet, formidle naturinntrykket fra fjellsiden over gjennom fire store vinduer. De trekantete vinduene vil i all hovedsak utgjøre det som må regnes som fasaden på vestlig side.

Ettersom skredanalysen presentert i kapittel 4.1.4. fastslår skredtrussel fra fjellsiden vil det stilles høye krav til glasset som skal benyttes. Prosjektgruppen har undersøkt mulige løsninger på konstruksjonssikkerhet mot ulykkeslasten et skred kan påføre bygningen. Det er som nevnt i kapittel 3.3.2 *konsekvensutredning* usikkert tilknyttet endelig skredklasse, men NGI har antydet ovenfor kommunen S3. Prosjektgruppen har ikke gjort vurderinger for hvor vidt fasadeglassene mot vest kan ta opp eventuelle skredpåkjenninger. Glass kan derimot dimensjoneres for blant annet store eksplosjonspåkjenninger og ulykkeslaster, og det anbefales å involvere produsenter eller spesialisert kompetanse for videre prosjektering av disse glassene.

Vinduer østlig fasade

Fasaden mot øst vil i stor grad ha samme uttrykk som i vestlig retning. De fire store vinduene vil være «ansiktet» til byggverket ut mot dalen. Dette vil sikre gjennomgående dagslys i hele hallen til velkomstsenteret. Gjennomgående dagslys vil bidra til økt trivsel, og gode arbeids- og oppholdsforhold. Et naturlig opplyst velkomstsenter, med store vindusflater for utsyn, vil forsterke naturopplevelsen tilknyttet besøket av Gaustabanen.

4.5 Konstruksjonsprinsipper

Med hensyn til prosjektgruppens grensesnitt vil bærende konstruksjoner ikke dimensjoneres for å ta opp de representative lastene som opptrer. Med bakgrunn i problemstillingen skal det på den andre siden vurderes de aktuelle konstruksjonsprinsippene. Prosjektgruppens kompetanse med tanke på bærekonstruksjoner kommer også til kort når den dynamiske formen på bygget skal dimensjoneres. Basert på dette definerer prosjektgruppen materialvalg i de bærende konstruksjonen som «konstruksjonsprinsipper», og det kan av den grunn ikke forventes dimensjonerende underlag som resultat av dette kapittelet.

Formen som skissert vil i liten grad bestå av veggkonstruksjoner, da takkonstruksjonen vil ha sitt utgangspunkt ved fundamentet. Det vil på den andre siden være noen veggkonstruksjoner under terreng, samt tilslutningsvegger. Av den grunn gis veggkonstruksjoner liten oppmerksomhet i dette kapittelet.

Det er for et utvalg bærende konstruksjoner skissert dimensjoner. Disse er kun overslagsmessig dimensjonert for å kunne bidra til eventuelle kalkyler uten alt for store differanser i mengde og pris. Det refereres i den sammenheng til rapportens innledende kapittel, med avgrensninger og rapportens formål.

4.5.1 Gulvkonstruksjoner

Gulv på grunn med ringmur er en fundamenteringsmetode som foretrekkes ved fortrinnsvis flate tomter. Fundamenteringsmetoden egner seg ved grunnforholdene; fjell, sprengte masser, komprimerte fyllinger og andre såkalt gode grunnforhold (Edvardsen & Ramstad, 2014). Gulv på grunn krever mindre avanserte terrenginngrep, noe som medfører en besparelser i utførelse og økonomi.

Prosjektgruppen anbefaler nevnte fundamenteringsløsning for nedre stasjon. Byggetomta består av gammel fylling fra sprengte fjellmasser ved etableringen av banen. De sprengte fjellmassene gir stabile og drenerende grunnforhold, ideelt for en plate på mark løsning. Prosjektgruppen vurderer denne løsningen til å tilfredsstille funksjonene som kreves, samt være effektiv økonomisk.

Ettersom området utvikler seg videre i retning av en skidestinasjon vil overflaten på innvendig gulv vil være utsatt for høy slitasje i form av persontrafikk med og uten slalåmstøvler. Prosjektgruppen har dermed vurdert flere alternativer til videre bruk. Det anbefales derfor bruk av egnet avrettingsmasse til slitelag og gulvoverflate. Avrettingsmasse av riktig kvalitet vil kunne yte høy motstand både mot slitasje og smeltevann. Iht. tabell 14 i *byggforskblad 572.231* vil C30 F7-masse være minimum kvalitet for bruk under slike forhold (SINTEF, 2015).

Overslagsberegninger av armering og betong vises i vedlegg 8, dimensjonerende lastpåkjenning er hentet fra NS-EN 1991-1-1 Laster på byggverk tabell 6.3.1.2. Velkomstsenteres dekkes av både brukskategori C og D som begge har til felles en karakteristisk nyttelast:

$$q_k = 5.0\text{kN/m}^2 \ \& \ Q_k = 4.0\text{kN}$$

Pålitelighetsklasse 3 velges på bakgrunn av ulykkespåkjenningen som påføres fundamentet ved et eventuelt snøskred. Anbefalt betongkvalitet er B45, og eksponeringklasse er satt til XC2.

Til å beregne et overslag på betongplate har prosjektgruppen benyttet et digitalt verktøy levert av ekstern samarbeidspartner, Norconsult. Overslagsberegninger viser at platen i hovedrommet kan støpes i 120mm tykkelse med 8mm armerings nett i over og underkant. Nevnte overslag er benyttet ved utarbeidelse av vedlagte detaljer. Det presiseres at dimensjoneringen her kun er ment som et overslag, og at vurderinger må gjøres av RIB.

Den spesielle takformen med arkene utover i vestlig og østlig retning (oppover fjellside og nedover dalen) fører til at lastene fra takkonstruksjons føres ned i til fundamentet gjennom knutepunkter. Som en konsekvens av dette vil det opptre store punktlaster på fundamentet. En løsning på opptak av disse forholdsvis store påkjenningene kan være å støpe punktfundamenter med høy trykkfasthet. For RIB vil det være viktig å ta høyde for den mulige ulykkeslasten et skred kan påføre, også helt ned til fundamentet.

4.5.2 Veggkonstruksjoner

Bærende veggkonstruksjoner er ikke fremtredende i dette prosjektet. Det er først og fremst vegg mot terreng i bakkant av den nye strukturen (vestvendt ved toaletter) som vil behøve beregninger for lastpåkjenninger. Denne veggen kan dimensjoneres basert på preaksepterte ytelser i *byggforskblad 523.127* (Einstabland, 2004). Iht. tabell 44 i gitt referansen kan det benyttes en betongvegg med tykkelse på 200 mm opp til maks 8 m spennvidde. Dette medfører at også tilstøtende skillevegger mellom toaletter er anbefalt oppført i betong, for å oppnå ønsket avstivende tiltak for bakveggen.

Øvrige veggkonstruksjoner for bygget har først og fremst bygningsfysiske parametere som forutsetning for konstruksjonsløsning.

4.5.3 Takkonstruksjoner

Med bakgrunn i en dynamisk form som foreslått i skissegrunnlaget, stiller det seg noen begrensninger ift. den bærende konstruksjonen på bygget. Prosjektgruppen vurderer formen til å ha to alternative konstruksjoner – betongkonstruksjon og massivtrekonstruksjon. Med hensyn til miljøegenskaper og byggemetode anbefales det å benytte massivtre til prosjektet. Dette baseres på innledende teori i kapittel *3.4.1 Massivtre.*

En takkonstruksjon skal tilfredsstille en rekke funksjonskrav som nevnt i kap. 4.4.3. Massivtreet skal først og fremst dekke funksjonene *bæreevne* og til dels *brannsikkerhet (bærende iht. til gitt brannklasse).*

Sistnevnte vurderes å være tilfredsstilt for brannklasse 2 (60 minutters motstand), ved bruk av massivtreelementer over 100 mm iht. Sintef (Time, et al., 2008) for tetthet. Dette er bakgrunnen for at det ikke er valgt å legge inn brannhemmende sjikt i underkant av den trykkfaste isolasjonen (se kap. 5.3.3.). Hva gjelder bæreevne er dimensjoneringen av massivtreet på den andre siden mer komplisert, da dekke må ta opp lastene den er utsatt for i 60 minutter – tross brannekseponering. Her har prosjektgruppen valgt å gjøre et grensesnitt, og massivtredekkets tykkelse vil dermed ikke dimensjoneres ytterligere. I denne rapportens detaljer er det kun valgt en hypotetisk dekketykkelse for å kunne illustrere konstruksjonsprinsippene.

Statisk samvirke

Lastene som både er hypotetiske (ulykkeslaster/skred), samt at dimensjonerende snølaster vurderes av prosjektgruppen til å være relativt voldsomme. Voldsomme i den grad at det «vanligvis» ikke prosjekteres bygg som skal tåle slike belastninger. En rekke vurderinger må gjøres av RIB (rådgivende ingeniør bygg) for dette temaet – denne rapporten gjenspeiler av den grunn liten grad av dimensjonering. Det prosjektgruppen på den andre siden ønsker å bidra med, er prinsipper og idéer som kan gi en bærende konstruksjon i treverk holdbar. Det anbefales derfor å benytte seg av et såkalt statisk samvirke.

Med et statisk samvirke menes det i denne forbindelse å utnytte bjelker/sperrer av bøkefinér beskrevet i rapportens teoridel, i tillegg til den bærende massivtrekonstruksjon. Da det allerede er skissert en form for spilehimling i skissegrunnlaget utarbeidet av arkitekten, vurderer prosjektgruppen at det vil være hensiktsmessig å gi dette arkitektonisk uttrykket bærende egenskaper. Tradisjonelt sett ville man for vanlig konstruksjonstrevirke ikke oppnådd betydelig

forbedringer i den bærende kapasiteten til konstruksjonen, da det dreier seg om relativt lange spenn. Ved bruk av produkter som baubuche-bjelker fra Moeleven kan man på den andre siden oppnå kapasiteter for bøyespenning på 75 Mpa mot vanlig konstruksjonstrevirke (C24) som har en bøyespenningskapasitet på 24 Mpa. Disse bjelkene vil i tillegg til å gi konstruksjonen økt lastkapasitet, også bidra til det arkitektoniske uttrykket innvendig.

For at det statiske samvirket skal få full utnyttelse, er det viktig at det utarbeides gode detaljer for hvordan massivtredekkene og bjelkene sammen skal oppta krefter. Det presiseres også her at det må gjøres analyser av konstruksjonen av RIB for hvordan laster vil påvirke samvirke. En dynamisk form, og et ønske fra arkitekter om en selvbærende konstruksjon uten bruk av søyler, er også noe som taler for at det settes et grensesnitt fra hva som vurderes av prosjektgruppen basert på deres kompetanse. Det anbefales derfor at det tidlig i videre prosess involveres RIB for analyser av konstruksjonen, og at eventuelle formjusteringer kommer før videre prosjektering.

5. Konklusjon

Prosjektgruppen konkluderer med at velkomstsenteret ved nedre stasjon Gaustabanen er realiserbart innenfor de rammer og parametere vurdert i denne rapporten. Basert på teorien i kapittel 3, sett opp mot tekniske løsninger presentert i kapitel 4, vil denne prosjekteringsanbefalingen kunne være med på bringe velkomstsentret et steg nærmere realisering iht. TEK17, samtidig som enkelte temaer vil kunne «komme på bordet» i videre diskusjoner mellom byggherre og prosjekterende.

Hva angår klimatilpassing har prosjektgruppen pekt på utfordringer knyttet både til skred og ekstreme vær- og vindforhold. Det er blant annet utført en snøskredsimulering for et representativt snøskred som kan ramme tomta. Bygningsfysiske løsninger som tar høyde for mye snø og snødrev på 1150 moh. er også vurdert spesielt i takkløsningen som anbefalt for å sikre et godt fuktsikkert tak.

Planløsningen for skisseprosjektet som presentert i denne rapporten har etter prosjektgruppens vurdering en vei å gå for å kunne representeres som et tilfredsstillende funksjonsprogram for velkomstsenteret. Som et tillegg til anbefalingen om å vurdere behovene for planløsningen ytterligere, har prosjektgruppen også utviklet en alternativ løsning som skal kunne sette søkelys på kritiske funksjoner.

Prosjekteringsanbefalingen har anbefalt å strekke seg lenger enn dagens tekniske forskrifter med hensyn til energieffektivitet. Prosjektgruppen råder byggherre til å strekke seg mot lavenergistandard. Dette vil kunne medføre en høyere investeringskostnad, men gi lavere kostnader i videre drift. Lavenergi vil i tillegg bidra til en miljøbevisst og fremtidsrettet profilering av prosjektet. Dette er argumenter som vil kunne bidra til velvilje hos flere interessenter for prosjektet. Som et konkret bidrag til energieffektivitet-diskusjonen har prosjektgruppen gjort simuleringer gjennom programmet SIMIEN. En miljøvennlig profilering er også fremmet videre i valg av materialer. Bruk av massivtre som bæresystem til fordel for tradisjonelle stål- og betongkonstruksjoner vil føre til et grønnere klimagassregnskap for prosjektet. Treverk i innemiljøet vil samtidig gi et bærekraftig uttrykk, og gjenspeile det restriktive miljøfokuset og bygge oppunder energimerket grønn B.

6. Veien videre

Resultatet av denne rapporten – en prosjekteringsanbefaling, vil kunne benyttes som underlag for videre prosjektering. Ettersom rapporten svarer ut de forhold presentert i kapittel 1, mener prosjektgruppen at denne rapporten vil være til støtte i veien videre. Prosjektet, nytt velkomstsenter, befinner seg i en programmeringsfase. Det er et tidspunkt i byggeprosessen med stor påvirkningskraft uten store kostnader. Denne rapporten faller dermed naturlig inn under informasjonsinnhenting rundt sentrale temaer til underlag inn i en prosjekteringsfase.

I prosjekteringsfasen vil temaer belyst i denne rapporten bli nærmere undersøkt. Det er i prosjektgruppens intensjon at denne rapporten skal kunne utgjøre et underlag til bruk i videre prosjektering og kostnadsberegning. Som kjent blir kostnader som følge av endringer sent i prosjektet ofte store. Ved undersøkelser gjennomført i denne rapporten vil kritiske vurderinger knyttet til klimatilpasninger være belyst. Dette vil forhåpentligvis kunne bidra til en mer nøyaktig priskalkyle, samt redusere kostnadsformørkelser i videre prosjektering.

Gaustabanen vil ha muligheten til å benytte denne studentoppgaven til videre markedsføring for sitt prosjekt. Profilering gjennom studentoppgaver kan benyttes til å bygge oppunder interessen for utviklingen av reiselivsdestinasjon. Det er i prosjektgruppens gode tro at rapporten med tilhørende vedlegg kan yte interessante aspekter for både primær- og sekundærinteressenter, og at prosjektet blir en suksess – både byggteknisk og for reiselivet.

7. Referanser

- Brattlien, K., 2001. *Skredfarevurderinger - Destinasjon Rjukan,* Oslo: Norges Geotekniske Institutt.
- Bygningloven, P. o., 2008. *Plan og Bygnigsloven.* [Internett]
  Available at: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71?q=PBL
  [Funnet 31 Mars 2020].
- DiBK, 2015. *Energieffektive bygninger. Begreper og definisjoner.*. [Internett]
  Available at:
  https://www.byggforsk.no/dokument/4153/energieffektive_bygninger_begreper_og_definisjoner3
  [Funnet 15 April 2020].
- DiBK, 2017. *dibk.no.* [Internett]
  Available at: https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/
  [Funnet 20 Mars 2020].
- DIBK, 2017. *Direktoratet for byggkvalitet.* [Internett]
  Available at: https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/i/11-2/
  [Funnet 2 Mai 2020].
- DiBK, 2017. *kapittel 13/innledning.* [Internett]
  Available at: https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/13/i/innledning/
  [Funnet 2 Mai 2020].
- DiBK, 2017. *Kapittel 14/ Enerig.* [Internett]
  Available at: https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/14/innledning-til-kapittel-14-energi/
  [Funnet 31 Mars 2020].
- DiBk, 2017. *Kapittel-10/innledning.* [Internett]
  Available at: https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/10/innledning/
  [Funnet 31 Mars 20].
- DiBK, 2017. *Kapittel-10/innledning.* [Internett]
  Available at: https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/i/innledning/
  [Funnet 31 Mars 2020].
- DiBK, 2017. *Planløsning og bygningsdeler i byggverk.* [Internett]
  Available at: https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/i/innledning/
  [Funnet 31 Mars 2020].

- DiBK, 2017. *slik-leser-du-tek17.* [Internett]
  Available at: https://dibk.no/byggereglene/alt-om-tek/slik-leser-du-tek17/
  [Funnet 30 Mars 2020].
- Dragland, Å., 2018. Bygg står for 40% av verdens utslipp - slik skal det reduseres. *Teknisk Ukeblad.*
- Edvardsen, K. I. & Ramstad, T. Ø., 2014. *Trehus.* 2 red. Oslo: SINTEF akademiske forlag.
- Eggestad, H. & AAsen, T., 2017. *Glassfasader og fukt,* Oslo: Schüco.
- Eian, P. K., 2013. *Krav til dokumentasjon ved prosjektering av "ikke preaksepterte" løsninger.* Oslo: Norconsult AS.
- Einstabland, H., 2004. *SINTEF Byggforsk 523.127 Betongvegg mot terreng.* [Internett]
  Available at: https://www.byggforsk.no/dokument/349/betongvegg_mot_terreng
  [Funnet 2020].
- Eurokode, 1991. *NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019.* [Internett]
  Available at: https://www.standard.no/no/Brukersider/Logg-inn-ekstranett/?UID=2eb8bf5ba0f63c4837a3d4fbfbd620ee&FileID=vHftqQUXpYWi81aECIkIPw%3D%3D
  [Funnet 03 05 2020].
- Gaustabanen, 2020. *Om Gaustabanen.* [Internett]
  Available at: https://gaustabanen.no/om-gaustabanen
  [Funnet 1 Mars 2002].
- Johansen, A., Langlo, J. A., Olsson, N. & Rolstadås, A., 2014. *Praktisk prosjektledelse - fra idé til gevinst.* 1 red. Bergen: Fagbokforlaget.
- Klimaloven, 2017. *Klimaloven.* [Internett]
  Available at: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-16-60
  [Funnet 4 April 2020].
- Lauritzen, T. L., 2019. *Forelesning - Mål og interesseanalyse.* Trondheim, NTNU.
- Lisø, K. R. & Stenstad, V., 2000. *Fuktsikre skrå tretak. (FIST) - Forstudie,* Oslo: Norges byggforskningsinstitutt .
- Mellegård, S., 2012. *Byggforsk 220.320 Universell utforming av arbeids- og publikumsbygninger.* [Internett]
  Available at:
  https://www.byggforsk.no/dokument/2767/universell_utforming_av_arbeids_og_publikumsbygninger
  [Funnet Mai 2020].

- Moelven, 2017. *Finerbjelker i bøk - for synlige konstruksjoner,* Moelv: Moelven.
- Norsk Treteknisk Institutt, 2006. *Bygge med massivtreelementer,* Oslo: Norsk Treteknisk Institutt .
- NTNU, 2020. *NTNU.* [Internett]
  Available at: https://www.ntnu.no/studier/fthingby/studieretning-husbyggingsteknikk
  [Funnet 2020].
- PREFA 2020, 2020. *Aluminium for byggherre og renoverere.* [Internett]
  Available at: https://no.prefa.com/byggherrer-og-renoverere/fordeler/aluminium-perfekt-for-byggherrer-og-renoverere/
  [Funnet 20 April 2020].
- Ramstad, T. & Thommesen, J. E., 2018. *525.002 - Takformer, taktyper og oppbygning,* Trondheim: Sintef Byggforsk.
- SINTEF , 2004. *Sintef Byggforsk.* [Internett]
  Available at:
  https://www.byggforsk.no/dokument/604/varmeisolasjonsmaterialer_typer_og_egenskaper#tab522
  [Funnet 30 April 2020].
- SINTEF , 2018. *Sintef Byggforsk.* [Internett]
  Available at:
  https://www.byggforsk.no/dokument/3212/bruk_av_brennbar_isolasjon_i_bygninger?gclid=Cj0KCQjw7qn1BRDqARIsAKMbHDb9Mcuig4Yra9IJh6oEg40utb6qzCeDFRSjc1JEHJGo-DP_BHJe_yQaAinOEALw_wcB
  [Funnet 30 April 2020].
- SINTEF, 2004. *Industrigolv av betong på grinnen.* [Internett]
  Available at:
  https://www.byggforsk.no/dokument/333/industrigolv_av_betong_paa_grunnen
  [Funnet 1 Mai 2020].
- SINTEF, 2015. *572.231 Gulvavrettingsmasse. Typer, egenskaper og utførelse..* [Internett]
  Available at:
  https://www.byggforsk.no/dokument/2957/gulvavrettingsmasser_typer_egenskaper_og_utfoerelse
  [Funnet 29 Mars 2020].
- SINTEF, 2018. *Sintef Byggforsk.* [Internett]
  Available at:

https://www.byggforsk.no/dokument/507/taktekking_med_tynnplater_av_metall_baandtekking_og_skivetekking
[Funnet 30 April 2020].

- SINTEF, 2018. *Taktekking med tynnplater av metall. Båndtekking og skivetekking.*. [Internett]
  Available at: https://www.byggforsk.no/dokument/507/taktekking_med_tynnplater_av_metall_baandtekking_og_skivetekking
  [Funnet 15 April 2020].
- Standard Norge, 2012. *NS 3701 - Norsk passivhusstandard for yrkesbygninger.* [Internett]
  Available at: https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2013/norsk-passivhusstandard-for-yrkesbygninger/
  [Funnet 31 Mars 2020].
- Standard Norge, 2012. *NS 3701:2012.* [Internett]
  Available at: www.Standard.no
  [Funnet 1 Mai 2020].
- Søran AS, 2019. *Blikkenslager.* [Internett]
  Available at: https://www.soran.no/blikkenslager/
  [Funnet 15 April 2020].
- Takprodusentenes forskningsgruppe, 2019. *Takprodusentenes Forskningsgruppe.* [Internett]
  Available at: http://www.tpf-info.org/
  [Funnet 30 April 2020].
- Thiis, T., 2005. *321.020 Plassering og utforming av mindre bygninger på værharde steder,* Trondheim: Sintef Byggforsk.
- Thiis, T., 2005. *Bygg i snørike omrråder - en veileder i klimatilpasning* , Oslo: NBI.
- Time, B. et al., 2008. *Tak basert på massivtreelementer,* Trondheim: Sintef Byggforsk.
- TreFokus, 2008. *FOKUS på tre,* 2008: TreFokus.
- Treindustrien, u.d. *Treindustrien/Miljø.* [Internett]
  Available at: http://www.treindustrien.no/miljo
  [Funnet 20 April 2020].
- Vegvesen, S., 2014. *Håndbok i sønskred mot konsturksjoner.* Oslo: Statens vegvesen.

8. Tabell- og figurliste

Tabelliste

Tabell 1 Minimumskrav iht TEK17. Kilde: Dibk.no.....22
Tabell 2 Eksempler på U-verdier for passivhus og lavenergibygninger hentet fra NS3701 23
Tabell 3 Eksempel på ulike typer energieffektive bygg. Kilde: byggforskblad 473.003 25
Tabell 4 - System for angivelse av verdier og konsekvenser, Kilde: Konekvensutredningen ...27
Tabell 5 – Risikoklasser hentet fra §11 – 2 i TEK17 (DIBK, 2017) 51
Tabell 6 – Brannklasser hentet fra §11-3 i TEK17 (DIBK, 2017).....52
Tabell 7 – Oppsummering brannkrav bygningsdeler (Time, et al., 2008).....52

Figurliste

Figur 1 – Utsikt Gaustatoppen (Foto: Ann Kristine Karlsson) 8
Figur 2 – Foto av nedre stasjon i 2019 (Hentet fra Google maps) 9
Figur 3 – Planutsnitt fra eksisterende struktur (Produkt: Prosjektgruppen) 9
Figur 4 – Illustrasjon av ny struktur (Produkt: Prosjektgruppen) 10
Figur 5 – Planutsnitt med grensesnitt fra følgende rapport (Produkt: Prosjektgruppen) 10
Figur 6 – Suksessmatrise (Johansen, et al., 2014) J – JA N – NEI 12
Figur 7 – Prinsippskisse av tverrspente dekker. (Hentet fra treteknisk.no) 30
Figur 8 – Krysslagte elementer (Hentet fra moelven.com) 31
Figur 9 – Trekonstruksjon i limtre og massivtre (Hentet fra splitkon.no) 32
Figur 10 - Metallers estetiske egenskaper som funksjon av klimatisk tidsbelastning i måneder (M) og år (Å) (Hentet fra Sintef Byggforsk 571.404) 34
Figur 11 – Spilehimling som tiltak for romakustikk (Hentet fra Otretek.no) 36
Figur 12 – Referanse der Baubuche benyttes i et statisk samvirke (Hentet fra Pollmeier.com) 38
Figur 13 – Snøakkumulasjon (Hentet fra Sintef Byggforsk 311.109) 41
Figur 14 – (27.03.20) Tomt nedre stasjon Gaustabanen. Foto: Lars Haukaas 42
Figur 15 – Vindrose (Gaustatoppen) hentet fra Meteorologisk institutts klimaportal eklima.met.no 43
Figur 16 Fart til skredet ned mot byggetomt. Kilde: Dr. Bartelt, RAMMS 49
Figur 17 Det opptrendene trykket i skredet ned mot byggetomt. Kilde Dr. Bartelt, RAMMS .. 49
Figur 18 Oppredende energilinje til snøskred. Kilde: Dr.Bartelt, RAMMS 50
Figur 19 U-verider fra SIMIEN somulering, vist i vedlegg 7 57
Figur 20 Energimerke hentet fra SIMIEN simulering, vedlegg 7. 58
Figur 21 – Prinsippskisse fra Sintef-rapport (Lisø & Stenstad, 2000) 62

9. Vedleggsliste

Vedlegg 1 – Artikkel

Vedlegg 2 – Plakat

Vedlegg 3 – Plantegninger

Vedlegg 4 – Detaljtegninger

Vedlegg 5 – Illustrasjonstegninger

Vedlegg 6 – U-verdi beregninger

Vedlegg 7 – Energisimuleringer

Vedlegg 8 – Overslagsberegninger

Vedlegg 9 – Teknisk dokumentasjon

Vedlegg 10 – Plankart

Vedlegg 11 – Masterplanutkast

Vedlegg 1 – Artikkel

NTNU-studenter med anbefaling til videreutvikling av reiselivsdestinasjonen Gaustabanen

Syver Harerusten og Lars Haukaas
20.05.2020

Reiselivsdestinasjonen Gaustatoppen opplever stadig økt attraktivitet, med om lag hundre tusen besøkende årlig. Gaustabanen føler også på utviklingen, og reagerer med å utvikle destinasjonen videre med spektakulær arkitektur og nye funksjoner. Attraksjonsbedriften har nå sett til NTNU for anbefalinger for et nytt velkomstsenter.

Med en visjon om å bli et av Norges mest kjente stoppesteder for turister, fjellfolk og skientusiaster, er Gaustabanen som en del av en totalitet rundt Gaustatoppen-destinasjonen en del av en solid utvikling. For nedre stasjon ved Gaustabanen skal det bygges et nytt velkomstsenter. Med hjelp av to studenter fra institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU Trondheim, får nå byggherren og andre aktører brynet seg på problemstillinger for sitt nye velkomstsenter. Studentene har utviklet en byggteknisk prosjekteringsanbefaling med bakgrunn i et skisseprosjekt utarbeidet av arkitektkontoret Spacegroup. Anbefalingen setter søkelys på lokaltilpasningene prosjektet vil kreve med hensyn til tomtas lokasjon på 1150 meter over havet. Det forespeiles også et ambisjonsnivå når det gjelder bærekraftig byggprosjektering.

GAUSTATOPPEN

- Norges videste utsikt, man kan ser 1/6 av fastlands-Norge.
- DNT eier og driver turisthytta på toppen, og har tatt imot gjester siden 1893.
- Fjellet rommer et NATO-anlegg bygd på 50-tallet.
- Den unike lokaliseringen benyttes fortsatt for telekommunikasjon. Blant annet av Telenor.

Kilde, (Gaustabanen, 2020)

GAUSTABANEN

- Frakter besøkende fra Longefonntippen på 1150 moh. til Tuddalstippen 1800 moh.
- Ferdigstilt i 1959 – finansiert av NATO
- Anlegget spilte en sentral rolle i forsvarets kommunikasjonssystem.
- Åpnet for kommersiell drift i 2010, har i dag ca. 80 000 påstigninger.
- Banen går 850 meter horisontalt inn i fjellet, før 1050 meter med 39° stigning.

