

PRH612-1 20V Bacheloroppgave

# Konseptutvikling av tomt på Trokåsa i Skien



B6-1-20

Fakultet for teknologi, naturvitenskap og maritime fag  
Campus Porsgrunn

**Emne:** PRH612-1 20V Bacheloroppgave

**Tittel:** Konseptutvikling av tomt på Trokåsa i Skien

Denne rapporten utgjør en del av vurderingsgrunnlaget i emnet.

**Prosjektgruppe:** B6-1-20

**Tilgjengelighet:** Åpen

**Gruppedeltakere:**

Erik Waldemarsen

Ingar Semb Berre

Sebastian Breiseth

Sebastian Benno Johannes Gruss

**Veileder:**

Ali Haidar Abnar

**Prosjektpartner:**

**Skien Boligbyggerlag (SBBL)**

**Godkjent for arkivering:** \_\_\_\_\_

**Sammendrag:**

Denne oppgaven er gitt av Skien Boligbyggelag, som over lengre tid har eid en tomt på 4,8daa på Trokåsa i Skien. Det er ved to tidligere anledninger blitt utført prosjektering for tomten, men disse forslagene har blitt forkastet av ulike årsaker. Ved å gi denne oppgaven ønsket de å få et nytt forslag til realisering av tomten.

Målet med prosjektet har vært å utvikle tomten til et nytt borettslag med attraktive boliger, tilpasset markedets ønsker. Det har blitt lagt vekt på å utvikle et bærekraftig boligkonsept som imøtekommer dagens og fremtidens behov. Det har vært avgjørende å komme opp med et konsept som er lønnsomt å gjennomføre. For at prosjektet skal bli vurdert realisert har det vært nødvendig å kvalitetssikre byggbarheten, komme opp med løsninger og kvaliteter tilpasset tomten, i tillegg til at økonomisk oppside er realistisk.

3D-modellering av tomten med bebyggelse er det mest omfattende arbeidet som er gjort for å fremstille konseptet. Prosjektering, analyse og kontrollering er utført for å sikre nødvendig og god kvalitet i konseptet.

Det konkluderes med at realisering av konseptet kan være mulig, men at det må jobbes videre med å sannsynliggjøre en større fortjeneste enn det kostnadsestimatet per nå viser. Videre arbeid for å få til dette kan f.eks. være utbedring av kostnadsestimat, videre detaljering av boligkonsept og endring av løsninger.

**Course:** PRH612-1 20V Bachelor thesis

**Title:** Development of a building concept on a residential lot at Trokåsa in Skien.

This report forms part of the basis for assessing the student's performance on the course.

**Project group:** B6-1-20

**Availability:** Open

**Group participants:**

Erik Waldemarsen

Ingar Semb Berre

Sebastian Breiseth

Sebastian Benno Johannes Gruss

**Supervisor:**

Ali Haidar Abnar

**Project partner:**

Skien Boligbyggerlag (SBBL)

**Approved for archiving:** \_\_\_\_\_

**Summary:**

This bachelor's thesis is given by Skien Boligbyggelag. They have owned a residential lot of 4,8daa at Trokåsa in Skien for a longer period. They have tried to move forward with a project at two occasions, but the proposals have been dismissed for various reasons. By giving this thesis Skien Boligbyggelag wanted to get another proposal.

The goal with this project has been to develop the lot to a new housing cooperative consisting of houses desired by the market. It has been focused on developing a sustainable housing concept which meets the future's requirements, while still being profitable. In order to get the project assessed by Skien Boligbyggelag, it has been necessary to make a concept adapted to the site, control the buildability of the concept and make it profitable.

3D-modelling in Revit is the most comprehensive work done to present the concept. Making the house design, making analyzes and controlling the selected solutions has been done to ensure a good quality.

A realization of the concept may be possible, but a high risk would follow an implementation of the concept at this point. Further efforts to strengthen the credibility of the cost estimate is certainly recommended. There are various factors in the cost estimate and in the chosen housing concept that could use further reviews.

# Forord

Prosjektet som denne rapporten omhandler, er gjennomført våren 2020. Rapporten er utarbeidet av en gruppe på fire studenter fra studieretningene Byggdesign A- og Y-vei ved Universitetet i Sørøst-Norge avd. Porsgrunn. Studentene er på sitt 6. semester i utdanningen. Prosjektet tar for seg utviklingen av en boligtomt for Skien Boligbyggelag. Materialet som er utarbeidet er grunnlag for videre detaljprosjektering og er underlag i prosessen med å vurdere om dette prosjektet er mulig å realisere.

Rapporten med alle vedlegg er primært av interesse for boligbyggelaget da det er sett på et konkret prosjekt for dem. Det kan også være interessant for personer som ønsker å lære noe om hvilket underlag som kreves før en jobb sendes ut til entrepriser.

Gruppens veileder i boligbyggelaget Sven Yngve Larsen har vært velvillig til å hjelpe til der det har vært behov, derfor rettes det en stor takk til han. Videre rettes det en takk til Petter Solli, daglig leder hos Tor Entreprenør, for hjelpen med kostnadsberegning av entreprisekostnaden. Gruppen er svært takknemlige for den utfordrende og lærerike oppgaven fra Skien Boligbyggelag. Øster Hus har utviklet boligkonseptet som det er jobbet videre med i oppgaven, vi er takknemlige for at de ga oss tillatelse til dette.

Forsidebildet er en illustrasjon av boligkonseptet utarbeidet av gruppemedlemmer.

Dataverktøyene som er brukt i dette prosjektet er:

- Alle MS-Office program
- MS Project
- Autodesk Revit
- Autodesk Autocad
- ISY Design
- ISY ByggOffice
- Holte kalkulasjonsnøkkel

Det forventes at leseren har generelle byggetekniske forkunnskaper.

Porsgrunn 23.05.20

# Nomenklaturliste

BIM – Building information modell.

BKL – Brannklasse

ECO Products – Et produkt som er designet for å beskytte klimaet

EL – Elektro

ENØK – Energi økonomisk

FN – Forente Nasjoner

LED - Light Emitting Diode

LOD – Lokalt overvannsdiskonering

NEK 400 – Norsk elektronisk komite (Norm for elektro)

NS – Norsk standard

NS 3420 – Beskrivelsessystem bygg og anlegg

NS 3451 – Bygningsdelstabellen

NS 3453 – Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt

NS 3456 – FDVU Dokumentasjon

NS 8407 – Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser

Revit – 3D-modelleringsverktøy

RIB – Rådgivende ingeniør bygg

SBBL – Skien boligbyggerlag

SHA – Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø

SINTEF - Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høgskole

SOSI - Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon

TE – Totalentreprenør

TEK17 – Bygningsteknisk forskrift 2017

VA – Vann og avløp

Vegklasse – Funksjonell Vegklasse en klassifisering hvor viktig en veg er: prioritetsklasse

VVS - Varme-, ventilasjons- og sanitærteknikk

WBS – Work breakdown structure

ÅDT - Års døgntrafikk

ÅDT<sub>T</sub> – Års døgntrafikk tunge kjøretøy

RIF – Rådgivende ingeniørers forening

# Innholdsfortegnelse

Forord .....	4
Nomenklaturliste .....	5
Innholdsfortegnelse .....	6
1 .. Innledning.....	8
2 .. Beskrivelse av bacheloroppgaven.....	9
3 .. Skisseprosjekt .....	10
3.1 Situasjonsplan tidligfase .....	10
3.2 Boligtype.....	12
3.3 Solstudie .....	14
3.4 VA og overvann.....	15
3.4.1 Dagens situasjon.....	15
3.4.2 Vannledninger .....	16
3.4.3 Spillvann .....	17
3.4.4 Overvann .....	19
4 .. Forprosjekt .....	26
4.1 Romskjema .....	26
4.2 Bærekraftkonsept .....	26
4.3 Brannkonsept .....	27
4.3.1 Identifisering.....	27
4.3.2 Byggebeskrivelse og branntekniske forutsetninger .....	28
4.4 Gjennomgang av bærekonstruksjon .....	31
4.4.1 Fundamenteringsmetodikk .....	31
4.4.2 Bæresystem for bygget .....	33
4.5 Infrastruktur .....	37
4.5.1 Eksisterende veg i område.....	37
4.5.2 Planlagt vegetasjon .....	41
4.5.3 Avstand til knutepunkter .....	42
4.5.4 Vegene for planområdet .....	43
4.6 3D-modell .....	44
4.6.1 SOSI-import av terreng og hus .....	44
4.6.2 Utvikling av bolig .....	46
4.6.3 Plassering av boliger på tomt, og illustrasjoner .....	55
4.6.4 Ventilasjon.....	59
5 .. Hovedprosjekt .....	61
5.1 Kontraktsgrunnlag for totalentreprise .....	61
5.1.1 Prosjektinformasjon.....	61
5.1.2 Kontraksregler og kvalifikasjonskrav.....	61
5.1.3 Kontraksbestemmelser .....	62
5.1.4 Beskrivende del (Byggebeskrivelse) .....	63
5.2 Bygningskontroll mot offentlige myndigheter og SBBL .....	64
5.3 SHA-plan .....	67
5.3.1 SHA-planens formål .....	67

5.3.2 Risikoanalyse for SHA-plan .....	67
5.4 Kostnadsestimering .....	68
5.4.1 Entreprenskostnad NS 3451 kapittel 1-7 .....	68
5.4.2 Prosjektkostnad NS 3451 post 8-11 .....	73
5.4.3 Estimerte salgsinntekter og vurdering av lønnsomhet .....	75
<b>6 ..Diskusjon .....</b>	<b>78</b>
<b>7 ..Konklusjon .....</b>	<b>79</b>
<b>Referanser.....</b>	<b>80</b>
<b>Vedlegg .....</b>	<b>84</b>

# 1 Innledning

Bakgrunnen for dette prosjektet er at studentene skal gjennomgå en bacheloroppgave hvor de får praktisert store mengder av den kunnskapen de har tilegnet seg i løpet av utdanningsløpet, i tillegg til å gjennomgå nye utfordringer. Fra oppdragsgivers side er formålet med prosjektet å få gjennomført ett nytt mulighetsstudie for en tomt som skal bygges ut.

Utfordringene med dette prosjektet vil være mange. Det er tidligere i utdanningen utført arbeider med å prosjektere/utvikle ett bygg på tomt. I dette prosjektet skal det ses på utviklingen av flere boliger på en nokså stor og utfordrende tomt. Boligene skal tilpasses den aktuelle tomten og må følge en relativt streng reguleringsplan i tillegg til gjeldene krav og regler, samt oppdragsgivers ønsker. I prosjektet skal det utarbeides en stor mengde materiell som det ikke er arbeidet med tidligere. Bl.a. skal prosjektgruppen lage en byggebeskrivelse, tegninger på ventilasjon og utarbeide entrepris- og prosjektkostnad.

Prosjektets mål er å utarbeide et konsept for tomten som er godt nok til at det kunne blitt realisert. Og det skal utarbeides tilstrekkelig med materiell til at boligbyggelaget har grunnlag for å gjøre en helhetlig vurdering av dette. Det blir også utført nødvendige arbeider for å sikre byggheten av boligene, samt nødvendige vedlegg og dokumenter til en eventuell byggesøknad.

I prosjektet vil det bli brukt en rekke metoder for å komme frem til resultatet. Det vil bli utført analyser, modelleringer, idemyldringer og informasjonsinnhenting for å nå målet.

For å avgrense dette prosjektet er det på forhånd avklart at det ikke skal gjennomføres arbeider som først blir nødvendig i detaljprosjekteringen. Dette vil bl.a. være beregninger i forhold til konstruksjon, bygningsfysikk, EL, VVS og andre rådgivende fag. Konstruksjonsgjennomgangen vil derfor kun ta for seg kontroll av de områdene i konstruksjonen som har betydning for totale høyder på bygg. Dette for å sikre byggheten og valg av veldokumenterte løsninger som finnes på markedet.

Rapporten vil bestå av 4 hovedkapitler i tillegg til de innledende og avsluttende kapitlene.

Kapittel 2 er en enkel beskrivelse av det aktuelle prosjektet.

Kapittel 3 handler om den tidlige prosjekteringen som består av utvikling av situasjonsplan og konsept for boligene i tillegg til arbeider med VA. Fasen er blitt kalt skisseprosjekt

Kapittel 4 tar for seg den videre detaljeringen av prosjektet etter de rammene som ble satt i skisseprosjektet. Hele oppbyggingen blir utarbeidet i denne fasen.

Kapittel 5 tar for seg kontraktgrunnlaget til totalentreprisen, kontroll av at alle krav og ønsker er innfridd etter beste evne, SHA-plan og fullstendig kostnadsberegning.



## 2 Beskrivelse av bacheloroppgaven

Denne bacheloroppgaven er gitt av Skien Boligbyggelag. De har i lengre tid eid en tomt på 5 daa på Trokåsa i Skien, som ennå ikke er realisert. Fra før av foreligger det to forskjellige utarbeidelser av konsept for tomten. Begge disse ble av ulike årsaker forkastet, det ene grunnet motstand i kommunen og det andre fordi konseptet var dårlig egnet for lokasjonen. Skien Boligbyggelag ønsker nå et nytt blikk på tomten, og har opprettet en bacheloroppgave ut fra dette behovet. Formålet med oppgaven er å komme frem til et nytt konsept som boligbyggelaget kan bruke hele eller deler av i den videre utviklingen av tomten.

I arbeidet med oppgaven har det blitt fokusert på å utføre oppgaver som er relevante for boligbyggelaget når de skal vurdere om dette er et konsept de vil gå videre med. Gjennom utviklingen av konseptet har det vært viktig å vurdere hva man tror er markedets behov og ønsker, og tilpasse bygning og tomt etter dette. I tillegg til utforming etter gjeldende krav og forskrifter. Det er brukt tid på å komme opp med miljøvennlige og bærekraftige løsninger der dette har vært mulig.

Opgavene som er løst i prosjektet er beskrevet i prosjektbeskrivelsen som kan leses i Vedlegg A. Når det gjelder punktet

- «- Komplette utbygging (prosjektkost)
- Detaljering av entreprisekost»

er benevnningene noe misvisende og oppgaven kan heller tolkes som «utarbeide entreprisekostnad» og «utarbeide prosjektkostnad».

Den første fasen av prosjektet ble brukt på planlegging, den blir ikke videre omtalt i denne rapporten, men i fasen ble det brukt tid på en rekke oppgaver som:

- Detaljering av prosjektbeskrivelsen
  - o Her ble hvilke oppgaver som måtte utarbeides drøftet innad i gruppen, samt med veileder ved boligbyggelaget og veileder fra skolen.
- Utarbeiding av gruppeavtale
- Utarbeiding av fremdriftsplan
- Utarbeiding av WBS
- Timeregistreringssystem og fremdriftsskjema

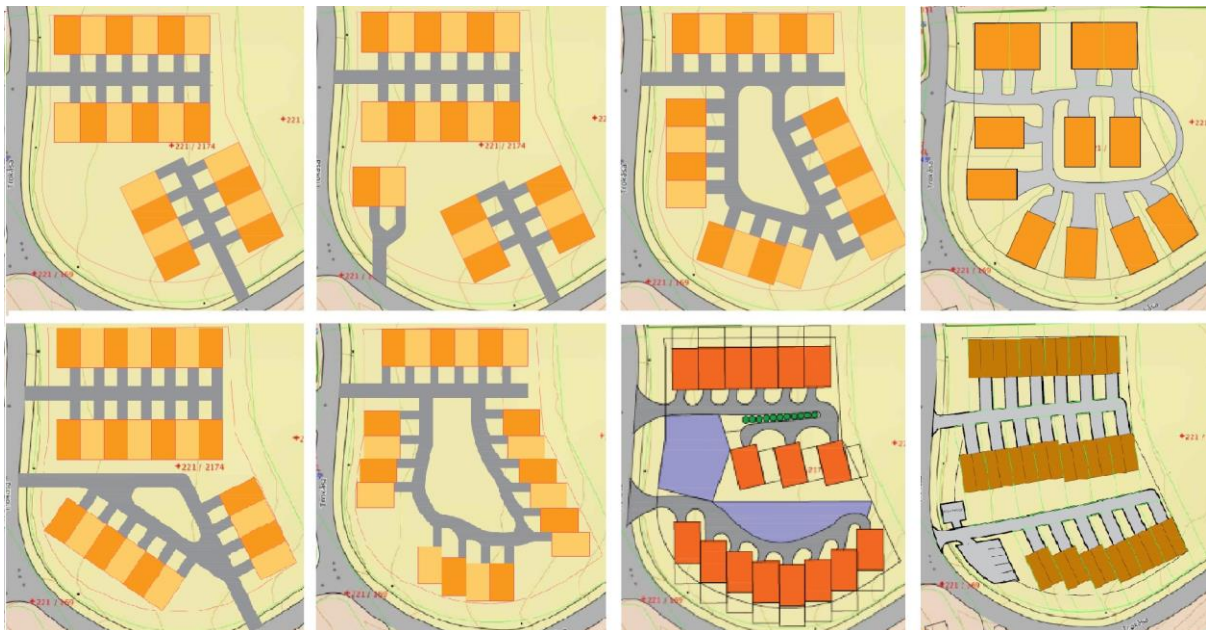
De neste hovedkapitlene tar for seg alle oppgavene som er beskrevet i prosjektbeskrivelsen.

## 3 Skisseprosjekt

I skisseprosjektfasen er oppgaver knyttet til hva det er mulig å gjennomføre på den aktuelle tomten utført. Effektiv og god utnyttelse, etter de føringene gitt i reguleringsplanen, står i fokus. De påfølgende underkapitlene tar for seg utvikling av situasjonsplan, utforming av boligen med plantegninger og antatte byggehøyder, kontroll av solforhold i boligkonseptet og føringer for VA.

### 3.1 Situasjonsplan tidligfase

Under følger en figur med utkast fra tidlig skisseprosjekt. Det ble utarbeidet en rekke forslag til hvordan utformingen av tomta skulle løses.



*Figur 3.1 Tidlig skisseprosjekt utkast til situasjonsplan*

I denne fasen startet den første tegningen, det ble utført en idemyldring på plassering av boliger på den aktuelle tomten. Det ble brukt mye tid på å komme frem til en god utnyttelse av det disponible arealet. Gruppen gjennomgikk mange runder med ideutveksling før det ble kommet frem til et forslag som ligner nokså mye på sluttresultatet.

Som figuren under viser, så de første utkastene på en blanding av ene- og tomannsboliger. Etter samtaler med SBBL ble det klargjort at deres ønske var å få opp antallet enheter, og at de ikke prioriterer utvikling av eneboliger.



*Figur 3.2 Et av det første utkastene til situasjonsplan*

Med disse føringene ble det sett videre på muligheten for fortetting på tomten med mindre enheter, for å få plass til flere. Et av de neste forslagene som ble lagt frem blir vist på figuren under. Med denne utformingen har det blitt mulig å øke antallet enheter fra 12 til 16. Som følge av dette har tomtekostnaden per boenhet blitt redusert med 33%.



*Figur 3.3 Utkast til situasjonsplan midt i fasen*

Selv om flere av ønskene fra SBBL her har blitt møtet, er gruppen enige om at det er flere problemstillinger det må tas stilling til før situasjonsplanen er ferdig. En av disse var at veiene på tomten opptok veldig mye av arealet; i tillegg til at arealet midt på tomten mellom de interne veiene hadde få bruksområder. For eksempel ville ikke et felles uteoppholdsareal hvor alt av biler kjørte rundt, vært et hyggelig sted å oppholde seg. En annen utfordring med dette forslaget var solforholdene. Hoveddelen av hagene til boligene lå i alle himmelretninger. Spesielt boligene helt nord på tomten ville oppleve ugunstige solforhold, med lite sol på baksiden av bygget gjennom hele døgnet. utfordringer rundt skjerming av privatliv var også aktuelle, terrasser ville hatt mye innsyn fra omkringliggende bebyggelse og fra vei.

Videre ble det arbeidet med å utvikle et konsept hvor solforhold og bedre skjerming mot innsyn var i fokus. På dette stadiet ble det ganske åpenbart at det ble nødvendig å legge boligene mer eller mindre på rekker, hvor hver rekke hadde hver sin innkjørsel. Ved å gjøre dette var mye av problemene med ugunstige solforhold fjernet. Tilbygget i front av hver bolig bidrar positivt til å skjerme utearealene til hver enhet fra hverandre.



Figur 3.4 Siste situasjonsplan i skissestadiet

Dette forslaget ble tatt med videre i utviklingen. Den aktuelle tomten, med blanding av sirkulære, rette og skrå tomtegrenser førte til store utfordringer i jobben med å plassere ut bygg, men forslaget løste utfordringene på en god måte. Hver enhet har gode uteoppholdsarealer og bra skjerming, samtidig som det totale arealet av tomten blir utnyttet effektivt. Det totale arealet av tomten er på 4,8 mål, med 17 enheter blir dette 3,54 enheter per mål. I et område med småhusbebyggelse anses dette som en god utnyttelse av arealet.

## 3.2 Boligtype

Parallelt med utredningen av situasjonsplan ble det også arbeidet med å velge og tilpasse bygningstype. Bak hver og en situasjonsplan som ble utarbeidet, ble det også tenkt ut hvilken husstype som skulle benyttes. Fellesnevner for alle husstypene som ble vurdert var at de hadde store usjenerte terrasser med gode solforhold. Videre satte gjeldende reguleringsplan for området sine begrensninger for utformingen av bygningene. Oppdragsgiver SBBL gav ved oppstart av prosjektet instruksjoner om at tidligere forsøk på å realisere tomte hadde endt i klagestorm fra berørte naboer. De ønsket derfor i minst mulig grad et kontroversielt konsept som var i strid med reguleringsplan. Dette resulterte i at flatt tak utgikk, og alle bygningene fikk saltak som hovedtakform.

Videre var det også ønskelig fra SBBL at det først og fremst skulle tas utgangspunkt i et egnet ferdighus, og heller tilpasse dette fremfor å tegne noe nytt fra bunn. Det ble gjennom arbeidet med situasjonsplanen ganske tidlig klart at et konsept med takterrasse ville innfri mange av kriteriene og ønskene som var satt for prosjektet. I tillegg var det sterkt ønskelig med en

boligtype som kunne tilby alle fasiliteter på hovedplanet, et krav som viste seg å ikke være så lett med en forholdsvis liten grunnflate.

En kandidat som likevel oppfylte alle de viktigste kriteriene var en rekkehustype utviklet av boligutbyggeren Øster-Hus AS. Det ble opprettet en dialog med forespørsel om tillatelse til å benytte boligtypen i prosjektet. Dette ble innvilget med forbehold om at SBBL forpliktet seg til å innhente en skriftlig aksept hos Øster-Hus AS før en eventuell realisering av prosjektet. Nedenfor kan illustrasjon av «Sørbøhagane» ses i figur 3.4 med planløsninger i figur 3.5.