Ambisjonsnivået som fremmes i rapporten, resultatet av prosjekteringsanbefaling, er satt med utgangspunkt i standard for passivhus og lavenergibygg. Studentene vurderer også en slik ambisjon til å være svært aktuell med hensyn til endringene som er forespeilet mot den nye tekniske forskriften, TEK20. Med ambisjoner menes studentenes syn på energieffektive løsninger. Disse bygges oppunder av bygningsfysiske vurderinger gjort i deres rapport, og kommer til uttrykk både gjennom materialvalg og tekniske løsninger.

Å bygge på 1150 moh. bringer naturlige utfordringer til prosjekteringen av bygg som skal tåle påkjenninger det blir utsatt for, samtidig som det skal yte en rekke funksjoner. I den sammenheng peker rapporten til studentene på snøakkumulering, og hvordan byggets struktur kan utvikles for å best mulig stå imot vær og vind. Bygget skal i tillegg prosjekteres som en skredskjerm, og det kan forventes vurderinger av skredproblematikk i studentenes rapport.

Vedlegg 2 – Plakat

EN BYGGTEKNISK PROSJEKTERINGSANBEFALING

REISELIVSDESTINASJON GAUSTABANEN (1150 moh.)

A DESIGN RECOMMENDATION WITHIN CONSTRUCTIONAL ENGINEERING

SIGHT GAUSTABANEN (1150 MASL)

PROSJEKTNUMMER: 2020-28

EN BACHELOROPPGAVE AV:

LARS HAUKAAS

SYVER HARERUSTEN

PROSJEKTERINGSANBEFALING TIL EN NY VELKOMSTSTRUKTUR FOR GAUSTABANEN. EN ANBEFALING MED FOKUS PÅ ENERGIEFFEKTIVE LØSNINGER SOM STREKKER SEG MOT MORGENDAGENS TEKNISKE FORSKRIFTER.

EN ANBEFALING PREGET AV BÆREKRAFTIGE MATERIALVALG - MASSIVTRE OG GJENVINNBARE FASADER.

ET BYGG SOM EN SNØSKREDSKJERM OG LOKALTILPASSET TELEMARKS HØYESTE FJELL.

NTNU

INSTITUTT FOR BYGG OG MILJØTEKNIKK

INTERN VEILEDER: TERJE KJETIL FOSSHEIM

Gaustabanen

GAUSTATOPPEN 1883MOH.

EKSTERN VEILEDER: NORCONSULT // STIG RUNE FOSSEN

Vedlegg 3 – Plantegninger

Plantegning grensesnitt – K4.3 – 1

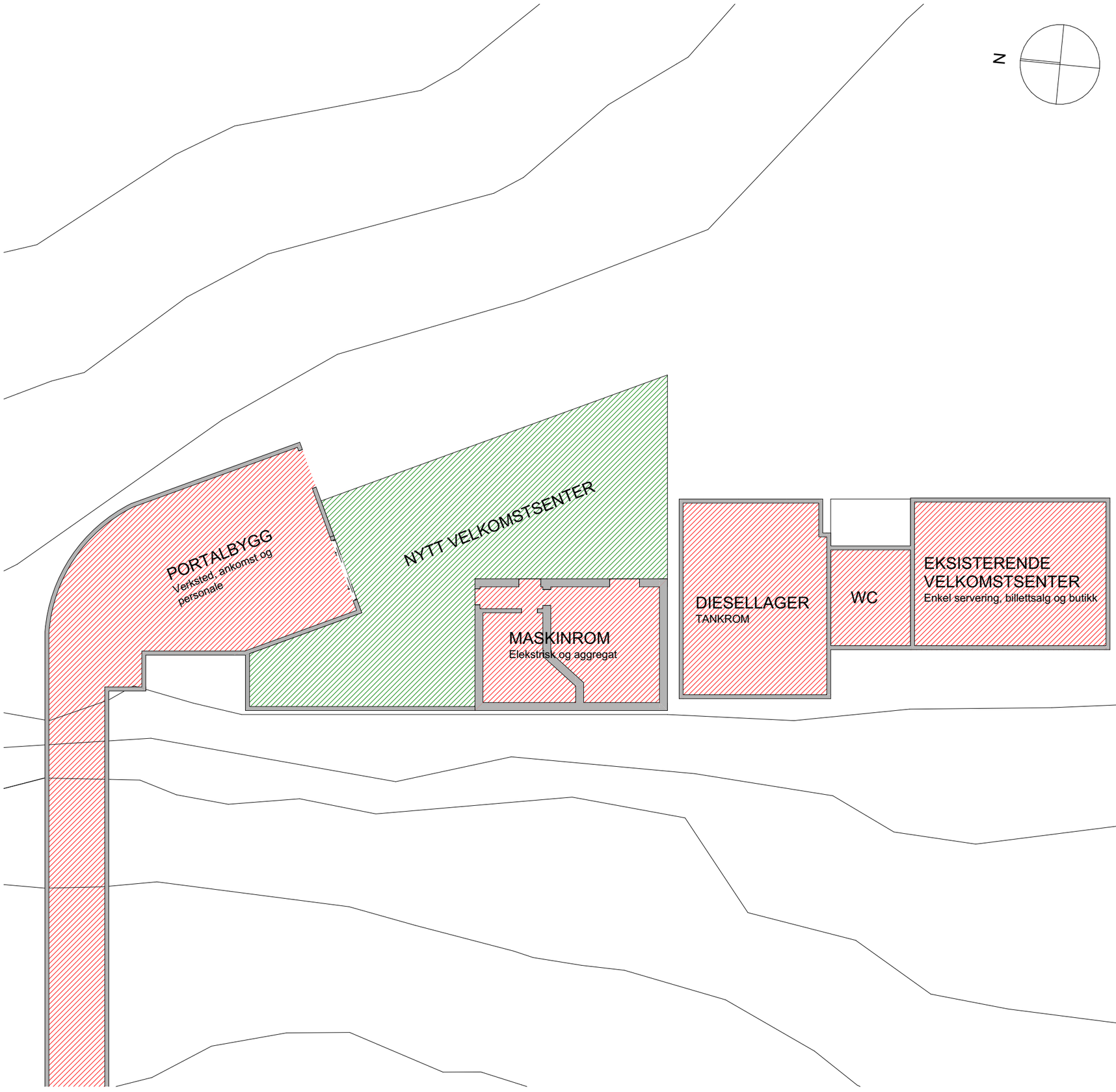
Plantegning 1. Etasje – K4.3 – 2

Plantegning 2. Etasje – K4.3 – 3

Snitt – K4.3 – 4

Universell utforming – K.4.3.2 – 1

ARCHICAD EDUCATION VERSION



Forklaringer:

Eksisterende byggemasse

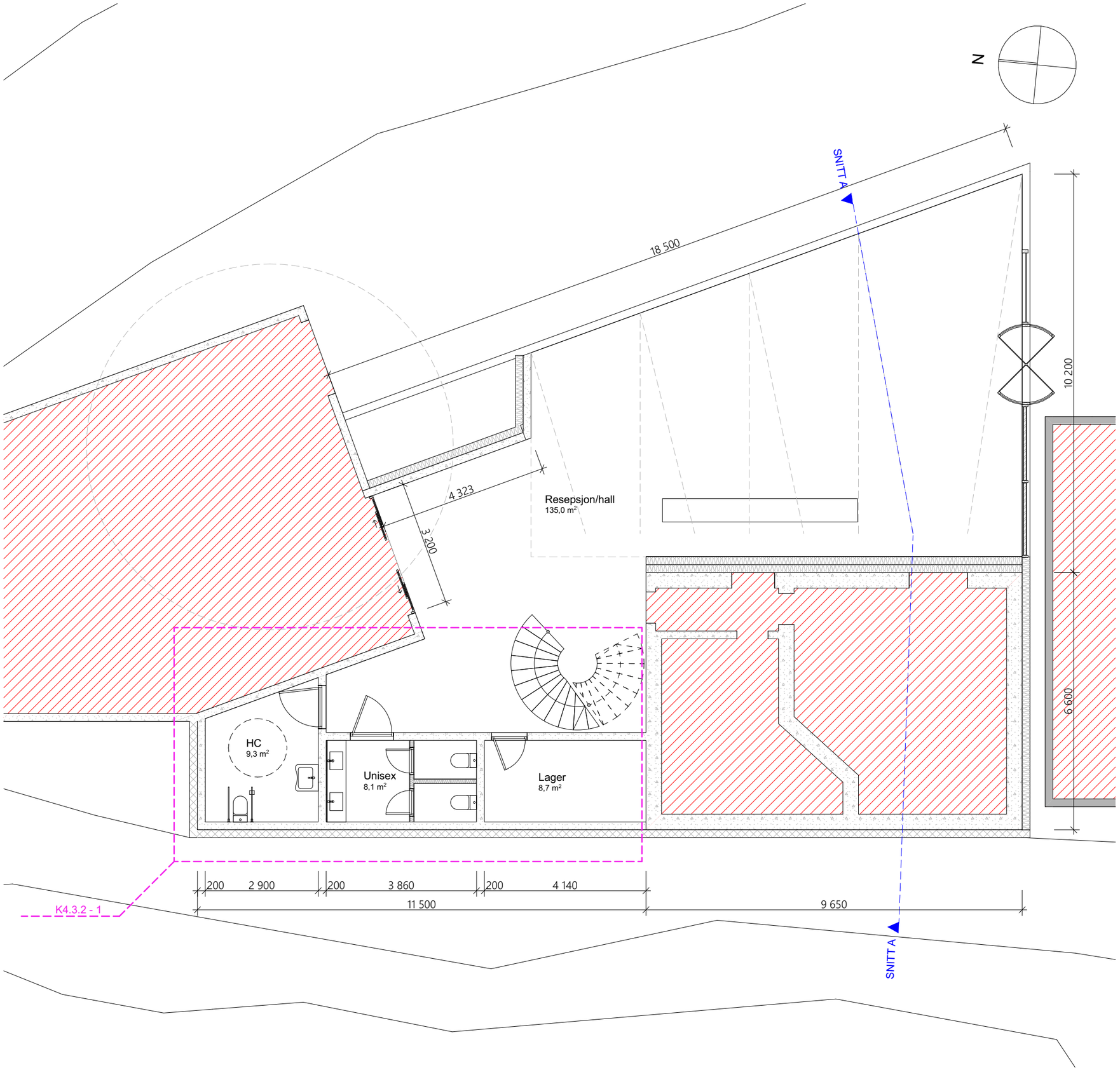
Ny byggemasse

- Beskrivelser i planen viser hva arealene brukes til pr. dags dato, og tar ikke utgangspunkt i hva arealene er tiltenkt etter en strukturendringen for hele stasjonen. For beskrivelse av tiltenkt utnyttelse henvises til "masterplanutkast".

- Planen illustrerer prosjektgruppens grensesnitt. Rød skravur markerer eksisterende bygningsmasse som ikke vil vurderes mot problemstillingens parametre. Grønn skravur markerer ny bygningsmasse, og det er denne delen som vurderes i rapportens innhold.

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk: **1:200**
Tegning: Grensesnitt	Tegningsnr.: **K4.3 - 1**

ARCHICAD EDUCATION VERSION



Forklaringer:

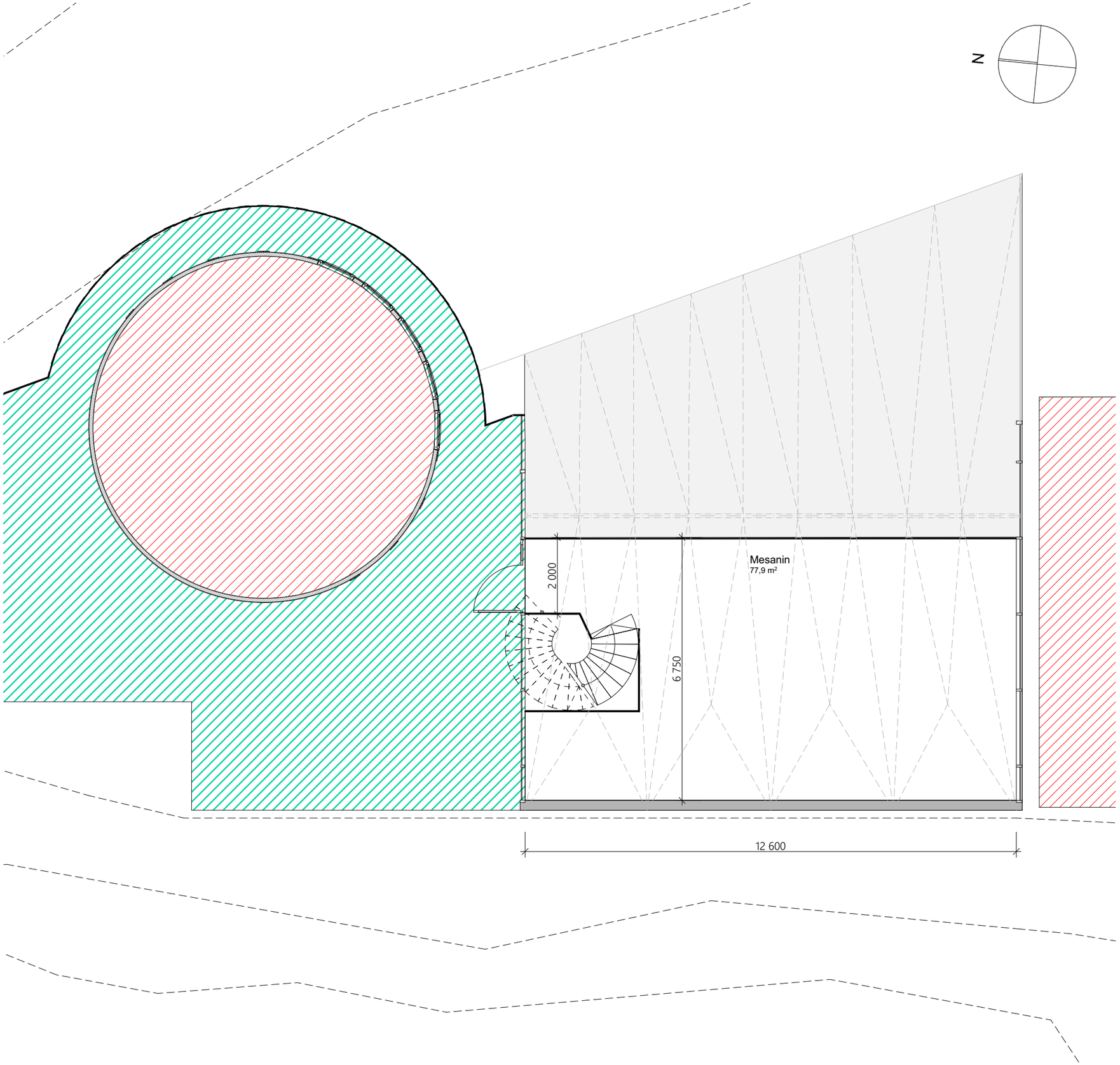
Eksisterende byggemasse

Overliggende konstruksjoner

- Rød skravur markerer eksisterende byggmasse, og er utenfor prosjektgruppens grensesnitt.

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk: **1:100**
Tegning: Plan 1.Etg	Tegningsnr.: **K4.3 - 2**

ARCHICAD EDUCATION VERSION



Forklaringer:

- Eksisterende byggemasse
- Ny terrasse (Utenom grensesnitt)
- Utsyn til underliggende etasje
- Overliggende konstruksjoner

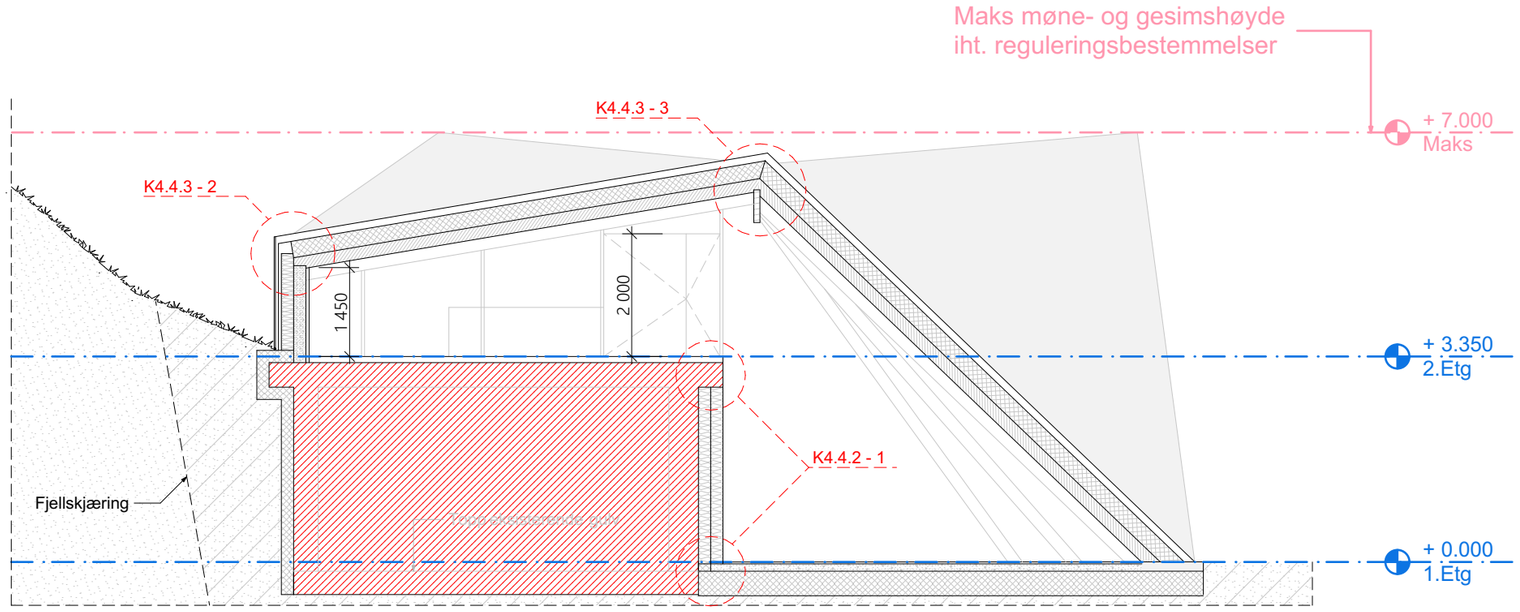
- Areal oppgitt viser gulvareal, og er ikke beregnet iht. NS3940 ift. takhøyder.

- Grønn skravur angir areal avsatt til terasse i masterplanutkastet

- Rød skravur markerer eksisterende byggmasse, og er utenfor prosjektgruppens grensesnitt.

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk: **1:100**
Tegning: Plan 2.Etg	Tegningsnr.: **K4.3 - 3**

ARCHICAD EDUCATION VERSION



Forklaringer:

Bakenforliggende konstruksjoner

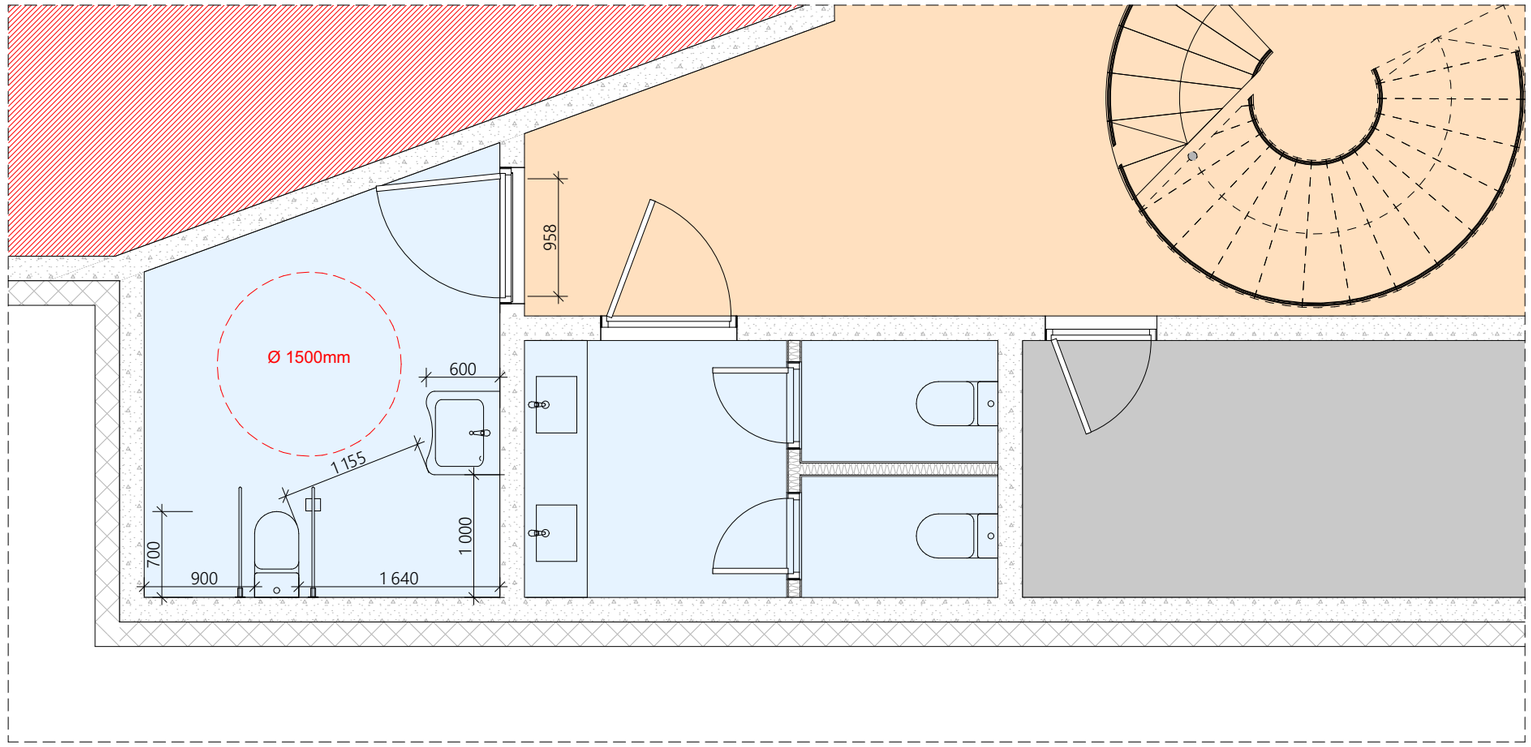
Eksisterende byggemasse

- Rød skravur markerer eksisterende byggmasse ved maskinrom, og er utenfor prosjektgruppens grensesnitt.

- Det er kun tatt bygningfysiske vurderinger i denne detaljen. Innfestning av bærende konstruksjon er derfor utelatt.

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk: **1:100**
Tegning: Snitt A	Tegningsnr.: **K4.3 - 4**

ARCHICAD EDUCATION VERSION



Forklaringer:

- Toalett
- Resepsjon/hall
- Lager
- Eskisterende byggemasse

- Målsettning dokumenterer kravene som stilles til universell utforming av toaletter iht. byggforskblad 379.201

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Syver H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk: **1:50**
Tegning: Universell utforming	Tegningsnr.: **K4.3.2 - 1**

Vedlegg 4 – Detaljtegninger

Detaljtegning gulv/innervegg – K4.4.2 – 1

Detaljtegning tak/glassfasade – K4.4.3 – 1

Detaljtegning takfot – K4.4.3 – 2

Detaljtegning møne – K4.4.3 – 3

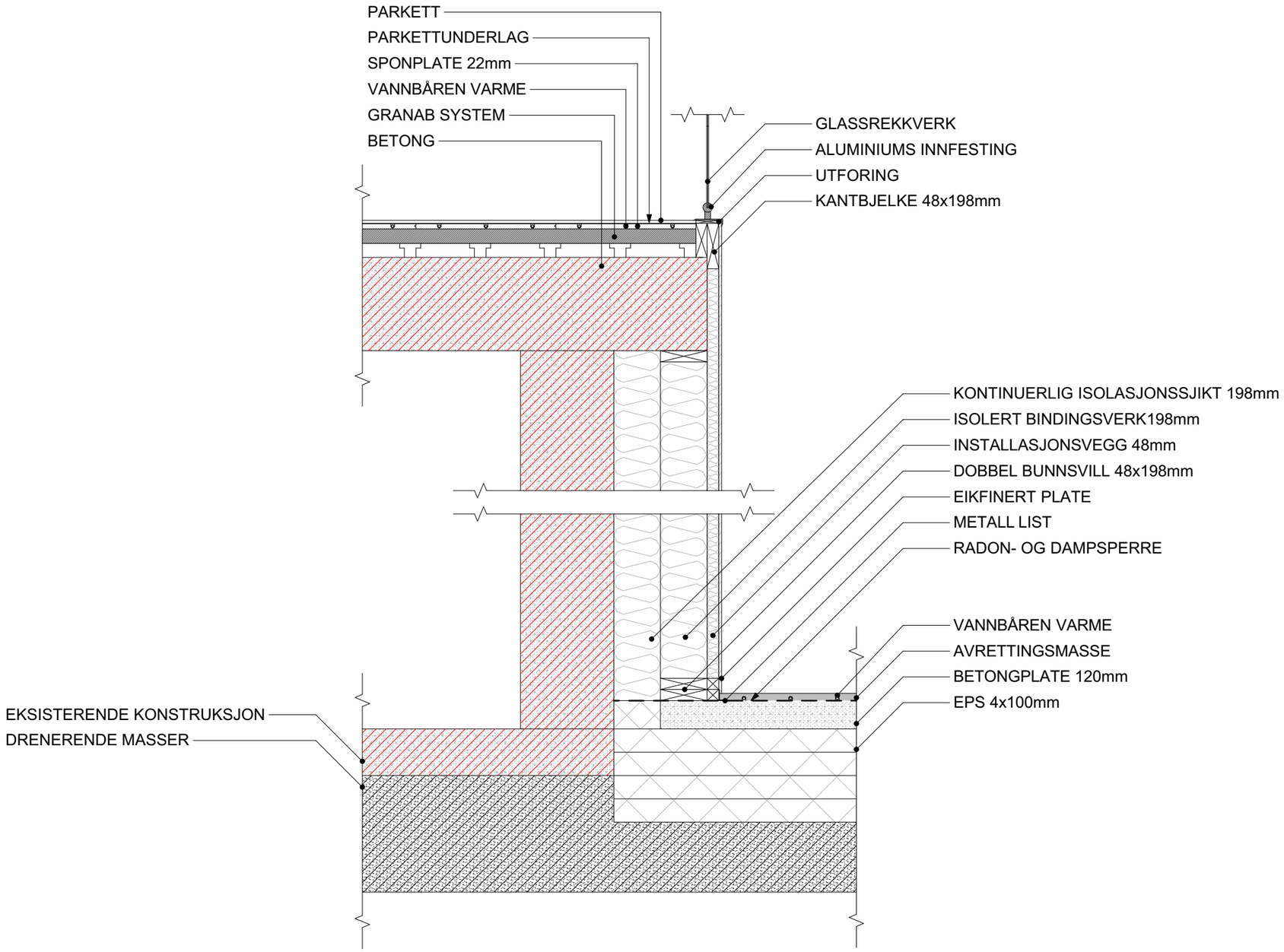
Detaljtegning fundament/vindu – K4.5.1 – 1

Detaljtegning yttervegg mot terreng – K4.5.2 – 1

ARCHICAD EDUCATION VERSION

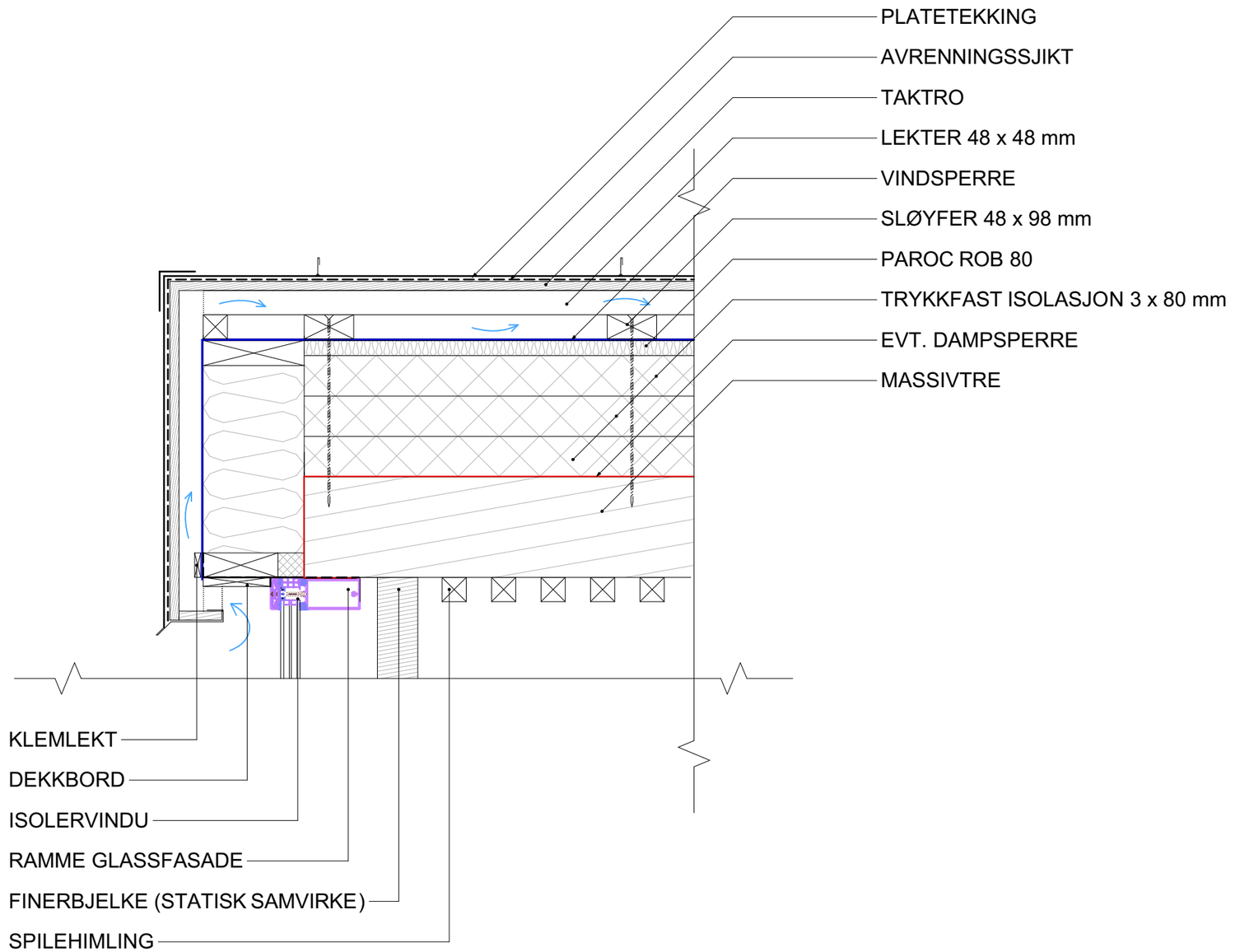
Forklaringer:

Eskisterende byggemasse



Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Syver H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk: **1:20**
Tegning: Overgang gulv - innervegg	Tegningsnr.: **K4.4.2 - 1**

ARCHICAD EDUCATION VERSION



Forklaringer:

Vindtett sjikt

Damptett sjikt

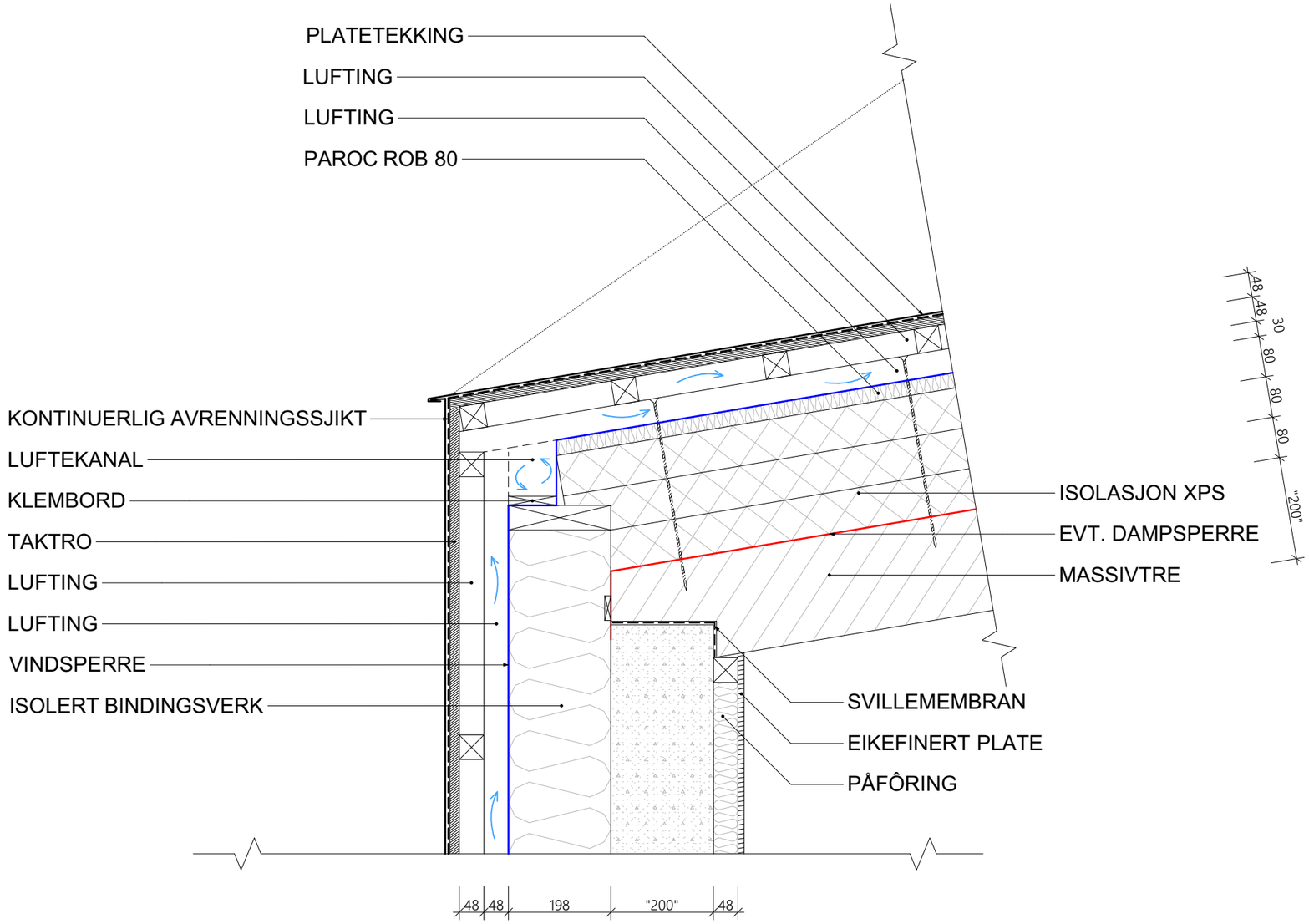
- Damptett sjikt er kun illustrativt, og det må gjøres en helhetsmessig vurdering mtp. samføyninger om det er behov for dampsperre. Det kan eventuelt vurderes dampbrems dersom massivtreet tillegges damptett funksjon.

- 30 mm PAROC-plate for brannbeskyttelse

- Sløyfedimensjoner iht. kapittel 4.4.3 i rapporten.

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk: **1:10**
Tegning: Overgang tak/glassfasade	Tegningsnr.: **K4.4.3 - 1**

ARCHICAD EDUCATION VERSION



Forklaringer:

- Vindtett sjikt
- Damptett sjikt
- Bakenforliggende konstruksjoner

- Lekteavstand må vurderes med hensyn til taktromateriale. Deformasjon i taktro må unngås.

- Det er kun tatt bygningfysiske vurderinger i denne detaljen. Innfestning av bærende konstruksjon er derfor utelatt.

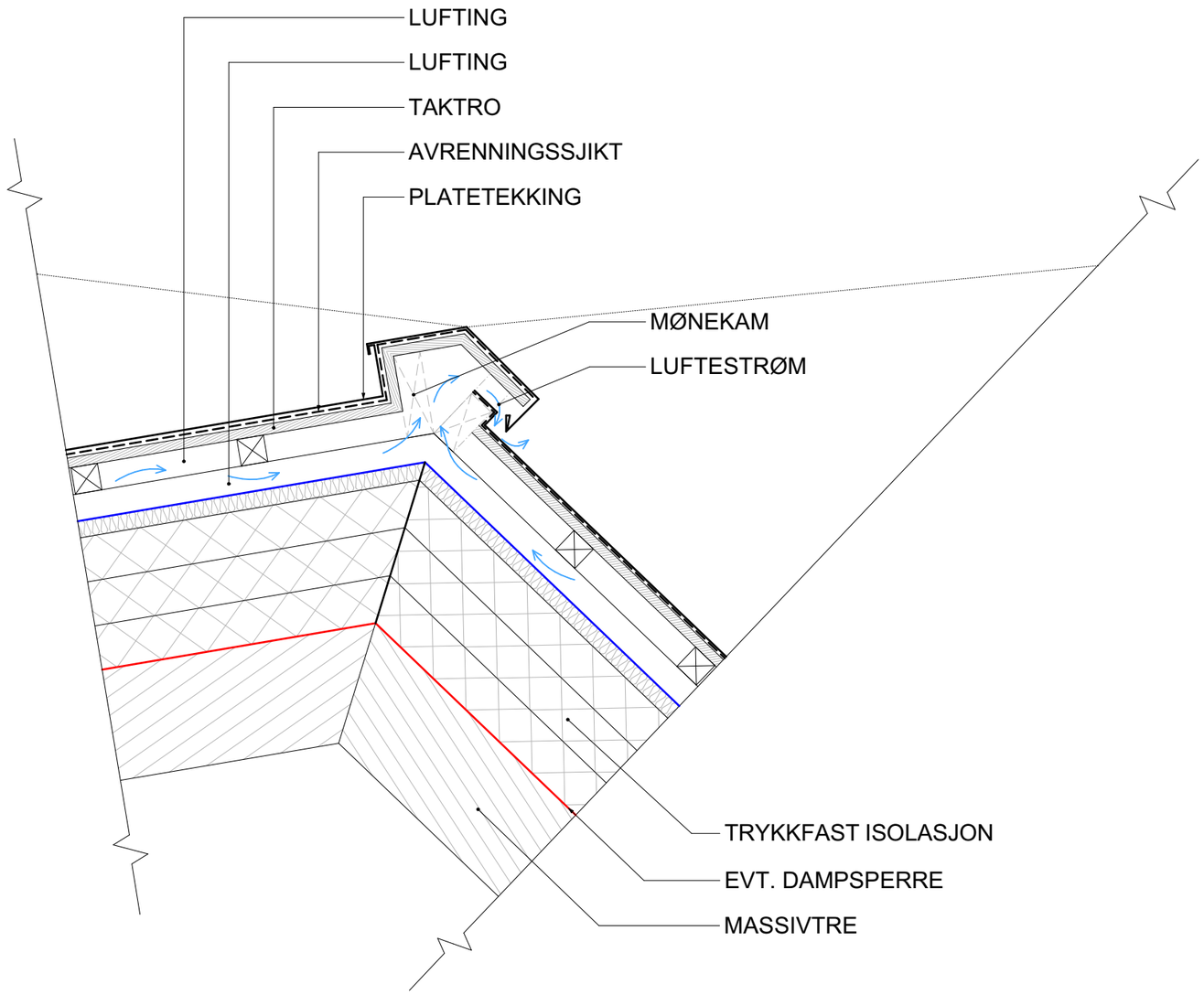
- Med hensyn til fare for snøinndrev med luftespalte ved takfot, er det foreslått luftekanal fra gavlvegg til gavlvegg (nord/sør) for å sikre god ventilering av taket. Se kapittel 4.4.3 i rapporten for argumentasjon for luftespalter.

- 30 mm PAROC-plate for brannbeskyttelse

- Sløyfedimensjoner iht. kapittel 4.4.3 i rapporten.

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk: **1:10**
Tegning: Detalj takfot	Tegningsnr.: **K4.4.3 - 2**

ARCHICAD EDUCATION VERSION



Forklaringer:

Vindtett sjikt

Damptett sjikt

Bakenforliggende konstruksjoner

Referanser:

- Byggforskblad *525.101 Isolerte skrå tretak med lufting mellom vindsperre og undertak*

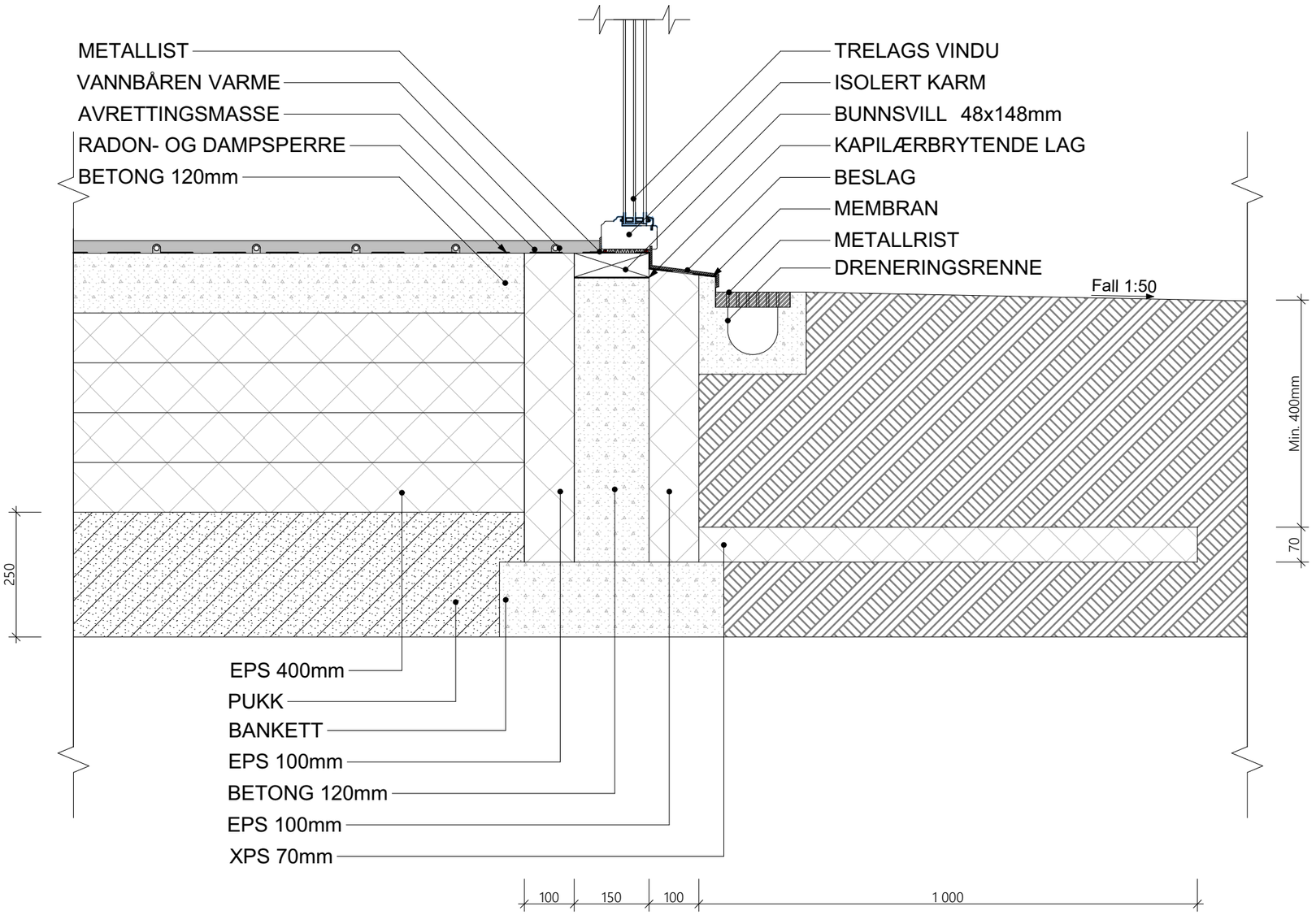
- *PREFA PREFALZ detaljer*

- Denne detaljen er ment å illustrere utlufting i møne. Med bakgrunn i fare for snøinndrev fra vest (fra venstre i detaljen), legges det til rette for å lufte ut kun i en retning.

- Det er kun tatt bygningfysiske vurderinger i denne detaljen. Innfestning av bærende konstruksjon er derfor utelatt.

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk: **1:10**
Tegning: Detalj møne	Tegningsnr.: **K4.4.3 - 3**

ARCHICAD EDUCATION VERSION



Forklaringer:

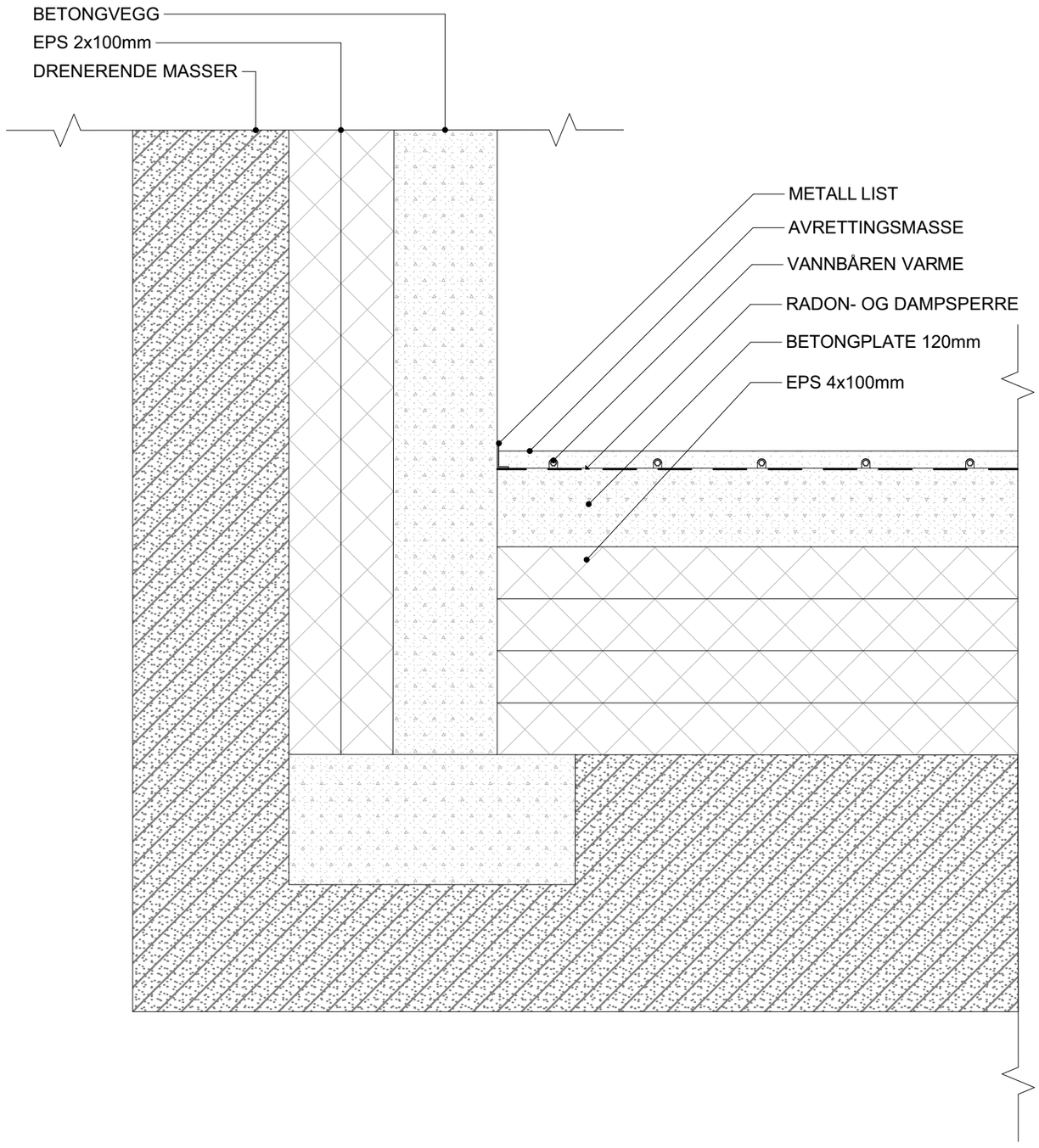
- Vannrørene i gulvet legges med minimum 15mm overdekkning

- Markisolasjon legges 1000mm ut fra langsgående ringmur.

- Markisolasjon legges 1500mm ut fra hjørne og søylepunkter

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Syver H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk: **1:10**
Tegning: Detalje overgang vindu - fundament	Tegningsnr.: **K4.5.1 - 1**

ARCHICAD EDUCATION VERSION



Forklaringer:

- Vannrørene i gulvet legges med minimum 15mm overdekning.

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Syver H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk: **1:10**
Tegning: Yttervegg mot terreng	Tegningsnr.: **K4.5.2 -1**

Vedlegg 5 – Illustrasjoner

Illustrasjoner – KX – 1

Illustrasjoner – KX – 2

Illustrasjoner – KX – 3

Illustrasjoner – KX – 4

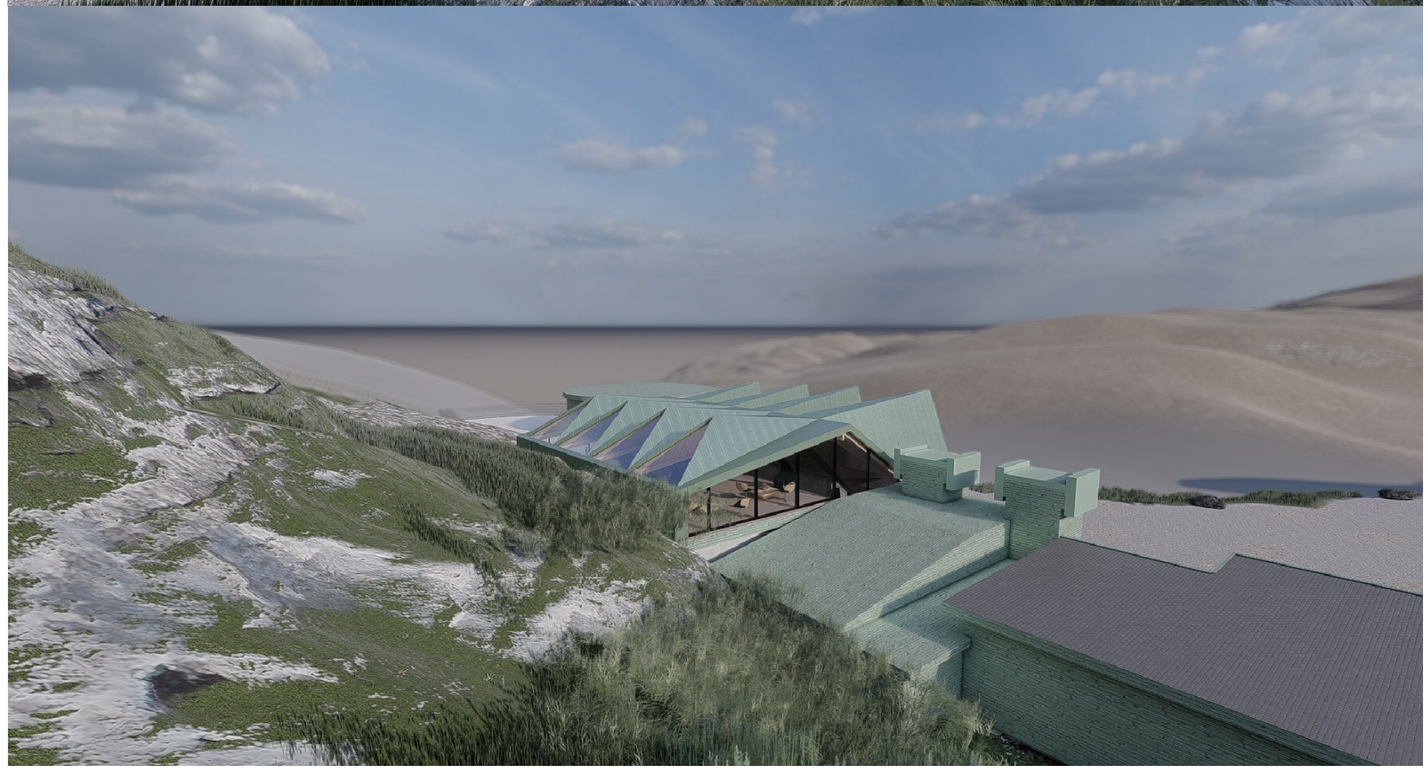
Illustrasjoner – KX – 5

ARCHICAD EDUCATION VERSION

Forklaringer:

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk:
Tegning: Illustrasjoner 1	Tegningsnr.: **KX - 1**

ARCHICAD EDUCATION VERSION



Forklaringer:

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk:
Tegning: Illustrasjoner 2	Tegningsnr.: **KX - 2**

ARCHICAD EDUCATION VERSION

Forklaringer:

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk:
Tegning: Illustrasjoner 3	Tegningsnr.: **KX-3**

ARCHICAD EDUCATION VERSION

Forklaringer:

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk:
Tegning: Illustrasjoner 4	Tegningsnr.: **KX-4**

ARCHICAD EDUCATION VERSION

Forklaringer:

Prosjekt: **Nedre stasjon Gaustabanen**	Sign. Lars H.
Produksjon: Prosjektgruppe 28 - TBYG3016	Prosjektnr.: 2020-28
© Alle rettigheter tilhører prosjekterende, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 20.05.2020
Tiltakshaver: **Gaustabanen AS**	Målestokk:
Tegning: Illustrasjoner 5	Tegningsnr.: **KX-5**

Vedlegg 6 – U-verdiberegninger

U-verdi vegg mot terreng

U-verdi vegg

U-verdi tak

Beregning av U-verdi for vegg mot grunnen etter NS-EN ISO 13370

BYGGFORSK
Norges byggforskningsinstitutt

Prosjektbeskrivelse

Bacheloroppgave 20.05.2020
Rapport - Gaustabanen
U-verdiberegning vegg mot terreng

Inngangsdata

U-verdi kjellervegg:

– veggdel over terrengnivå	$U_{vegg,over}$ =	0,186	W/m²K
– veggdel under terrengnivå	$U_{vegg,under}$ =	0,244	W/m²K
Vegghøyde:	h_{vegg} =	2,9	m
Fyllingshøyde:	h_{fyll} =	2,5	m

Velg grunnforhold: ○ Leire ○ Annen løsmasse ◉ Fjell

Isolasjon plassert vertikalt utvendig under terrengnivå:

– isolasjonstykkelse	d_{isol} =	200	mm
– varmeledningsevne	λ_{isol} =	0,034	W/mK

U-verdi for vegg under terrengnivå:

– utvendig og innvendig overgangsmotstand:	$R_{overg.motst.}$ =	0,170	m²K / W
– varmemotstand for vegg under terrengnivå:	$R_{vegg,under} = 1 / U_{vegg,under} - R_{overg.motst.}$ =	3,928	m²K / W
– varmemotstand for vertikalisolasjon utvendig under terrengnivå:	$R_{isol} = d_{isol} \cdot 10^{-3} / \lambda_{isol}$ =	5,882	m²K / W
– grunnens varmeledningsevne:	λ_{grunn} =	3,500	W/mK
– veggens ekvivalente tykkelse:	$d_W = \lambda_{grunn} \cdot (R_{vegg,under} + R_{isol} + R_{overg.motst.})$ =	34,932	m
– U-verdi for vegg under terrengnivå, inkludert grunnen:	$U_{under} = 2 \cdot \lambda_{grunn} \cdot (1 + 0{,}5 \cdot d_W / (d_W + h_{fyll})) \cdot \ln(h_{fyll} / d_W + 1) / (\pi \cdot h_{fyll})$ =	0,090	W/m²K

Midlere U-verdi for hele veggen (over/under terrengnivå):

$U_{midl.} = (U_{over} \cdot (h_{vegg} - h_{fyll}) + U_{under} \cdot h_{fyll}) / h_{vegg}$ = **0,116 W/m²K**

© Norges byggforskningsinstitutt Tlf. 22 96 55 55 Postadresse: Postboks 123 Blindern, 0314 Oslo

Beregning av U-verdi for vegg etter NS-EN ISO 6946

Prosjektbeskrivelse

Bacheloroppgave 20.05.2020
Rapport - Gaustabanen
U-verdiberegning til bruk i "vegg mot terreng"

BYGGFORSK
Norges byggforskningsinstitutt

Velg veggtype

- ○ Vegg med luftet kledning
- ◉ Annen vegg

Velg korreksjonsnivå for utilsiktede lufteåpninger i isolasjonen

- ○ Nivå 0:
  - Ingen luftlommer på varm side av isolasjonen
  - Isolasjon i to eller flere sjikt med forskjøvede skjøter
  - Isolasjon i et sjikt med fals, not og fjær eller helt tette skjøter
  - Isolasjon i et sjikt med buttskjøter slik at ingen åpninger overskrider 5 mm
  - Isolasjon i et sjikt der konstruksjonens varmemotstand, unntatt varmemotstanden i isolasjonssjiktet, er minst 50 % av den samlede varmemotstanden (lettklinker/gassbetong)
- ◉ Nivå 1:
  - Ingen luftlommer på varm side av isolasjonen
  - Fullstendig utfyllende isolasjon mellom stendere
  - Isolasjon i sjikt med buttskjøter slik at åpningene overskrider 5 mm
- ○ Nivå 2:
  - Konstruksjoner med mulighet for luftlommer på varm side av isolasjonen
  - Konstruksjoner med mulighet for luftlommer på varm side av isolasjonen og sjikt med buttskjøter slik at åpningene overskrider 5 mm