Figur 3.5 «Sørbøhagane Øster-Hus AS illustrasjonsfoto»



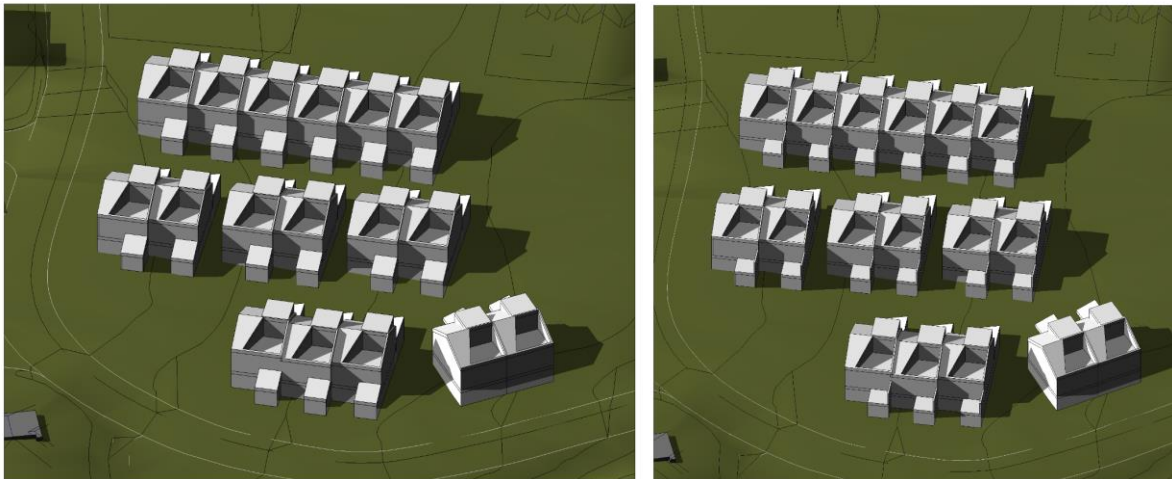
Figur 3.6 Planløsning «Sørbøhagane» Øster-Hus AS

### 3.3 Solstudie

Etter at situasjonsplan og utforming av boligene var noenlunde klargjort, ble det behov for å kontrollere at solforholdene på uteplassene til alle boligene var gode. Det ble utarbeidet en 3D-modell med enkel plassering av boligene på tomten. Boligene ble ikke nøyaktig tegnet, men konturen av byggene ble tegnet opp og plassert så riktig som mulig ut i terrenngmodellen. Etter at byggene var modellert opp, ble det laget videoer på solanalyse på forskjellige dager gjennom hele året. Videoer ble også laget fra forskjellige vinkler rundt på tomten. Det var spesielt et spørsmål i forhold til utformingen av boligen det var interessant å undersøke nærmere i denne fasen, dette var om det ville utgjøre noen stor forskjell for naboens solforhold om det ble opprettet en terrasse på tilbygget istedenfor pulttak. Under blir det vist en sammenligning gjort på ettermiddagen 15.06.20 hvor det fremkommer at ulempene ved å opprette en terrasse på tilbygg er minimale. På grunnlag av denne analysen ble det arbeidet videre med en utforming med terrasse på tilbygg.

[ 38 of 44 ] [ June 15, 2020 - 17:23 ]

38 of 44 ] [ June 15, 2020 - 17:23 ]



*Figur 3.7 Sammenligning solforhold for de to alternativene 15.06.20*

## 3.4 VA og overvann

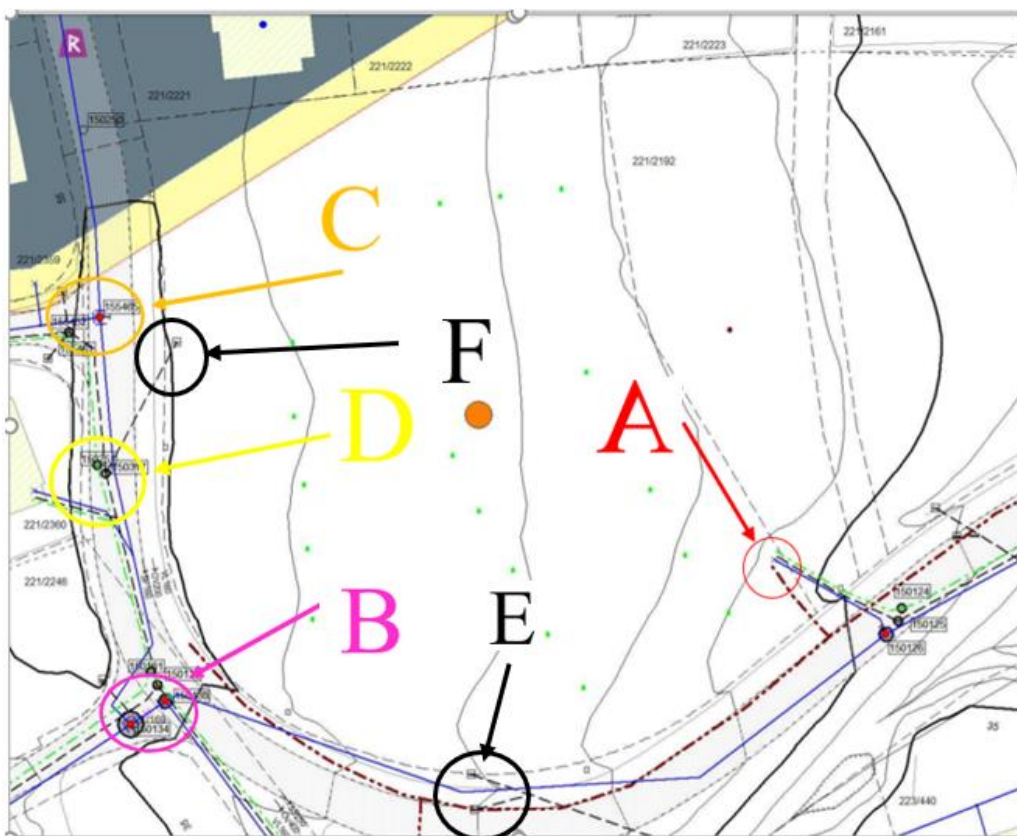
Dette kapittelet tar for seg beskrivelse av tilkobling til kommunalt ledningsnett og overvannshåndtering. Kapittelet er utarbeidet i henhold til Skien kommunes VA Norm og det er brukt VA miljø-blad som veiledning.

### 3.4.1 Dagens situasjon

De eksisterende ledningene for området består av kommunale vann-, spillvann- og overvannsledninger. De er plassert under veien som fører rundt tomten. Dagens overvann blir ikke dimensjonert og fordrøyes rett på planområdet.

For å kunne koble prosjekterende VA-nett til disse ledningene finnes det tre mulige tilkoblingspunkter (A, B, C) for vannledning og fire for spillvann (A, B, C, D) (se *Figur 3.8*). Punkt A, E og F har tilkoblingsmuligheter for overvann.

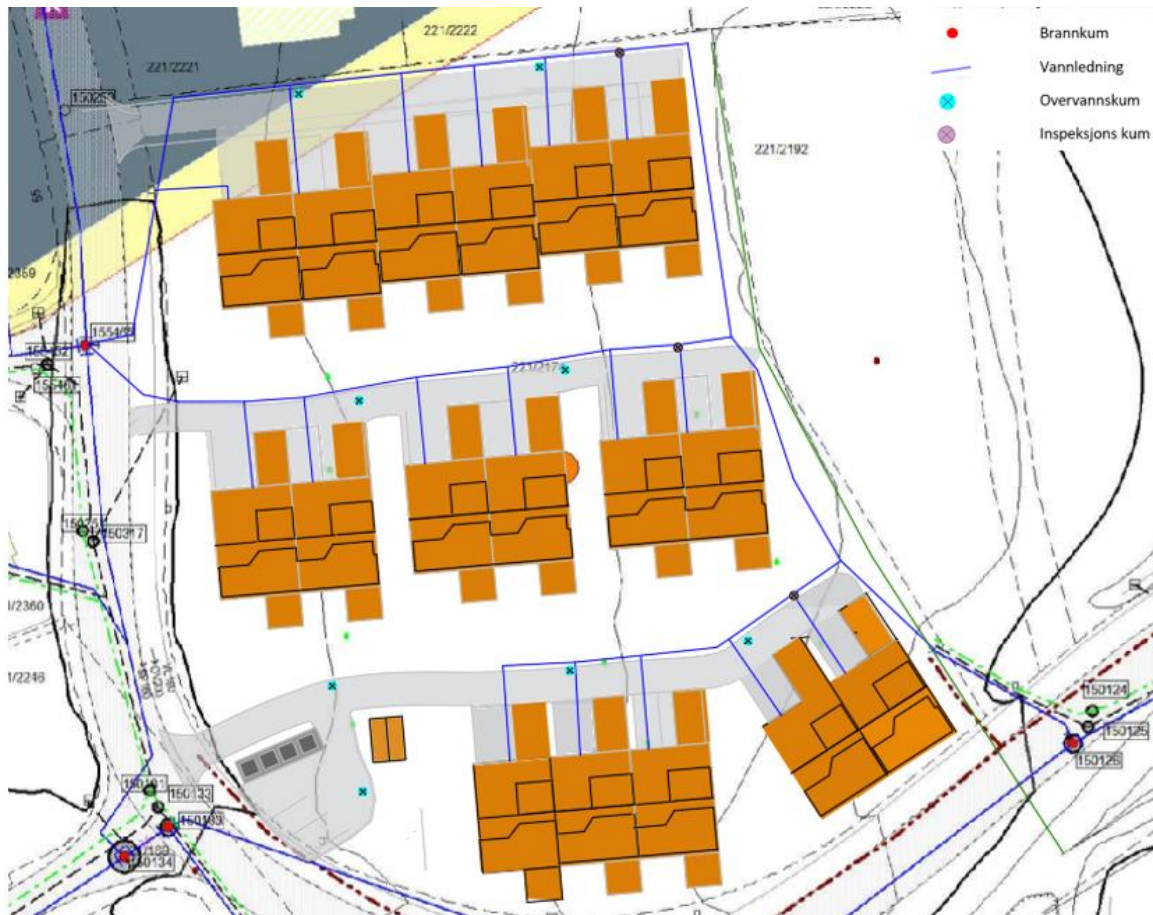
Ut fra Vedlegg M kartskisse for spillvann og overvann kommer det fram at punkt A allerede har spillvannledninger og overvannsledninger innlagt, men ikke vannledninger. Siden disse to ledningene allerede ligger klare i punktet, er dette et godt tilkoblingspunkt for prosjekterende VA-nett. Det finnes ingen begrensning mot muligheten for å benytte flere tilkoblingspunkter for ledningsnettet og behov for flere tilkoblingspunkter blir nevnt i de underliggende kapitelen for vann-, spillvann- og overvannsledninger.



Figur 3.8: VA-kart med markering av de aktuelle tilkoblingspunktene

### 3.4.2 Vannledninger

Skien kommune eier og drifter ledningsnettet for dette planområdet. Tilkobling til det kommunale nettet skal gjennomføres i punkt A og C (se *Figur 3.8*). For vannforsyning skal det brukes et tosidigsystem, dette gir et balansert ringsystem som sikrer vann til alle boliger ved lekkasje, brann eller reparasjoner.



*Figur 3.9 Tegning for vannlednings tilkobling*

Vannledninger skal utformes i henhold til VA-normen. VA-normen stiller krav til at vannledninger i et boligområde skal dimensjoneres for vannforsyning på 20 l/s. Dette er med hensyn til eventuell brann [1]. I tillegg til denne vannmengden, kommer vannforbruk for planområdet, som er beregnet til 0,72 l/s. Beregninger for dimensjonerende vannforbruk vises i Vedlegg M beregninger side 1. Total vannforsyning til området må derfor være 20,72 l/s.

Rundt planområdet er det fire brannkummer, hvor sløkkevann kan tas ut.

Trykk for planområde skal være tilstrekkelig for et boligfelt. I Skien VA norm kommer det frem at trykk er anbefalt å være mellom 2,5 bar og 6 bar [1]. På grunn av manglende informasjon blir det antatt at dette skulle være tilstrekkelig.



Etter VA-normen plasseres vannledninger ved siden av veiene, dette for å være lett tilgjengelig for kontroll og reparasjoner. Vannledninger skal plasseres mellom 1,8 og 2,0m dypt på grunn av frostsikring. Hvis det skal legges med mindre overdekning skal frostsikring vurderes i hvert enkelt tilfelle. For vannledning med mindre overdekning enn 1,5 m skal det alltid isoleres. [1]

Eksisterende vannledning består av 160 mm PVC-rør fra 2007. Dimensjon for vannledninger innenfor planområdet må vurderes etter hva som er mest hensiktsfullt for prosjektet. Kommunen stiller krav til at vannledningene på tomten skal utføres med diameter 100 mm eller større dersom de senere skal påta seg ansvaret.

På grunn av høye kostnader med vannledninger d100 mm eller større blir det valgt at boligbyggelaget selv står ansvarlig for vedlikehold av vannledningene. Ved å stå for ansvaret av vedlikeholdet selv, er det tilstrekkelig å utføre vannledninger som PE100 rør med dimensjon 63 mm. Antall lengdemeter med vannrør på planområdet er beregnet til 384.

### 3.4.3 Spillvann

Den prosjekterende spillvannledningen for planområdet skal tilkobles til ledningsnett fra Skien kommune. Dimensjon for spillvann i hele området er planlagt med 160 mm og material er PVC-U fra VA Norm [1]. Minimumskravet til dimensjon på spillvannsledning fremkommer i Skiens VA-norm.

I Vedlegg M kartskisse for spillvann fra Skien kommune viser det seg at i punkt A (se *Figur 3.8*) eksisterer det en tilkobling for spillvannledning. Etter samtale med ansvarlig VA ingeniør i Skien kommune ble det nevnt at spillvannsledning skal være tilstrekkelig for å ta opp spillvann fra planområdet.

Rundt planområdet finnes det videre tre muligheter for å koble spillvann til de kommunale spillvannledningene som er nevnt i kapittel 3.4.1 Selv i de tilfellene hvor en tilkobling er tilstrekkelig, er det en fordel å fordele spillvann. Fordelingen vil minske belastningen på ledningsnettet.

### 3 Skisseprosjekt

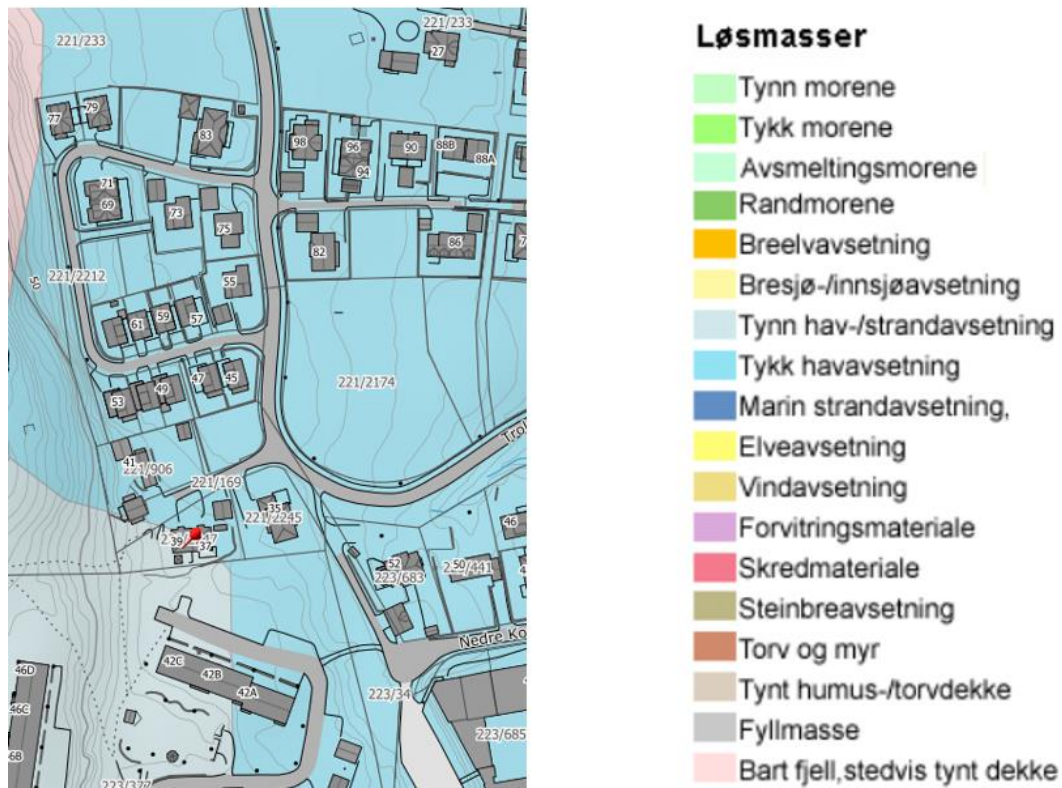


Figur 3.10 Tegning for spillvannlednings tilkobling

Figur 3.10 viser planlagte kobling for spillvann opp. Med hensyn til plassering for bygninger blir det valgt å bruke tre tilkoblingspunktene. Dette vil være punkt A som er et allerede eksisterende tilkoblingspunkt på planområdet, punkt C og punkt D. Punkt C og D blir valgt på grunn av nærheten til boenheter (ser Figur 3.10).

Planområdet har behov for 310 lm spillvannledning. For at spillvannledning skal være selvrensende må det plasseres med 10 ‰ ved mindre skal det vises at fall sørger for at den er selvrensende.

## 3.4.4 Overvann



Figur 3.11 Kvartærgeologisk kart for planområdet og tilgrensende arealer [2]

Undersøkelse av grunnforhold for Trokåsa viser at tomten hovedsakelig består av tykk havavsetning. Fjord- og havavsetninger består av silt og leire, dette er masser med begrenset evne å lede vann. Det blir klassifisert som masser med dårlig infiltrasjonsegenskaper. Det blir visst på Figur 3.11.

Figur 3.12 er et infiltrasjonskart som viser at grunnforholdene er uegnet til å oppta store mengder vann. Det vil si at det må gjøres tiltak for å ta opp overvann på tomten etter utbygning [3].



Figur 3.12 løsmassekart for planområdet [3]

VA-kart fra Skien kommune viser at det er tre mulige/eksisterende tilkoblingspunkter for overvannsledning. Dimensjon på disse er 200 mm, som det vises i Vedlegg M kumkort for overvann. Fra samtale med kommunens VA-avdeling fremkommer det at overvannsledningen i området ikke har tilstrekkelig kapasitet til å ta opp overvannet fra tomte. VA-ingeniør i kommunen mener at overvannsledningene har kapasitet til å ta opp 6 l/s.

#### 3.4.4.1 Dimensjonerende overvannsmengde

Per i dag er det ikke lagt noen plan for håndtering av overvann på tomten. Som nevnt i kapittel 3.4.1 finnes det 3 avløp for planområdet som skal benyttes for videre håndtering. Planområdets totale areal er 4,8 daa som tilsvarer 0,48 ha og 4800 m<sup>2</sup>.

For å dimensjonere overvann er det benyttet rasjonal formel som beregningsgrunnlag. Rasjonal formel egner seg ved areal som er innenfor 50 ha. Beregninger blir visst i vedlegg M beregninger side 3.

$$Q=71,07 \text{ l/s}$$

$$V=0,48 \text{ ha} * 0,6 * 207,36 \text{ l/(s* ha)} * 7 \text{ min} * 60 \text{ s/min} * 1,4 = 35115 = 35,1 \text{ m}^3$$

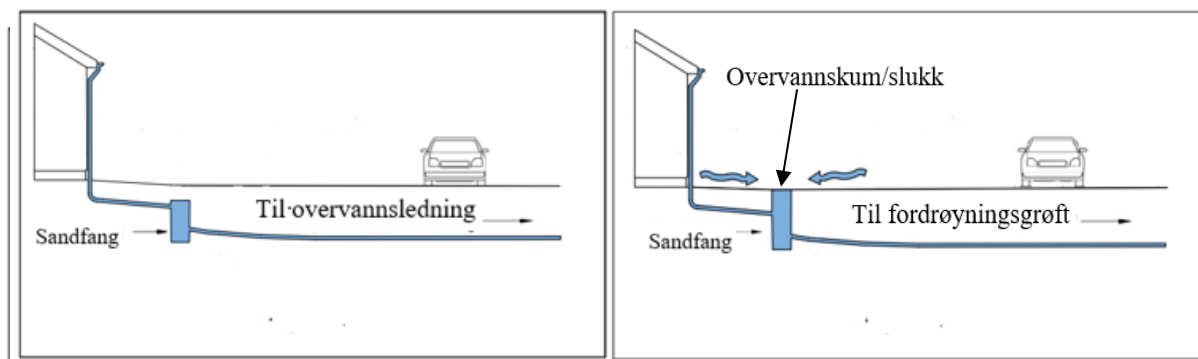
Beregnet volum blir ca. 35,1 m<sup>3</sup>.

### 3.4.4.2 Løsning for LOD

Ved utbygning av planområdet oppstår det en forstyrrelse av den naturlige vannbalansen. For å begrense innvirkning på den naturlige vannbalansen blir det brukt LOD. I tillegg er LOD også et tiltak for å redusere negative effekter av klimaendringer, risikoen for naturlige flomveger og oversvømmelser.

Takvann blir dimensjonert med 46,4 l/s som tilsvarer 2,7 l/s per boenhet. For å håndtere takvann skal de tre eksisterende tilkoblingspunktene brukes som tilkobling for overvannsledninger på planområdet. (Figur 3.8)

De kommunale overvannsledningene har ikke tilstrekkelig kapasitet for å ta opp hele mengden takvann. Fra samtale med ansvarlig VA-ingeniør fra Skien kommune kommer det fram at ledninger har kapasitet på 6 l/s. På grunn av dette, er det valgt å koble 6 boenheter rett til overvannsledningene. Fra de 11 resterende boenhetene føres takvann til fordrøyningsgrøft.