Konstruksjon

Fyll inn data i de hvite feltene:										Beregnede varmemotstander (m^2K/W)				
Sjikt	Tykkelse	Felt 1		Felt 2		Felt 3		Felt 4		Øvre grenseverdi "Varmetette skott"				Nedre grenseverdi "Legering"
		Varme-motstand	Varme-kondukt.	Varme-motstand	Varme-kondukt.	Varme-motstand	Varme-kondukt.	Varme-motstand	Varme-kondukt.					
	d mm	R m^2K/W	λ W/(mK)	R m^2K/W	λ W/(mK)	R m^2K/W	λ W/(mK)	R m^2K/W	λ W/(mK)	Felt 1 R_{T1}	Felt 2 R_{T1}	Felt 3 R_{T1}	Felt 4 R_{T2}	av felt 1 - 4 R_{Tx}
Utvendig overgangsmotstand										0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
EPS	200		0,034		0,034					5,882	5,882			5,882
Betong	200		1,7		1,7					0,118	0,118			0,118
Dampsperre	0,15	0,05		0,05						0,050	0,050			0,050
Inatallasjonsvegg (50mm mineralull)	50		0,034		0,12					1,471	0,417			1,128
Gips	6	0,03		0,03						0,030	0,030			0,030
Gips	6	0,03		0,03						0,030	0,030			0,030
Areal av felt 1 - 4 (% eller mål)	100,000		88,000		12,000									
Innvendig overgangsmotstand										0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
Sum varmemotstand										7,751	6,697	0,170	0,170	7,408
Øvre ($R_{TØ}$) og nedre (R_{TN}) grenseverdi:		$R_{TØ} = (f_1 + f_2 + f_3 + f_4) / (f_1 / \Sigma R_{T1} + f_2 / \Sigma R_{T2} + f_3 / \Sigma R_{T3} + f_4 / \Sigma R_{T4})$ og $R_{TN} = \Sigma R_{Tx}$											7,607	7,408
Total varmemotstand:		$R_T = (R_{TØ} + R_{TN}) / 2 =$											7,508	

Ukorrigert U-verdi:	$U = 1 / R_T =$	0,133	$W/(m^2K)$
Korreksjon:	$\Delta U_g =$	0,006	$W/(m^2K)$
Veggens U-verdi:	**$U = 1 / R_T + \Delta U_g =$**	**0,139**	**$W/(m^2K)$**

© Norges byggforskningsinstitutt Tlf. 22 96 55 55 Postadresse: Postboks 123 Blindern, 0314 Oslo

Beregning av U-verdi for tak etter NS- ISO 6946

Prosjektbeskrivelse

Bacheleroppgave 20.05.2020
Rapport - Gaustabanen
U-verdiberegning tak

BYGGFORSK
Norges byggforskningsinstitutt

Velg taktype

- ◉ Isolert skråtak med lufting
- ○ Isolert himling med ventilert loft med forenklet undertak
- ○ Isolert himling med ventilert loft med taktro
- ○ Kompakt tak

Velg korreksjonsnivå for utilsiktede lufteåpninger i isolasjonen

- ○ Nivå 0:
  - Ingen luftlommer på varm side av isolasjonen
  - Isolasjon i to eller flere sjikt med forskjøvede skjøter
  - Isolasjon i et sjikt med fals, not og fjær eller helt tette skjøter
  - Isolasjon i et sjikt med buttskjøter slik at ingen åpninger overskrider 5 mm
  - Isolasjon i et sjikt der konstruksjonens varmemotstand, unntatt varmemotstanden i isolasjonssjiktet, er minst 50 % av den samlede
- ◉ Nivå 1:
  - Ingen luftlommer på varm side av isolasjonen
  - Fullstendig utfyllende isolasjon mellom bjelker i bjelkelag
  - Isolasjon i sjikt med buttskjøter slik at åpningene overskrider 5 mm
- ○ Nivå 2:
  - Konstruksjoner med mulighet for luftlommer på varm side av isolasjonen
  - Konstruksjoner med mulighet for luftlommer på varm side av isolasjonen og sjikt

Konstruksjon

Fyll inn data i de hvite feltene:	Data for tekking og luftespalt skal ikke innsettes i tabellen nedenfor									Beregnede varmemotsta varmemotstander (m^2K/W)				
Sjikt	Tykkelse	Felt 1 Varme-motstand	Felt 1 Varme-kondukt.	Felt 2 Varme-motstand	Felt 2 Varme-kondukt.	Felt 3 Varme-motstand	Felt 3 Varme-kondukt.	Felt 4 Varme-motstand	Felt 4 Varme-kondukt.	Øvre grenseverdi "Varmetette skott"				Nedre grenseverdi "Legering"
	d	R	λ	R	λ	R	λ	R	λ	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	av felt 1 - 4
	mm	m^2K/W	W/(mK)	m^2K/W	W/(mK)	m^2K/W	W/(mK)	m^2K/W	W/(mK)	R_{T1}	R_{T1}	R_{T1}	R_{T2}	R_{Tx}
Utvendig overgangsmotstand										0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sløyfer 48x98mm	48		0		0,12						0,400			1,667
Heldekkende brannisolering	30		0,038		0					0,789				1,039
XPS styrofoam 3x80mm	240		0,035		0,035					6,857	6,857			6,857
Dampsperre	0,15		0,03		0,03					0,005	0,005			0,005
Massivtreelement	200		0,12		0,12					1,667	1,667			1,667
Areal av felt 1 - 4 (% eller mål)	100,000		76,000		24,000									
Innvendig overgangsmotstand										0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
Sum varmemotstand										9,448	9,059	0,130	0,130	11,364
Øvre ($R_{T\Ø}$) og nedre (R_{TN}) grenseverdi:	$R_{T\Ø} = (f_1 + f_2 + f_3 + f_4) / (f_1 / \Sigma R_{T1} + f_2 / \Sigma R_{T2} + f_3 / \Sigma R_{T3} + f_4 / \Sigma R_{T4})$ og $R_{TN} = \Sigma R_{Tx}$												9,352	11,364
Total varmemotstand:	$R_T = (R_{T\Ø} + R_{TN}) / 2 =$												10,358	

Ukorrigert U-verdi:	$U = 1 / R_T =$	0,097	$W/(m^2K)$
Korreksjon:	$\Delta U_g =$	0,000	$W/(m^2K)$
Veggens U-verdi:	**$U = 1 / R_T + \Delta U_g =$**	**0,097**	**$W/(m^2K)$**

© Norges byggforskningsinstitutt Tlf. 22 96 55 55 Postadresse: Postboks 123 Blindern, 0314 Oslo

Vedlegg 7 – Energisimuleringer

TEK17 vurdering

Lavenergi evaluering

Energimerke

SIMIEN

Evaluering Energiregler 2016

Simuleringsnavn: TEK17 Evaluering
Tid/dato simulering: 09:35 14/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredstiller minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	25,7 kWh/m²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	3,6 kWh/m²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	10,1 kWh/m²
3a Beregnet energibehov vifter	38,0 kWh/m²
3b Beregnet energibehov pumper	2,2 kWh/m²
4 Beregnet energibehov belysning	56,3 kWh/m²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	3,8 kWh/m²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	16,7 kWh/m²
Levert avtrekksvarmepumpe ihht. tillegg N	-35,4 kWh/m²
Energibruk til drift av avtrekksvarmepumpe	13,8 kWh/m²
Totalt netto energibehov inkl. avtrekksvarmepumpe	134,9 kWh/m²
Forskriftskrav netto energibehov	180,0 kWh/m²

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m²K]	0,10	0,22
U-verdi tak [W/m²K]	0,10	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m²K]	0,08	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m²K]	0,79	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	1,00	1,50

Simuleringsnavn: TEK17 Evaluering
Tid/dato simulering: 09:35 14/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

Krav til formålsdelte energimålere (§14-2 (6))
Yrkesbygninger skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann.
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

Krav til isolering av rør, utstyr og kanaler (§14-3 (2))
Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard.
Dette er ikke en del av evaluering i SIMIEN og må derfor dokumenteres på annen måte.

Energibudsjett reelle verdier (§14-2 (5))		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	11517 kWh	48,2 kWh/m²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1948 kWh	8,1 kWh/m²
2 Varmtvann (tappevann)	2416 kWh	10,1 kWh/m²
3a Vifter	13590 kWh	56,9 kWh/m²
3b Pumper	841 kWh	3,5 kWh/m²
4 Belysning	13420 kWh	56,1 kWh/m²
5 Teknisk utstyr	895 kWh	3,7 kWh/m²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	5002 kWh	20,9 kWh/m²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	49628 kWh	207,7 kWh/m²
Levert avtrekksvarmepumpe ihht. tillegg N	14961 kWh	62,6 kWh/m²
Energibruk til drift av avtrekksvarmepumpe	5963 kWh	25,0 kWh/m²
Totalt netto energibehov inkl. avtrekksvarmepumpe	40631 kWh	170,0 kWh/m²

Simuleringsnavn: TEK17 Evaluering
Tid/dato simulering: 09:35 14/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Levert energi til bygningen (beregnet)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	31035 kWh	129,9 kWh/m²
1b El. til varmepumpesystem	6216 kWh	26,0 kWh/m²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m²
Totalt levert energi, sum 1-7	37250 kWh	155,9 kWh/m²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m²
Netto levert energi	37250 kWh	155,9 kWh/m²

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m²]:	139	
Areal tak [m²]:	160	
Areal gulv [m²]:	161	
Areal vinduer og ytterdører [m²]:	122	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m²]:	239	
Oppvarmet luftvolum [m³]:	402	
U-verdi yttervegger [W/m²K]	0,10	
U-verdi tak [W/m²K]	0,10	
U-verdi gulv [W/m²K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m²K]	0,79	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	51,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]:	0,04	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m²K]	127	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	1,00	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	

Simuleringsnavn: TEK17 Evaluering
Tid/dato simulering: 09:35 14/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m³/s]:	2,00	
Luftmengde i driftstiden [m³/hm²]	13,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m³/hm²]	6,06	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,54	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,0	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m²]:	30	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	12,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m²]	15,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m²]	15,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m²]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m²]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m²]	1,35	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m²]	10,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,52	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/1,00/0,97/0,95	

Simuleringsnavn: TEK17 Evaluering
Tid/dato simulering: 09:35 14/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Forretningsbygg
Simuleringsansvarlig	Syver Harerusten
Kommentar	

SIMIEN

Evaluering lavenergihus

Simuleringsnavn: Lavenergievaluering
Tid/dato simulering: 12:59 13/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Resultater av evalueringen	
Evaluering mot NS 3701	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3701 (tabell A.2)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredstiller alle krav til lavenergihus

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,06
Varmetapstall tak	0,07
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,02
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,40
Varmetapstall kuldebroer	0,04
Varmetapstall infiltrasjon	0,04
Totalt varmetapstall	0,63
Krav varmetapstall	0,64

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	22,2 kWh/m²	54,7 kWh/m²
Netto kjølebehov	16,7 kWh/m²	32,2 kWh/m²
Gjennomsnittlig effektbehov belysning	4,0 W/m²	7,5 W/m²

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m²K]	0,79	1,20
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]	0,04	0,05
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	80	70
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m³/s]:	2,00	2,00
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	1,00	1,50

SIMIEN

Evaluering lavenergihus

Simuleringsnavn: Lavenergievaluering
Tid/dato simulering: 12:59 13/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Passivhusstandarden og byggeforskrifter
Passivstandardene refererer flere steder til at bygningen også må overholde krav i byggeforskriftene (TEK).
Ved evaluering mot byggeforskrifter benyttes det til dels andre normerte data og forutsetnnger.
Krav til byggeforskrifer må derfor dokumenteres ved å kjøre en separat evaluering mot aktuelle byggeforskrifter.

Energibudsjett (NS 3701)

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	9951 kWh	41,6 kWh/m²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	930 kWh	3,9 kWh/m²
2 Varmtvann (tappevann)	2424 kWh	10,1 kWh/m²
3a Vifter	8902 kWh	37,2 kWh/m²
3b Pumper	775 kWh	3,2 kWh/m²
4 Belysning	3591 kWh	15,0 kWh/m²
5 Teknisk utstyr	898 kWh	3,8 kWh/m²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	3987 kWh	16,7 kWh/m²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	31458 kWh	131,6 kWh/m²
Levert avtrekksvarmepumpe ihht. tillegg N	11539 kWh	48,3 kWh/m²
Energibruk til drift av avtrekksvarmepumpe	4592 kWh	19,2 kWh/m²
Totalt netto energibehov inkl. avtrekksvarmepumpe	24512 kWh	102,6 kWh/m²

Levert energi til bygningen (NS 3701)

Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	16015 kWh	67,0 kWh/m²
1b El. til varmepumpesystem	5159 kWh	21,6 kWh/m²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m²
Totalt levert energi, sum 1-7	21174 kWh	88,6 kWh/m²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m²
Netto levert energi	21174 kWh	88,6 kWh/m²

Simuleringsnavn: Lavenergievaluering
Tid/dato simulering: 12:59 13/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Krav til energibehov belysning
Minst 60 % av installert effekt skal være underlagt dynamisk dagslys- og konstantlysstyring.
Alle rom skal ha dynamisk behovsstyring ved tilstedeværelse. Store rom skal ha minst en styringssone per 30 m2.
Energibehovet skal dokumenteres etter NS-EN 15193 basert på prosjektert eller installert effekt og styringssystemets innvirkning på energibehovet.
All belysning skal minst tilfredsstille kvalitetskravene for belysning gitt i NS-EN 12464-1.

Referanseinformasjon beregning	
Evaluering mot NS 3701	Beskrivelse
Beregning	Utført etter NS 3701:2012 med validert dynamisk timesberegning etter reglene i NS 3031:2007
Kommune, gårds- og bruksnummer	
Konstruksjon og plassering	
Tekniske installasjoner	
Soneinndeling	
Arealvurdering	

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m²]:	139	
Areal tak [m²]:	160	
Areal gulv [m²]:	69	
Areal vinduer og ytterdører [m²]:	122	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m²]:	239	
Oppvarmet luftvolum [m³]:	402	
U-verdi yttervegger [W/m²K]	0,10	
U-verdi tak [W/m²K]	0,10	
U-verdi gulv [W/m²K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m²K]	0,79	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	51,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]:	0,04	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m²K]	103	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	1,00	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	

Simuleringsnavn: Lavenergievaluering
Tid/dato simulering: 12:59 13/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m³/s]:	2,00	
Luftmengde i driftstiden [m³/hm²]	13,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m³/hm²]	5,60	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,50	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,0	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m²]:	30	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	12,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m²]	4,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m²]	4,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m²]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m²]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m²]	1,35	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m²]	10,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,52	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/1,00/0,97/0,95	

Simuleringsnavn: Lavenergievaluering
Tid/dato simulering: 12:59 13/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

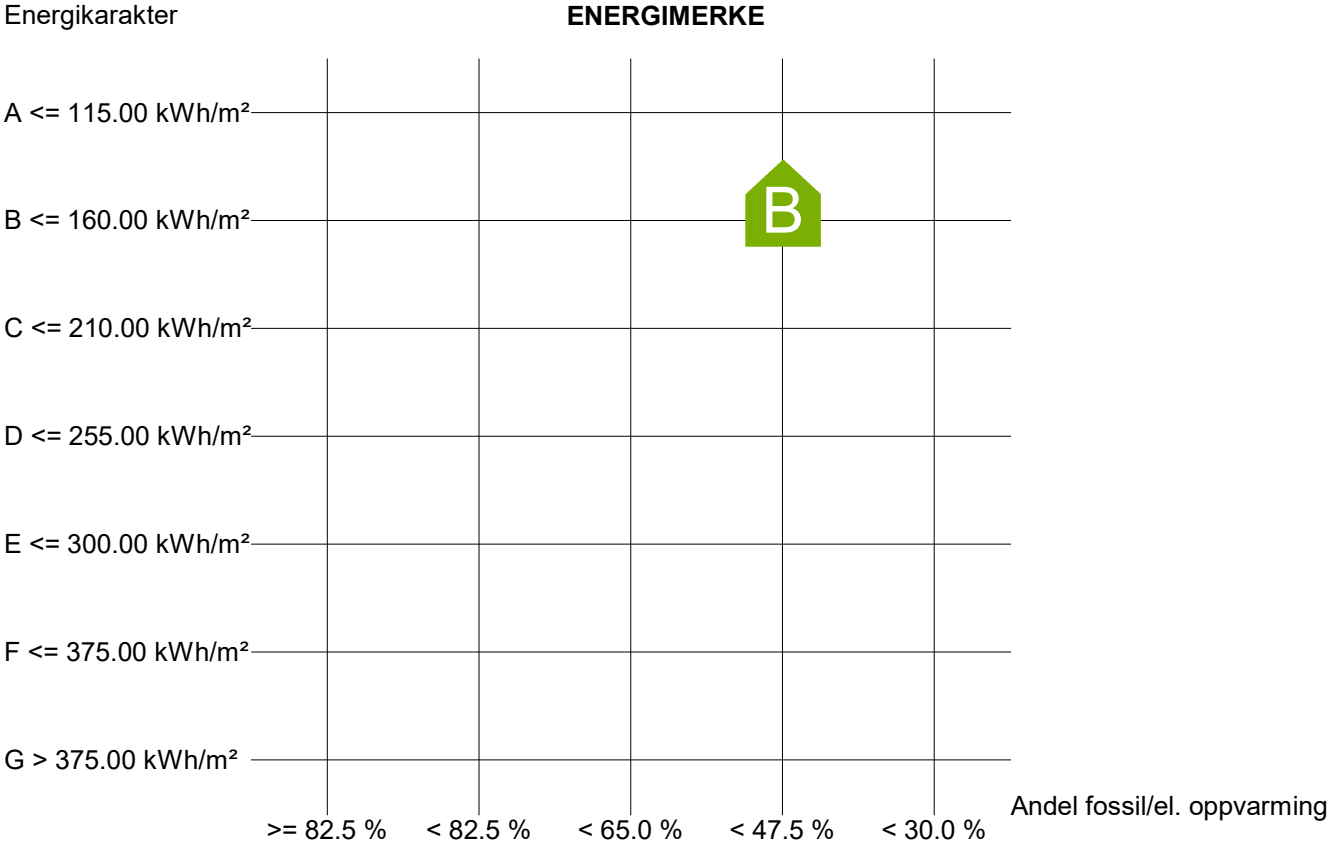
Inndata bygning

Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Forretningsbygg
Simuleringsansvarlig	Syver Harerusten
Kommentar	

SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 09:38 14/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;



Beregnet levert energi normalisert klima: 122.78 kWh/m²
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 39.9 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	123 kWh/m²
Energibruk lokalt klima	123 kWh/m²

SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 09:38 14/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Forventet levert energi

Beskrivelse	Verdi
Elektrisitet	29345 kWh
Olje	0 kWh
Gass	0 kWh
Fjernvarme	0 kWh
Biobrensel	0 kWh
Annen energivare	0 kWh
Total energibruk	29345 kWh

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m²]:	139	
Areal tak [m²]:	160	
Areal gulv [m²]:	161	
Areal vinduer og ytterdører [m²]:	122	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m²]:	239	
Oppvarmet luftvolum [m³]:	402	
U-verdi yttervegger [W/m²K]	0,10	
U-verdi tak [W/m²K]	0,10	
U-verdi gulv [W/m²K]	0,08	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m²K]	0,79	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	51,0	
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]:	0,04	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m²K]	127	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	1,00	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	80	

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 09:38 14/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	80,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m³/s]:	2,00	
Luftmengde i driftstiden [m³/hm²]	13,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m³/hm²]	6,06	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,54	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,0	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m²]:	30	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	12,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m²]	15,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m²]	15,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m²]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m²]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m²]	1,35	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m²]	10,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,52	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/1,00/0,97/0,95	

SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke
Tid/dato simulering: 09:38 14/5-2020
Programversjon: 6.013
Simuleringsansvarlig: Syver Harerusten
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\sambaad.stud.ntnu.no\syverha\Downloads\Simienfil velkomstsenteret.smi
Prosjekt: Velkomstsenter Gaustabanen
Sone: Velkomstsenteret;

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Forretningsbygg
Simuleringsansvarlig	Syver Harerusten
Kommentar	

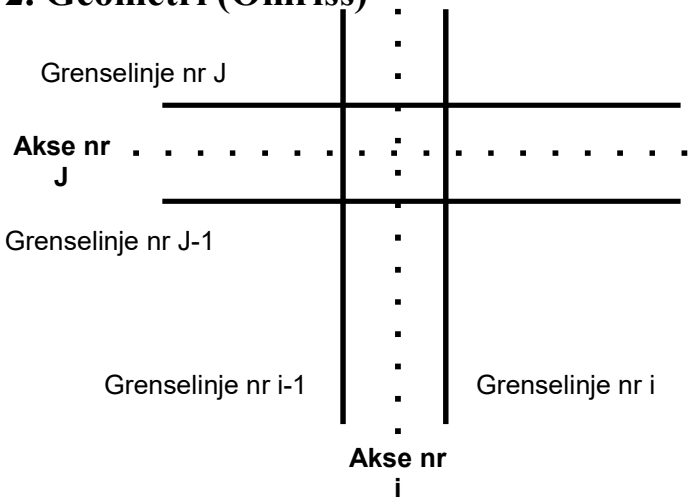
Vedlegg 8 – Overslagsberegninger

Gulv

Sløyfer

Vind

2. Geometri (Omriss)



Punktene i geometrien er plassert i grensene mellom dekkestriper.
Eks: Dekkestripe for aksenr i=1 har grenselinje 0 (venstre side) og grenselinje 1 (høyre side)

Punkt	Koordinat		Grenselinje	
	X (mm)	Y (mm)	i	j
1	0	0	0	0
2	12600	0	7	0
3	12600	10200	7	11
4	0	5676	0	6

3. Plate på mark

Setning i mm, forårsaket av et grunntrykk på 100 kN/m2 (10 tonn/m2)
Setningstall: 10

4. Dekketykkelse

Dekketykkelse (mm) : 120

5. Materialdata

Korreksjonsfaktor for Emodul pga tilslag	1	Eksponeringsklasser	XC2	XC2
Materialkoeffisient betong	1,5	Lite korrosjonsømfintlig armering		
Materialkoeffisient stål	1,15	Dimensjonerende levetid		50
Betongkvalitet	B45 (C45/55)			
Densitet (kg/m3)	2400	**Min. overdekning (mm)**	**uk**	**ok**
Sement i fasthetsklasse (R / N / S)	N	Min. krav	25	25
Armering flytegrense	500	Toleranse	10	10
Bøyler flytegrense	500	Min. nominell overdekning	35	35
Relativ fuktighet %	40			
Betongens alder ved pålastning (døgn)	28			
Effektiv høyde, h0 (EN 1992-1-1 3.1.4(5))	120			
Største tilslagsstørrelse, dg(mm)	22			
Korttids Emodul (sekantverdi), Ecm	36300			
Trykkfasthet, fcd	25,5	Kryptall, FI 28_5000		1,94
Middel verdi av strekkfasthet, fctm	3,8	Svinntøyning, FI 0_28		-0,0002
Strekkfasthet, fctd	1,51	Svinntøyning, FI 28_5000		-0,0003

NA.6.2.2(1) Følgende krav til tilslag i betongen er oppfylt:
1. Største tilslag etter NS-EN 12620: D>=16 mm
2. Det grove tilslaget >=50% av total tilslagsmengde
3. Grovt tilslag skal ikke være av kalkstein eller stein med tilsvarende lav fasthet

6. Lastdata

Pålitelighetsklasse :3

	Nedbøyning	Risskontroll	Bruddgrense
Permanent last, G	1,00	1,00	1,20
Variabel last, P	0,60	0,60	1,50

PSI-Faktor Kategori C : forsamlingslokaler , møterom

Krav maks.nedbøyning Konstruksjoner med alminnelige brukskrav eller estetiske krav

6.1 Feltlaster

Permanent last:0 kN/m2

Variabel last:0 kN/m2

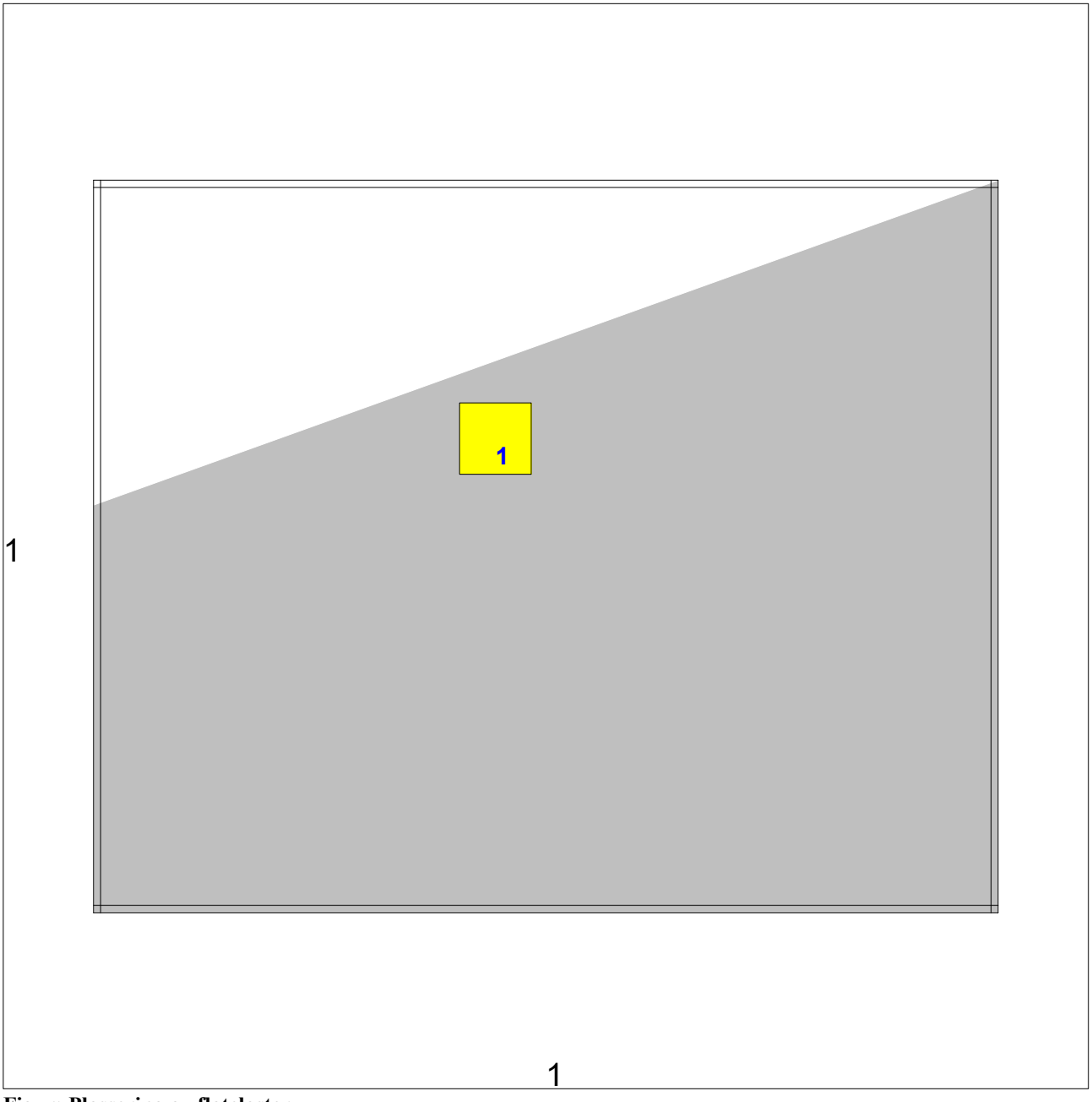
Egenvekt

I tillegg til angitte laster, beregner programmet i tillegg lastvirkning pga egenvekten til dekke og bjelke(r).
Egenvekten er lagt til under beregningen og er ikke angitt spesielt

Dekkets romvekt er: 2500 kg/m3

6.2 Flatelaster

Flatelaster								
Nr	**Felt**		**Plassering i felt (mm)**				**Påført last (kN/m2)**	
	i	**j**	**x1**	**y1**	**x2**	**y2**	**Permanent**	**Variabel**
1	1	1	5000	6000	6000	7000	0	4



Figur: Plassering av flatelaster.

7. Armeringsdata

	Armeringsdiameter (mm)			
	X-retning	**Y-retning**	**Overdekning**	**Ytterste lag**
Overkant	8	8	35	X - retning
Underkant	8	8	35	X - retning

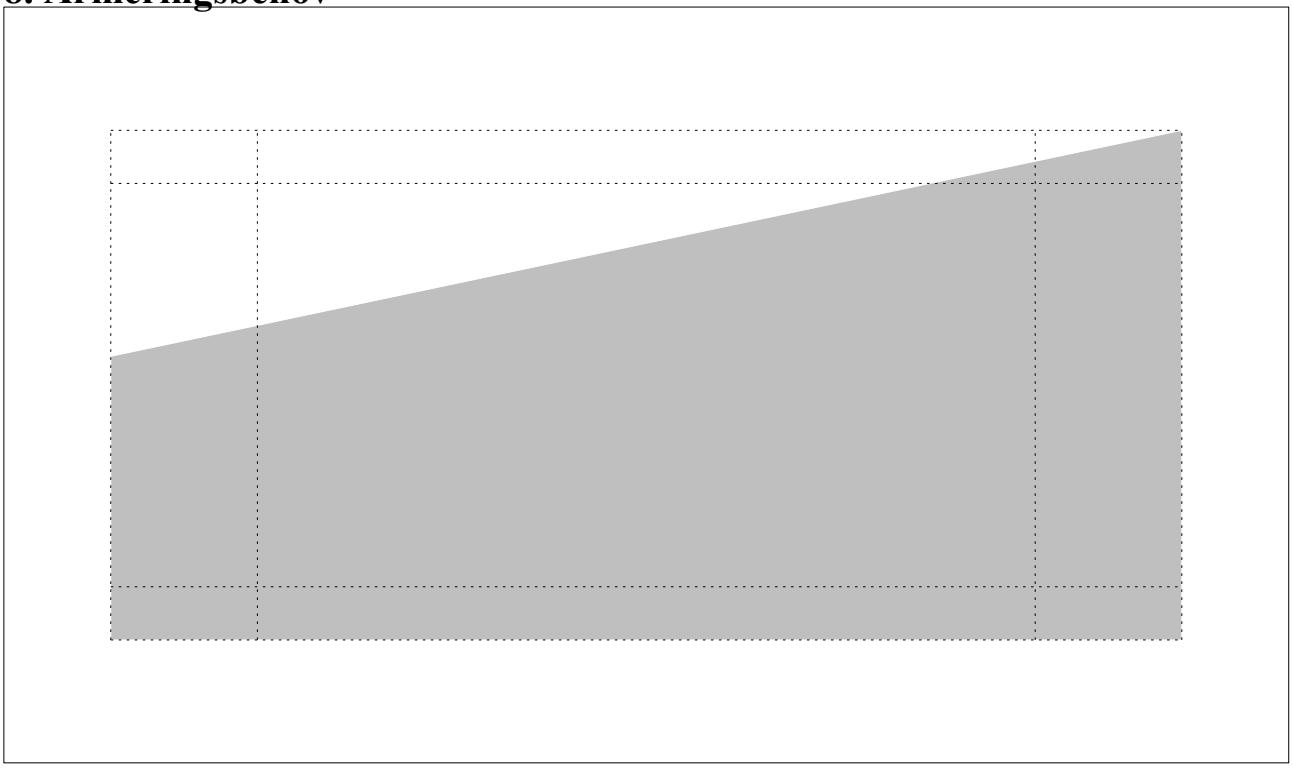
Toleransekrav: Se pnkt 4.Materialdata

Konstruksjonsregler, krav i EN 1992-1-1

Punkt 9.3.1.1 (3) Største senteravstand mellom stenger, smaks
* I områder med maksimal moment eller punktlaster:
  Smaks = 2 h <= 250 mm for hovedarmering
  Smaks = 3 h <= 400 mm for fordelingsarmeringen
* Andre områder:
  Smaks = 3 h <= 400 mm for hovedarmeringen
  Smaks = 3.5 h <= 450 mm for fordelingsarmeringen

Se også punkt 9.3.1.2 Armering i plater nær opplegg, og punkt 9.3.1.4 Armering ved frie kanter

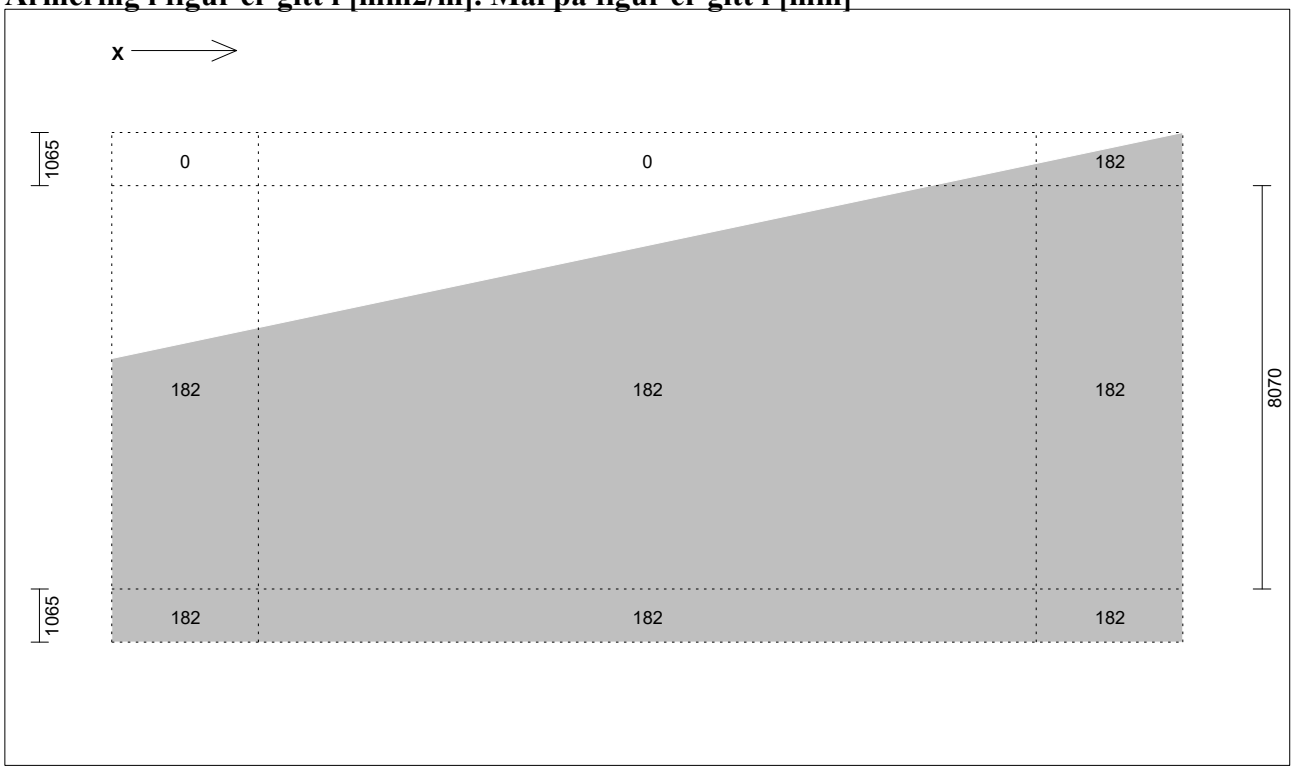
8. Armeringsbehov



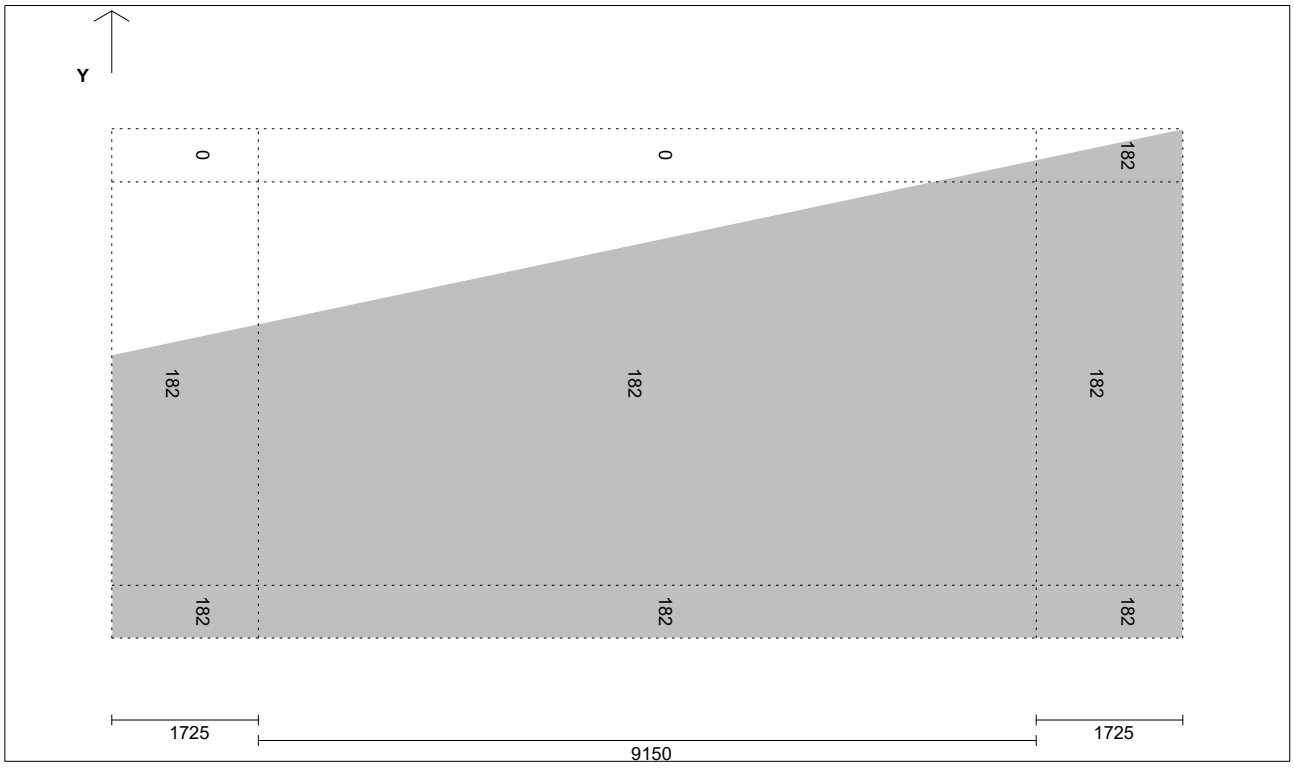
Figur med resultater for armering er tegnet i samme målestokk som skissen ovenfor.
Skissen er fordreid og kan ha ulik skalering i x-retning og y-retning

Total armeringsmengde ca: 473 kg, medregnet 10 % tillegg for skjøtarmering.
Eventuell skjærarmering er ikke medregnet.

Armering i figur er gitt i [mm2/m]. Mål på figur er gitt i [mm]

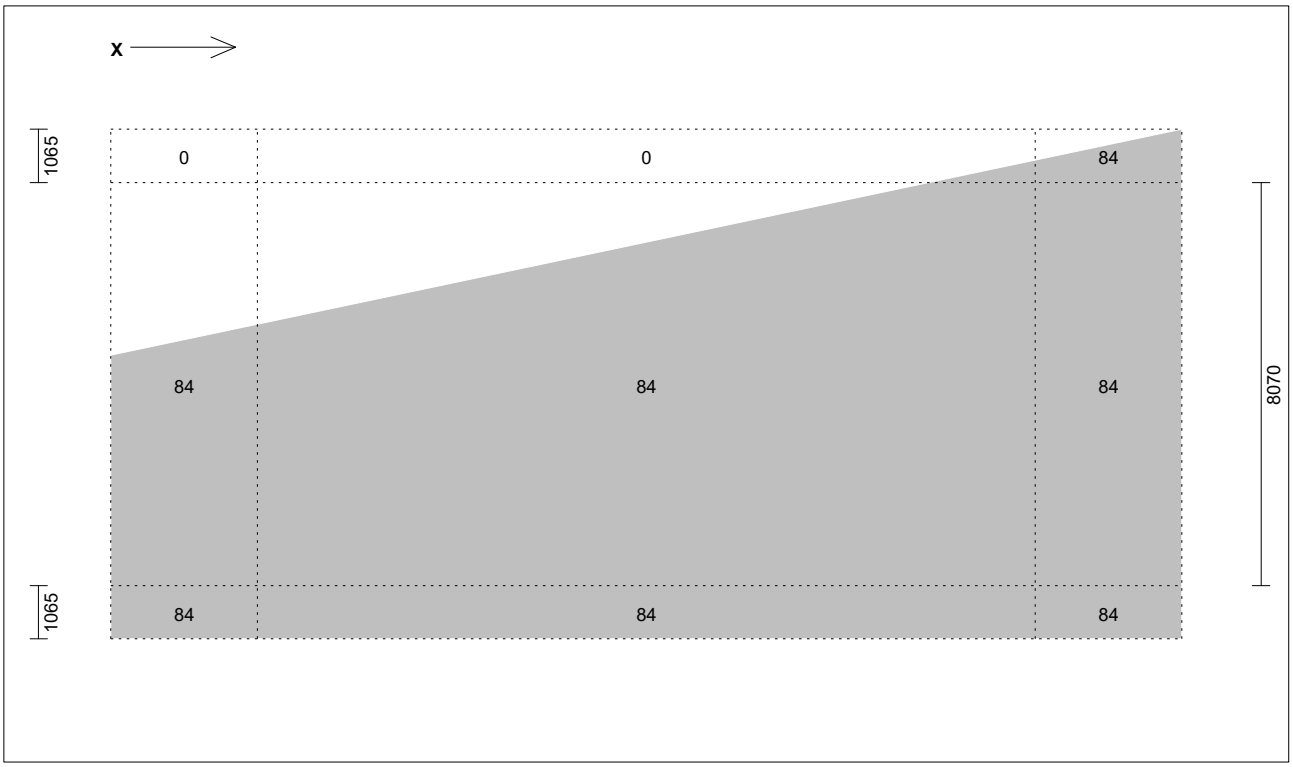


Armering i X-retning, underkant

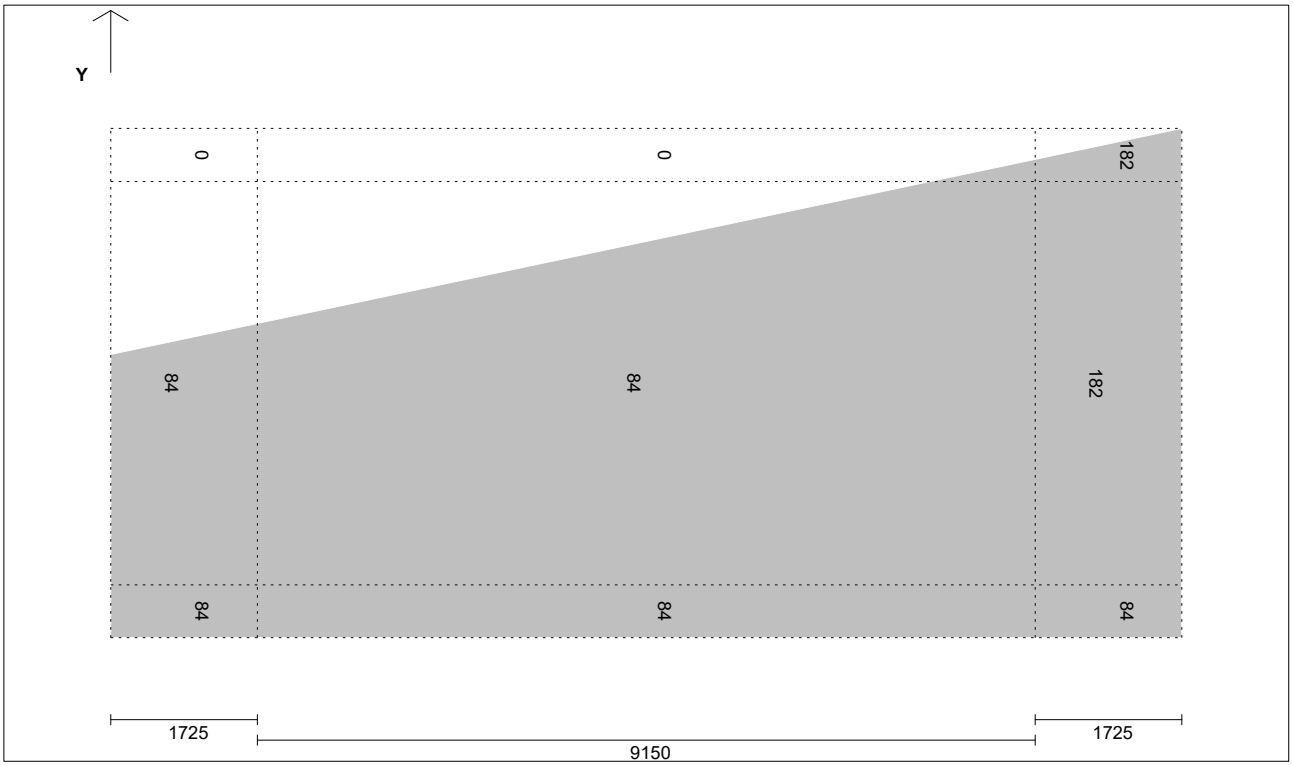


Armering i Y-retning, underkant

Tittel			Side 9
Prosjekt	Ordre	Sign	Dato 26-04-2020



Armering i X-retning, overkant



Armering i Y-retning, overkant

9. Detaljert utskrift av armering. Angis i [mm2/m]

Armering i X-retning, underkant

Akse nr	1	2	3	4	5	6	7
11							0
10						182	182
9					182	182	182
8				182	182	182	182
7			182	182	182	182	182
6	182	182	182	182	182	182	182
5	182	182	182	182	182	182	182
4	182	182	182	182	182	182	182
3	182	182	182	182	182	182	182
2	182	182	182	182	182	182	182
1	182	182	182	182	182	182	182

Armering i Y-retning, underkant

Akse nr	1	2	3	4	5	6	7
11							182
10						182	182
9					182	182	182
8				182	182	182	182
7			182	182	182	182	182
6	182	182	182	182	182	182	182
5	182	182	182	182	182	182	182
4	182	182	182	182	182	182	182
3	182	182	182	182	182	182	182
2	182	182	182	182	182	182	182
1	182	182	182	182	182	182	182

Armering i X-retning, overkant

Akse nr	1	2	3	4	5	6	7
11							0
10						84	84
9					84	84	84
8				84	84	84	84
7			84	0	84	84	84
6	84	84	84	0	84	84	84
5	84	84	84	0	84	84	84
4	84	84	84	0	84	84	84
3	84	84	84	0	84	84	84
2	84	84	84	0	84	84	84
1	84	84	84	0	84	84	84

Armering i Y-retning, overkant

Akse nr	1	2	3	4	5	6	7
11							84
10						84	182
9					84	84	182
8				84	84	84	84
7			84	84	84	84	0
6	84	84	84	84	84	0	0
5	84	84	84	84	0	0	0
4	84	84	84	0	0	84	0
3	84	84	84	84	84	84	84
2	84	84	84	84	84	84	84
1	84	84	84	84	84	84	84

Overslagsberegning for sløyfebredder og trykkfasthet takisolasjon:

- *Laster (Gaustabanen 1150 moh.)*

Snølast	-	S_D = 12,5 kN/m^2 (iht. kap. 5.1.3)
Egenlast overtak	-	Vurderes til ubetydelig (< 0,1 kN)

- *C/C sløyfer 600 mm*
- *Beregnet for 10 % deformasjon CS(10\Y) trykkstyrke for isolasjon.*
- *Snølast vurdert til korttidslast.*
- *Konservativt beregnet uten dekomponering av vertikalkrefter.*

1. Last per 600 mm (lastfelt):

$$L_s = 12{,}5\frac{kN}{m} * 0{,}6\ m = \ 7{,}5\ kN/lastfelt$$

2. Belastning isolasjon (**48 mm bredde sløyfer**):

$$7{,}5\ kN * \frac{600\ mm}{48\ mm} = 93{,}75\ kN/sløyfe$$

3. Belastning isolasjon (**98 mm bredde sløyfer**):

$$7{,}5\ kN * \frac{600\ mm}{98\ mm} = 45{,}92\ kN/sløyfe$$

Krav til trykkstyrke for isolasjon:

48 mm sløyfer: $\frac{93{,}75\ kN * 1000\ mm}{48\ mm} = 1953\ kN\ \rightarrow Trykkstyrke > \mathbf{1953\ kPa}\ (\mathbf{kN/m^2})$

98 mm sløyfer: $\frac{45{,}92\ kN * 1000\ mm}{98\ mm} = 468\ kN\ \rightarrow Trykkstyrke > \mathbf{468\ kPa}\ (\mathbf{kN/m^2})$

Kommentar: *98 mm brede sløyfer kan benyttes med XPS med trykkstyrke på 500 kPa. Beregningen er konservativ uten dekomponering av snølast, i tillegg til konservativ beregning av snølast. De reelle kravene til trykkfasthet for isolasjon kan av den grunn fravike – mindre trykkfasthet kan kreves.*

Frekvensfordeling med vindrose

Meteorologisk institutt

Stasjoner

Stnr	Navn	I drift fra	I drift til	Hoh	Breddegrad	Lengdegrad	Kommune	Fylke	Region
31970	GAUSTATOPPEN	sep 1935		1804	59,8497	8,6562	Tinn	VESTFOLD OG TELEMARK	ØSTLANDET

Elementer

Kode	Navn	Enhet
DD	Vindretning (FF)	grader
FF	Vindhastighet (10 meter over bakken)	m/s

Norsk Normaltid (NMT, Norwegian Mean Time) er det samme som sentraleuropeisk tid, tidssonen som ligger en time før UTC, og skrives dermed gjerne UTC+1. Det taes ikke hensyn til sommertid. NMT angir døgnets timer fra 01 til 24.

***** MELDING *****

I perioden 01.09.1934 - 30.09.1974 er data ved hovedtermin benyttet, i perioden 01.10.1974 - 31.12.2019 er timevise data benyttet

31970 Relativ frekvens (%) av observasjoner for DD horisontalt og FF vertikalt. 01.09.1934 - 31.12.2019
Alle tilgjengelige måneder. Alle tilgjengelige timer

	DD	345	15	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	Variabel	Stille	Sum	Rel.fr.	Kum.fr.	Middel	St.av.
FF		14	44	74	104	134	164	194	224	254	284	314	344						DD	DD
<=	0,2														0,5	390	0,5	0,5		
0,3	5,2	2,8	2,7	1,9	1,5	0,9	1,2	1,3	1,6	3,3	10,4	3,8	2,7			24333	34,3	34,8		
5,3	10,2	3,0	2,5	2,7	1,8	0,9	1,3	1,3	1,9	4,5	13,3	4,2	2,7			28522	40,2	75,0		
10,3	15,2	0,7	0,8	1,2	0,8	0,3	0,5	0,5	0,9	2,7	6,4	1,5	0,8			12158	17,1	92,1		
15,3	20,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4	1,3	2,6	0,5	0,3			4740	6,7	98,8		
>	20,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,1	0,0			837	1,2	100,0		
Sum		4796	4468	4530	3018	1603	2313	2385	3376	8703	23534	7143	4721		390	70980				
Rel.fr.		6,8	6,3	6,4	4,3	2,3	3,3	3,4	4,8	12,3	33,2	10,1	6,7		0,5		100,0			
Kum.fr.		6,8	13,1	19,4	23,7	25,9	29,2	32,6	37,3	49,6	82,7	92,8	99,5		100,0					
Middel	FF	6,7	6,9	8,2	7,7	7,1	7,4	7,3	8,0	9,1	8,4	7,3	7,1		0,0					
St.av.	FF	3,7	3,9	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,7	5,1	4,5	4,1	4,2		0,0					

Statistikk

Statistikk	FF	DD	Dato
Middel	7,9		
St.av.	4,5		
Min FF	0,0		21.09.1934 07:00
Maks FF	36,0		22.02.2014 10:00
Min DD			
Maks DD			
Datadek.	9%	9%	

Klokkeslett er oppgitt i Norsk normaltid (UTC+1)

Data er gyldig per 26.04.2020 10:44 (CC BY 3.0), Meteorologisk institutt (MET)
eKlima@met.no

Vedlegg 9 – Teknisk dokumentasjon

Styrofoam ytelsesblad

Paroc ytelsesblad

Dow Building Solutions

Tekniske Data

STYROFOAM™ A-N

SPESIFIKASJONER	Standard	Enhet	CE-kode	STYROFOAM™ A-N 250	300	300-PL	400	500	700
Varmekonduktivitet (W/mK)									
≤ 60 mm	NS-EN 13164	W/mK	λD	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
> 60 - 80 mm				0,034	0,034	-	0,034	0,034	0,034
> 80 - 120 mm				0,035	0,035	-	0,035	0,035	-
> 120 mm				0,036	0,036	-	0,036	-	-
Trykkfasthet, korttidslast	NS-EN 826	kPa	CS (10/Y)	250	300	300	400	500	700
Største anbefalte langtidslast ved 2% def. 50 år	NS-EN 1606	kPa	CC (2/1,5/50)	90	140	NPD	180	225	250
Vannabsorpsjon									
-ved nedsenking	NS-EN 12087	%-vol.	WL(T)	< 0,7	< 0,7	< 1,5	< 0,7	< 0,7	< 0,7
-ved diffusjon									
< 50 mm	NS-EN 12088	%-vol.	WD(V)	≤ 3,0	≤ 3,0	NPD	-	-	-
50 - 70 mm				≤ 2,0	≤ 2,0	NPD	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0
> 70 mm				≤ 1,0	≤ 1,0	-	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0
-ved frys/tin	NS-EN 12091	%-vol.	FTCD	< 1,0	< 1,0	NPD	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Densitet		kg/m3	-	30	32	32	34	38	42
Brannegenskaper	NS-EN 13501-1	-	Euroclass	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD

Mars 2018 – Dette dokumentet erstatter alle tidligere versjoner.

DOW Sverige AB
Carlsgatan 12A
SE-211 20 Malmö
Tel.: +46 (0)11 24 5100
291-12746-1017

®™ Varumärke som tillhör Dow Chemical Company

YTELSESERKLÆRING

No. 10153-CPR-2013/09/16

1. Produkttypens unike identifikasjonskode:

PAROC ROB 80

2.Type-, parti- eller serienummer, eller noen annen type merking som muliggjør identifisering av byggprodukter i henhold til artikkel 11.4:

Se produktetikett

3. Produktets tiltenkte bruksområde, eller bruk i henhold til gjeldende harmoniserte tekniske spesifikasjon som tiltenkt fra produsent:

Varmeisoleringsprodukter for bygninger

4. Produsentens navn, registrert firmanavn eller registrert varemerke, samt kontaktadresse som krevd i følge artikkel 11.5:

Paroc Group
Energiakuja 3
FI-00180 Helsinki

5. System, eller systemer for bedømmning og fortløpende kontroll av byggeproduktets egenskaper i henhold til vedlegg V:

System 1

6. I tilfeller hvor ytelseserklæringen gjelder et produkt som dekkes av en harmonisert standard:

Bemyndiget sertifiseringsinstans nr. 0809 – VTT Expert Services Ltd utførte den første inspeksjonen av produksjonsanlegget, fabrikkproduksjonsstyringen og den kontinuerlige overvåkningen og evalueringen av fabrikkproduksjonsstyringen under system 1 og utstedte CE sertifikat.

7. Declared performance

Reaksjon på brann		
Viktige egenskaper	**Yteevne**	**Harmonisert teknisk spesifikasjon (method standard)**
Brannklassifisering, Euroclass	A1	EN 13162:2012 (EN 13501-1)

Varmemotstand		
Viktige egenskaper	**Yteevne**	**Harmonisert teknisk spesifikasjon (method standard)**
Varmeisoleringsevne	Se produktetikett	EN 13162:2012
Varmekonduktivitet λ_D	0,038 W/mK	EN 13162:2012 (EN 13162)
Isolasjonstykkelse	Se produktetikett	EN 13162:2012
Tykkelsestoleranser, T	T5	EN 13162

Vannpermeabilitet		
Viktige egenskaper	**Yteevne**	**Harmonisert teknisk spesifikasjon (method standard)**
Vannsugingsevne, korttid WS, W_p	≤ 1 kg/m²	EN 13162:2012 (EN 1609)
Vannsugingsevne, langtid WL(P), W_{lp}	≤ 3 kg/m²	EN 13162:2012 (EN 12087)

Vanndamppermeabilitet		
Viktige egenskaper	**Yteevne**	**Harmonisert teknisk spesifikasjon (method standard)**
Vanndampmotstand MU, μ	1	EN 13162:2012 (EN 12086)

Trykkfasthet		
Viktige egenskaper	**Yteevne**	**Harmonisert teknisk spesifikasjon (method standard)**
Trykkspenning 10% CS(10), σ_{10}	80 kPa	EN 13162:2012 (EN 826)
Punktlast PL(5)	700 N	EN 13162:2012 (EN 12430)

Varighet av brannbestandighet mot varme, reaksjon mot brann, værpåvirkning, aldring/forringelse:

Brannbestandigheten til steinullen forringes ikke over tid. Euroklasse-klassifiseringen til produktet gjelder for det organiske innholdet, som ikke kan øke over tid.