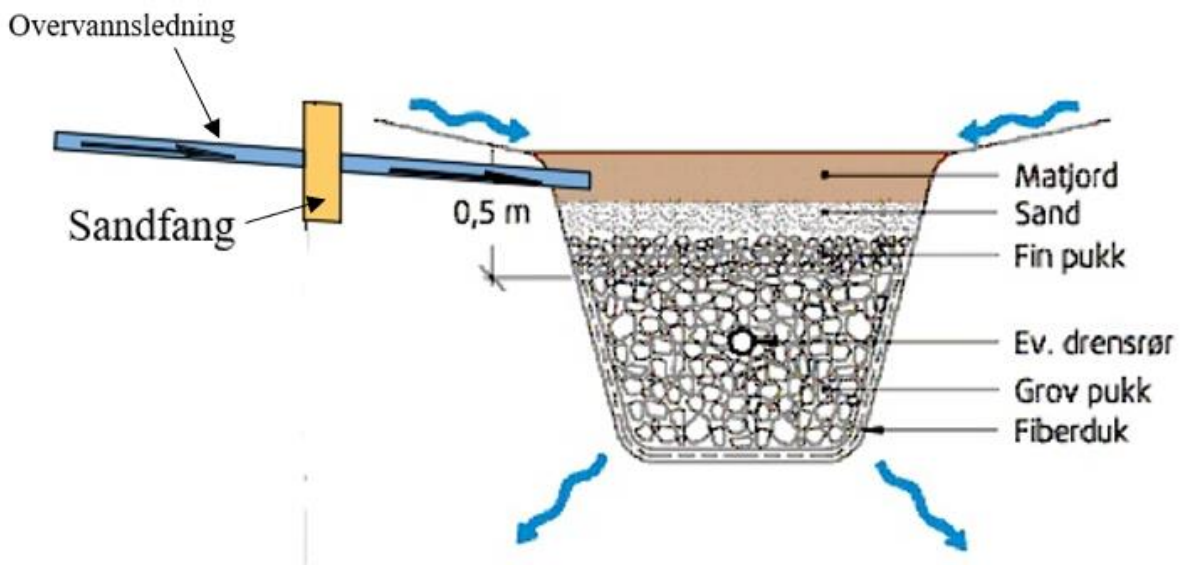


Figur 3.13 Kobling til overvannsledning

Figur 3.14 Kobling til fordrøyningsgrøft

Takvann skal fanges opp av takrenner som ved bruk av nedløp fører vannet ned i overvannsledninger som er koblet direkte på kommunale overvannsledninger (se Figur 3.13). Dette vannet skal ledes mellom sandfang for å filtrere vann før dette blir videreført til ledninger.

Takvannet fra de 11 andre boenhetene skal ledes ned til overvannsledninger som viderefører vann til fordrøyningsgrøft. Samme overvannsledninger skal benyttes for å videreføre vann fra asfalterte overflater. Det skal benyttes overvannskum som fanger opp dette vannet og leder det videre til fordrøyningsgrøft som det er vist på Figur 3.13.



Figur 3.15 Oppsett av fordrøyningsgrøft [4]

På Figur 3.15 vises fordrøyningsgrøft som er slake gresskleddede grøfter. Disse skal hjelpe med fordrøyning, infiltrasjon og bortledning av vann fra veier, parkeringsplasser eller andre faste overflater. Det kan også brukes for å forbedre avrenning for områder med dårlig infiltrasjonsgrunn.

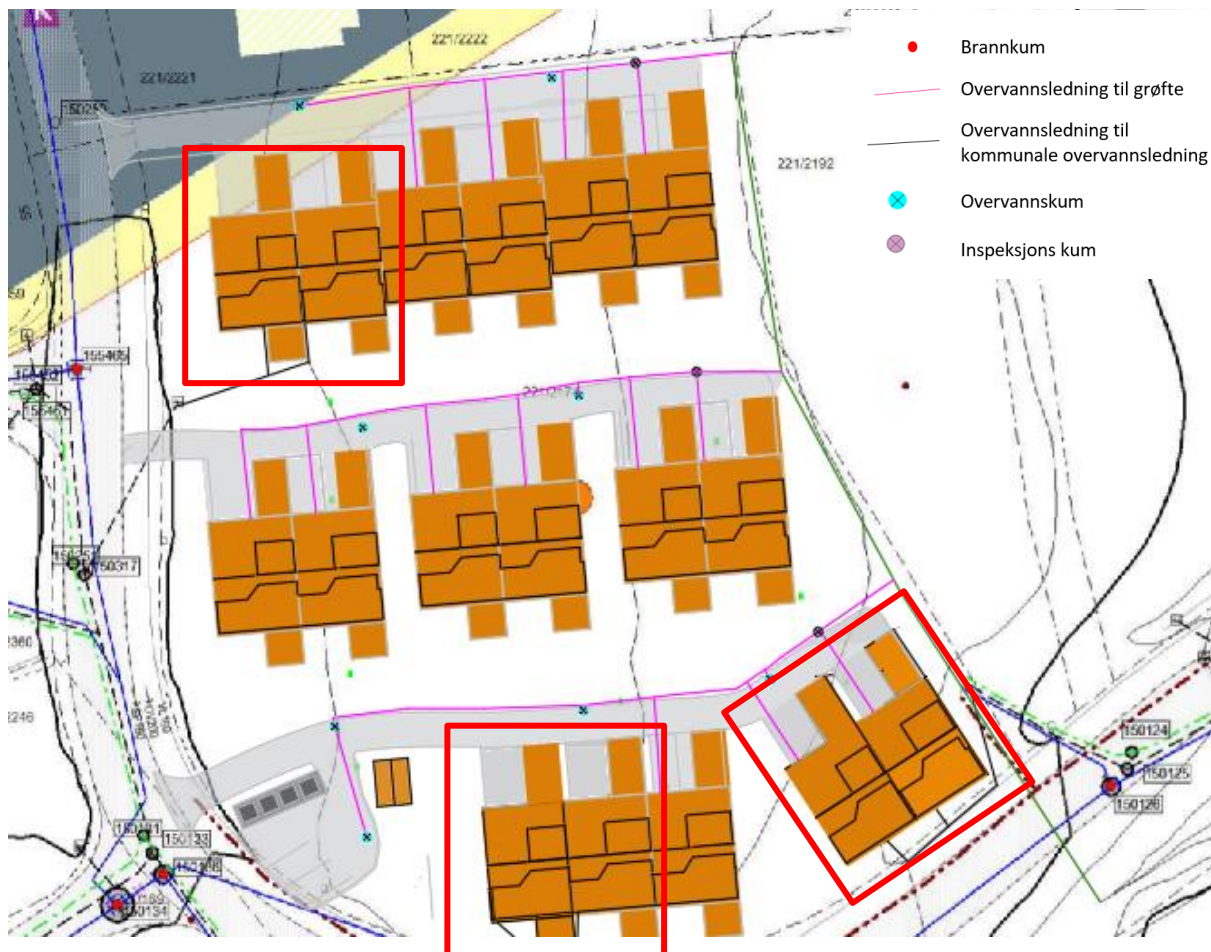
Det skal først graves en grøft, i tilstrekkelig dybde, som leder overvannet videre. I grøften skal det legges fiberduk for å forhindre at overvann kommer i grunnen. Ved bruk av fiberduk må grøften vedlikeholdes regelmessig for å fjerne slam som har samlet seg opp.

Grøften blir etterpå fylt opp med grov pukk og det plasseres drensør i midten, rørene fører overvannet videre til bekk. Over dette blir det fylt opp med fin pukk, sand og til slutt matjord for å kunne beplante. For dimensjon av grøft se vedlegg M beregninger

Takkvann og vann fra de asfalterte flatene blir videreført i overvannsledninger mellom sandfang for å filtrere vann før dette blir videreført til grøfter. Her blir vannet lagret og sakte videreført gjennom drensør til nærliggende bekk. Fordrøyningsvolum blir vist i vedlegg M for beregninger. Fall skal ikke være mer enn 2%. [5]

Figur 3.16 viser plassering av fordrøyningsgrøft og overvannsledninger. Fordrøyningsgrøft skal plasseres langs grenser mot lekeplass på østsiden av tomte. Vegene skal settes opp med fall til grøfter som leder vannet videre til fordrøyningsgrøften.

### 3 Skisseprosjekt



Figur 3.16 Tegning for overvannsledning tilkobling

De boenhetene som er markert på *Figur 3.16* kobles til kommunale overvannsledninger. For å begrense behov for ledninger blir det valgt å koble boenheter til kommunale overvannsledninger som har korteste avstand til selve ledninger.

Ledninger som fører til grøfter, er plassert vedsiden av vegene for å være lett tilgjengelig for kontroll og reparasjoner.

Overvannskummer plasseres nærmere kanten av vegene og parkeringsplass. Vegene skal ha fall til overvannskum for å lede vann til kummer.

Planområdet har behov for 261 lm overvannsledninger og 80 lm drensør med dimensjon 200 mm.

### 3.4.4.3 Grøfter til ledninger

Figur 3.17 viser ledningsnett for planområdet. Vann-, spillvanns- og overvannsledninger utheves det tre forskjellige grøfter for å kunne plasseres disse ledninger.



Figur 3.17 Tegning av ledninger for planområdet

Dimensjon på grøfter blir bestemt av antall ledninger som skal plasseres i den.

Grøfter for tre ledninger dimensjoneres med 1,8 m dybde og 0,8 m bredde. Det er behov for 192 m grøft i denne størrelsen.

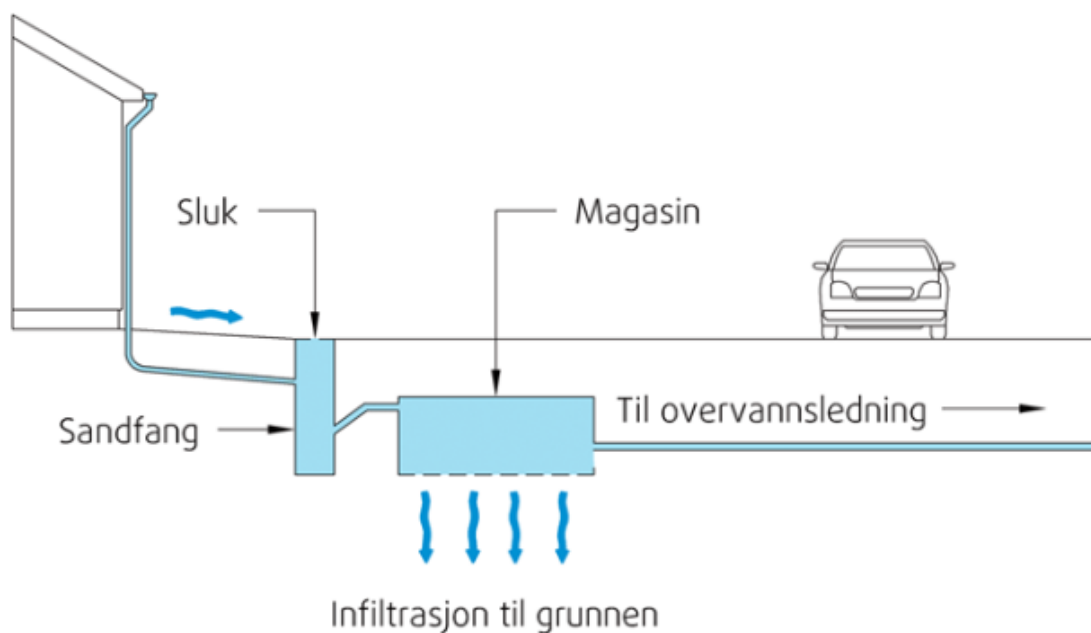
Dimensjon for grøfter med to ledninger blir 1,8 m dyp og 0,5 m bred, grøft med denne dimensjonen blir totalt 79 m.

For en ledning skal grøfter ha dimensjon med 1,8 m dybde og 0,3 m i bredde. Det blir 142 m med denne grøftestørrelsen.



#### 3.4.4.4 Alternative løsning

Et alternativ for et mer kontrollert system er fordrøyningsmagasiner. Disse magasinene skal ta opp overvann som går over kapasiteten av de kommunale overvannsledningene. På grunn av at kommunale overvannsledninger ikke er dimensjonert for å ta opp overvann etter utbygning benyttes slike magasin. Magasinene tar opp og lagrer overvannet frem til de kommunale overvannsledningene har kapasitet til å motta vannmengden. Vannet slippes over i overvannsnettet i kontrollerte mengder ved bruk av f.eks. strupet utløp.



Figur 3.18 Prinsipp av fordrøyningsmagasin [6]

I et slikt system føres alt takvannet fra alle boenhetene til fordrøyningsmagasinet. Fra Figur 3.16 ser man at også vannet fra de asfalterte flatene blir ledet i det samme overvannsledningsnettet.

Alt overvann skal ledes til sandfang som filtrerer vannet før det blir videresendt til magasin. I magasinet skal en del av vannet infiltreres til grunnen. Resten av overvannet blir videreført til kommunale ledninger. System med fordrøyningsmagasin gir en bedre kontroll av overvannet enn andre alternativer. Fordrøyningsmagasin kan plasseres under veiene.

#### 3.4.4.5 Valg av løsning

Det blir valgt å bruke alternativ 1 med fordrøyningsgrøft. Valg av dette alternativet legges til grunn at dette alternativet har mindre behov for utgraving. Oppdragsgivers ønske er å gå for løsningen som fører til minst mulig utgraving. Dette basere seg på bakgrunn av ønsker om å gjøre minst mulig inngrep i terrenget og i forhold til kostnader.

## 4 Forprosjekt

I forprosjektet er alt arbeid med utviklingen av boligene gjennomført. Byggene er modellert, konstruksjonsoppbygging er valgt etter de kravene som er gitt i tek og fra byggherre, overflater i boligen er beskrevet for å gi bygget det ønskede preget og løsninger er valgt av bærekraftsmessige årsaker.

### 4.1 Romskjema

Det har i arbeidet med boligene blitt utarbeidet et romskjema for enhetene. Dette dokumentet beskriver hva slags overflater og utstyr boligene skal ha. Romskjema, sammen med byggebeskrivelsen legger de føringene byggherre ønsker å legge for utforming og kvaliteten på boligene. Romskjema kan finnes i Vedlegg F.

### 4.2 Bærekraftkonsept

Dette underkapitlet omhandler utvalgte bærekraftløsninger for prosjektet. Som fundament brukes veilederen til bygg21 «10 kvalitetsprinsipper for bærekraftige bygg og områder», som inspirasjon og rettesnor for bærekraftkonseptet [7]. FN definerer bærekraft som *“utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov.”* [8]

I arbeidet med å finne bærekraftige løsninger for boligbygg, ble hver konstruksjonsdel kontrollert mot nye og bærekraftige løsninger som finnes på markedet. Under følger en liste over noen av tiltakene som er utført for å ha et bærekraftig konsept:

- Vedlikeholdsvennlig miljøsertifisert trekledning som fasadematerial. Kledningen må være ECO-produkt sertifisert og ha teknisk levetid på 60 år.
- Luft til vann-varmepumpe og som går til vannbåren varme. Installert i alle førsteetasjene med unntak av baderom og vaskerom som vil ha elektrisk gulvvarme.
- Varmegjenvinner på gråvannet med 45% varmegjenvinning.
- I carport er det klargjort for lader til elbil.
- Klargjøring for ettermontering av solcellepaneler på taket.
- Energiklasse B for alle boligene.
- Vinduer etter krav i TEK17, tre-vinduer med alubekledning for lang levetid og liten vedlikeholdskostnad.
- Innbrudd- og brannalarm som kan kobles opp mot appstyring.
- EL-artikler koblet opp mot smarthus teknologi.
- Svanemerket kjøkkeninnredning med integrerte hvitevarer i energiklasse A++.

Formålet med disse detaljene er å forbedre byggene med tanke på miljøavtrykk og kvalitetsprinsippene i veilederen til bygg21. Konseptet blir videreført til byggebeskrivelsen som beskriver byggenes innhold og kvaliteter. Innholdet her skal inn i kontrakten med entreprenøren som blir tildelt prosjektet. Fullstendig bærekraftkonsept finnes i Vedlegg J Bærekraftskonsept.

## 4.3 Brannkonsept

I dette kapitlet blir valgte løsninger i forhold til brann fremlagt. Det skal vises en brannstrategi, materialvalg, og utfoming av tomte i forhold til brannsikkerhet. Kapitlet er utarbeidet i henhold til TEK 17 og brukte Byggforskserien som veiledning. For prosjekterende branntabell ser Vedlegg R Vedlegg R

Utgangspunkt blir tatt i Nivå A (se *Figur 4.1*) iht. Byggedetaljer 321.026 «Brannsikkerhet. Dokumentasjon av brannsikkerhetsstrategi»



Figur 4.1 Nivåer for dokumentasjon av brannsikkerhet [9]

Retningslinjene som blir utarbeidet i dette kapitlet skal benyttes videre i detaljprosjekteringen og i utførelsen. I videre prosjektering er det anbefalt å gjennomføre tverrfaglig kontroll for å sikre de branntekniske kravene.

### 4.3.1 Identifisering

Tabell 4.1 Identifisering

Oppdragsgiver	SBBL Skien boligbyggelag
Prosjektnavn	Trokåsa
Adresse	Trokåsa 3737 Skien

Tomt nummer:	221/2174
--------------	----------

### 4.3.2 Byggebeskrivelse og branntekniske forutsetninger

#### 4.3.2.1 Generell beskrivelse

Det blir prosjektert 17 boenheter som består av 6 hus i rekke, 4 tomannsboliger og 3 hus i rekke. Bygninger har 3 etasjer. For mer detaljert informasjon bes leseren om å se vedlegg D.4 byggebeskrivelse.

#### 4.3.2.2 Beregnet bruk

Bygningene er boligbygg, spesielt egnet som familiebolig.

#### 4.3.2.3 Arealer og etasjer

Etter kapittel 6 i TEK17 «Beregnings- og måleregler» har bygningene 3 tellende etasjer.

Tabell 4.2 Areal og etasjer

Plan	Brannklasse	risikoklasse	Tellende etasje	Bruttoareal (BTA)
Stor bolig	2	4	3	158 m <sup>2</sup>
Liten bolig	2	4	3	148 m <sup>2</sup>

#### 4.3.2.4 Antall personer

Gjennomsnittlig antall personer per boenhet er vurdert til 4 stk. Rømningsveier finnes i Vedlegg E branntegninger som viser plantegninger med anvisning.

#### 4.3.2.5 Risikoklasse og Brannklasse (§ 11-2 / §11-3)

Fra Tabell 4.3 fremkommer det at byggene blir satt i risikoklasse 4 og brannklasse 2.

Tabell 4.3 Brannklasse og risikoklasse fra Byggforskeren [10]

Type virksomhet	Forhold som bestemmer risikoklasse				Risiko- klasser	Brannklasser (Bkl)		
	Kun sporadisk personopphold	Alle kjenner rømningsforholdene og kan bringe seg selv i sikkerhet	Beregnet for overnatting	Liten brannfare ved forutsatt bruk		Én etasje	To etasjer	Tre og fire etasjer
Garasje og parkeringshus i én etasje, skur, driftsbygning uten husdyrrom	Ja	Ja	Nei	Ja	1	-	Bkl. 1 <sup>1)</sup>	Bkl. 2
Kontor, industri, lager, parkeringshus, driftsbygning med husdyrrom	Ja/nei	Ja	Nei	Nei	2	Bkl. 1	Bkl. 1	Bkl. 2
Barnehage og skole	Nei	Ja	Nei	Ja	3	Bkl. 1	Bkl. 1	Bkl. 2
Boligbygning, barnehjem, internat, brannstasjon med døgnbemanning	Nei	Ja	Ja	Ja	4	Bkl. 1	Bkl. 1	Bkl. 2 <sup>1)</sup>
Salgs- og forsamlingslokaler	Nei	Nei	Nei	Ja	5	Bkl. 1	Bkl. 2 <sup>2)</sup>	Bkl. 3
Overnattingssted, sykehus, pleieinstitusjon, arrestlokale, fengsel, asylmottak, bolig for personer som ikke kan ivareta egen sikkerhet i tilfelle brann	Nei	Nei	Ja	Ja	6	Bkl. 1	Bkl. 2 <sup>3)</sup>	Bkl. 2

#### 4.3.2.6 Spesiell risiko

For planområdet er det ikke kjent noen form av spesiell risiko, farlige aktiviteter eller lagring i bygningen. Eier av boenhet har selv ansvaret for at brennbare gasser og væsker lagres i de mengdene som er godkjent etter lover og krav uten søknad om oppbevaring i henhold til «Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff, samt utstyr og anlegg som brukes ved håndteringen» [11].

#### 4.3.2.7 Bæreevne og stabilitet

Risikoklasse og etasjeantallet er det som legger føringer for hvilket bæreevnekrav som skal følges. I dette tilfellet er det kravet R 60 [B 60] som må oppfylles for hovedbæresystemet og takkonstruksjonen som er definert som branncellebegrensning. [12]

#### 4.3.2.8 Konsept for rømningsvei

Branntegningene er utgangspunkt for valg av nødvendige løsninger i de forskjellige etasjene og rommene. I 1. etg. kan bygget forlates gjennom utganger markert med grønn pil (se branntegning).

I 2. etg. skjer normalt rømning via trapp, men kan også skje fra balkong eller fra taket på carporten. Brannstige monteres som rømningsvei til terreng.

3. etg. blir definert som en etasje med kun sporadisk opphold i og med at det ikke finnes noe soverom. Tilstrekkelig rømning kan derfor foregå via trapp.

Størrelse for rømningsvei og vinduer skal tilfredsstille kravene til rømningsvei i TEK17. [13]

#### 4.3.2.9 Konsept for branncelleinndeling

Krav i TEK17 skal følges og alle boenheter skal defineres som egne brannceller. Teknisk rom og rom med ventilasjonsanlegg er også definert som egne brannceller. Skilleveggen mellom boenhetene skal settes opp som branncellebegrensende vegg.

*Figur 4.2 Skillevegg mellom tomannsbolig. [14]*

Skillevegg mellom boenheter blir oppbygd som det er vist på *Figur 4.2*. Oppbygging av skillevegg er i henhold til krav til brannvegg for brannklasse 2 ut fra dibk. [15]

Som skillevegg må branncellebegrensende vegger føres opp til yttertaket og ut i takfoten. Dette skal forhindre brannspredning mellom brannceller i den forutsatte brannmotstandstiden.

#### 4.3.2.10 Risiko for brannspredning til nabobygninger

Bygninger blir etter TEK17 definert som lavbyggverk, med gesims-/mønehøyde inntil 9 m. Dibk anser alle byggverk med høyder inntil 9,0m som lave byggverk. [16]

Avstand mellom hvert byggverk skal være minimum 8 meter. De ytterveggene som ligger med mindre avstand enn dette skal settes opp som brannvegg med branncellebegrensning. Det kan enkeltvis vurderes i sammenheng med brannceller om det er behov for branncellebegrensning.