Varighet av varmebestandighet mot varme, værpåvirkning, aldring/forringelse:

Varmekonduktiviteten til steinullprodukten endrer seg ikke over tid. Erfaring har vist at fiberstrukturen holder seg stabil og at porøsiteten ikke inneholder andre gasser enn atmosfærisk luft.

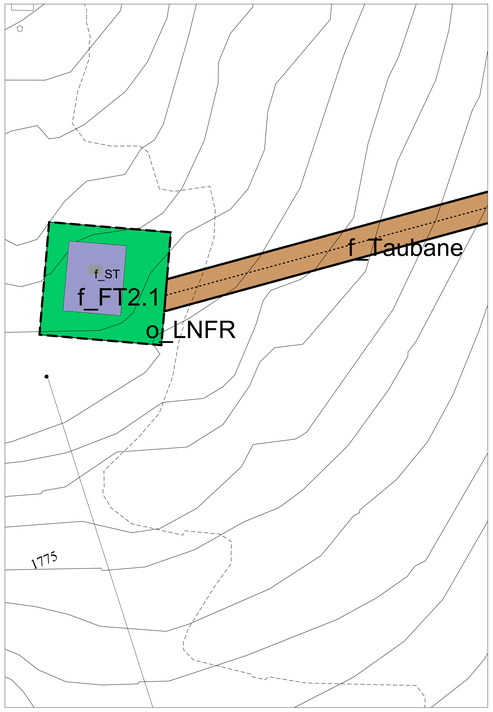
8.Produktets egenskaper som er angitt i punkt 1 og 2 er i overenstemmelse med oppgitte verdier under punkt 7.
Denne ytelsesdeklarasjon er utgitt på eget ansvar av den produsent som er angitt under punkt 4.

Underskrevet på vegne av produsenten av:

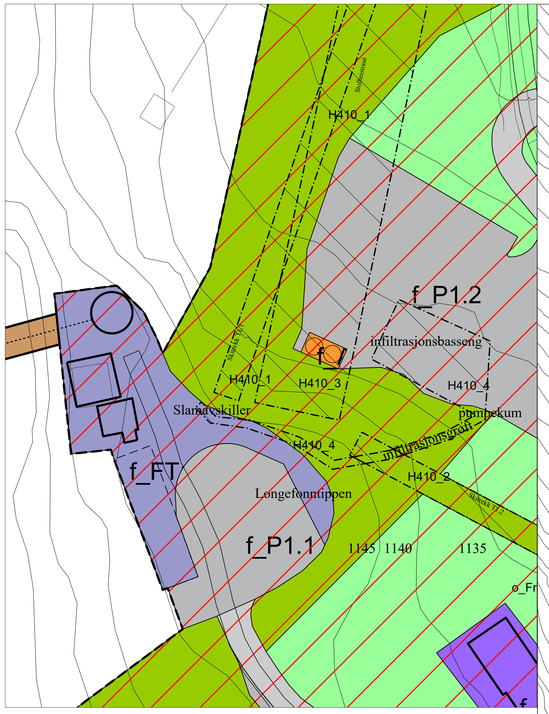
Paroc Oy Ab, Building Insulation
Susanna Tykkä-Vedder, Development Manager

Helsinki 16.9.2013

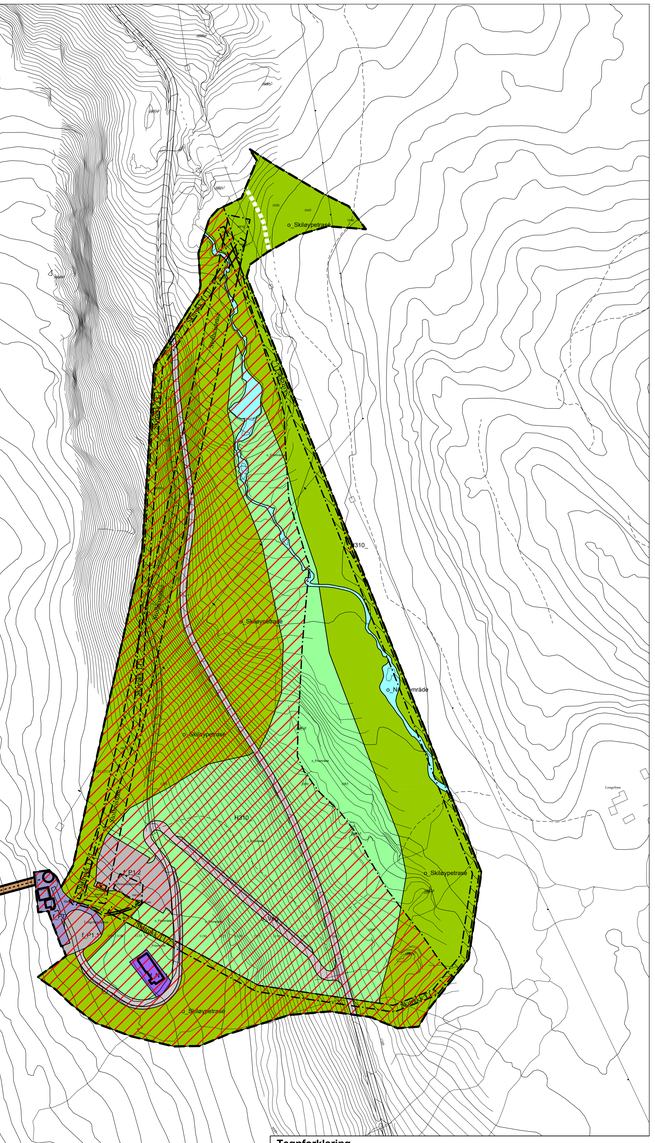
Vedlegg 10 – Plankart



Planutsnitt Tuddalstippen 1:500



Planutsnitt Longefonntippen 1:500



Tegnforklaring

Arealformål

§12-5. Nr. 1 - Bebyggelse og anlegg

- 1170 - Fritids- og turistformål
- 1390 - Annen næring
- 1420 - Skiløypetrasé
- 1542 - Avløpsanlegg

§12-5. Nr. 2 - Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur

- 2001 - Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur (arealer)
- 2010 - Veg
- 2023 - Trasé for taubane
- 2082 - Parkeringsplasser

§12-5. Nr. 3 - Grønnstruktur

- 3040 - Friområde

§12-5. Nr. 5 - Landbruks-, natur- og friluftsformål samt reindrift

- 5500 - Særlige landskapshensyn

§12-5. Nr. 6 - Bruk og vern av sjø og vassdrag med tilhørende strandsone

- 6600 - Naturområde

§12-6 - Hensynssoner

- 310 - Ras- og skredfare
- 410 - Krav vedrørende infrastruktur

Linjesymbol

- RpGrense
- RpFormålGrense
- RpFareGrense
- RpInfrastrukturGrense
- 1210 - Bygg, kulturminner, mm. som skal bevares
- 1211 - Byggegrense
- 1254 - Tunnel

Kartopplysninger

Kilde for basiskart: FKB
Dato for basiskart: 26.01.2012
Koordinatsystem: UTM sone 32 basert på EUREF89/WGS84
Høydegrunnlag: NN1954

Ekvidistanse 1 m
Kartmålestokk: 1:2000
0 10 25 37,5 50 m

N

Reguleringsplan
Gaustabanen
MED TILHØRENDE REGULERINGSBESTEMMELSER
Tinn kommune

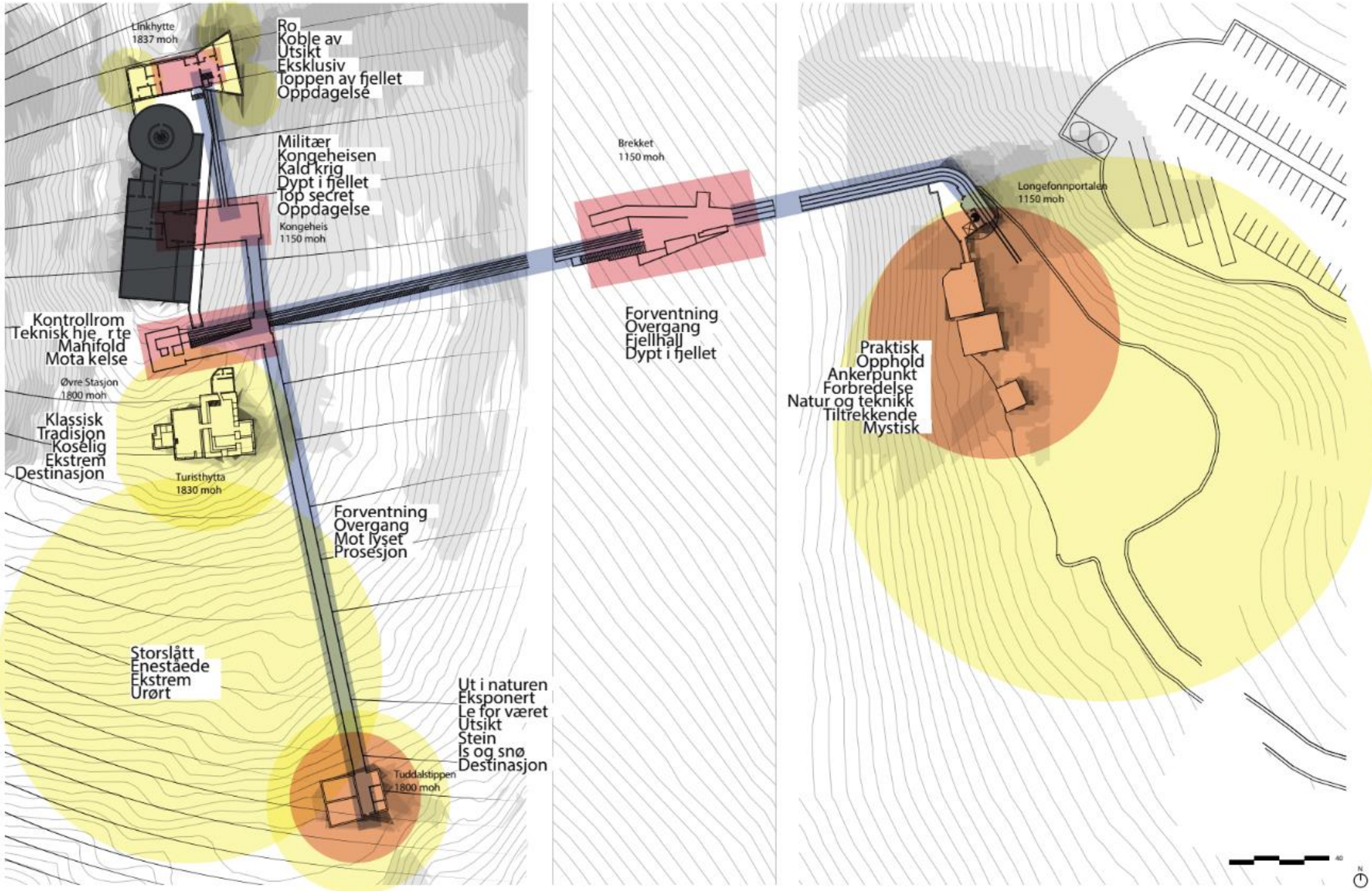
Arealplan-ID **3170**
Forslagstiller **Gaustabanen AS**
Kartprodusent: **Nordic Office of Architecture**

SAKSBEHANDLING ETTER PLAN- OG BYGNINGSLOVEN	SAKS-NR.	DATO	SIGN.
Dato / Revisjon			
Kommunestyrets vedtak			
3. gangs behandling			
Offentlig ettersyn fra ..... til			
2. gangs behandling			
Offentlig ettersyn fra ..... til			
1. gangs behandling			
Kunngjøring av oppstart av planarbeidet			
PLANEN UTARBEIDET AV: Nordic Office of Architecture	**PLANNR.**	**TEGNNR.**	**SAKSBEH.**

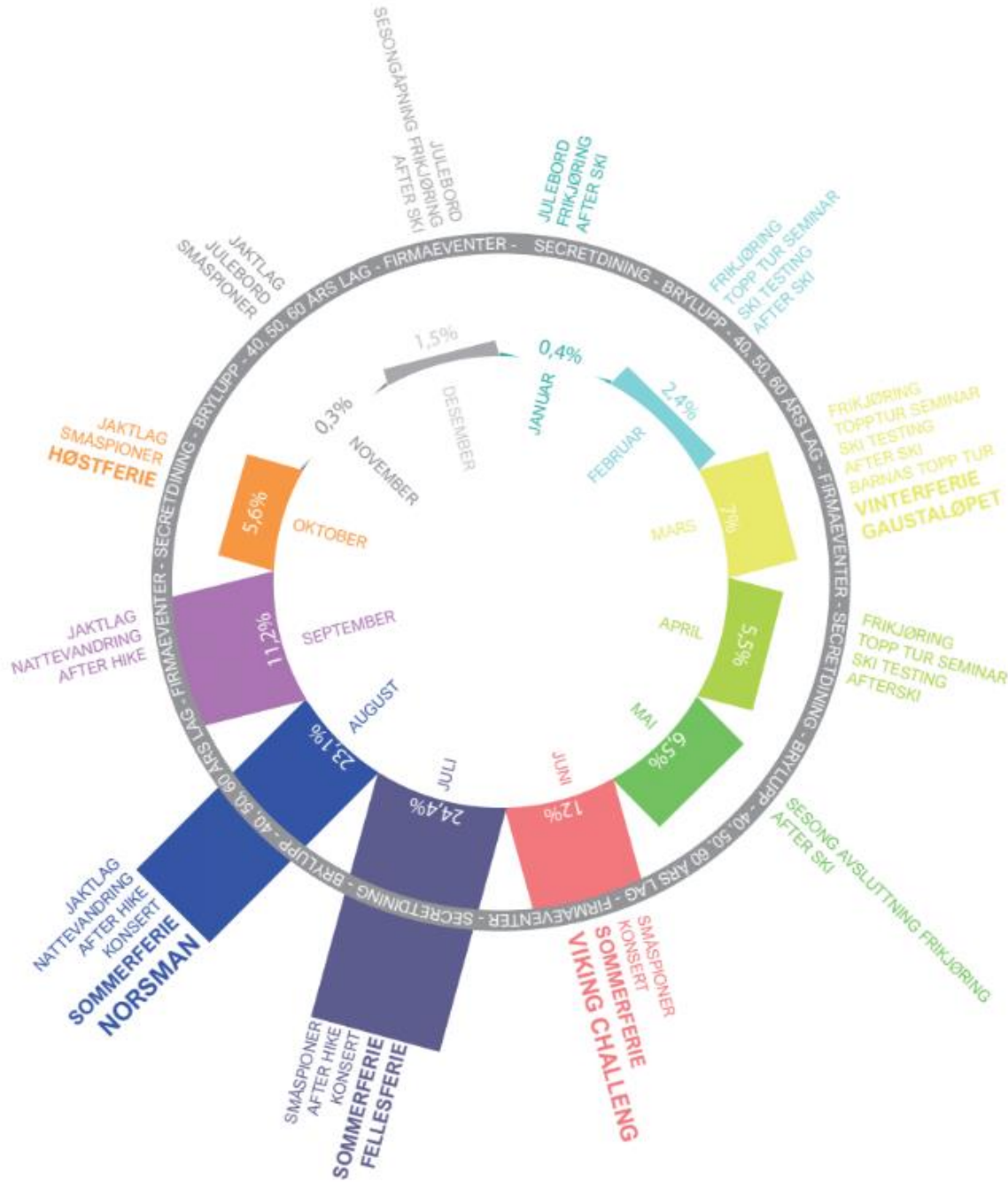
Det bekreftes at planen er i samsvar med kommunestyrets vedtak av
Dato Rådmann

Vedlegg 11 – Masterplanutkast

Gaustabanen
EST. 1958



Gaustabanen
EST. 1958



Gaustabanen
EST. 1958

HVERDAGSBRUK

Hverdagsbruken av anlegget omfatter alle besøkende som kommer utenom spesielle arrangementer. Hverdagsbruken er nærmest forbundet med gjester som ønsker å oppleve fjellet som frilufts mål, enten om vinteren eller sommeren. For friluftsfolket oppleves banen som en ekstra bonus, men det finnes mange som har banen og fjellanlegget som hoved destinasjon. For de aller fleste «hverdaggjestene» er det en kombinasjon av banen, fjellanlegget og naturen som danner rammen for besøket på Gaustatoppen.

Hvem er gjestene?	Hverdags gjest kan være i alle aldre, kjønn og interesser. De fleste har en grunnleggende nysgjerrighet til fjellet og et ønske om å oppleve noe unikt.
Hvordan kommer de seg til og fra anlegget?	Majoriteten av de besøkende i dag ankommer med personbil både sommer og vinter.
Hvor bor gjestene?	Gjester som ikke er lokale bor normalt på hotell eller hytter i området rundt Gaustatoppen. Det er også dags turister fra hytter og tettsteder i den utvidete regionen.
Hva gjør gjestene?	Fjellet og naturen, med vær, utsikt og aktivitet er hovedattraksjon året rundt sammen med fjell anlegget og Gaustabanen. Gjester vandrer i fjellet, nyter utsikten, tar banen opp og ned, spiser på turisthytta, står på ski osv.
Hvor lenge er gjestene i fjellet?	For de aller fleste gjestene er en utflukt til Gaustatoppen en dagstur, ekskludert kjøretid anslås det at hverdaggjesten oppholder seg i eller ved fjellanlegget mellom 2 – 5 timer i snitt.
Hvor mange gjester er det snakk om?	Gaustabanen hadde i 2016 ca. 60 000 passasjerer. Utslippstillatelsen for anlegget viser dimensjonering for maks belastning på 800 pers. per dag. På det meste har man opplevd at anlegget er «fullt» med kø for å ta banen ned.
Hvilke fysiske fasiliteter benyttes normalt i besøket?	I hverdagsbruken er det banen, nedre og øvre stasjon og Tuddalstippen som brukes av gjester. Bruken begrenses til opphold og toalettbesøk.
Hva er bemanningsbehovet?	Bemanningsbehovet ved normal drift er estimert til det som er nødvendig for å kjøre banen.

NATTEVANDRING MED KONSERT PÅ TOPPEN

Gaustabanen holder åpen dag, med omvisning i anlegget og guiding inn dit man normalt ikke får gå. Dagen gir gjestene et innblikk i alle muligheten som ligger i anlegget i fjellet og fungerer i stor grad som en reklameplakat for alle andre mer spesialiserte eventer som kan avholdes i anlegget. Gjennom dagen gjøres det omvisninger med fokus på naturfenomener, det tekniske anlegget og anleggets historie.

Hvem er gjestene?	Stort spenn i demografi, mye friluftsfolk, stort aldersspenn, noe artist avhengig, mellom 20-50 år ca. Tilreisende fra en utvidet region.
Hvordan kommer de seg til og fra anlegget?	Mange kjører og eller benytter shuttles
Hvor bor gjestene?	Dersom det ikke er lokale gjester bor de sannsynligvis på hotell eller hytter i området, overnatting. Siden arrangementet går sent vil det være få som kjører lengre enn 2 timer når det er ferdig
Hva gjør gjestene?	Gjester samles i bunn og går tur til toppen. Felles opplevelse av spektakulær natur i mørket med lys. Binder sammen folk og skaper gode historier. Spesielt kombinert med musikk fremført fra en unik scene. Alt i alt en sterk og særegen

TOP SECRET DINING

Unik kombinasjon av mat, historie og sosialt samvær i det autentiske anlegget fra den kalde krigen på Gaustatoppen.

Hvem er gjestene?	Gjestene kan være firmaer eller vennegjenger som ønsker å oppleve noe spesielt. Kan også være en del av opplegg som tilbys «venner av gaustabanen». Primær aldersgruppe fra 30 – 65+ med interesse for historie, kalde krigen, mat og drikke.
Hvordan kommer de seg til og fra anlegget?	Alkoholservering tilsier at mange vil ha behov for å bli kjørt til bunnstasjonen og hentet etter endt opplegg. Eventuelt kan det organiseres maxitaxi eller lignede fra lokalt pick up point. Dersom gjestene bor på hotell eller hytte i området kan de hentes og leveres der.
Hvor bor gjestene?	Dersom det ikke er lokale gjester bor de sannsynligvis på hotell eller hytter i området, overnatting.
Hva gjør gjestene?	Gjestene gis et sterkt og engasjerende innblikk i Gaustatoppens rolle i den kalde krigen, med lyd og bilder, lyssetting og formidling settes stemningen ettersom man trenger lengre og lengre inn i fjellet før man setter seg og spiser i det aller innerste lytte og sende rommet. Her får gjestene servert mat og drikke av høy kvalitet. Unike retter basert på lokale råvarer. Maten er delvis ferdigstilt før den blir anrettet og servert i sende lytte rommet. Ette bordsetningen tas puljer opp med kongeheisen for å se resten av anlegget. Tilslutt tar gjestene banen ned igjen.
Hvor foregår eventen?	I hovedsak skjer det i Sende-lytterommet, men hele anlegget er en del av opplevelsen. Lys, lyd og stemming på vei in og på vei ut skal forsterke opplevelsen og formidle deler av den unike historien.
Hvor lenge varer det? Hvor lenge er gjestene i anlegget?	Omvisning servering og bevertning tar ca. 4-5 timer på kvelden utenfor ordinær åpningstid for banen.
Hvor mange gjester er det snakk om?	Bordsettingkapasitet og kapasitet på banen begrenser muligheten for å gi en større gruppe en helhetlig opplevelse, to fulle tog bør gå greit, altså 20 – 50 personer.
Hvilke fysiske fasiliteter trengs for å gjennomføre eventet?	- Anretning kjøkken, bord, stoler, bestikk osv. til servering, - Vente sone for pre drinks oppsamling ved mer enn ett tog gjester før bordsetning, sittemøbler og serverings stasjon. - Kald krig opplevelsen med lys setting etc. - Toaletter antall tilgjengelig etter maks gjeste antall
Hva er bemanningsbehovet?	Normal besetning til å kjøre banen opp og ned ved start og slutt. Kokk som anretter maten, servitør 1 til 2 avhengig av antall gjester.

Hvor lenge vare
Hvor lenge er gj
fjellet?

Hvor mange gje
det snakk om?

Hvilke fysiske f
trengs for å gje
eventet?

Hva er
bemanningsbeh

menneskemengden og ivareta sikkerhet
- Serverings personalet

Gaustabanen
EST. 1958

AFTERSKI/ ETTER VANDRING

Sosialt samvær i fjellet før /etter ski og vandring i fjellet. Et eksklusivt arrangement hvor deltagere inviteres til en unik opplevelse i fjellet, sammen med likesinnede. En arena for nettverksbygging og hygge i en spesiell ramme. Vandringen / ski kjøringen gir gjestene en felles historie og icebreaker. Opplevelsen suppleres med mat og drikke, samt enkelt musikalsk innslag og formidling av historie og anekdoter om anlegget i fjellet.

Hvem er gjestene?	Ski og frilufts entusiaster som er «venner av Gaustabanen» fra 25 – 65 år. Tilreisende og lokale. Andre som har booket seg spesielt adgang.
Hvordan kommer de seg til og fra anlegget?	På bakgrunn av at det vil være alkoholservering kan man anta at et mindretall vil kjøre egen bil. Det kan derfor være gunstig å organisere shuttle eller taxi ved stenging.
Hvor bor gjestene?	Gjestene kan bo i Rjukan eller på Gaustablikk hotell/hytter
Hva gjør gjestene?	- Adkomst til fots, på ski eller med bane, praktisk antrukket for friluftsliv. - Sosialisering og utforsking, oppdagelsen av anlegget og fjellet. - Enkel servering mat og drikke opplevelser - Samtaler og opphold, gjestene er i anlegget i en periode
Hvor foregår eventen?	Øvre stasjon, Tuddalstippen, Korridoren, Kongeheisen
Hvor lenge varer det? Hvor lenge er gjestene i fjellet?	Afterski / etter vandring har en satt start, og en stengetid, mellom 3-4 timer åpningstid. Opplevelsen i fjellanlegget er bare en liten del av en større naturopplevelse med ski kjøring eller vandring i fjellet. Dersom gjestene tar banen opp begynner besøket ved portalen i bunn.
Hvor mange gjester er det snakk om?	For å få en hensiktsmessig test bør det gjennomføres afterski / etter vandring for mellom 50 og 100 personer
Hvilke fysiske fasiliteter trengs for å gjennomføre eventet?	- Servering av drikke: Enkel servering av drikke fra bar området ved kongeheisen eventuelt ute på Tuddalstippen dersom været tillater det. Bar skal ha enkel oppbevaring og kjøling av drikkevarer, betalingsløsing (ikke cash?), Serverings disk for skjenking av drikke som ikke serveres i boks/ flaske. - Anretning/forbereding mat: Servering av enkel mat som lar seg produsere på forhånd og serveres i enkel form uten behov for bestikk og tallerken. Tapas, spekemat, enkel grill eller lignede. Anretning kjøkken og serverings stasjon. Ved godvær kan det grilles på tuddalstippen. - Opphold og sosialisering: sittemøbler plassert i de ulike sonene av anlegget. Møbler hvor grupper av gjester kan sitte sammen og samtale bør plasseres i forbindelse med serveringen. Dersom det er hensiktsmessig med opphold ute bør det legges til rette for at gjester kan sitte ute på tuddalstippen. I oppholds sonene bør det være stemning settende belysning. - Musikalsk innslag / underholdning / formidling: Hvis det er ønskelig kan et innslag av musikk eller annen form for underholdning som formidling av anleggets historie, foredrag om noe spesielt som har blitt servert eller lignede. Vil kreve enkelt PA anlegg med et grunnleggende sceneoppsett lokalisert i nærheten av den primære oppholds sonen for arrangementet. - Toaletter: Tilstrekkelig mengde toaletter må være tilgjengelig, kontrolleres gjennom mengden inviterte gjester.

(SMÅ)SPIONER

Formidling av Historie og realfag i en interaktiv setting med oppdagelse og kodeknekking for barn fra 8 til 12 år(eller gjør vi det like relevant for store?). Barn og voksen booker eller møter opp til annonserte tider og følger et gitt opplegg gjennom anlegget med narrativ og oppgaveløsning underveis. Dette opplegget kan i stor grad være basert i en app eller lignede som i samspill med omgivelsen gir en ny ramme for opplevelse i fjellet.

Hvem er gjestene?	Barnefamilier, barn mellom 8 – 12 år. Tilreisende fra regionen, lokale, og turister. Hytteboere i regionen kan også ha dette som dagstur mål dersom det legges til skoleferie.
Hvordan kommer de seg til og fra anlegget?	Majoriteten av de besøkende vil antagelig benytte egen privatbil. Parkeringskapasitet må vurderes og eventuelt shuttelbuss fra nedre/alternativ parkeringsplass ved stor pågang.
Hvor bor gjestene?	Gjestene er primært dagsturister, men opplegget kan samkjøres som en del av mer helhetlig opplegg i feriene.
Hva gjør gjestene?	Gjestene tas gjennom et helhetlig opplegg med oppgaver og interaktive opplevelser fordelt utover hele anlegget. Opplevelsen kan begynne allerede utenfor anlegget før man går inn i fjellet. Hvis man utvikler en digital opplevelse kan man starte oppdagelsen av Gaustatoppen allerede i bilen på vei opp. Opplegget kan bestå av en blanding mellom fysiske installasjoner, AR og lignende. Enkel servering av bake[illegible] lignende «spionmat» leg[illegible] pause i opplegget. Opple[illegible] vare valgfritt å «hoppe av» opplegget når man vil, slik at små barn eller de med varierende interesse kan avslutte med en god følelse.
Hvor foregår eventen?	Gjestene ferdes i hele anlegget, fra Longefonsportalen til Rom 1837. Hovedvekt av gjester i Kongeheis rommet, Øvre Stasjon, Tuddalstippen, Tunellen og Brekket Oppholde ved Tuddalstippen, Kongeheis rommet og Longefonsportalen.
Hvor lenge varer det? Hvor lenge er gjestene i fjellet?	Småspioner dagen begynner tidlig med åpningen av banen (900), og stenger på ettermiddagen (1800). gjennomsnittlig opphold 4-5 timer i anlegget.
Hvor mange gjester er det snakk om?	Antallet besøkende kan reguleres i forhold til kapasiteten på banen, for å gi en god opplevelse hvor man ikke står i kø gjennom anlegget bør maks antallet begrenses 100 – 150 maks i anlegget, totalt 200 – 300 gjester på en dag med småspioner
Hvilke fysiske fasiliteter trengs for å gjennomføre eventet?	- Wayfinding, tilrettelegging og sikring av anlegget slik at barn kan «oppdage» rom og deler av anlegget på egenhånd. Skilt, tau, eller lignede henges opp der det er behov. - Installasjoner spesialstilrettelagt for opplegget. - Toaletter antall og tilgjengelighet både topp og bunn - Ventearealer bunn. I tilfelle dårlig vær og siden det kan bli stor pågang hvor man kan bli stående og vente i bunn vil det være lurt med mulighet til å begynne opplevelsen her i kombinasjon med at men venter å tur til å komme opp med banen. - Enkel servering bakverk varm drikke, vann, mineralvann og lignende. Lagring av mat og drikkevarer utsalgs punkt både oppe og nede. Serveringpunkt topp kan legges i Kongeheisen eller Tuddalstippen. - Parkeringsareal med god kapasitet. Eventuelt shuttelbuss fra annen
Hva er bemanningsbehovet?	- Normal bemanning for kjøring av heis, to personer til salg og servering topp to personer salg servering bunn. To til tre personer som vertskap gjeste support for å sikre gode opplevelser. - Normal bemanning for kjøring av banen og

3 / 55

Gaustabanen
EST. 1958

LONGEFONNPORTALEN

else

Byggene rundt parkeringsplassen utfyller i dag primært publikumssevice og støttefunksjoner som verksted, personalrom, tekniske rom etc.

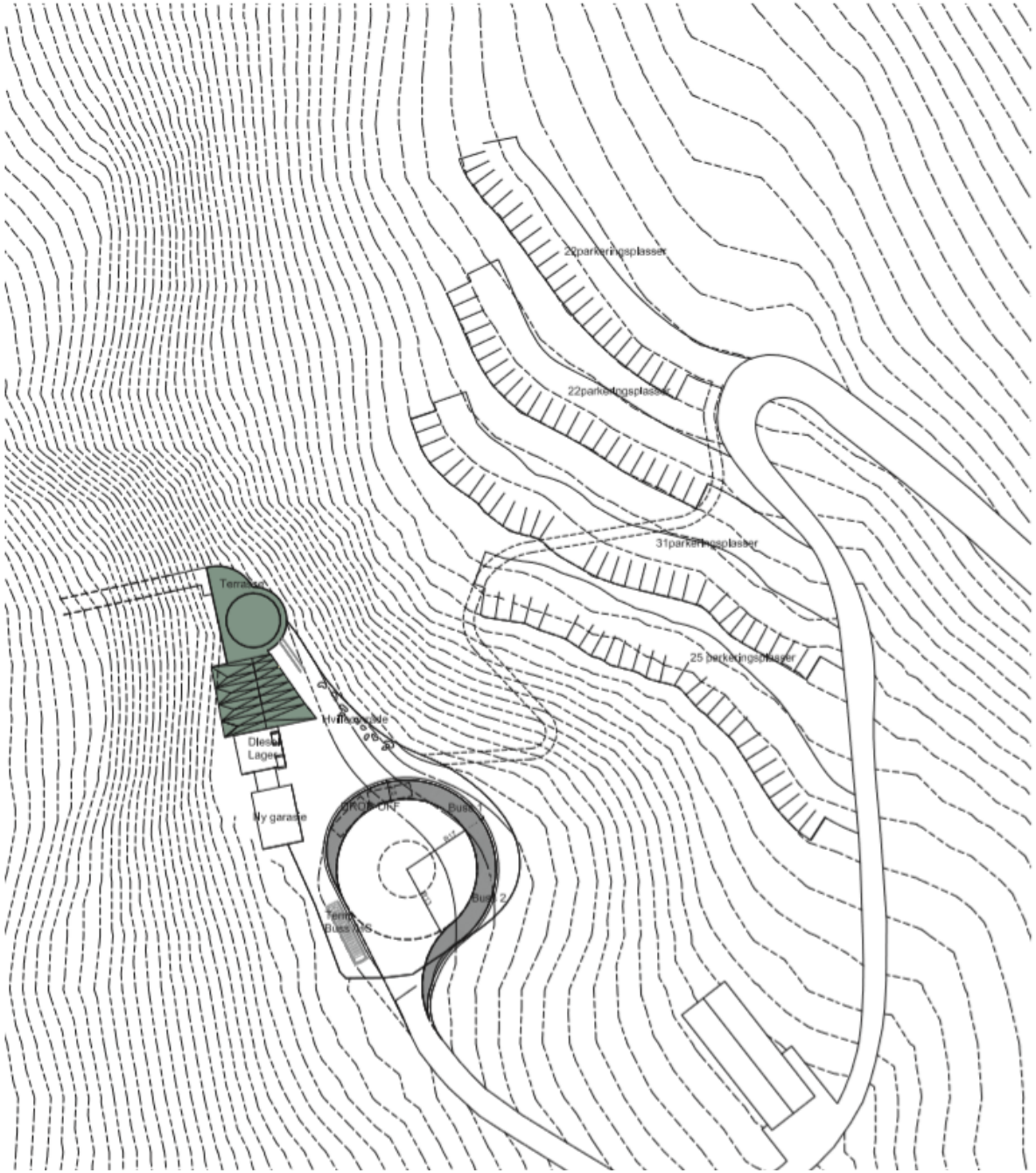
2019 bruk

I samtlige pilot arrangementer og i den daglige driften av banen er det behov for utbedring av funksjonaliteten i nedre stasjon. Ved høy belastning vil det være behov for vente og oppholdsarealer som gir gjester le for været. I forbindelse med ventearealer kan det også legges til rette for enkel servering og salg av suvenirer ol.

Optimalisering behov for 2019

- Ventearealer for gjester, kan anlegges i Garasje
- Enkel servering
- Forbedret toalett og garderobe

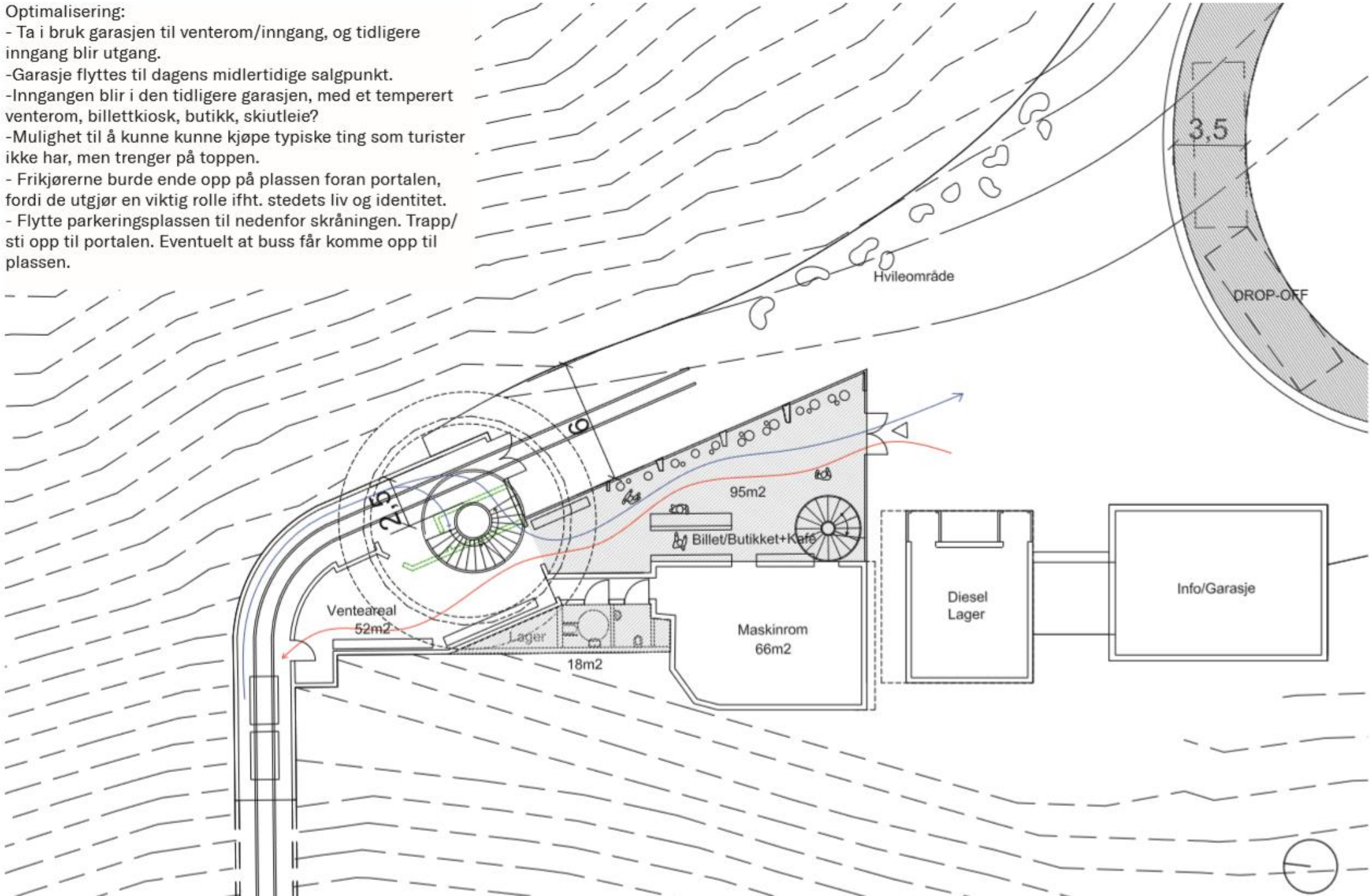
Gaustabanen
EST. 1958



Ved Longefonn på 1150 moh. introduseres et nytt velkomstsenter til Gaustabanen. I en rekke av 5 bygg med ulike servicefunksjoner fra flere perioder skal en ny struktur evne å binde anlegget sammen i en ny funksjonell enhet som bedre ivaretar de besøkendes behov. Portalen skal tilpasses det eksisterende, men også markere en tydelig hovedadkomst. Strukturen skal huse billettsalg, info, suvenirer, enkel servering, toaletter, venterom og utsiktspunkt. Det første grepet er allerede igangsatt med og rydde ut servicearealer for ny publikumsbruk. En høyreist struktur som spenner over to etasjer gir mulighet for å utnytte taket på maskinrommet og dermed åpne for en større luftighet og tosidig utsikt utover dalen og oppover mot fjellet. På vinterstid kan det også fungere som snøskredgjerde. Mesaninen kan kobles til ny bruk av terrassen mot vest og andre etasje i eksisterende personalrom. Dette er gitt en ny glassfasade med balkong omkring. Ny større spiraltrapp i hver ende knytter nivåene sammen.

Gaustabanen
EST. 1958

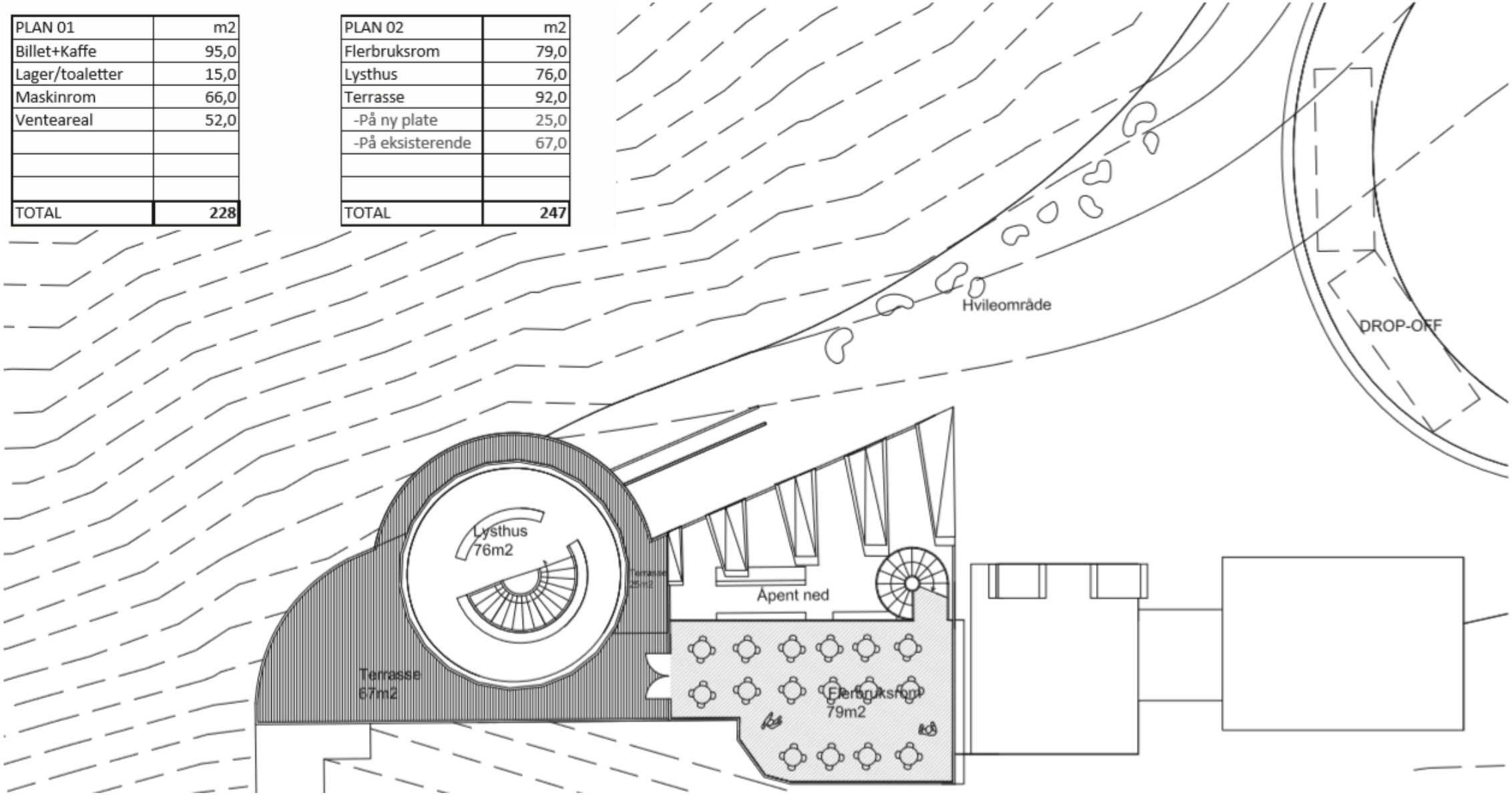
Optimalisering:
- Ta i bruk garasjen til venterom/inngang, og tidligere inngang blir utgang.
-Garasje flyttes til dagens midlertidige salgpunkt.
-Inngangen blir i den tidligere garasjen, med et temperert venterom, billettkiosk, butikk, skiutleie?
-Mulighet til å kunne kunne kjøpe typiske ting som turister ikke har, men trenger på toppen.
- Frikjørerne burde ende opp på plassen foran portalen, fordi de utgjør en viktig rolle ifht. stedets liv og identitet.
- Flytte parkeringsplassen til nedenfor skråningen. Trapp/ sti opp til portalen. Eventuelt at buss får komme opp til plassen.



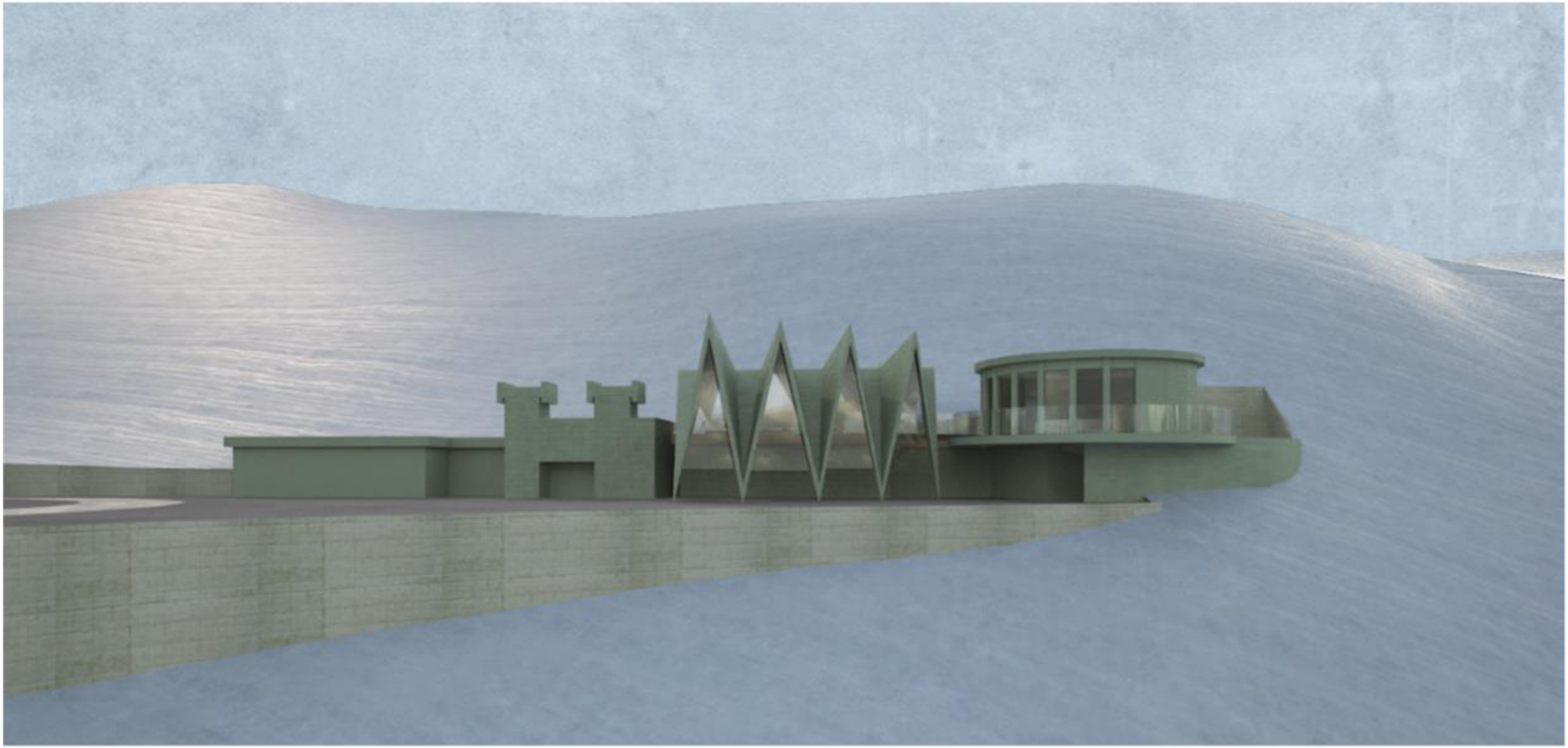
Gaustabanen
EST. 1958

PLAN 01	m2
Billet+Kaffe	95,0
Lager/toaletter	15,0
Maskinrom	66,0
Ventеareal	52,0
TOTAL	**228**

PLAN 02	m2
Flerbruksrom	79,0
Lysthus	76,0
Terrasse	92,0
-På ny plate	25,0
-På eksisterende	67,0
TOTAL	**247**