Yttervegg og skillevegg som er definert som branncellenbegrensning skal utføres i henhold til dibk branncelle tabell [15]

Yttervegg blir EI 60 [B60].

Alle vinduer og dører som er plassert i brannvegg må ha samme brannmotstand. Utforming av vinduer og dører skal gjennomføres i henhold til TEK17.

## 4.4 Gjennomgang av bærekonstruksjon

I dette kapittelet vil bærekonstruksjonen til boligene bli gjennomgått. Fokuset har ikke vært å dimensjonere hver eneste del av bygget, men å gjøre en gjennomgang for å sikre byggbarheten for boligkonseptet. De områdene som er nærmere undersøkt er de stedene hvor bæresystemet har vært av betydning for den totale utformingen.

### 4.4.1 Fundamenteringsmetodikk

For å avgjøre hvilken form for fundamentering som er tilstrekkelig på tomten, var det nødvendig å gjøre en kontroll av grunnforholdene i området. Som *Figur 3.11 Kvartærgeologisk kart for planområdet og tilgrensende arealer* viser og som det er nevnt i kapittel 3.4.4, består området av tykk havavsetning som er silt og leire. Multiconsult utførte i 2005 en undersøkelse i området, hvor løsmassene ble beskrevet som siltig sand, leirig silt og morene i rekkefølgen det er nevnt. Observasjonen gjort av Multiconsult, harmonerer godt med løsmassekartene for planområdet. Grunnundersøkelsen fra Multiconsult finnes i Vedlegg G.

Konstruksjonen mot grunn vil bli en plate på mark med ringmurselementer. Under søyler og bærende vegger er det nødvendig å opprette tilstrekkelige fundamenter. Vekten fra tak og vekten etasjeskillere blir fordelt på motsatte vegger, da taksperrene spenner motsatt vei av etasjeskillet. Under følger en tabell med utregning av laster på de aktuelle veggene.

Tabell 4.4: Last som blir ført ned på ringmurselementer [17]

	A	B	C	D	E	F	G
1	Yttervegg som bærer tak	Last	Lastfaktor	Formfaktor	Antall etasjer	Bredde/høyde	Linjelast
2	Enhet	kN/m <sup>2</sup>	-	-	-	m	kN/m
3	Snølast	4	1,5	0		2,35	14,1
4	Tak	1,1	1,2			2,35	3,102
5	Dimensjonerende linjelast						17,202
6							
7							
8	Yttervegg som bærer etasjeskillere						
9	Etasjeskiller egenlast	0,5	1,2		2	2	2,4
10	Etasjeskiller nyttelast	3	1,35		2	2	16,2
11	Yttervegg	0,5	1,2		2	2,4	2,88
12	Dimensjonerende linjelast						21,48

Som ringmurselementer er det valgt Jackon ringmur RU, dette er det alternativet Jackon leverer for vegger med tykkelse større enn 200mm.

Tabell 4.5: Nødvendig ringmur/understøttelse [18]

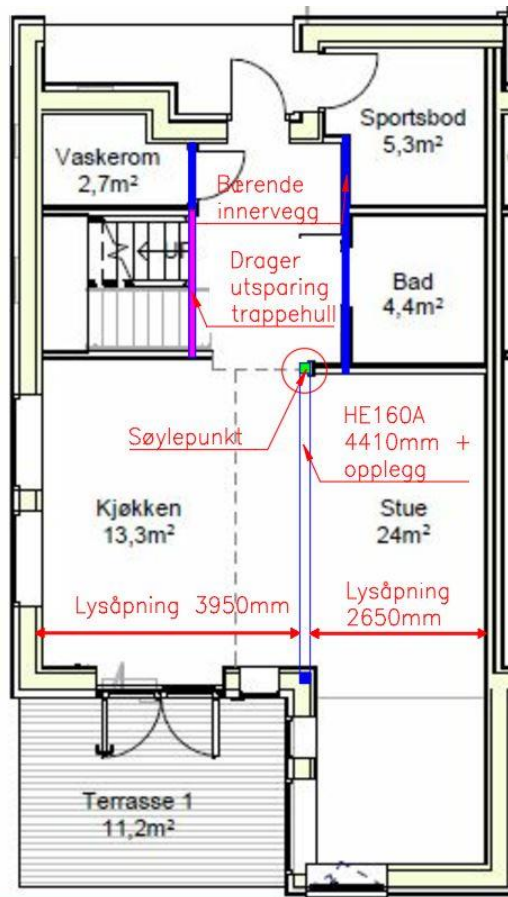
Maksimal dimensjonerende linjelast [kN/m]									
Byggegrunn	Type ringmur	Ringmur RSB					Ringmur RU		
	Info om såleblokk og ringmurshøyde	Uten såleblokk				Med såleblokk	Uten såleblokk		Med såleblokk
		H=300 mm	148 mm	H= 450, 600 og 750 mm			H=300 mm	H= 450, 600 og 750 mm	
				198 mm	148 mm				
Type stender (bredde)	198 mm	148 mm	198 mm	148 mm	198 mm	248 mm	248 mm	248 mm	
Silt og sand	Løs silt og sand, bruddvinkel 31°. (Eller når man ikke har oversikt over type silt og sand i byggegrunnen).	12	7	20	13	50	19	19	60
	Fin og tørr sand, bruddvinkel 33°. (Eller når man ikke har oversikt over type sand i byggegrunnen).	14	8	24	16	60	22	23	72
	Naturlig fuktig velgradert sand, bruddvinkel 36°.	20	11	34	22	87	31	32	104
Grus	Middels grov, fuktig grus, bruddvinkel 33°. (Eller når man ikke har oversikt over type grus i byggegrunnen).	14	8	25	16	64	23	23	76
	Godt komprimert grus. (Tilsvare grov, fuktig grus, bruddvinkel 37°)	22	12	37	24	95	34	35	113
	Middels grov, tørr grus, bruddvinkel 40°. Eller sprengsteinsfylling med puk over.	31	17	53	34	141	49	50	169
Leire	Leire med skjærfasthet 50 kPa.	13	8	21	14	46	20	20	53

Grunnet laster oppunder grenseverdiene for behov av såleblokk, er det valgt å gå videre med bruk av dette i prosjektet. Ved nærmere undersøkelser av grunnforholdene på tomten og detaljprosjektering av boligene, vil det ved eventuell bygging være muligheter for å få et akseptabelt resultat uten bruk av såleblokk.

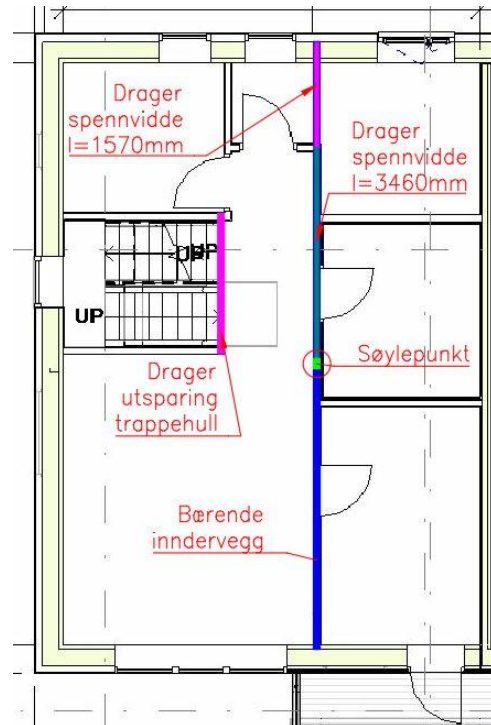


#### 4.4.2 Bæresystem for bygget

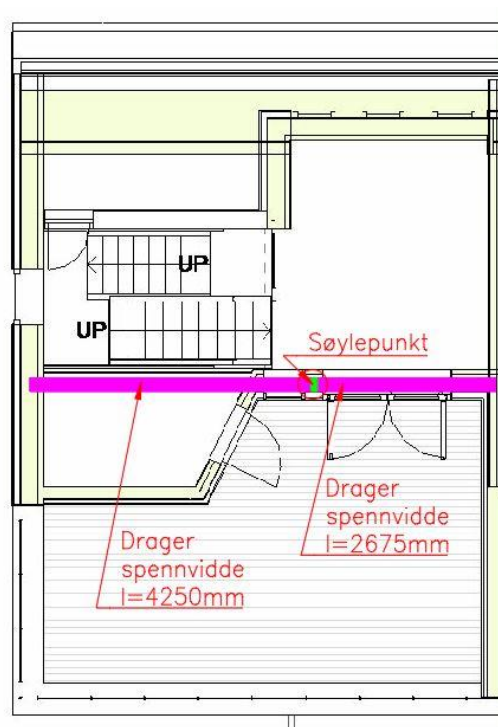
Under vil det følge figurer med plantegninger av hver etasje, hvor det er angitt hvor i bygget det har vært behov for å opprette en form for bæring.



Figur 4.4: Bæresystem 1. etg.



Figur 4.3: Bæresystem 2. etg.



Figur 4.5: Bæresystem 3. etg.

Hadde bygget endt slik det så ut på et tidlig stadium i prosjektet, hadde det vært nødvendig med bjelker i etasjeskillet som tålte et spenn i hele byggets bredde på 6750 mm. Pga. begrensinger på byggehøyde på tomten var det ikke rom for bjelker høyere enn 350 mm, noe som hadde ført til at nødvendig bjelke hadde vært HB-350 (kraftigste bjelketype) fra Masonite [19] med c/c-avstand 300 mm. Av prismessige årsaker ble det derfor nødvendig å opprette bærepunkter for å få ned kravene til bjelketype. Den kraftigste drageren som ble opprettet for å få ned kravene til bjelkelaget er drageren som går gjennom stuen i 1. etg. Denne drageren skal bære vekten av alle overliggende konstruksjoner med påfølgende nyttelast og snølast. Det var et sterkt ønske om å få til denne drageren som en limtrebjelke, men etter beregninger utført med programmet ISY Design ble det klart at ingen limtrebjelke med høyde mindre eller lik 350 mm hadde tilstrekkelig lastkapasitet. Det ble derfor utført videre beregninger med ståldrager, hvor programmet konkluderte med at en HE160A-bjelke var tilstrekkelig bæring. Rapport fra beregningen kan finnes i Vedlegg K. Under følger tabell med lastene som drageren blir påført ovenfra og som er brukt videre i beregningen i ISY Design.

Tabell 4.6: Lastpåkjenninger på drager i stue

Last på drager					
Lag	Egenvekt	Enhet	Påkjenning på drager V	Påkjenning på drager H	Total
Etasjeskille nr. 1 egenvekt	0,5	kN/m <sup>2</sup>	4,7	3,2	7,9
Etasjeskille nr. 1 nyttelast	3	kN/m <sup>2</sup>	28,3	19,0	47,3
Innvendige skillevegger	0,4	kN/m <sup>2</sup>	6,8		6,8
Etasjeskille nr. 2 egenvekt	0,5	kN/m <sup>2</sup>	4,7	3,2	7,9
Etasjeskille nr.2 nyttelast	4	kN/m <sup>2</sup>	37,8	25,3	63,1
Vegger 3. etg.	0,6	kN/m <sup>2</sup>	10,1		10,1
		Sum	92,5	50,6	143,0
		Per m	19,7	10,8	30,4
Alt. 1 - I-bjelker					
	Vekter fra bjelker/vegger	Nyttelast		Nyttelast/snølast	Total
Punktlast 1	2,1	kN	3,0	4,0	9,1
Punktlast 2	4,2	kN	6,0	8,1	18,3
Punktlast 3	4,2	kN	6,0	8,1	18,3
Punktlast 4	4,2	kN	6,0	8,1	18,3
Punktlast 5	4,2	kN	6,0	8,1	18,3
Punktlast 6	4,2	kN	6,0	8,1	18,3
Punktlast 7	4,2	kN	6,0	8,1	18,3
Punktlast 8	4,2	kN	6,0	8,1	18,3
Sum	31,3	kN	45,3	60,4	136,9

Med bæresystemet som er utarbeidet er største lysåpning for bjelkelaget redusert til 3950 mm (fra tidligere 6750 mm), med det er bjelke H-300 (enkleste bjelketype) på c/c-avstand 600 mm tilstrekkelig [19]. At denne bjelken har mulighet for hulltaking i ventilasjonskanalens dimensjon er også kontrollert etter tabell [20]. I etasjeskillet mellom 2. og 3. etg. er det valgt å bruke bjelke H-350 for den innvendige delen av etasjeskillet og H-300 for den utvendige delen, begrunnelse for dette kan leses videre om i 4.6.2 utvikling av bolig. Bjelke H-300 er kontrollert mot snølasten på 4,0kN/m<sup>2</sup> [21] og er akseptabel. [22]

For taksperrer er det valgt bjelke H-350 av isolasjonsmessige årsaker, det er kontrollert at dette er den nødvendige dimensjonen etter den gitte spennvidden på 4960 mm [22].

Mønedrageren i bygget er kontrollert pga. begrenset plass til drager over terrassedør. Søylepunktet midt i bygget er opprettet for å begrense den beregningsmessige spennvidden til mønedrageren, i tillegg til ståldrageren i stuen i 1. etg. Den største spennvidden for drageren er 4250 mm, lasten på denne delen er beregnet til 15,84 kN/m. Ved bruk av tabell «Kapasitet i bruddgrensetilstand for bjelker av limtre GL32c» blir det avklart at bjelke 140x315 er nødvendig [23].

Lastpåvirkningen i bruddgrensetilstanden er utregnet ved:

dimensjonerende lastpåvirkning = 1,2\*egenlast tak + 1,5\*reduksjonsfaktor k\*karakteristisk snølast på tak

Formel 4.1 Snølast på tak

Snølast på tak:  $s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$  (kN/m<sup>2</sup>)

0,8\*1\*1\*4,0=3,2kN/m<sup>2</sup>

dimensjonerende lastpåvirkning = 1,2\*1,0+1,5\*0,9\*3,2= 5,52 kN/m<sup>2</sup>

Lastpåvirkning per meter på drageren blir derfor:

$$5,52 \text{ kN/m}^2 * 2,4 \text{ m (halvparten av spennvidden til sperrene)} = 13,25 \text{ kN/m}$$

Det påløper også en liten lastpåvirkning fra taket på den lille uteboden på takterrassen på drageren, det antas at denne lasten ikke kommer til å utgjøre noen forskjell på størrelse på drager da det er en del å gå på.

Tabell 4.7 [23]

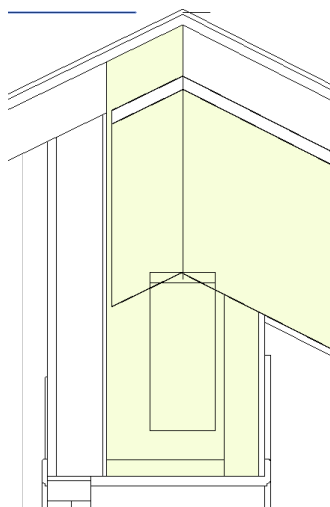
Kapasitet (kN/m) i bruddgrensetilstand for bjelker av limtre GL32c. Permanent last og korttidslast (egenlast og snølast). Klimaklasse 1 og 2 (se [pkt. 224](#) for korreksjonsfaktorer for klimaklasse 3).

Merk: Kapasiteten skal sammenliknes med dimensjonerende last i bruddgrensetilstand, jf. [pkt. 232](#).

Tallverdier skrevet med **fet type** viser at nedbøyningskriteriet,  $l/300$ , er dimensjonerende. Ved bruk av limtre i fasthetskklasse GL28c må kapasitetene i tabellen reduseres ved å multiplisere med faktoren 0,85.

Dimensjon mm x mm	Beregningsmessig spennvidde, l (m)														
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
140 x 180	28,0	<b>15,6</b>	<b>9,0</b>	<b>5,7</b>	<b>3,8</b>	<b>2,7</b>	<b>1,9</b>	<b>1,5</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
140 x 225	35,1	28,0	<b>17,6</b>	<b>11,1</b>	<b>7,4</b>	<b>5,2</b>	<b>3,8</b>	<b>2,9</b>	<b>2,2</b>	<b>1,7</b>	<b>1,4</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>
140 x 270	42,1	33,7	28,0	<b>19,2</b>	<b>12,8</b>	<b>9,0</b>	<b>6,6</b>	<b>4,9</b>	<b>3,8</b>	<b>3,0</b>	<b>2,4</b>	<b>1,9</b>	<b>1,6</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>
140 x 315	49,1	39,3	32,7	28,0	<b>20,4</b>	<b>14,3</b>	<b>10,4</b>	<b>7,8</b>	<b>6,0</b>	<b>4,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,1</b>	<b>2,5</b>	<b>2,1</b>	<b>1,8</b>
140 x 360	56,1	44,9	37,4	32,1	28,0	<b>21,4</b>	<b>15,6</b>	<b>11,7</b>	<b>9,0</b>	<b>7,1</b>	<b>5,7</b>	<b>4,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,2</b>	<b>2,7</b>
140 x 405	63,1	50,5	42,1	36,1	31,6	28,0	<b>22,2</b>	<b>16,7</b>	<b>12,8</b>	<b>10,1</b>	<b>8,1</b>	<b>6,6</b>	<b>5,4</b>	<b>4,5</b>	<b>3,8</b>
140 x 450	70,1	56,1	46,7	40,1	35,1	31,2	28,0	<b>22,9</b>	<b>17,6</b>	<b>13,8</b>	<b>11,1</b>	<b>9,0</b>	<b>7,4</b>	<b>6,2</b>	<b>5,2</b>

Spennvidden er som nevnt 4,25 m, og lastpåvirkningen ligger under kapasiteten oppgitt for spennvidde 4,5 m derfor er sikkerhetsmarginen rimelig høy. Som det er illustrert på figuren under, er det god plass til drager over losholt over terrassedør. Det er plass til å øke drageren til 140x360 mm om det skulle vise seg å være nødvendig.



Figur 4.6: Plassering av limtre drager møne

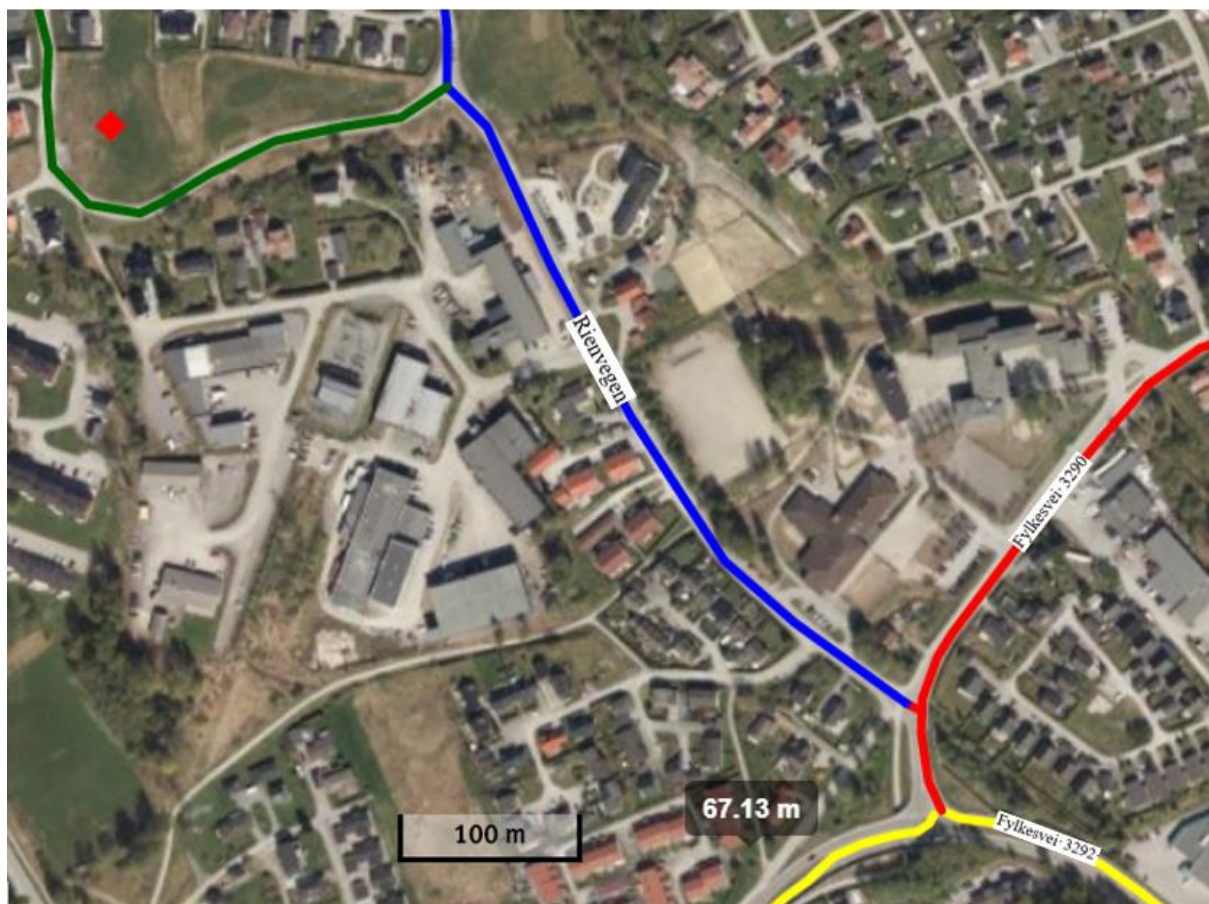
## 4.5 Infrastruktur

I dette kapittelet blir det gjennomført en analyse for nærliggende infrastruktur.

Analysen gir en oversikt over eksisterende og planlagte fremtidige veier som fører til tomten. Kapittelet viser også offentlige forbindelser og butikker i nærområdet. Vurderingen som blir gjort er hvorvidt området er egnet for barnefamilier.

### 4.5.1 Eksisterende veg i område

På *Figur 4.7* er veiene som fører til og ligger rundt tomten fremhevet. Veiene kan deles i to nivåer etter Statens Vegvesens prioritet. Gul og rød markering er fylkesveier, mens blå og grønn markerer kommunale veier.



*Figur 4.7 Kart fra Norge i Bilder av Trokåsa [2]*

### Fylkesvei 3292

Fylkesvei 3292 blir brukt for å komme opp til planområdet. Ut fra Statens Vegvesen sin vegkartbok kommer det fram at fylkesvei 3292 blir klassifisert som vegklasse 5.

ÅDT for denne vegen er 9900, og 4 % av den er lange kjøretøy som tilsvarer 396. Hastighet tillatt til 50 km/t. Vegen har en bredde på gjennomsnittlig 6,5 meter, men er utbygget i kryssområdet. [24]

På veien er det registrert 5 ulykker som har oppstått i eller i nærhet av kryss hvor veien går opp til fylkesvei 3290. Det er registret 4 lett skadde og 1 alvorlig skadet.

**ÅDT: 9900**                      **ÅDT<sub>T</sub>: 4% = 396**

**Hastighet: 50 km/t**              **veibredde: 6,5 m**

**Vegklasse: 5**

### Kryss på 3292

Figur 4.8 viser at eksisterende kryss er et T-kryss på fylkesvei 3292. Krysset har store inn- og utkjørselsmuligheter. Det er utformet et venstresvingfelt for innkjøring til fylkesvei 3290 for ikke å stoppe trafikken på fylkesveg 3290. Det finnes gang og sykkelvei ved siden av fylkesvei 3292.

Krysset har fysisk opphøyet øy. I siktsonen befinner det seg ikke noen objekter som kan forstyrre sikten. [24]



Figur 4.8 Bilde fra Norge i Bilde viser T-kryss for innkjøring til Trokåsa [2]

### Fylkesvei 3290

Fylkesvei 3290 blir brukt for å komme opp til planområdet. Ut fra Statens Vegvesen sin vegkartbok kommer det fram at fylkesvei 3290 blir klassifisert som vegklasse 5. Det finnes gang og sykkelvei.

ÅDT for denne vegen er 1400, og 2 % av den er lange kjøretøy som tilsvarer 28. Hastighet tillatt til 30 km/t. Vegen har en bredde på gjennomsnittlig 6,5 meter, men er utbygget i kryssområdet. [24]

I eller i nærhet til krysset er det registret 3 ulykker. Ved alle tre tilfellene er skadeomfanget registrert som «lett skadde» og årsaken til ulykkene har vært høy hastighet.

**ÅDT: 1400**                      **ÅDT<sub>T</sub>: 2% = 28**

**Hastighet: 30 km/t**              **veibredde: 6,5 m**

**Vegklasse: 5**

### Kryss på 3290

Figur 4.9 viser at eksisterende kryss er et T-kryss på fylkesvei 3292. Krysset har for lengre biler litt dårlige inn- og utkjørselsmuligheter.



Figur 4.9 Bilde fra Norge i Bilder viser T-kryss på fylkesvei 3290 [2]

## Rienvegen

Rienvegen fører fra fylkesvei 3290 opp til boligfelt og rundt feltet. Statens Vegvesen klassifiserer denne veien som en kommunalvei i vegklasse 6.

Fylkesvei 3290 har et ÅDT på 1400 og antall lange kjøretøy ligger på 2% som utgjør 28 lange kjøretøy. Det blir antatt at ikke alle kjøretøy kjører inn til Rienvegen. Derfor vil ÅDT være lavere en 1400.

Vegene har en gjennomsnittlig bredde på 6.5 m, og hastighet ligger på 30 km/t. [24].

En ulykke med skade omfang «lett skadd» er registrert på veien.

**Hastighet: 30 km/t**                      **vegbredde: 6,5 m**

**Veiklasse: 6**

## Kryss på Rienvegen

Figur 4.9 viser at eksisterende kryss er et T-kryss på fylkesvei 3292. Utformingen av krysset kan føre til utfordringer for lange kjøretøy.



Figur 4.10 Bilde fra Norgeskart viser T-kryss på Rienvegen [2]

## Trokåsa

Trokåsa starter rett etter kryss fra Rienvegen. Gjennomsnittlig vegbredde er ca. 6,5 meter. Vegkart viser at det hastighet ligger på 30 km/t. [2]

Dette er en lokal vei som hovedsakelig kun blir brukt som bor langs veien.

Det er en ulykke registret på denne veien, omgang «lett skadd».

**Hastighet: 30 km/t**                      **vegbredde: 6,5 m**

**Veiklasse: 6**



### 4.5.2 Planlagt vegetasjon

Vegetasjon innafor planområdet består av ubebygde gressklede overflater. Det blir plantet hekker rundt tomte som avskiller boenheter langs vegen. Innafor selve området skal det plantes trær som gir en finere inntrykk. Alle ubebygde overflater skal beplantes med gress. Plassering av trær og hekker blir visst i utomhusplan. Se tegning utomhusplan Vedlegg E

Plassering av hekker blir utført slik at frisikt ved utkjøring fra tomten blir opprettholdt. Dette er anvist på *Figur 4.11*.

Stopsikt:

Formel for (5.6) [25]



Figur 4.11 Utklipp av utomhusplan

$$L_s = 0,278 * t_r * V + \frac{V^2}{254,3*(f_b+s)} \quad (5.6)$$

$t_r = 2$  sek reaksjonstid

$V = 30$  km/t hastighet

















$f_b = 0,588$  bremsfliksjon

$s = 0$  stigning

$$L_s = 0,278 * 2 * 30 + \frac{30^2}{254,3*(0,588+0)} = 22,7$$

### 4.5.3 Avstand til knutepunkter

Tabell 4.8 Oversikt over de viktigste forbindelsene [26]

Plass	Avstand	
	Tid	Lengde
<b>Meny på GS senteret</b>	10 min 	850 m
	2 min 	
<b>Bensinstasjon</b>	2 min 	900 m
<b>Down Town kjøpesenter</b>	8 min 	4,2 km
<b>Tog/busstasjon Porsgrunn</b>	12 min 	5,6 km
<b>Klyveskogen barnehage</b>	12 min 	1 km
	2 min 	
<b>Kongerød barnehage</b>	4 min 	260 m
	1 min 	
<b>Kverndammen barnehage</b>	20 min 	1,7 km
	4 min 	
<b>Klyve barneskole</b>	10 min 	750 m
	2 min 	
<b>Kongrød ungdomsskole</b>	11 min 	950 m
	3 min 	1,5 km
<b>Skogmo videregående skole</b>	6-8 min 	4-5,7 km
<b>Hjalmar videregående skole</b>	9-10 min 	5,5-6,2 km
<b>Klyve Idrettsplass</b>	4 min 	1,9 km
<b>Holdeplass for buss</b>	10 min 	800 m

Det finnes en idrettsplass 1,9 km fra planområdet og denne kan lett nås på sykkel. Bussholdeplass er i nærheten med avganger ca. hvert 6. min på dagtid. Med buss eller sykkel finnes det mulighet for å komme til Down Town. Vegene er utbygget for sykkel.

Vegene er utbygget med gangvei og hastigheten er begrenset med 30 km/t. Vegene blir ikke brukt som gjennomfartsvei. Disse veiene blir brukt hovedsakelig av folk som bor i området. Belysning for vegene er tilstrekkelig og gir bra oversikt selv når det er mørkt ute.

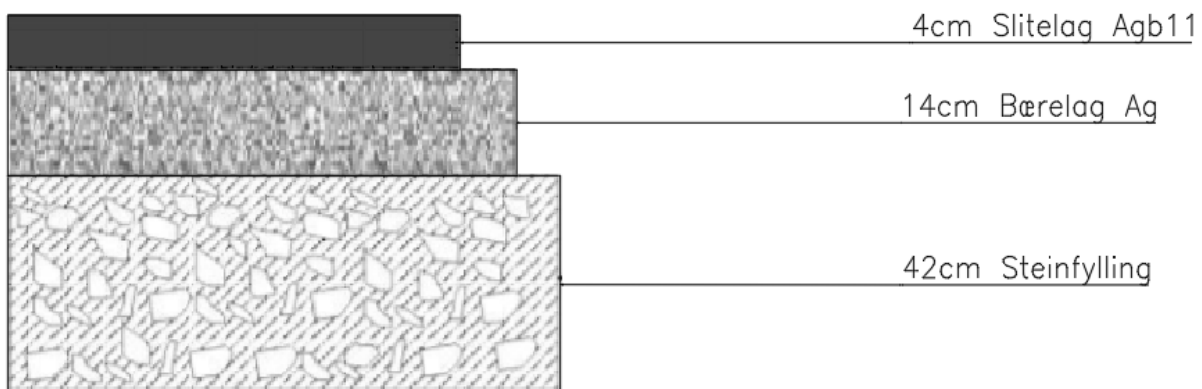
Området ligger sentralt nok for de viktigste behov, men er ikke for sentralt. Også finnes det skolen, barnehagen og fritidsaktiviteter i nærliggende område. Trafikken og hastigheter på vegene er så langt lavt. Derfor blir det vurdert at området egne seg for familien med barn.

#### 4.5.4 Vegene for planområdet

Vegene som skal bygges på planområdet skal fungere som en adkomstveg. Som det er vist på utomhusplan skal det plasseres tre veier. Interne veier skal brukes som adkomst til boligene.

##### 4.5.4.1 Oppbygning av veger

Vegens dimensjonerte bredde er 3,2 m og har tilsammen en lengde av ca. 176 m. Vegen skal oppbygges som det er visst i Figur 4.12.



Figur 4.12: Oppbygning for adkomstvegene

## 4.6 3D-modell

Dette kapittelet omhandler 3D-modellen som ble laget i forbindelse med prosjektet og prosessen med å opparbeide denne.

### 4.6.1 SOSI-import av terreng og hus

I starten av prosjektet ble det sett på løsninger for å få inn terrenget og de omkringliggende husene i modellen ved hjelp av Novapoint Trimble. Etter flere forsøk på å importere terrenget og de omkringliggende husene som vist i *Figur 4.13*, fantes det ingen løsning på import av husene fra Novapoint til Autodesk Revit.



*Figur 4.13 viser 3D-modell fra Novapoint som ble forsøkt importert til Autodesk Revit.*

Videre ble tilleggsfunksjonen til Revit, Focus RAT Basis brukt til å importere terreng og hus med SOSI-import funksjonen. Det ble testet to metoder for å modellere de omkringliggende husene så effektivt som mulig:

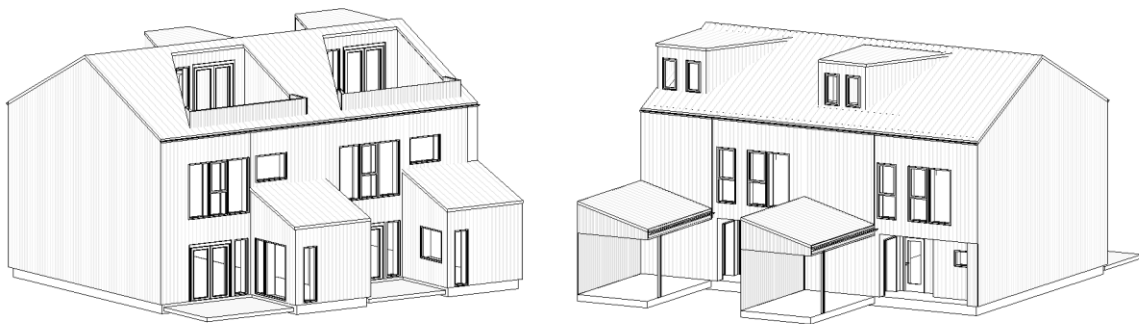
- Opprette ny fil og tegne en boligrekke av gangen og linke disse inn i hovedmodellen. Dette ble gjort på bakgrunn av at hovedfilen kom kanskje til å bli så stor at den ble treg å jobbe i.
- Tegne direkte i hovedfilen å legge bilde av kartet som en bakgrunn i kote 0.

Den enkleste metoden for å tegne opp boligene ble å tegne direkte i terrengfila. Kartgrunnlag ble lagt inn som underlag for å plassere og forme bygg riktig. *Figur 4.14* er et utsnitt fra Revit fra med prosessen å tegne de omkringliggende boligene.



#### 4.6.2 Utvikling av bolig

Intensjonen var i utgangspunktet å tilpasse rekkehusene fra Øster-Hus til tomannsboliger, men det ble etter hvert klart at det ville være vanskelig å få inn nok boenheter og med det oppnå lønnsomhet i prosjektet uten å også plassere noen av enhetene i rekke. Bygningene måtte også tilpasses en reguleringsplan som hadde strengere krav til byggehøyder. Det var derfor behov for å redusere loftsetasjen for å innfri krav til mønehøyde. Plantegninger måtte også gjøres om ettersom trappene måtte plasseres midt i bygget. Det var heller ikke utlevert noen målsatte tegninger fra Øster-Hus, bildene fra figur 4.4 og 4.5 utgjorde grunnlaget for utformingen av bygget. Som utgangspunkt i tidlig forprosjekt ble det opprinnelige utseendet til «Sørbohagane» kopiert etter beste evne.



*Figur 4.16 Bim-modell, tomannsbolig - tidlig forprosjekt*

Som følge av en kombinasjon mellom prosjektgruppas delte syn på det estetiske bidraget til det skrå oppløftet, og behovet for å utvinne mer takhøyde i loftsetasjen ble nevnte oppløft endret til et vesentlig større oppløft med rette kanter. Oppdragsgiver var heller ikke spesielt begeistret for utformingen på takene til carportene, og ønsket også at det ble sett på muligheten til å opparbeide terrasse over tilbygget til første etasje.

I forbindelse med omtegning av carporttak var det naturlig å ta tak i en annen utfordring også. Ettersom adkomstveier ligger tett inntil carport vil plassering av søylepunkt være kritisk i forhold til å få problemer med innkjøring. Som et tiltak har søylepunktet på tidligere tegninger vært flyttet litt innover på carportens åpne langside.

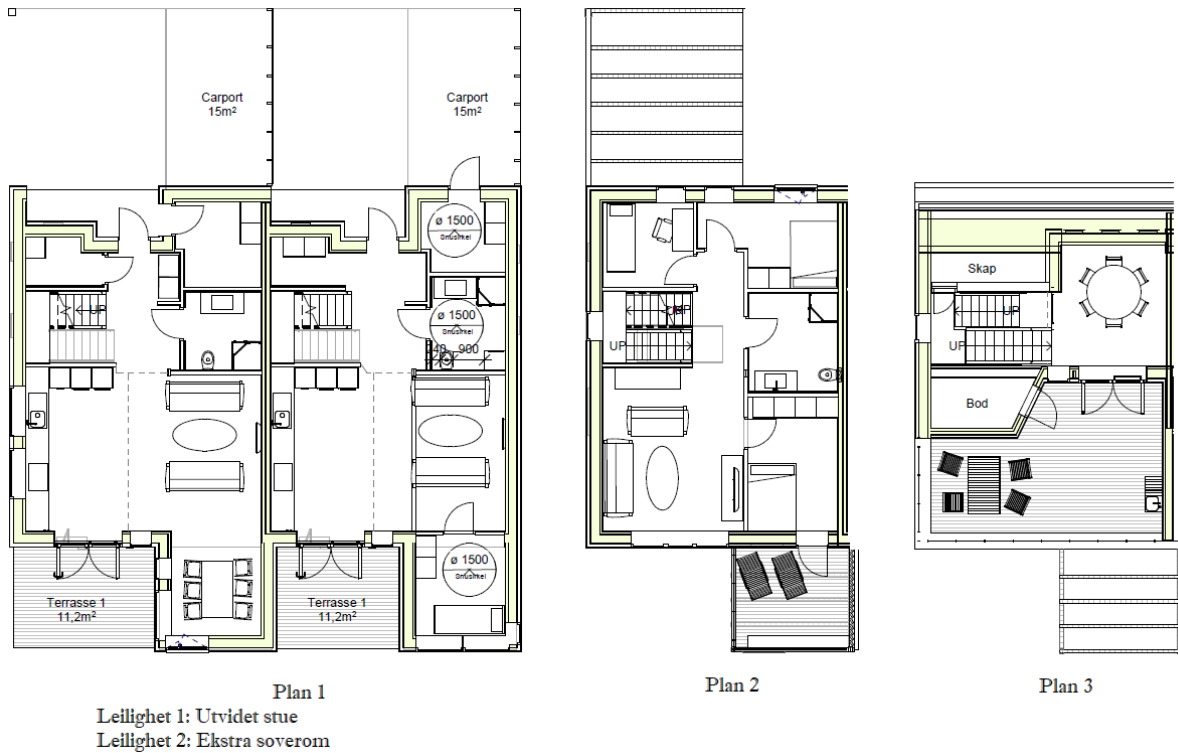
For å ytterlig redusere dette problemet ble det tegnet inn et pergolatak over inngangsparti og biloppstillingsplass. Tanken er at det i tillegg til å lage en hyggelig atmosfære rundt inngangspartiet, også muliggjør at søylepunktet kan flyttes vekk fra konfliktområdet.



Figur 4.17 Bim-modell, tomannsbolig – utvikling

I tillegg til takterrassekonseptet ble plantegningene fra «Sørbøhagane» ansett for å være godt egnet til prosjektet på Trokåsa. Det ble derfor lagt ned innsats i å tilpasse disse best mulig med minimale endringer. Det ble behov for å flytte trappeløpet til motsatt side, der plassering av trapp og bad bytter plass. Det medførte at plan 2 med unntak av soverom 1 og 2 måtte speilvendes, i tillegg ble loftsstuen flyttet på motsatt side og redusert. I gjengjeld ble det opprettet en utvendig bod tilknyttet takterrassen. De opprinnelige leilighetene ved «Sørbøhagane» er noe større med sine 149,6 kvm mot Trokåsa's 130 kvm, der den større loftsetasjen utgjør 14,6 av disse. Reduksjonen av de øvrige kvadratmeterne er fordelt jevnt på øvrige rom.

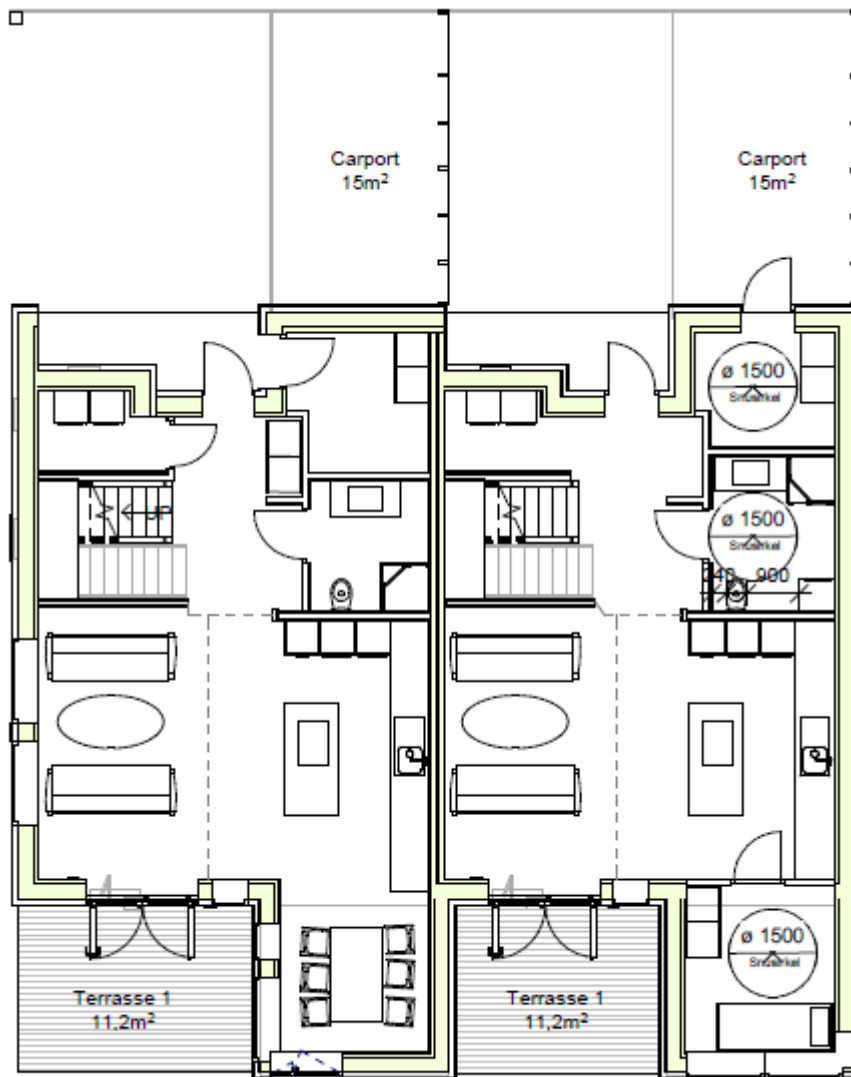
Det var særlig muligheten til å kunne tilby alle fasiliteter på ett plan som var spesielt viktig. Dette ville gjøre det mulig for personer med nedsatt funksjonsevne å bo i leilighetene ved å velge et ekstra soverom fremfor utvidet stue-del. Samtidig utløser det krav til tilgjengelighet og strengere krav til utforming for de av leilighetene som blir bygget med dette fjerde soverommet. Blant annet blir vaskerommet for lite til å innfri krav til snusirkel eller snurektangel, det ble derfor nødvendig å flytte plassen til vaskemaskin inn på badet i første etasje. Badet måtte derfor forstørres for å innfri krav til snusirkel og fri avstand fra toalett til nærmeste sider med 20- og 90 cm. Økningen på 0,8 kvm ble gjort på bekostning av størrelsen til sportsboden som ble redusert tilsvarende. Her måtte også døren flyttes fra det intrukne inngangspartiet ut i carporten. Dette ble utført for å innfri kravene til minsteavstand til fri sideplass for betjening av dør for rullestolbrukere. [27] Videre ble det opprinnelige vaskerommet omgjort til en åpen garderobe.



*Figur 4.18 Utklipp fra møblert planløsning, vedlegg AM101-103*

Det ble også utarbeidet en alternativ innredningsløsning for første etasjen der kjøkken og stue byttet plass og ble tilført en kjøkkenøy.





Figur 4.19 Utklipp fra møblert planløsning. Vedlegg AM104

Etter tilbakemeldinger fra markedsavdelingen til SBBL om at bygget fremstod noe «90-tallsaktig», ble det sett på muligheter for å gi det et mer moderne uttrykk. Det som virket mest i øyenfallende å utbedre var selve saltaket, samt de skrå leveggene som skulle hindre innsyn mellom verandaene.