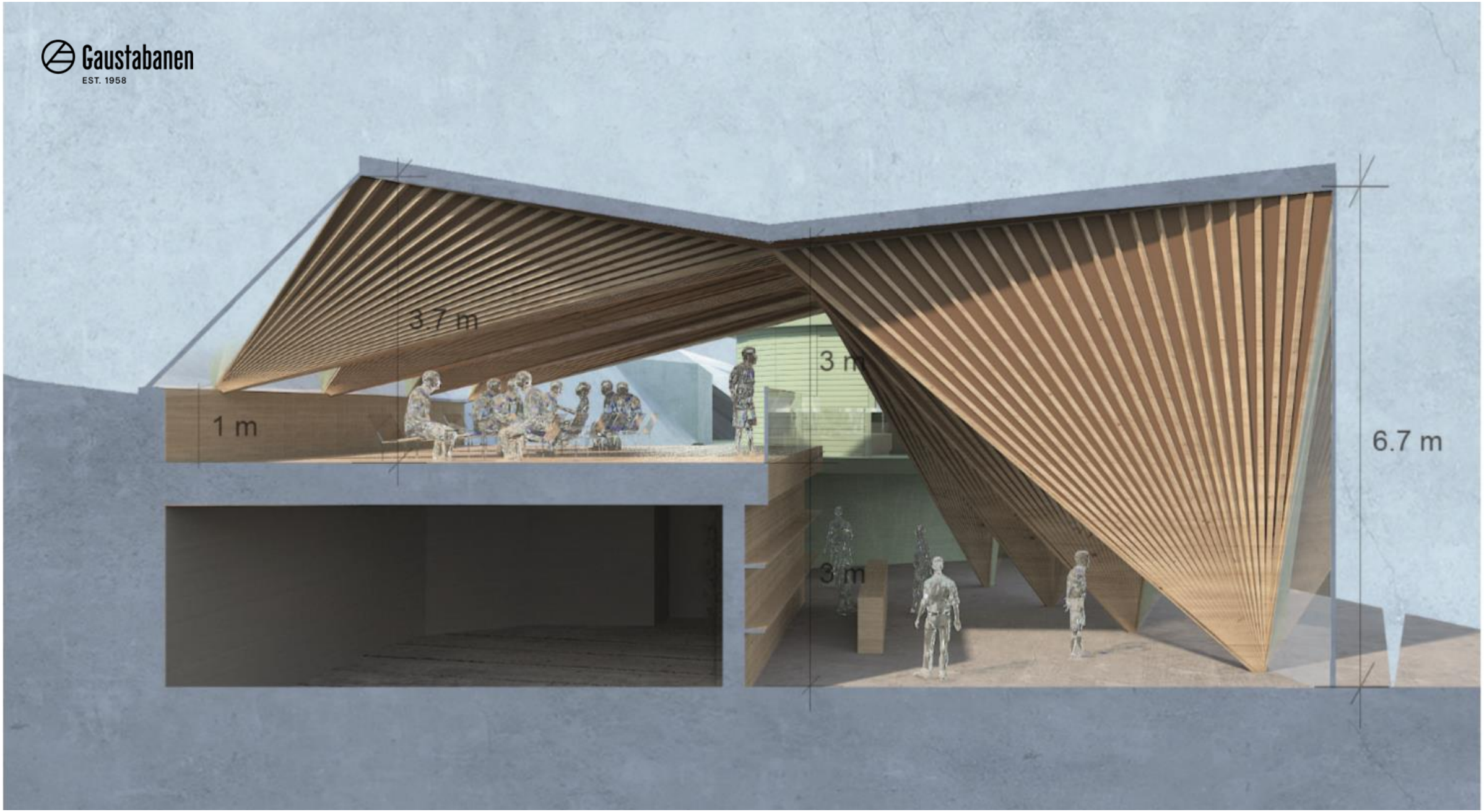
Gaustabanen
EST. 1958



Gaustabanen
EST. 1958

Gaustabanen
EST. 1958

Gaustabanen
EST. 1958

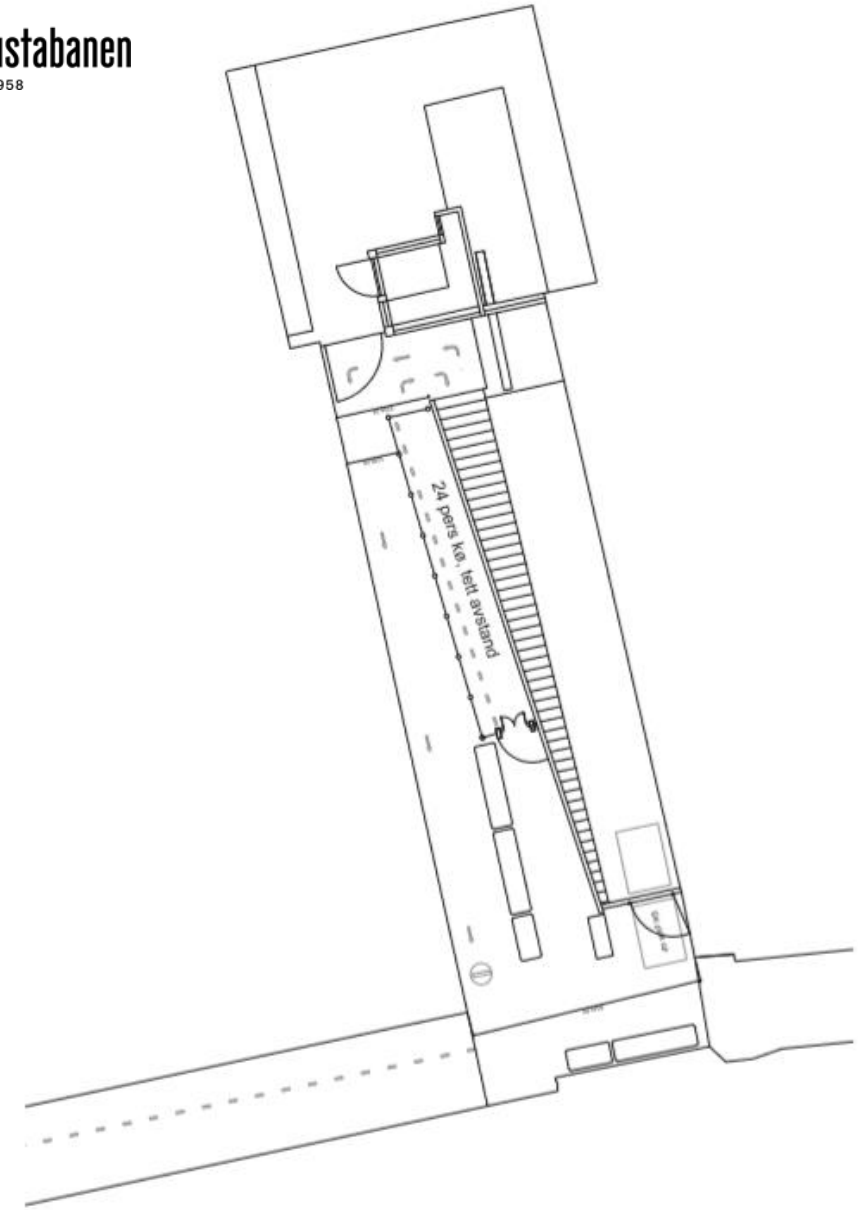


Gaustabanen
EST. 1958

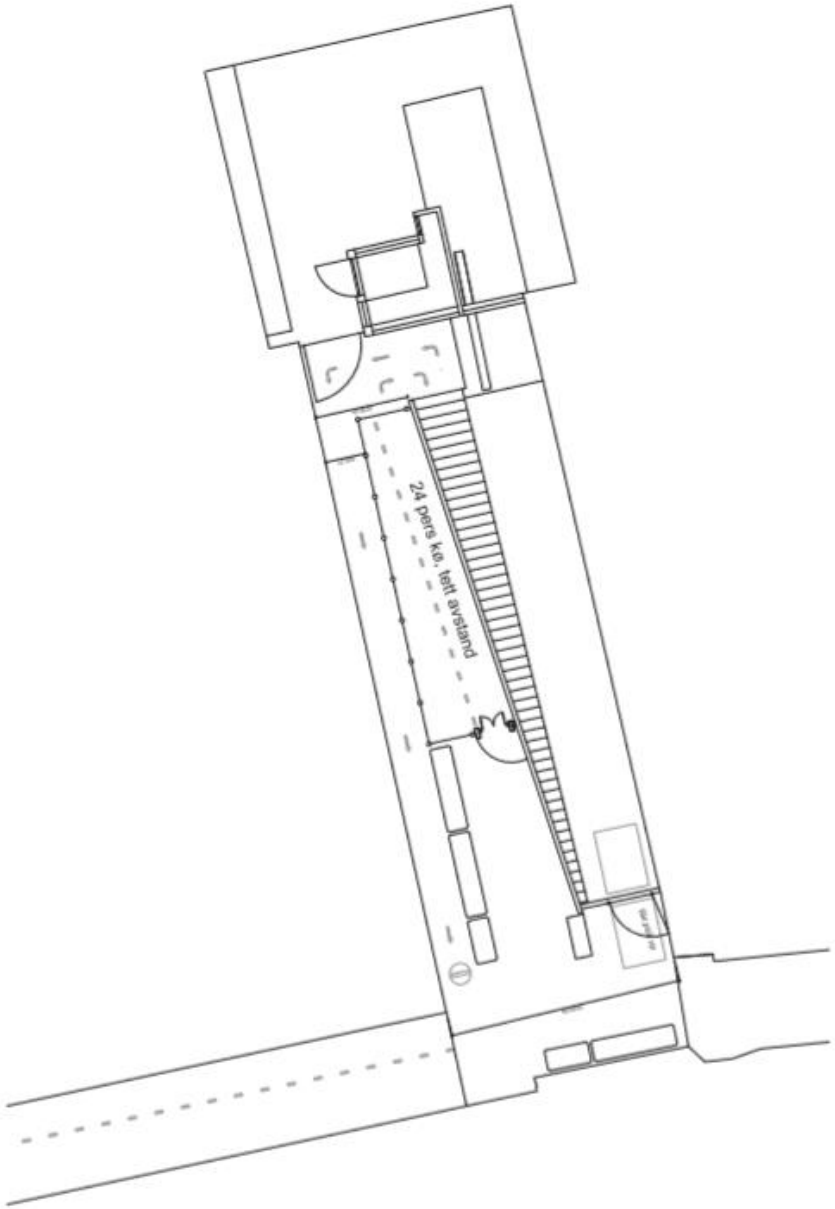
Gaustabanen
EST. 1958

ØVRE STASJON

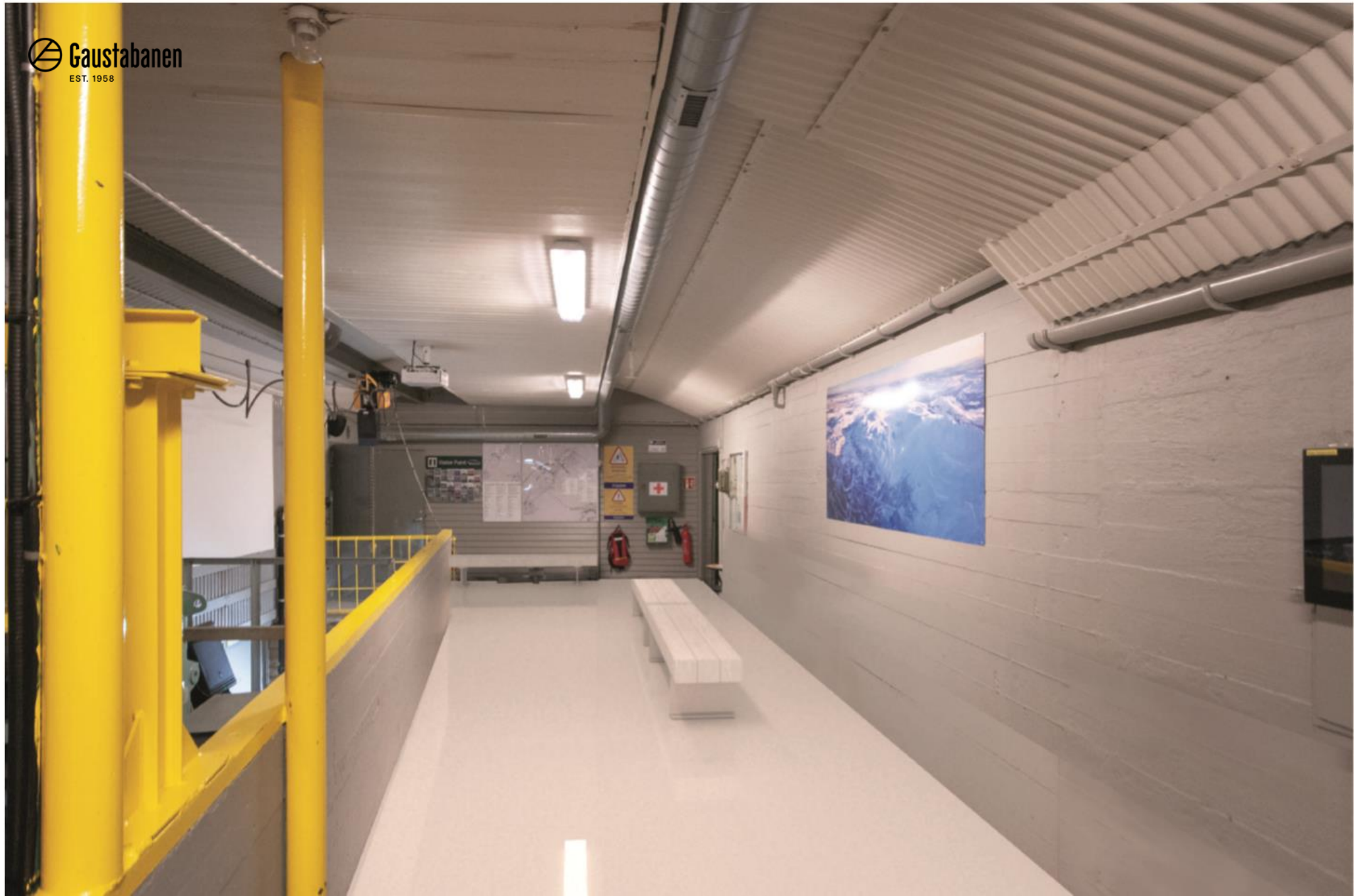
Gaustabanen
EST. 1958



J VINTER - MEST BELEGG OPP BANEN

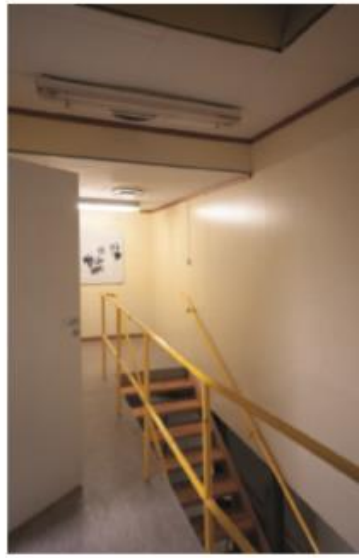


PLAN SOMMER - MEST BELEGG NED BANEN


Gaustabanen
EST. 1958

KONGEHEISEN

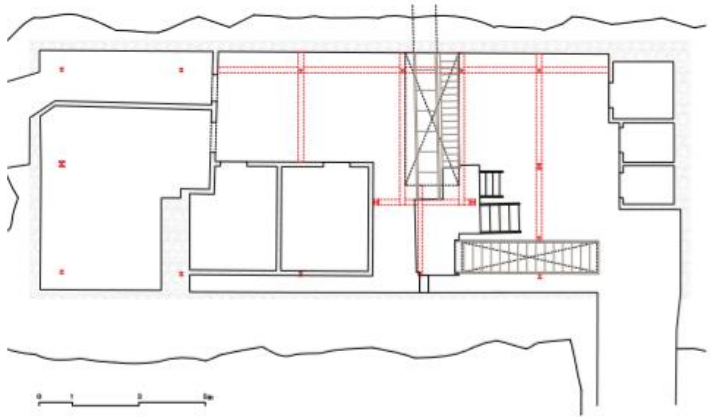
2019 bruk



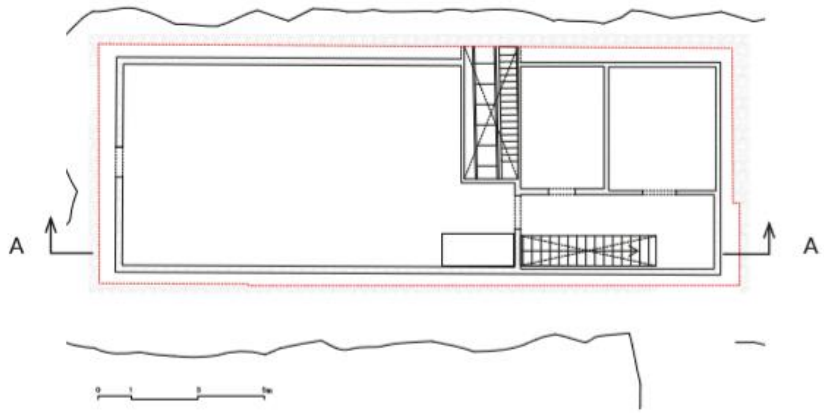
Gaustabanen
EST. 1958

Dagens situasjon

PLAN 1

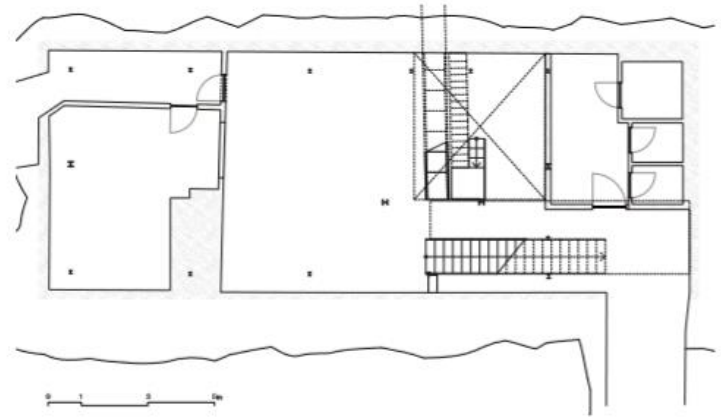


PLAN 2

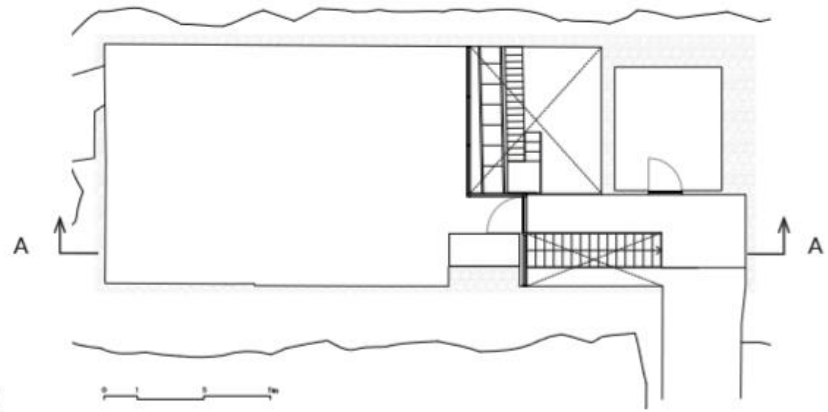


Ny situasjon

PLAN 1



PLAN 2



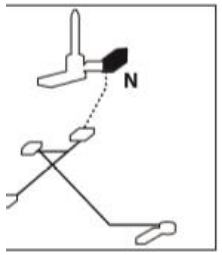
Gaustabanen
EST. 1958

Gaustabanen
EST. 1958

LYNKHYTTA

Linkhytta ved øvre telemast ligger på Gaustatoppens øverste stasjon 1837 moh. Arealet er på 70m2.

Rommet har en karakteristisk trapesoid form og koniske vinduer fra sin opprinnelige funksjon som militær sendeplattform. Den unike historien, røffe betongstrukturen og utadvendte formen gir et sjeldent utgangspunkt for å transformere denne militærtypologien til et eksklusivt publikumslokale.



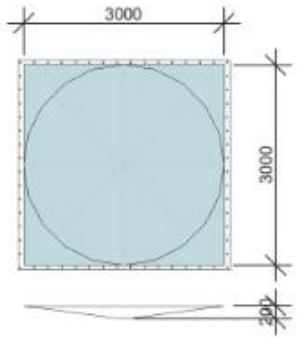
Det rå utrykket beholdes med eksponert betong i vegger og tak slik at rommet oppleves med en enkel monolittisk materialitet. Ved få, enkle grep oppgraderes vinduer, gulv og adkomst. Eksisterende åpninger i betongen fylles med tre store vinduer i glass mot utsikten, og opprinnelig konisk form i akryl i sidefasadene. Det skrå betonggulvet fylles med en tettstående trestubbeteknikk som slipes ned til et flatt tregulv. Treet blir dermed både struktur og overflate.

Adkomst utenfra skjer via ny dør til øvre plattform som også åpner for utvidet bruk med uteaktiviteter. Den unike forbindelsen med Gaustabanen muliggjør en tørrskodd adkomst via Kongeheisen som lander i underetasjen av Linkhytta. Ved å etablere en enkel heis og/eller trapp opp øker tilgjengeligheten for alle - i alle værforhold.

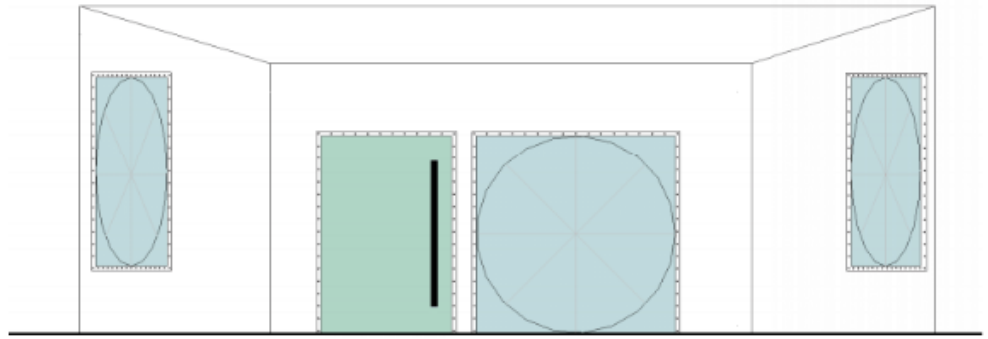
Ved disse enkle tiltakene har LINKHYTTA potensialet til å bli et lokale med sjeldne kvaliteter for de skjeldne opplevelsene. Yoga i soloppgang, sundowners med minikonsert, briefing for en gruppe ekstremskiløpere før nedfarten, eksklusiv utleie for en romantisk middag, med eller uten overnatting. Mulighetene er ubegrensede for de eventyrlystne og alle andre.

Gaustabanen
EST. 1958

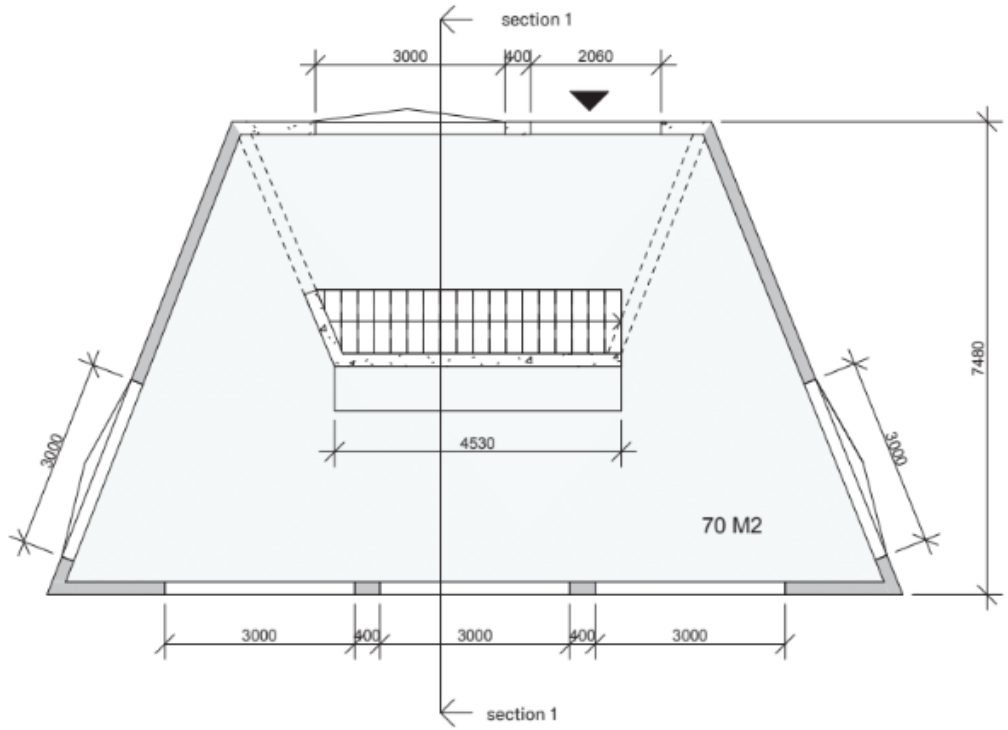
2. Konisk vindu

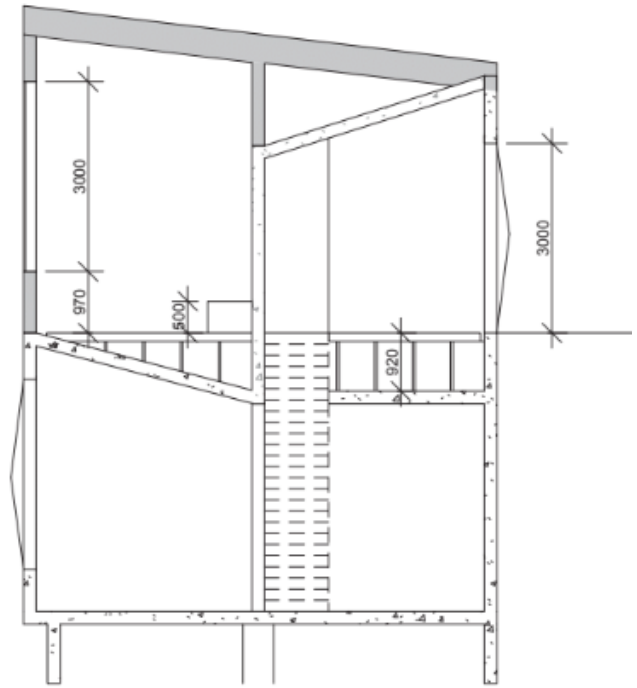


Gaustabanen
EST. 1958



FASADE VEST - skala: 1/100





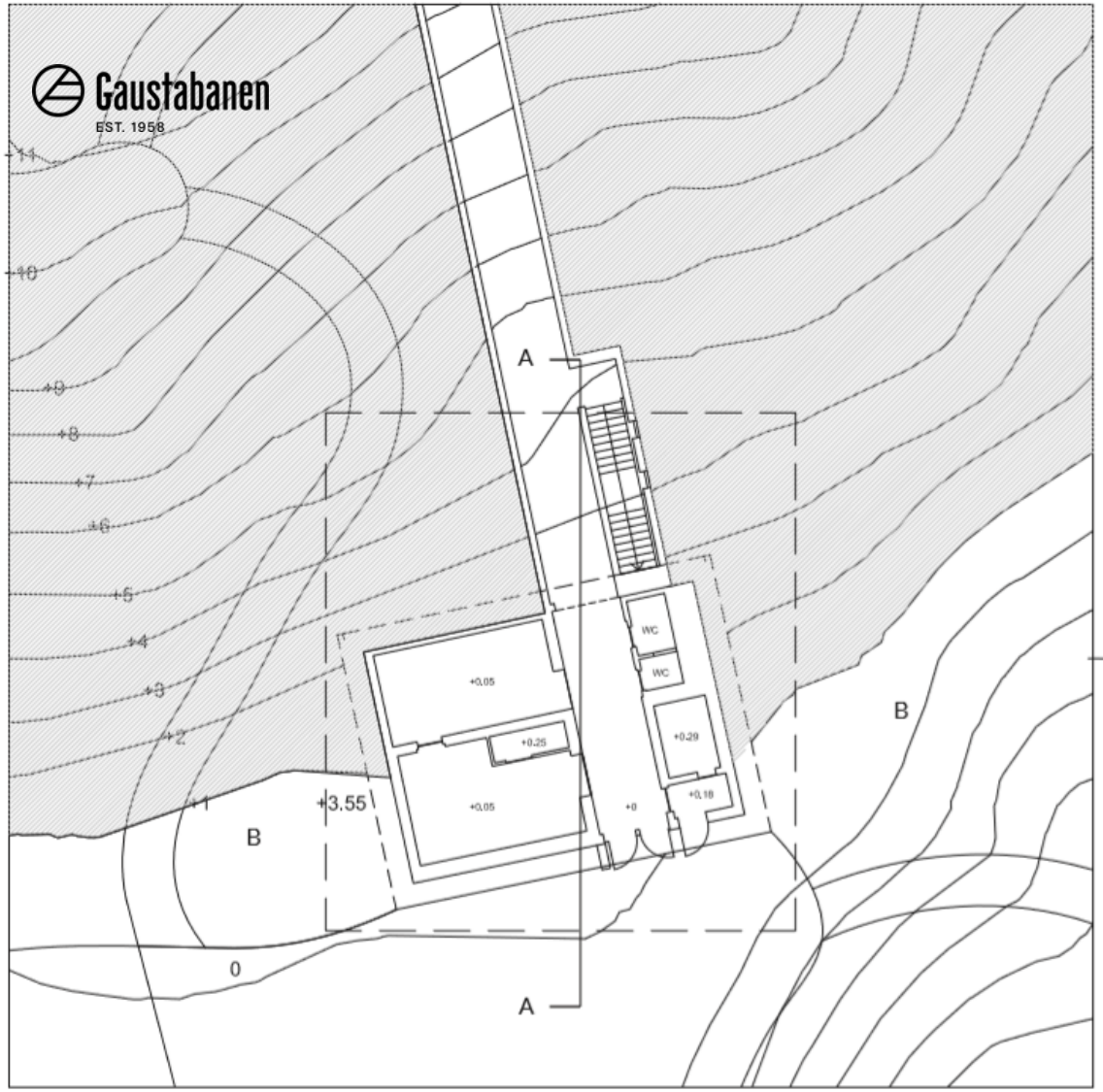
0 2 5

PLAN 02 - skala 1/100

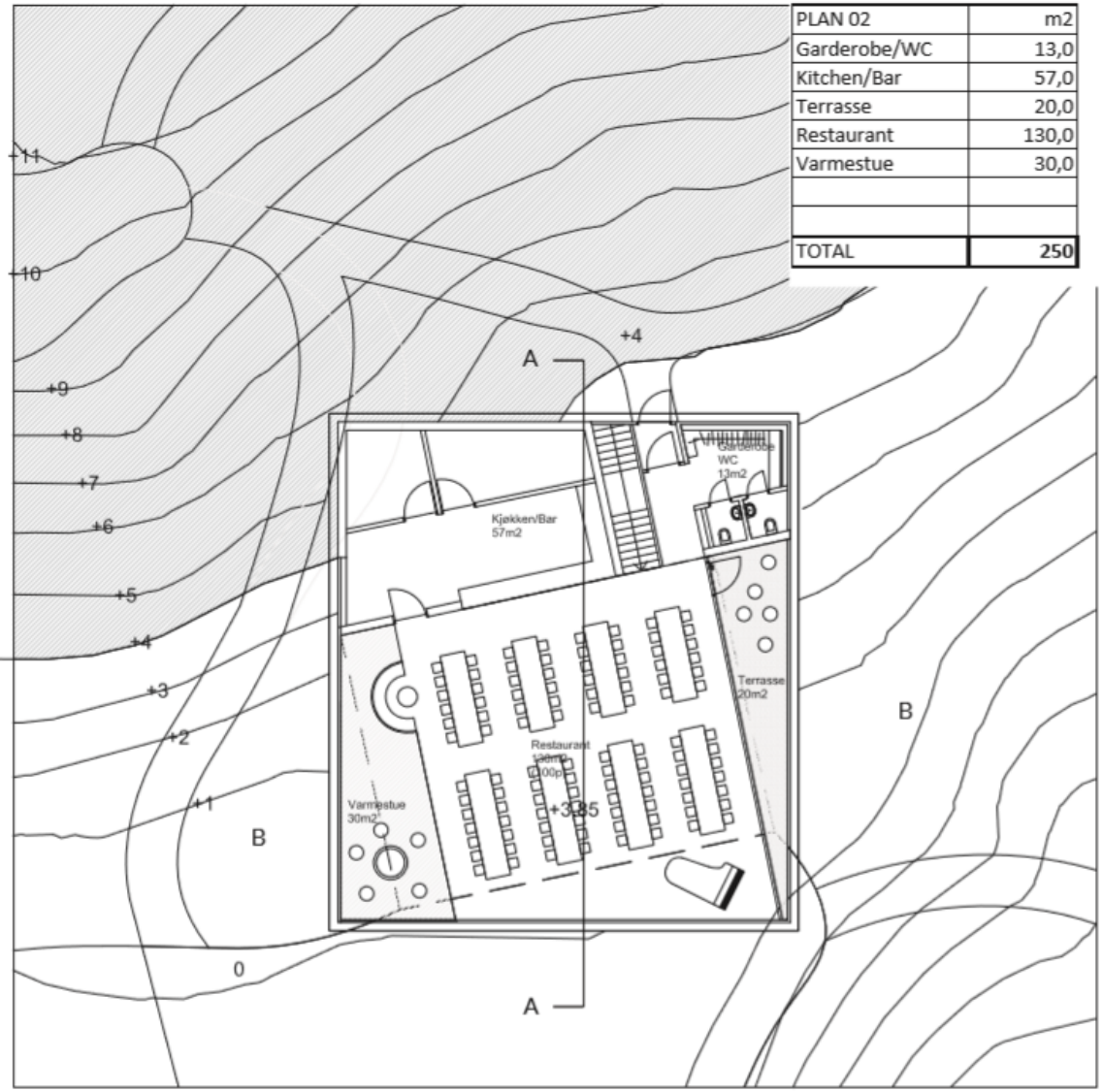
SNITT 01 - skala 1/100

Gaustabanen
EST. 1958

Gaustabanen
EST. 1958



PLAN 02	m2
Garderobe/WC	13,0
Kitchen/Bar	57,0
Terrasse	20,0
Restaurant	130,0
Varmestue	30,0
TOTAL	250

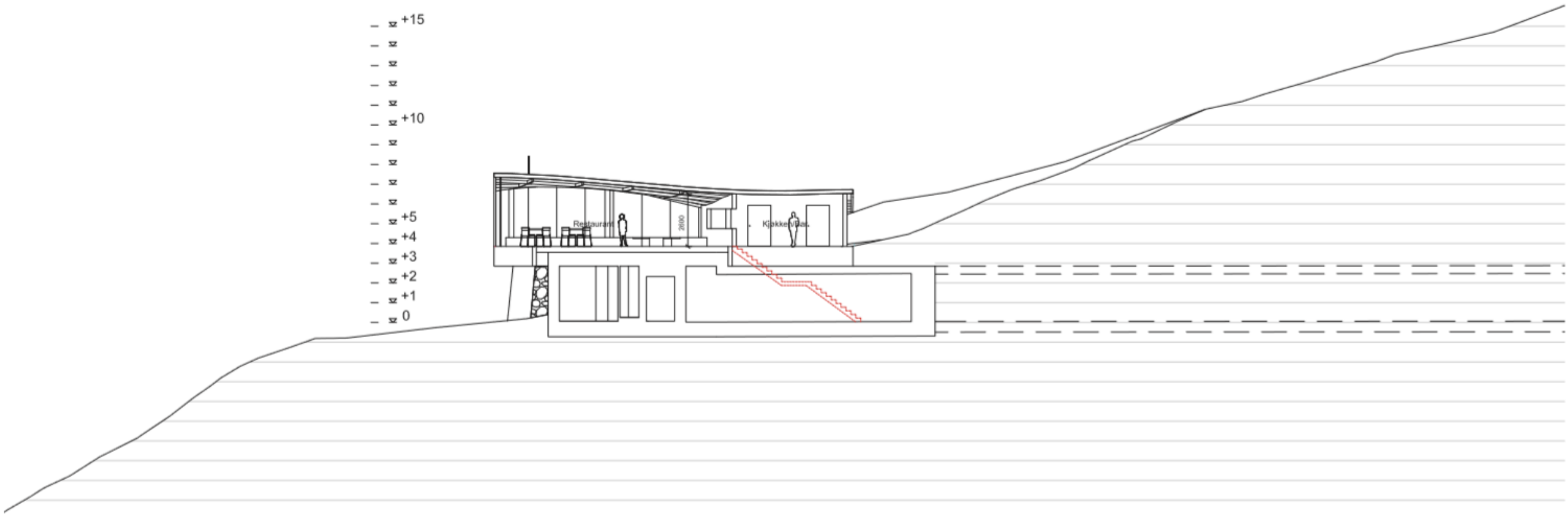


PLAN 01: skala 1/200
BTA 16 kvm

PLAN 02 (+3.85): skala 1/200
BTA 300 kvm

0 1 3 5 10

Gaustabanen
EST. 1958



Tuddalstippen på nivå 1800 moh er Gaustabanens første utsiktspunkt. En spektakulær destinasjon etter reisen opp med to baner og gangtunnellen inne i fjellet. For å beholde den direkte opplevelsen av utsiktsplattformen i enden av tunnelen, og for å redusere fotavtrykket i landskapet legges ny varmestue/restaurant på taket av det eksisterende anlegget. Trapp opp etableres parallelt med tunnelen. Det vil også være adkomst utenfra direkte fra sti. Slik vil restauranten også kunne være en snarvei opp mot toppen.

Restauranten skal fungere som en lun varmestue for noen få og for selskap med 100 til bords. Med eget kjøkken, garderobe og toaletter kan det operere uavhengig av resten av anlegget.
Formen er generert av naturen; topografi og helning, snødrift og vindretning. Taket er som en snøskavl; en løftet del av landskapet med eget amfi og adkomst fra terreng.

Nødvendig areal på 250m2 har et større fotavtrykk enn servicebyggets tak og krager derfor ut mot syd, vest og øst i en vridning som følger vindens hovedretning, og lar stien passere forbi. Det etableres en peisestue mot vest og en terrasse i le mot øst. Servicearealer som kjøkken, toalett og garderobe går delvis inn i terreng. Strukturen tilstreber en lettest mulig konstruksjon med få søyler, som tilpasses helikoptertranport.

Kamuflasje og utsyn balanseres, og vil endre seg med sesongene. Glassflater og rekkverk er dekket av metallskjermer; en «sesongstruktur» som fanger opp snøkrystaller og gir intimitet og skulpturelle variasjoner av utsyn og uttrykk.

Gaustabanen
EST. 1958