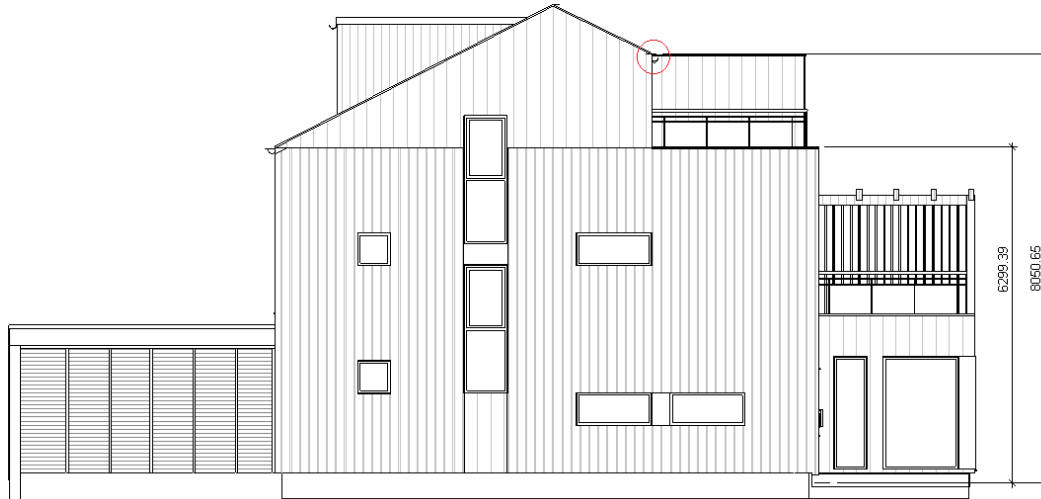
I et forsøk på å endre uttrykket til taket ble takterrassene utvidet ved å føre de ut til yttervegg. Samtidig ble toppen av gjenværende gavler, oppløft og yttervegger på takterrasse kledd med samme mørke kledning. Dette for at fargen på kledningen skulle gå mest mulig i ett med fargen på taket. Den ønskede effekten av dette var at tak og yttervegger i tredje etasje ville fremstå mer som et objekt, og ved det bidra til å redusere inntrykket av et tradisjonelt saltak.

Samtidig ble de skrå leveggene erstattet av spilevegg, der spilene ble vinklet 45 grader for å slippe gjennom lys, men hindre sikt på tvers av terrassene mot naboens terrasse. I tillegg ble de overbygd med pergola tak.



*Figur 4.20 Bim-modell, tomannsbolig. Ferdig versjon.*

Som en konsekvens av denne endringen fikk bygningene nå en ekstra gesimshøyde på 8 meter. En overskridelse på en meter i forhold til reguleringsplanens krav om gesimshøyde på 7 meter.



*Figur 4.21 Ny gesimshøyde*

Det vurderes likevel dit at denne løsningen vil slippe forbi mer lys enn om saltaket var ført ned til opprinnelig gesimshøyde. Videre vurderes det at denne løsningen ikke vil ha noen negativ innvirkning for noen av naboene, og at sannsynligheten for å få innvilget en dispensasjon fra kravet i dette tilfellet er stor. Det ble også sendt en henvendelse til byggesak om en vurdering rundt dette, men den eposten er foreløpig ikke besvart. Dersom det likevel skulle bli problemer med å få godkjent denne løsningen ble det tegnet en alternativ løsning der utformingen på takterrassen forble tilsynelatende uberørt, men profilen på saltaket er trukket ned til ordinær gesimshøyde på 6,3 meter.



*Figur 4.22 Alternativ løsning på gesimshøyde*

I forbindelse med modernisering av fasadene ble det også utarbeidet et alternativt konsept for takutformingen. Her ble det eksperimentert med å flytte møne ut av senterlinja for å bidra til å gi bedre takhøyde i trappegangen opp mot tredjeetasjen. Takvinklene ble også justert hver for seg, der taket på den nordlige siden fikk en brattere takvinkel på 40 grader, mens den sørlige ble gjort slakere med en takvinkel på 15 grader. Dette gav lavere gesimshøyde på nordsiden, og bedre takhøyde i boden på takterrassen. Bygget fikk et annerledes særpreg med sine asymmetriske linjer. Oppbrytningen på gavlene ble fjernet og bygget ble foreslått kledd med en mørk kledning. Denne muligheten ble utviklet ganske sent i forløpet, og var ment som et forslag til alternativ utforming. Det ble ikke utført nye statiske beregninger eller gjennomgang av bærekonstruksjonen. Det var heller ikke noen klar enighet om at dette var et bedre forslag. Det legges likevel ved vedlegg av fasader og illustrasjoner for å vise frem muligheten.



*Figur 4.23 Alternativ utforming av bygg. Utklipp fra vedlegg IF111*

I den siste fasen av utviklingen før boligene skulle plasseres i terrengmodell ble det forsøkt ut alternative fargekombinasjoner på bygget. Avgjørelsen falt til slutt på det nederste alternativet i Figur 4.24. Den valgte fargekombinasjonen ble vurdert til å være best tilpasset eksisterende omkringliggende bygningsmasse, og var i tillegg i tråd med oppdragsgivers ønsker.



Figur 4.24 Bim-modell, tomannsbolig – Alternative fargekombinasjoner

Det kom opp en problemstilling rundt oppbygging av gulv på terrassene i utviklingen av boligene. Terrassegulvet, med nødvendige sjikt, bygger totalt en god del over bjelkelaget. For å få en akseptabel terskelhøyde på dørene, ble det valgt å ha bjelkelag under terrasser 50 mm mindre enn i resten av etasjen. Detaljtegning av konstruksjonsdelen kan finnes i Vedlegg E. Det ble kontrollert at dette lot seg gjøre i forhold til krav i bjelkelagstabeller. Isolasjonsmengdene på terrassene ble også mindre enn de generelle kravene, men grunnet store isolasjonstykkelser i bl.a. vegger lot dette seg gjennomføre ved omfordeling. Det ble utført kontroll av energimerking, for å kontrollere at bygget fortsatt fulgte kravene til energimerke B, ved bruk av Enovas detaljerte versjon av energimerkekalkulator. I denne versjonen legges oppbyggingen for alle konstruksjonsdeler inn inkl. alt av vinduer og dører. For energimerkingen og nøkkeltall fra beregningen henvises leseren til Vedlegg L.

### 4.6.3 Plassering av boliger på tomt, og illustrasjoner

I det fasen der byggene skulle plasseres ut på tomt ble innledet, nådde prosjektet et punkt der det ikke lenger var rom for å gjøre større endringer på byggene. De opprinnelige tomannsboligene ble nå også tegnet om til moduler som skulle settes sammen til rekkehus. Til sammen utgjorde den totale bygningsmassen syv modeller, og dette resulterte i at å gjennomføre nye endringer som berørte alle bygningene ville være en tidkrevende og lite ønskelig prosess.

Reguleringsplanen har gjennom hele utviklingen av boligene satt føringer i forhold til utformingen av boligene som skal inn. Det har hele veien vært en kamp mot centimeterne for å få til den tredje etasjen med takterrasse uten å overskride reguleringsplanens krav om maksimal mønehøyde på 9 meter. For en frittliggende tomannsbolig var dette målet nådd der mønehøyde til gjennomsnittlig terreng rundt bygget ble 8,99 m. Men på et tidspunkt der det ble klart at det ikke bare kunne bygges frittliggende tomannsboliger dukket det opp en ny problemstilling.

Tomta på Trokåsa heller jevnt mot Øst med en høydeforskjell på omkring 2,5 meter. Skulle det plasseres et rekkehus ble det tidlig klart at dette måtte trappes med terrenget. Dermed dukket det opp nye spørsmål knyttet til beregning av mønehøyde.

Etter nærmere undersøkelser av veiledningen «Grad av utnyttning, Beregnings- og måleregler» [28] tolkes det slik at mønehøyde skal beregnes for hele rekken. I utarbeidelsen har det blitt tenkt at mønehøyde til eksisterende terreng kan ses på for hver bolig. Ved å tolke reglene dit at gjennomsnittlig eksisterende terreng for hele rekken skal måles opp mot høyeste møne, ville rekken med seks enheter plassert med minst mulig terrenginngripen overskride tillatt byggehøyde med ca. 90 centimeter.

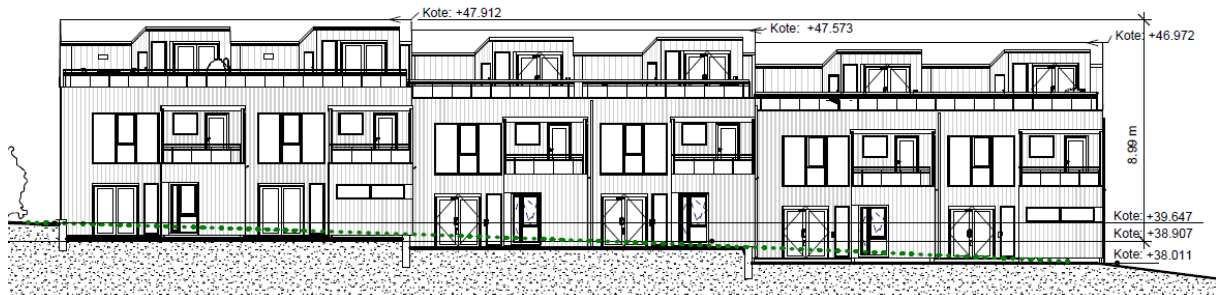
På dette tidspunktet var det som nevnt for sent å gjøre store inngrep på bygningene, og det var heller ikke ønskelig gjøre endringer på bekostning av takterrassen som anses som et av høydepunktene med dette boligkonseptet. Dessuten var hele konseptet og situasjonsplanen bygd opp rundt disse.

For å komme innenfor kravene til høyder med tolkningen om at rekken skal ses på sammensatt ble følgende alternativer drøftet som mulige løsninger:

- Optimalt skulle rekken blitt separert i tre tomannsboliger, men rekken ligger allerede mer eller mindre inntil byggegrensene på begge sider. Til tross for flere runder med forsøk lot ikke dette seg gjennomføre.
- Fjerne en enhet slik at møne ikke trappes på boliger som er sammenkoblet. To + tre enheter i rekke. Denne muligheten utgikk av hensyn til lønnsomheten i prosjektet.
- Valgt en annen utformingstype for boligene som ligger i rekke, f.eks. droppet 3. etasje med takterrassen. Av nevnte grunner peket dette seg ut som siste løsning.
- Fjernet masser og lagt bygget lavere i terrenget enn det som er planlagt.

Valget falt på det siste alternativet. De to første enhetene lengst vest i seksmannsrekka ble senket tilstrekkelig ned i terrenget ved hjelp av en forstøtningsmur. I tillegg ble etasjeskillere

og takkonstruksjon gjennomgått og beregnet på nytt og justert, dette bidro også i positiv retning ved at mønehøyden ble redusert med nesten 10 centimeter.



Figur 4.25 Bim-modell, seksmannsbolig - Plassering i terreng

Som resultat av dette innfrir seksmannsrekka som en enhet kravet til byggehøyde, der høyeste mønehøyde på kote47,9 er 8,99 meter over gjennomsnittlig eksisterende terrenghøyde som er beregnet til å ligge på kote38,9.

Når denne problemstillingen var løst, fortsatte arbeidet med bim-modellen, situasjonsplanen som ble utarbeidet i skisseprosjektet ble fulgt uten de store endringer. Det ble tatt dronebilder av tomta til illustrasjonene, der de omkringliggende bygningene som var tegnet inn ble brukt som retningslinjer for å plassere bygningene og tomta riktig i forhold til bakgrunnsbildene.

I tillegg til å være et godt visualiseringsverktøy er en slik bim-modell et nyttig virkemiddel for å kvalitetssikre løsninger. Det er enklere å oppdage mulige prosjekteringsfeil på et tidlig tidspunkt, og man kan lettere teste ut alternativer og få gode sammenligninger av resultatet.





*Figur 4.26 Illustrasjon Trokåsa - Fra Sør-Vest*



*Figur 4.27 Illustrasjon Trokåsa - Fra Sør*



*Figur 4.28 Illustrasjon Trokåsa - Fra Nord-Vest*



*Figur 4.29 Illustrasjon Trokåsa - t.v Terrasse 2.etg (T6R1). t.h. Takterrasse (T6R1)*

#### 4.6.4 Ventilasjon

Boligene skal oppføres med balansert ventilasjon med varmegjenvinning. Hovedfokus ved arbeidet med ventilasjon var å kontrollere at alle nødvendige kanaler var mulig å føre frem uten hindring av bæresystemet. I arbeidet med opptegning av ventilasjonsanlegget er det også sett på dimensjonering av kanaler etter anbefalinger fra SINTEF Byggforsk. Dimensjoner på kanaler kan ikke være for små fordi dette fører til høyere lufthastighet, som igjen kan føre til støy. Denne støyen kommer ofte fra ventiler og spjeld og kan forplante seg fra rom til rom, noe som spesielt kan bli et problem på soverom.

Et anlegg med balansert ventilasjon med varmegjenvinning gir god temperaturkomfort og et godt inn klima på en energieffektiv måte. Ved oppvarmingsbehov blir tilluften oppvarmet av varme fra avtrekksluften. I dette anlegget vil tilluften bli tilført i soverom og stuer, avtrekksluften trekkes ut via ventiler i kjøkken, bad og vaskerom. For at luften i boligen skal bli resirkulert er det behov for overstrømming mellom rom med tilluft og rom med avtrekk, dette gjøres ved at det opprettes åpninger over eller under dører eller via egne ventiler i veggene eller himlingene. Friskluft og avkast blir ført ut i nærmeste yttervegg avhengig av hvilken av boligene det er snakk om. Plassering av aggregatet blir, som det fremkommer på ventilasjonstegningene, i sportsboden i 1. etg. Dette ble vurdert til den beste plasseringen mtp. adkomst for vedlikehold, plass, greie føringsveier og støy. Aggregatet vil bli hengt på vegg, høyt opp, slik at det er mulig å sette noe annet under.

På kjøkkenet er det behov for avtrekk fra kjøkkenhette i tillegg til det konstante grunnavtrekket. Avtrekksluften fra kjøkkenhette kjøres utenfor anlegget fordi den inneholder mye fett og lukt. Energitalet som fremkommer av dette er svært liten fordi kjøkkenhette kun er i bruk i korte perioder av gangen. Grunnavtrekket plasseres vekk fra komfyren for å unngå at en del av luften siger dit istedenfor opp i kjøkkenhette.

I hver etasje vil kanalene gå i bjelkelaget, bjelkene er dimensjonert tilstrekkelig for hulltaking for kanalene. Vertikale kanaler blir lagt i skillevegger, der kanalene er tykkere enn veggene, vil resten av kanal bli innkasset. Dimensjonering av kanalene er gjort etter anbefalinger i Byggforsk, hvor avtrekk fra kjøkkenvifte, hoved-, inntak- og avkastkanaler er utført i 160 mm og mindre forgreninger utført i 125 mm dimensjoner. [29]

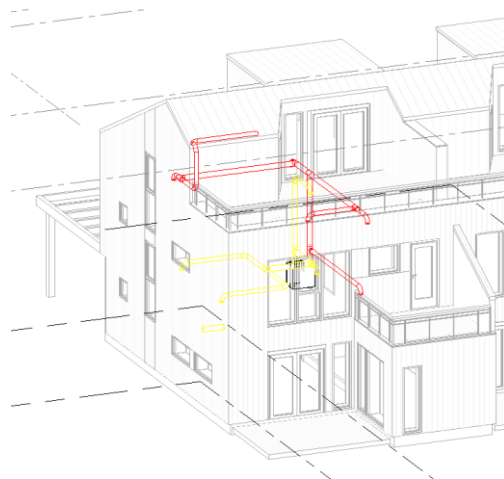
Under følger en beregning av nødvendig luftmengde i en av boligene hvor tilbygget ikke er brukt som soverom.

Tabell 4.9: Luftmengdebehov, luftmengder beregnet etter Byggforsk-blad 421.503 [30] , [31]

Rom	Anbefalt frisklufttilførsel når boenheten er be- bodd 1,44 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>  m <sup>3</sup> /h	Tilluftsbehov i soverom, 26 m <sup>3</sup> /h per seng  m <sup>3</sup> /h	Av- trekks- behov, normalt  m <sup>3</sup> /h	Av- trekks- behov, forsert  m <sup>3</sup> /h
Vaskerom			36	72
Bad 1			54	108
Stue				
Kjøkken			36	36+250
Soverom 1		26		
Soverom 2		26		
Bad 2			54	108
Soverom 3		52		
<b>Sum alle rom</b>		<b>187,2</b>	<b>180</b>	<b>324+250</b>

Største verdi av anbefalt frisklufttilførsel, tilluftsbehov i soverom og avtrekksbehov er det som blir den dimensjonerende luftmengden for den mekaniske ventilasjonen. Det må også være mulig å øke luftmengden til forsert avtrekksbehov. I dette bygget blir anbefalt frisklufttilførsel på 187,2 m<sup>3</sup>/h dimensjonerende for den mekaniske ventilasjonen, for forsert ventilasjon er luftmengden 324 m<sup>3</sup>/h. Ved bruk av kjøkkenvifte må ventilasjonen kunne forseres med enda 250 m<sup>3</sup>/h. Luftmengden på 104 m<sup>3</sup>/h tilføres i soverommene, den resterende mengden tilluft tilføres i stue.

For plantegninger med ventilasjonsanlegg henvises leseren til Vedlegg E. Ventilasjonsanlegget ble tegnet inn i 3D-modellen for effektivt kunne se om føringsveiene fungerte, og at det ble unngått konflikt med bæresystemet.



Figur 4.30: Ventilasjon i 3D-modell

## 5 Hovedprosjekt

I hovedprosjektet ble kontraksgrunnlaget og kostnadsestimat utarbeidet. Det ble også gjennomført kontroll på konseptet for å utelukke eventuelle feil og mangler.

### 5.1 Kontraksgrunnlag for totalentreprise

Dette kapitlet omhandler kontraksgrunnlaget for prosjektet, som skal utføres som en totalentreprise etter NS 8407. Kontraksgrunnlaget i sin helhet er vedlagt i Vedlegg D. Det er brukt en mal fra SBBL for kontraksgrunnlag, som er endret og modifisert slik at det passer dette prosjektet. Kontraksgrunnlaget er utarbeidet for at den totalentreprenøren som blir valgt til å utføre arbeidet skal forstå hva som kreves for å utføre dette prosjektet. Entrepriekosten blir bestemt etter at alle kostnadene i NS3451 kapittel 1-7 er avklart med totalentreprenøren og dens underentreprenører. SBBL oppgir en pris som er kostnadsestimert og vil finne ut om de kan bygge prosjektet for denne prisen. Totalentreprenøren skal da finne ut om han kan levere til den gitte entrepriekosten. Kommer entrepriekosten til totalentreprenøren innenfor kostnadsrammen, blir kontrakt underskrevet og prosessen går videre.

#### 5.1.1 Prosjektinformasjon

Dette kapitlet inneholder informasjon om:

- A.1 Orientering om gjennomføringen av prosjektet med kort beskrivelse av hvordan totalentreprisen skal foregå.
- A.2 Prissammendrag for hver av boenhetene som skal utfylles av totalentreprenør.
  - Byggestart og fremdriftsplaner.
  - Lønns- og prisstigning i byggetiden.
  - Hvordan regningsarbeidene skal utføres.
  - Arbeidslønn til alle arbeiderne og maskinkostnad for alle maskiner.
  - Eventuelle underentrepriser
  - Foretaksgodkjenning
  - Tilrettelegging for kontroll på byggeplass.
- A.3 Orientering om prosjektet
  - Generelt om bygningene og hva som er status for byggene per nå.
  - Hva byggene inneholder og hvilken standard som er satt.
  - Miljø og bærekraftskonsept for boligene.
  - Hva uteområdene inneholder
  - Byggherreorganisasjonen for dette prosjektet
  - Hvordan søkeprosessen til kommunen skal foregå.
  - Prosjektering og rådgivere for prosjektet og hvordan det skal bli gjort videre i prosjektet
  - Oversikt over dokumenter som skal med i kontrakten.

#### 5.1.2 Kontraksregler og kvalifikasjonskrav

Dette kapitlet inneholder informasjon om:

B.1 Entrepriseform for prosjektet og hva totalentreprenøren skal ha ansvar for og hvilken kompetanse som trengs for å gjennomføre prosjektet.

B.2 Garanti og reklamasjonstid for prosjektet i henhold til NS 8407 fra overtakelsestidspunktet for prosjektet.

B.3 Kvalitetssikring og kvalitetsstyring av prosjektet. Koordinering av underentreprenører og leverandører og fokuset på gode rutiner i alle ledd.

B.4 Forbehold om realisering av prosjektet gitt av byggherre. Det må være oppnådd avtalt forhåndssalg av boligene før eventuell start. Finansieringen av prosjektet må være i tråd med inngitte tilbud. Endelig godkjenning av prosjektet i styret til SBBL.

### 5.1.3 Kontraktsbestemmelser

Kontraktsbestemmelser gjelder etter NS 8407:2011 «Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser». [32]

Dette kapitlet inneholder informasjon om:

C.1 Honorarer og hva som gjelder for dette prosjektet

C.2 Lover, forskrifter, normer og standarder som skal brukes i prosjektet.

C.3 Byggherrens sikkerhetsstillelse. Byggherren fraskriver seg ansvaret for punkt 7.3 i NS 8407 og dette erstattes med at byggherren ikke stiller sikkerhet. Lån og finansieringsbevis kan framlegges på anmodning.

C.4 Rådgivning og prosjektering. Alle dokumenter som er utarbeidet av/for byggherren før kontraktsinngåelse, vil totalentreprenøren overta ved kontraktinngåelse. Dermed overtar totalentreprenøren all risikoen for prosjektet.

C.5 Kontraktsmedhjelpere. Her stilles det krav til totalentreprenørens og dens underentreprenørers arbeidskraft ikke skal være offer sosial dumping. Dagmulkt vil bli brukt hvis dette ikke overholdes.

C.6 Ferdigbefaring. Her forklares det hvordan ferdigbefaringen skal foregå.

C.7 Krav til utførelse. Her brukes NS 3420, normale krav hvis ikke annet er nevnt i beskrivelsen.

C.8 Kommunikasjon. Beslutninger som har betydning for byggherren, skal meldes til byggherrens representant skriftlig.

C.9 Byggherremøter. Her beskrives det hvordan disse møtene skal foregå, hvem som skal være med og når de skal holdes.

C.10 Faktureringsrutiner. Her beskrives det hvordan byggherren ønsker at faktureringen skal foregå for de forskjellige arbeidene.

#### 5.1.4 Beskrivende del (Byggebeskrivelse)

I dette kapitlet beskrives alle arbeidene som skal utføres og hvilke kvaliteter som er satt som krav for entreprisekosten. Det henvises til Vedlegg D og underkapittel 4 Beskrivende del (Byggebeskrivelse), for fullstendig byggebeskrivelse av prosjektet.

## 5.2 Bygningskontroll mot offentlige myndigheter og SBBL

Mot slutten av prosjektet er boligene kontrollert på nytt opp mot de kravene som er gitt i reguleringsplanen for å være sikre på ingen feil er gjort. Gjennom hele prosjektet har boligbyggetaget kommet med ønsker til hvordan prosjektet formes. Det er blitt gjennomført regelmessige møter med veileder, hvor gruppen har fremlagt hva som er gjort siden sist. Veileder har gitt tilbakemelding i møtene. I de tilfellene hvor veileder har hatt ønske om endringer, er det arbeidet videre for å imøtekomme disse. Under følger en tabell med noen av de viktigste kravene/ønskene som er gitt.

Tabell 5.1 Gjennomgang mot reg.plan

<b>Kontroll mot reg.plan</b>	
<b>Krav/ønsker</b>	<b>Krav utført</b>
Bebyggelsen skal plasseres innenfor byggegrenser angitt på plankartet.	All bebyggelse er plassert innenfor byggegrenser, adkomstvei til øvre husrekke er lagt utenfor, kommunen har stilt seg positivt til dette.
Tomteutnyttelse på 40% BYA av 4.8daa	Maks utnyttelse 1920m <sup>2</sup> , beregnet utnyttelse 1860m <sup>2</sup> , videre beregning/forklaring følger etter tabell
1 garasje plass + 1 biloppstillingsplass pr. enhet	Carport + biloppstillingsplass er utarbeidet ved hver enhet, i tillegg til tre gjesteparkeringer på tomt.
Gesimshøyde maks 7,0m og mønehøyde maks 9,0m fra eksisterende gjennomsnittlig terreng rundt bygget.	Etter tiltak er alle møne- og gesimshøyder innenfor kravene.
Det skal være min. 50m <sup>2</sup> uteoppholdsareal pr. enhet.	Kravene er opprettholdt, alle enheter har uteoppholdsareal over 50m <sup>2</sup> , dette er kontrollert på situasjonsplan.



Tabell 5.2 Gjennomgang av ønsker fra SBBL

SBBL krav og ønsker i prosjektet	
Krav/ønsker	Krav utført
Alle bygg innenfor byggegrenser	Ved første utkast av sit.plan med boligtypen som ble valgt hadde boligene i sør-vestre hjørne tilbygg. Ikke hele, men deler av tilbygget lå utenfor byggegrense, gruppen ønsket å se på muligheten til å søke disp. hos kommunen. SBBL ønsket heller å droppe tilbygg for å fjerne muligheten for eventuell tvist, dette ble gjort.
Takkonstruksjon med hovedform som saltak, dette for å sikre seg mot tidligere motstand i kommunen	La føringene for valg av bolig fra start. SBBL endret etterhvert litt syn på dette og ba om endringer som gjorde bygget litt mindre tradisjonelt.
Mulighet for å bo på en flate	1. etg. er utformet slik at det er mulig å bo kun på denne flaten dersom tilbygget blir brukt som soverom. Krav til tilgjengelig boenhet er opprettholdt på denne flaten ved denne utformingen.
Tekniske installasjoner flyttet fra innvendig bod til sportsbod	Ble gjennomført, ga muligheten for å endre bruken av rommet fra bod til separat vaskerom.
Asfalt forran hele boligen, også i carport	Tatt med videre i prosjektet, er kontrollert medberegnet i mengdeberegningen for asfalt i kostnadsestimaten.
Endre takform på carport	Ble endret fra pulttak til flatt tak.
Begrenset behov for gjesteparkering	I tidligere versjoner av sit.plan var et større areal avsatt til gjesteparkering, en del av dette arealet ble istedenfor brukt til en fellesbod for oppbevaring av div. utstyr.
Fokus på terrasser og balkonger	Utformet gode terrasser i hver etg. Terrassene på bakkeplan og 3. etg til bruk for alle, i 2. etg. blir den en naturlig del av hovedsoverommet. Fra start var ikke terrassen i 2. etg. planlagt, men ble lagt til etter ønske fra SBBL.
Opplegg for "hybelkjøkken på takterrasse"	Klargjort tomrør og avløp fra fordelerskap.

I tabellen under vises utnyttelsesgraden for tomten kontrollert mot arealer som medregnes i BYA.

Tabell 5.3 Utnyttelse av tomten

Maks utnyttelsesgrad	1920
Sum bygning	1656
Sum biloppstilling	204
Sum totalt	1860
Differanse	60

Som tabellen viser, er det et areal på 60m<sup>2</sup> til gode på utnyttelsesgraden. Det er opprettet en rekke pergolaer på tomten, det er konkludert med at disse ikke inngår i beregningen av utnyttet BYA [33]. Totalt er det 315m<sup>2</sup> med pergola på tomten, 204m<sup>2</sup> av dette er over biloppstillingsplass. Hadde det resterende arealet på 111m<sup>2</sup> med pergola blitt medregnet hadde det blitt en overskridelse på 51m<sup>2</sup>.

I tillegg til de kontrollene som er nevnt i dette og tidligere kapitler, er konseptet kontrollert mot gjeldene TEK. Det er lagt spesielt fokus på å kontrollere de kravene som kan felle hele konseptet, f.eks. kravene til tilgjengelig boenhet.

## 5.3 SHA-plan

Det er utarbeidet Sikkerhet, helse og arbeidsmiljøplan (SHA-plan) for prosjektet og finnes i sin helhet i Vedlegg H, det er brukt mal for SHA-plan fra SBBL som er tilpasset dette prosjektet. Det er prosjektets byggherre som har ansvaret for å utarbeide SHA-plan så arbeiderne som jobber på prosjektet til enhver tid jobber under sikre forhold. SHA-planen skal inn før prosjekteringen, så den innlemmes også i prosjekteringen av prosjektet. SHA-arbeidet skal ledes av en SHA-koordinator for prosjektering og en for utførelsen av prosjektet. Disse har ansvaret for at SHA-planen oppdateres og innlemmes som planlagt.

### 5.3.1 SHA-planens formål

SHA-planen har som formål som det står i «Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften)» §1:

*«Forskriftens formål er å verne arbeidstakerne mot farer ved at det tas hensyn til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser i forbindelse med planlegging, prosjektering og utførelse av bygge- eller anleggsarbeider.» [34]*

### 5.3.2 Risikoanalyse for SHA-plan

Det er utført en risikoanalyse i et Excel-ark utarbeidet av SBBL for bruk til risikoanalyser. Fullstendig risikoanalyse ligger vedlagt i Vedlegg I, den har som formål å avdekke risikoer som kan oppstå ved de forskjellige arbeider i prosjektet. Risikoen analyseres etter følgende regler:

Sannsynlighet (kan det skje?)

0. Svært usannsynlig/umulig
1. Usannsynlig
2. Ganske uvanlig
3. Ganske vanlig
4. Vanlig
5. Svært vanlig

Konsekvens (Hva kan det føre til?)

0. Ufarlig eller bagatellskade
1. Kort sykefravær
2. Lengre sykefravær
3. Invaliditet
4. Dødsfall

Da måles risiko ved sannsynlighet \* konsekvens = risiko. Dette gir da et tall, er tallet over 6 må det iverksettes tiltak for arbeidsområdet så arbeidene blir mindre risikofylte. For eksempel fallsikring ved montering av glassrekkverk på terrassen og avsperring av området under hvis rekkverket skulle falle ned.

## 5.4 Kostnadsestimering

Dette underkapitlet omhandler kostnadsestimering av boenhetene fra NS3451 bygningsdelstabellen som ligger vedlagt i Vedlegg N.

Generelt for kostnadsestimeringen:

Det er brukt bygning «tomannsbolig vertikaldelt» omtalt i kostnadsestimatet med tallet 1211. Dette er tallet som brukes med ensifret kostnadsestimat etter NS3451. Bak 1211 omtales hvilken kvalitet som er brukt for materialene i estimatet (enkel, normal eller høy). Det brukes tosifret kostnadsestimat i dette estimatet med unntak av noen poster. Ensigret kostnadsestimat med nummeret 1211 brukes stort sett i dette estimatet for å dobbeltsjekke at tallene i tosifret estimat blir i nærheten av den kvaliteten vi har tiltenkt prosjektet.

Nøyaktigheten på denne kalkylen er satt til +/- 10%. Med det menes at estimatet har 90% sannsynlighet for å treffe faktiske kostnader.

### 5.4.1 Entrepreniskostnad NS 3451 kapittel 1-7

#### 1. Felleskostnader

Post 1 inneholder felleskostnadene for boenhetene.

Post 11 og 12: Inneholder rigg, drift og nedrigging for arbeidene til totalentreprenøren. De andre fagene er rigg og drift medtatt i deres tilhørende kapitler. Prisene inkluderer også drift og rigg av:

- Riggområde
- Tekniske installasjoner
- Lokaler som brakker, toalett etc.
- Stillas
- Byggeplassen
- Avfallshåndtering
- Vinterarbeider
- Sikring og beskyttelse

Prisene for felleskostnader er basert på erfaringstall og antatte kostnader.

#### 2. Bygning

Kapitlet bygning inneholder kostnader for alle de bygningsmessige arbeidene i boenhetene. Denne kostnaden er også det som kalles **huskostnaden**, det omhandler alle arbeider i Bygningstabellen kapittel 1 til 6.

**Post 21** - Grunnmur og fundamenter.

Posten inneholder kostnadene for følgende bygningsdeler:

- Byggegroper alle bygg
- Ringmurselementer type RU600.
- Drenering for alle grunnmurene.

Prisene er hentet fra prisbanken Holte kalkulasjonsnøkkel.

**Post 22** - Bæresystemer.

Posten inneholder kostnader for stålbjelken over stua i alle bygg. Som beskrevet i byggebeskrivelsen. Prisene er hentet fra prisbanken hos Holte.

### Post 23 - Yttervegger

Posten inneholder kostnadene for følgende bygningsdeler:

- Yttervegg, referansepriser fra Tor entreprenør.
  - Låvekledning (d-fals tett) royalimpregnert.
  - Utlekking horisontalt 36x48 mm.
  - Sløyfer 23x48 mm.
  - Utvendig gips 9 mm.
  - Stendere 48x198 mm
  - Isolasjon 200 mm
  - Dampsperre
  - Utlekking 48x48 mm inklusiv isolasjon.
  - Innvendig gips 12 mm.
- Ytterdør innbruddsklasse EN 1627 RC3, referansepriser fra Tor entreprenør.
  - Inklusiv dørkikkert
  - Inklusiv yale doorman elektrisk dørlås.
- Boddør for bod takterrasser. (Antatt pris på spesialdør).
- Dobbel balkongdør alu-tre, pris fra Holte.
- Ekstra gipslag på brannvegger, referansepriser Tor entreprenør.
- Vinduer alu/tre, ref erfaringstall Tor Entreprenør.
- Uspesifisert er lagt inn på grunn av usikkerhet rundt prisen på boddører, monteringskostnad av yale doorman og mulig varierende pris på vinduer.

### Post 24 - Innervegger

Posten inneholder kostnader for følgende bygningsdeler:

- Innervegger 48x73 med enkel gips på begge sider, areal eksklusiv åpninger for innerdører.
- Baderomsvegger med flis, membran, våtromsplater og
- Vaskeromsvegger med baderomspaneler.
- Skillevegger mellom leilighetene etter *Figur 4.2*.
- Innerdører inklusive karmen, foringer og listverk. Pris hentet fra Holte.

### Post 25 – Dekker

Posten inneholder kostnader for følgende bygningsdeler:

- Gulv på grunn, ferdig parkett (areal innenfor ringmurer). Prisreferanse Holte.
  - Grunnisolasjon EPS 350 mm
  - Glidesjikt
  - Betong 100 mm inkludert nettarmoring i 2 lag.
  - Parkettunderlag med dampsperre
  - Parkett.
- Etasjeskiller I-bjelker 300 og 350, prisreferanse Holte.
  - Gips i himling
  - Elektrolekt 23x48
  - I-bjelker c/c 600 med isolasjon

- Sponplategulv 22 mm
- Parkettunderlag
- Parkett
- Overflate dekker på våtrom med fliser (Prisreferanse Holte)
  - Trinnlydplate
  - Betong B20 – 60 mm
  - Smøremembran 2 kg/m<sup>2</sup>
  - Gulvfliser inkludert flislim og fuging.
- Markterrasse (Prisene er antatt).
  - Masseutskiftning
  - Tilfarere impregnert 48x98 mm
  - Royalimpregnerte terrassebord 28x120 mm

#### Post 26 – Yttertak

Posten inneholder kostnader for følgende bygningsdeler:

- Sperretak, I-bjelker med listetekking. (Prisreferanse Holte)
  - Himling av gips 12 mm
  - Nedforing 73 mm
  - Dampsperre
  - I-bjelke 350 mm c/c 600 mm inklusiv isolasjon
  - Diffusjonsåpent undertak
  - 23x48 lekt + 36x48 lekt til lufting
  - Ru-panel 19 mm.
  - Sveiset asfaltpapp med listetekking
- Beslagarbeider (Pris inkludert i takpost)
  - Takrenner og nedløp
  - Takfotbeslag
  - Snøfangere
  - Israftbeslag.

#### Post 27 – Fast inventar

Posten inneholder kostnader for følgende inventar:

- Kjøkken (prisreferanse Tor entreprenør)
- Baderomsinnredning (prisreferanse Tor entreprenør)
- Garderobeskap (antatt pris)
- Uspesifisert post fordi det kan komme tillegg på kjøkkeninnredningene som ikke var forutsett.

#### Post 28 – Trapper og balkonger

Posten inneholder kostnader for følgende utførelse og bygningsdeler:

- Trapper alle boenhetene inkludert rekkverk. (Prisreferanse Holte)
  - Tretrapp med spilerekkverk
- Takterrasse og balkong (Prisreferanse Holte)
  - Royalimpregnerte terrassebord 28x120
  - Falloppretting
  - Sveiset asfaltpapp
  - Lufting med fall

- Diffusjonsåpent undertak.
- Underliggende konstruksjon tilhører kapitlet «dekker».
- Syrefast glassrekkverk (Prisreferanse Holte)
- Skillevegger balkong (prisreferanse basert på erfaringstall).
  - Kledning begge sider
  - 48x98 stendere
  - Buet håndrekk i impregnert.
- Uspesifisert er lagt inn for eventuelle merkostnad for bygging av takterrasse med fall.

#### **Post 29 – Diverse for bygg**

Posten inneholder hjelpearbeider for følgende fagfelt:

- VVS-installasjoner (Antatt merkostnad pga hulltaking i konstruksjoner).
- EL/Automasjon installasjoner (Antatt merkostnad for hjelpearbeider)
- Brannetting mot andre enheter (Antatt merkostnad).

### **3. VVS**

Dette kapitlet omhandler alle VVS-installasjonene som tilhører bygningen. Prisene er inkludert rigg og drift.

#### **Post 30 – VVS-installasjoner, generelt**

Denne posten inneholder de kostnadene som ikke er inkludert i de andre postene. For denne posten så er dette:

- Varmegjenvinner på gråvann (prisreferanse telefonsamtale med Bravida).

#### **Post 31 – Sanitæranlegg**

Denne posten inneholder arbeider på det sanitære anlegget, prisen er tatt fra Holte og nummer 1211, normal kvalitet.

- Komplette sanitæranlegg.

#### **Post 32 – Varmeanlegg**

Denne posten inneholder varmeanlegg med gulvvarme fra Nibe, prisen er erfaringstall fra Tor Entreprenør.

#### **Post 36 – Luftbehandlingsanlegg**

Denne posten omhandler boenhetenes balanserte ventilasjon. Prisen er hentet fra Holte fra 1211 – Høy standard.

### **4. EL**

Dette kapitlet omhandler alle prisene for det elektriske anlegget. Prisene er inkludert rigg og drift.

#### **Post 40 – El-installasjoner, Generelt**

Denne posten omhandler alle elektriske installasjoner i boenhetene. Prisene er tatt fra Holte 1211 – Høy standard.

## 5. Tele/automatisering

Dette kapitlet omhandler alle prisene for Tele og automatiseringsarbeider for boenhetene. Prisene er inklusiv rigg og drift.

### Post 52 – IKT og data

Denne posten omhandler koblingene inn til hjemmesentral i alle boenhetene. Prisene er hentet fra nettsiden til Viken Fiber.

### Post 54 – Alarm

Denne posten omhandler brann og innbruddsalarm for alle boenhetene. Dette er smarthus-løsning med direktekobling til sentralbord. Prisene er hentet fra Holte 1211 Høy standard.

## 6. Andre installasjoner

For dette prosjektet er det ikke oppført noen kostnader på dette kapitlet.

Kostnadene for å bygge husene er nå ferdig, disse kostnadene kalles **huskostnadene**, som er fra NS 3451 kapittel 1-6. Huskostnadene omhandler alle kostnader med å bygge selve huset, eksklusivt utomhuskostnader.

## 7. Utendørs

Dette kapitlet omhandler alle kostnadene med alle utomhusarbeidene som listet under:

### Post 72 – Utendørs konstruksjoner

Denne posten omhandler alle utendørs konstruksjoner som ikke er med i selve huskostnadene. Det som er i denne posten, er støttemurene mellom byggene for å holde terrenget på plass i trappingene nedover i terrenget. Prisreferansen er fra Holte.

### Post 73 – Utendørs røranlegg

Denne posten omhandler alle utvendige rør til vann og de tilhørende grøftene.

Posten inneholder følgende poster:

- Inspeksjonskum, en for hver internvei. Prisreferanse Holte.
- Fordrøyningsgrøft, denne er prosjektert i *Figur 3.15*. Prisreferanse Holte, men noe oppjustert fra referansepost på grunn av størrelse.
- Va-grøftene, dette er de forskjellige grøftene som trengs å graves for å overvann, spillvann og vannledninger. Prisreferanse Holte.
- Overvannskum btg (betongkum), dette er kummene som overvannet skal samles opp i fra veiene og parkeringsplassene. Prisreferanse fra erfaringstall SBBL.
- Sandfang er en kum som skiller sand, leire og andre masse fra å gå videre i overvannssystemet. Prisreferanse fra erfaringstall SBBL.
- Vannledning, spillvann og overvannsledning. Prisreferanse fra SBBL. Mengder er tatt fra VA-prosjekteringen.

### Post 76 – Veier og plasser

Denne posten omhandler veiene og parkeringsplassene for tomta. Veiene er priset etter veioppbygningen i *Figur 4.12*. Referansepriser fra SBBL.



- Overgang asfalt og bed. Dette er kantstein for å skille områdene. Prisreferanse fra SBBL.

#### **Post 77 – Parker og hager**

Denne posten omhandler opparbeiding av ferdigplen og hekker etter Vedlegg E.

- Ferdigplen med masseutskiftning, arealene er hentet fra utomhusplan. Prisreferanse er Holte.
- Hekker, lengden er hentet fra utomhusplan. Prisene er antatt.

Prisene fra NS3451 kap 1-7 kalles **entreprisekost**. Det er denne prisen totalentreprenør og byggherren skal bli enige om før kontraktsinngåelse. Når entreprenøren tar på seg den fullstendige risikoen for alle kostnadene og utførelsene i denne fasen er det en totalentreprise etter NS8407.

### **5.4.2 Prosjektkostnad NS 3451 post 8-11**

I forrige kapittel ble «Huskostnad» og «Entreprisekostnad» presentert. Dette er kostnader som representerer utgifter knyttet til selve kontrakten mot totalentreprenør og eventuelt uavhengig entreprenør til utomhusarbeider. I tillegg kommer byggherres «ikke fysiske» kostnader knyttet til blant annet administrasjon, egen prosjektering, oppfølging og finanskostnader m.m.

Disse er samlet i post: 8, 9, 10, 11.

Post 8 «Generelle kostnader» utgjør sammen med entreprisekostnaden «Byggekostnad»

Post 9 «Spesielle kostnader» og post 10 (Merverdiavgift) utgjør sammen med «Byggekostnad» «Basiskostnad»

Post 11 «Forventet tillegg» utgjør sammen med «Basiskostnad» «Prosjektkostnad» som er summen av alle kostnader tilknyttet et ferdigstilt prosjekt.

#### **Post 8 «Generelle kostnader»**

Tar for seg alle prosjekteringskostnader byggherre har hatt fra tidligfase, til utarbeidelse av totalentreprisegrunnlaget, og prosjektledelse gjennom byggeperioden. Her inkluderes også byggherres administrasjonskostnader knyttet til prosjektet samt alle former for innleid kompetanse som juridisk bistand, konsulenttjenester, uavhengige kontrollører o.l. I tillegg føres også byggherres utgifter til bikostnader, forsikringer og gebyrer.

I post .81 er bachelorgruppas arbeidstimer lagt inn med en enhetspris på 250kr/time. Kostnader tilknyttet tidligere utredninger og forsøk på å realisere tomte er allerede nedskrevet som tap og tas ikke med i dette estimatet. Prisene for byggesaksgebyr, tilknytningsavgift og anleggsbidrag for v.a og elektro innhentet fra henholdsvis Skien kommunes «forskrift om gebyr for byggesaker 2020», «gebyrsatser for 2020» og på forespørsel fra Skagerak Energi. Foruten disse er øvrige priser oppført i generelle kostnader innhentet fra SBBL.

#### **Post 9 «Spesielle kostnader»**

I dette tilfellet gjelder det tomtekostnad inkludert dokumentavgift til staten, samt eventuelle kostnader tilknyttet riving av eksisterende bygninger/konstruksjoner på tomten. Finanskostnader knyttet til byggelånet og salgskostnader føres også på denne kontoen.

Kostnad for tomtekjøp er oppgitt av SBBL. Det har ikke vært oppført noen eksisterende bygninger på tomta som har medført noen rivningsarbeider, dokumentavgiften er fast sats på 2,5% av tomtepris. Prisene som er oppført for salg og markedsføring er erfaringstall innhentet fra markedsavdelingen til SBBL. I tillegg er det lagt inn en fulltegningsforsikring som utgjør 1% av salgsinntekter. Denne forsikringen fjerner noe av usikkerheten for SBBL som utbygger mot usolgte leiligheter. Den muliggjør også raskere igangsetting av prosjektet med krav om et forhåndssalg på kun 30%.

### **Post 10 «Merverdiavgift».**

Alle kostnader i kostnadsestimatet er ført eksklusiv mva.

I denne posten legges merverdiavgift til byggekostnad + summen av spesielle kostnader i post 9, eksklusiv kostnad for tomtekjøp og dok.avgift, finanskostnader, og fulltegningsforsikring, da disse er unntatt for beregning av mva.

### **Post 11 «Forventet tillegg»**

Under denne posten oppveier byggherre for kostnader som erfaringsvis vil dukke opp, men som ikke er medberegnet i kostnadsestimatet. Dette blir typisk beregnet ut ifra en prosentsats av estimerte byggekostnader inkl. mva. Denne satsen avhenger litt av usikkerheten i prosjektet, men retter seg spesielt mot ekstra kostnader som kan dukke opp i forbindelse med arbeid i grunn. Jo bedre geotekniske undersøkelser som er gjort av tomta, jo lavere kan man tillate seg å sette prosentsatsen for forventet tillegg. I dette tilfellet blir den satt til 6,5% etter anbefaling fra SBBL.

Prosjektkostnaden er med det oppsummert til å bestå av post 1-11. I tillegg til dette er det naturlig for en byggherre og operere med usikkerhetsavsetning, prisregulering for å oppveie inflasjon, og til sist skal byggherren beregne sin fortjeneste. Disse tre momentene blir tatt hånd om i henholdsvis post 12, 13, og 14, og vil bli nevnt nærmere i kapittel 6.4.3.

### 5.4.3 Estimerte salgsinntekter og vurdering av lønnsomhet

Som metode for å estimere forventede salgsinntekter ble prisantydning for lignende objekter i markedet innhentet. Objektene og prisantydningene ble hovedsakelig hentet fra eiendomsdatabasen til finn.no. Disse ble kategorisert etter standardklassene, enkel, normal og høy og gjennomsnittsprisen ble beregnet. Sammenlignet med standarden på disse prosjektene ble prosjektet på Trokåsa vurdert til normal+, tomtebeliggenheten tatt i betraktning. Gjennomsnittsprisen for denne standarden ble derfor brukt som utgangspunkt for å estimere prisantydning.

Videre ble hver leilighet vurdert etter attraktivitet og gitt en faktor. Egenskaper som ble vektlagt var hvorvidt det var en endeleilighet, solforhold, nærhet til veg, innsyn, utsikt og uteområde. Forslag til estimat kan leses av i figuren under.

Estimering av forventede salgsinntekter - Trokåsa B2							
Gjennomsnittspriser:							
Høy	45902	Gjennomsnittlig kvadratsmeterpris for leiligheter med høy standard.					
Normal	33257	Gjennomsnittlig kvadratsmeterpris for leiligheter med normal standard.					
Enkel	27887	Gjennomsnittlig kvadratsmeterpris for leiligheter med lav standard.					
Gj.snitt	35682	Gjennomsnitt av alle.					
Justert:	38100	Justert kvadratmeterpris for Trokåsa, grunnlag for videre beregning.					
Trokåsa	Bolig	Soverom	Etg	P-rom	BRA	Prisantydning	Kvm pris
1	T6R-1	3-4	3	124	130	kr 5 230 000	kr 40 196
2	T6R-2	3-4	3	124	130	kr 4 980 000	kr 38 291
3	T6R-3	3-4	3	124	130	kr 4 980 000	kr 38 291
4	T6R-4	3-4	3	124	130	kr 5 040 000	kr 38 735
5	T6R-5	3-4	3	124	130	kr 5 070 000	kr 38 926
6	T6R-6	3-4	3	124	130	kr 5 400 000	kr 41 466
7	T2FT-1	3-4	3	124	130	kr 5 260 000	kr 40 386
8	T2FT-2	3-4	3	124	130	kr 5 180 000	kr 39 815
9	T2FT-3	3-4	3	124	130	kr 5 200 000	kr 39 942
10	T2FT-4	3-4	3	124	130	kr 5 200 000	kr 39 942
11	T2FT-5	3-4	3	124	130	kr 5 300 000	kr 40 704
12	T2FT-6	3-4	3	124	130	kr 5 380 000	kr 41 339
13	T3R-1	3-4	3	124	130	kr 5 300 000	kr 40 767
14	T3R-2	3-4	3	124	130	kr 5 050 000	kr 38 799
15	T3R-3	3-4	3	124	130	kr 5 210 000	kr 40 069
16	T2F-1	3	3	117	122	kr 4 950 000	kr 40 513
17	T2F-2	3	3	117	122	kr 4 930 000	kr 40 386
				<b>2094</b>	<b>2194</b>	<b>kr 87 660 000</b>	<b>kr 39 915</b>

Figur 5.1 utklipp av estimering av forventede salgsinntekter

I forhold til dagens marked kan dette estimatet fremstå noe optimistisk, men med en byggetid på 18 måneder er det noen år til boligene skal legges ut i markedet. Ifølge statistikk fra Krogsvæen [35] har boligprisene rundt tomten hatt en vekst på 5,9% de to siste åra. Legger man til grunn for en videre oppgang vil dermed prisantydningen fremstå mer sannsynlig.

**Vurdering av prosjektets lønnsomhet.**

Med estimerte salgsinntekter på 87 660 000 kr og forventet prosjektkostnad på 79 411 025 kr ser prosjektet et overskudd på 8 248 975 kr før post 12, 13 og 14 er medregnet.

**Post 12 «Usikkerhetsavsetning»**

Dette er en sum som byggherre velger å sette av for å sikre seg mot nettopp usikkerhet rundt salgsprosessen. Det kan være at prisantydning ikke oppnås eller at en eller flere leiligheter ikke blir solgt. Da må byggherre benytte seg av fulltegningsforsikringen med påfølgende kostbar egenandel. Denne posten justeres typisk med en prosentsats av forventet prosjektkostnad. I dette tilfellet er den satt til 5 % og baserer seg på erfaringstall fra SBBL.

**Post 13 «Prisregulering»**

Av samme grunn som det ble medberegnet en prisvekst for boligpriser i salgssummen forventes det også at kostnader for varer og tjenester vil stige innen prosjektet er realisert. Denne er satt til 3% av forventet prosjektkostnad og er også basert på erfaringstall fra SBBL.

**Post 14 «Fortjeneste»**

Ingen bygger kun for moro skyld, ikke engang et boligbyggelag. Det må ligge en fortjeneste i bunn skal det være bærekraftig. Andre aktører i markedet opererer gjerne med 10-15% fortjeneste, men de legger gjerne inn usikkerhetsavsetning inn under fortjenesten og satser på å slippe å bruke av den.

Som boligbyggelag er kravet til fortjeneste noe mindre, da hensikten i seg selv ikke er å profitere på utbygging, men å bygge gode og rimelige boliger til sine medlemmer. Sett i sammenheng med at usikkerhetsavsetning er kjørt i egen post vil det være tilstrekkelig å sette fortjenesten til 5 % av forventet prosjektkostnad + usikkeravsetning. Dette er også en sats som baserer seg på innspill fra SBBL.

Disse tre postene med utgjør til sammen 10 522 101 kr og vil summert med forventet prosjektkostnad utgjøre den totale kostnadsrammen for prosjektet.

POST	BESKRIVELSE				ESTIMAT
1		FELLESKOSTNADER			3 502 000
2		BYGNING			29 542 000
3		VVS			6 922 000
4		EL			2 933 000
5		TELE / AUTOMASJON			1 119 000
6		ANDRE INSTALLASJONER			
		<b>SUM HUSKOSTNADER</b>			<b>44 018 000</b>
7		UTENDØRS			4 648 000
		<b>SUM ENTREPRISEKOSTNADER</b>			<b>48 666 000</b>
8		GENERELLE KOSTNADER(prosjektering, oppfølging, etc).			2 778 000
		<b>BYGGEKOSTNAD (eks.mva.)</b>			<b>51 444 000</b>
9		SPESIELLE KOSTNADER(ekskl mva)			9 837 000
10		MERVERDIAVGIFT			13 307 025
		<b>FORVENTET BASISKOSTNAD</b>			<b>74 588 025</b>
11		FORVENTET TILLEGG			4 823 000
		<b>FORVENTET PROSJEKTKOSTNAD</b>			<b>79 411 025</b>
12		USIKKERHETSAVSETNING		5,0%	3 971 000
13		PRISREGULERING	2020	3,0%	2 382 000
14		FORTJENESTE		5,0%	4 169 101
		<b>KOSTNADSRAMME</b>	<b>INKL. MVA</b>		<b>89 933 126</b>

Figur 5.2 Utklipp fra kostnadsestimat

Dersom man legger til grunn at leilighetene blir solgt til prisantydning og at det blir nødvendig å benytte begge postene for forventet tillegg og usikkerhetsavsetning i sin helhet vil prosjektet ende opp med en fortjeneste på omkring 2,3 %

Dersom prosjektet skal innfri kravet til 5 % fortjeneste avhenger det av at det ikke blir nødvendig å bruke mer enn 1,8 millioner kr av usikkerhetsavsetningen. Dersom det ikke blir nødvendig å bruke noe av usikkerhetsavsetningen oppnår prosjektet en fortjeneste på tilnærmet 7,4 %.

For å vurdere prosjektets lønnsomhet bør også intern inntjening for SBBL tas med i betraktning. Det vil generere til sammen 890 interne arbeidstimer knyttet til administrasjon og prosjektledelse av prosjektet, vurdert til en verdi av 962 000 kr ekskl. mva. I tillegg kommer 935 000 kr tilknyttet salgskostnader delvis tilbake gjennom SBBL sin markedsavdeling.

I utredningen av dette prosjektet ble det det ikke tid til å gjennomgå kostnadene på nytt. Det anses derimot som svært sannsynlighet at det er rom for å gjøre endringer av materialer og utførelser som kan redusere byggekostnadene nok til at det ville vært lettere å få et entydig bilde av lønnsomheten til prosjektet.

## 6 Diskusjon

Underveis i gjennomføringen av denne oppgaven oppstod Korona-situasjonen og landet gikk over natta inn i en unntakstilstand med nedstengninger. Nedstengningen førte til en rekke restriksjoner som påvirket det videre arbeidet med oppgaven. Fra det tidspunktet kunne ikke lenger prosjektgruppa sitte samlet og arbeide, og alt samarbeid innad i prosjektgruppa og rådføring mot veiledere ved USN og SBBL måtte foregå interaktivt. Det ble en brå overgang til en helt ny måte å samarbeide på, og det tok litt tid å finne en ny form for rytme i den resterende delen av gjennomføringen, spesielt ettersom to av prosjektgruppas medlemmer har barn i skole- og barnehagealder. Likevel ser prosjektgruppa fordeler ved å ta del i denne erfaringen, og tror at måten vi vil kommunisere med hverandre og kjøre møter på i fremtiden vil ha mange felles trekk med slik det nå har blitt gjort under Korona-pandemien. Det kan jo derfor tenkes at det har vært en verdifull form for læring i å ha vært igjennom dette også.

Fremdriftsplanen som ble satt for prosjektet har blitt fulgt relativt greit, noen oppgaver har tatt lenger tid enn planlagt, men dette har gått opp i at andre har tatt kortere tid. Fremdriften i prosjektet har blitt kontinuerlig fulgt opp slik at tiltak for innhenting av forsinkelser har kunnet bli iverksatt så raskt som mulig. Fremdriften ble noe redusert i det korona-restriksjonene inntraff. Men det lot seg gjøre å innhente denne forsinkelsen siden det var lagt inn god tid mot slutten til ferdigstilling av prosjektet. I tillegg lå prosjektet i forkant av fremdriftsplanen før nedstengningen. Likevel var det behov for å søke om en ukes forlengelse av innleveringsfristen, samt legge opp til et forholdsvis strengt tidskjema mot slutten.

Det har i prosjektet blitt brukt mye tid på drøfting av valgte løsninger, dette har vært spesielt tidkrevende i og med at gruppen ikke har sittet sammen på daglig basis. I tillegg til utstrakt bruk av Microsoft Teams til møtevirksomhet har også alt av fildeling foregått på felles OneDrive server. Mye av prosjekteringsarbeidet har også blitt gjennomført gjennom BIM-modellering. Bruken av BIM-verktøy er en velkjent metode for bransjen å jobbe i, som stadig vokser i omfang. Det kan brukes til å modellere tomt og bygninger der det meste av relevant informasjon kan hentes ut. Ellers er arbeidsoppgavene løst ved innhenting av informasjon, tett samarbeid og analyser. Disse metodene har vært godt egnet for et prosjekt med de gitte rammene.

Som det vil fremkomme i konklusjonen er det behov for videre utbedring av konseptet før en eventuell realisering av prosjektet. I et videre arbeid med prosjektet vil det være naturlig å jobbe videre med detaljering og prosjektering av boligene. For å kvalitetssikre estimatet av entreprisekost, og med det redusere usikkerheten ved lønnsomheten, bør en aktuell entreprenør bli forespurt om å gi pris på entreprisekosten. Etter innhentet entreprisekost, vil det være naturlig å se på kostnadsreducerende tiltak i samarbeid med entreprenør for å oppnå en akseptabel entreprisekostnad.

## 7 Konklusjon

Målet med dette prosjektet har vært å utvikle et konkurransedyktig konsept for boligtomten til Skien Boligbyggelag på Trokåsa i Skien. Alle problemstillinger som er listet opp i prosjektbeskrivelsen er besvart. Det er ingen fasitsvar for hva som er den beste løsningen på en oppgave som denne, men gruppen anser det utarbeidede produktet til å være en god løsning på tomten. Hvorvidt det ville truffet godt nok i markedet, til at det ville svart seg økonomisk å realisere dette konseptet, tas det ikke stilling til.

Som det fremkommer av kostnadsestimatet er mulighetene for fortjeneste ved utbygging noe lave per nå. Boligbyggelagets krav til fortjeneste på minimum 5% vil ikke bli innfridd med mindre det viser seg at det ikke blir nødvendig å bruke mer enn 1,8 millioner av usikkerhetsavsetningen. Dersom det ikke blir nødvendig å hente ut noe av posten for usikkerhetsavsetningen går prosjektet med 7,4 % i fortjeneste.

Det er også muligheter for at det ikke vil være nødvendig å bruke hele den avsatte posten for forventet tillegg. Dersom det ikke oppstår tilleggs kostnader på mer enn 2,9 millioner, tilsvarende 4,5 % av byggekostnad inkl. mva, vil prosjektet gi en fortjeneste på litt over 10%, tilsvarende 7,9 millioner kr. Det bør også medregnes at en gjennomføring av prosjektet vil bidra til en intern inntjening for oppdragsgiver på omkring 1,5 millioner, administrasjon, prosjektering og salg sett under ett.

Mulighetene for en oppside og tilfredsstillende avkastning er absolutt til stede, men å iverksette utbygging på dette grunnlaget ville vært svært spekulativt og innebåret høy grad av usikkerhet. Dersom noe av innholdet er interessant å gå videre med, må oppdragsgiver gjennomføre sin egen gjennomgang av materialet som fremkommer av denne oppgaven, da med et spesielt fokus på kostnadsestimatet og forventede salgsinntekter. Først etter dette er det mulig å foreta en konklusjon om hvorvidt prosjektet bør iverksettes eller ikke.

# Referanser

- [1] *Skien kommune VA-NORM*, 2017.
- [2] Bilder, Norge i, «Norge i Bilder,» [Internett]. Available: <https://www.norgebilder.no/>. [Funnet 23 Mars 2020].
- [3] Norges geologiske undersøkelse, «ngu.no/kart/losmasse/,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. [Funnet 24 Mars 2020].
- [4] Byggforsk, «Løsning for lokal håndtering av overvann i bebygde områder,» Mai 2012. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/246/loesning\\_for\\_lokal\\_haandtering\\_av\\_overvann\\_i\\_bebygde\\_omraader](https://www.byggforsk.no/dokument/246/loesning_for_lokal_haandtering_av_overvann_i_bebygde_omraader). [Funnet 25 Januar 2020].
- [5] VA miljøblad, «VA miljøblad overflateninfiltrasjon,» [Internett]. Available: <https://www.va-blad.no/overflateinfiltrasjon/>. [Funnet 22 Januar 2020].
- [6] Byggforsk, «Vann i by - håndtering av overvann i bebygde områder,» Mai 2012. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/2562/vann\\_i\\_by\\_haandtering\\_av\\_overvann\\_i\\_begyde\\_omraader](https://www.byggforsk.no/dokument/2562/vann_i_by_haandtering_av_overvann_i_begyde_omraader). [Funnet 26 Januar 2020].
- [7] Bygg21s arbeidsgruppe, «10 kvalitetsprinsipper for bærekraftige bygg og områder,» Bygg21, 2018.
- [8] FN, «www.fn.no,» 15 Januar 2019. [Internett]. Available: <https://www.fn.no/tema/fattigdom/Baerekraftig-utvikling>. [Funnet 18 Mai 2020].
- [9] Byggforsk, «Brannsikkerhet. Dokumentasjon av brannsikkerhetsstrategi,» September 2013. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/3114/brannsikkerhet\\_dokumentasjon\\_av\\_brannsikkerhetsstrategi](https://www.byggforsk.no/dokument/3114/brannsikkerhet_dokumentasjon_av_brannsikkerhetsstrategi). [Funnet 12 Februar 2020].
- [10] Byggforsk, «Oversikt over krav og løsninger ved brannteknisk prosjektering av bygninger,» September 2017. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/3307/oversikt\\_over\\_krav\\_og\\_loesninger\\_ved\\_brannteknisk\\_prosjektering\\_av\\_bygninger](https://www.byggforsk.no/dokument/3307/oversikt_over_krav_og_loesninger_ved_brannteknisk_prosjektering_av_bygninger). [Funnet 12 Februar 2020].
- [11] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, «dsb Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg,» [Internett]. Available: <https://www.dsb.no/lover/farlige-stoffer/artikler/temaveiledninger-farlig-stoff/>. [Funnet 15 Mars 2020].
- [12] «dbk bæreevne og stabilitet,» 1 Desember 2017. [Internett]. Available: [https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/ii/11-4/?\\_t\\_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCf%3d%3d&\\_t\\_q=b%3%a6reevne+og+stabilitet%27&\\_t](https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/ii/11-4/?_t_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCf%3d%3d&_t_q=b%3%a6reevne+og+stabilitet%27&_t)



- tags=language%3ano%2csiteid%3aa8fed669-6208-4354-8fe6-9c93cb91a133&\_t\_ip=79.161.214.57%3a59988&\_t\_hit.id=EPiServ. [Funnet 11 Februar 2020].
- [13] «dibk § 11-11. Generelle krav om rømning og redning,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/iv/11-11/>. [Funnet 12 April 2020].
- [14] Byggforsk, «Skillevegg mellom rekkehusboliger,» Mars 2019. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/3059/skillevegg\\_mellom\\_rekkehusboliger](https://www.byggforsk.no/dokument/3059/skillevegg_mellom_rekkehusboliger). [Funnet 10 Mai 2020].
- [15] «dibk Brannceller,» [Internett]. Available: [https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/iii/11-8/?\\_t\\_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d&\\_t\\_q=brannceller&\\_t\\_tags=language%3ano%2csiteid%3aa8fed669-6208-4354-8fe6-9c93cb91a133&\\_t\\_ip=79.161.214.57%3a60612&\\_t\\_hit.id=EPiServer\\_Templates\\_DIBK\\_](https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/iii/11-8/?_t_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d&_t_q=brannceller&_t_tags=language%3ano%2csiteid%3aa8fed669-6208-4354-8fe6-9c93cb91a133&_t_ip=79.161.214.57%3a60612&_t_hit.id=EPiServer_Templates_DIBK_). [Funnet 16 Mars 2020].
- [16] «dibk Tiltak mot brannspredning mellom byggverk,» [Internett]. Available: [https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/iii/11-6/?\\_t\\_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d&\\_t\\_q=brannspredning&\\_t\\_tags=language%3ano%2csiteid%3aa8fed669-6208-4354-8fe6-9c93cb91a133&\\_t\\_ip=79.161.214.57%3a60779&\\_t\\_hit.id=EPiServer\\_Templates\\_DI](https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/11/iii/11-6/?_t_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d&_t_q=brannspredning&_t_tags=language%3ano%2csiteid%3aa8fed669-6208-4354-8fe6-9c93cb91a133&_t_ip=79.161.214.57%3a60779&_t_hit.id=EPiServer_Templates_DI). [Funnet 2 Mai 2020].
- [17] Byggforsk, «Golv på grunnen med ringmur,» Juni 2012. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/328/golv\\_paa\\_grunnen\\_med\\_ringmur\\_utfoerelse](https://www.byggforsk.no/dokument/328/golv_paa_grunnen_med_ringmur_utfoerelse).
- [18] Byggforsk, «Teknisk godkjenning Jackon Ringmur,» Juni 2019. [Internett]. Available: <http://media.bygggtjeneste.no/media/TEKG/25557521>.
- [19] N. I. Bovim, «Masonite-tabell: Lett bjelkelag,» Masonite, 2017. [Internett]. Available: <https://www.masonite.no/media/4673/2-lett-bjelkelag.pdf>.
- [20] AJW, «Bjelkelag, Tabell for hulltaking, runde hull,» Mai 2019. [Internett]. Available: <https://www.masonite.no/media/2847/b12-106.pdf>.
- [21] Byggforsk, «Snølast på tak,» 2003. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/216/snoelast\\_paa\\_tak\\_dimensjonerende\\_laster?gclid=CjwKCAjw8J32BRBCEi-wApQEKgRDYgm\\_C52y5HO25PbaoTGnA72G4\\_2o8ZMdiIIAlleo4oBy0x7x44RoClCoQAvD\\_BwE](https://www.byggforsk.no/dokument/216/snoelast_paa_tak_dimensjonerende_laster?gclid=CjwKCAjw8J32BRBCEi-wApQEKgRDYgm_C52y5HO25PbaoTGnA72G4_2o8ZMdiIIAlleo4oBy0x7x44RoClCoQAvD_BwE).
- [22] N. I. Bovim, «Sperretabell for Masonite bjelker,» 2017. [Internett]. Available: <https://www.masonite.no/media/4670/180821-sperretabell-ett-felt.pdf>.
- [23] Byggforsk, «Bjelker av tre, dimensjonering,» Mai 2011. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/304/bjelker\\_av\\_tre\\_dimensjonering](https://www.byggforsk.no/dokument/304/bjelker_av_tre_dimensjonering).
- [24] Statens Vegvesen, «Statens Vegvesen Vegkart,» Statens Vegvesen, 2018. [Internett]. Available: <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@600000,7225000,3>. [Funnet 24 Mars 2020].

## Referanser

- [25] Statens Vegvesen, Premisser for geometrisk utforming av veger V120, Norge: Statens Vegvesen, 2019.
- [26] Google, «Googel maps,» [Internett]. Available: <https://www.google.com/maps>. [Funnet 16 April 2020].
- [27] Dibk, «TEK17 §12-13,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/12/iii/12-13/>.
- [28] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «Grad av utnytting,» 2014. [Internett]. Available: [https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kmd/boby/grad\\_av\\_utnytting.pdf](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kmd/boby/grad_av_utnytting.pdf).
- [29] Byggforsk, «Balansert ventilasjon i småhus,» Oktober 2015. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/529/balansert\\_ventilasjon\\_i\\_smaahus](https://www.byggforsk.no/dokument/529/balansert_ventilasjon_i_smaahus).
- [30] Byggforsk, «Luftmengder i ventilasjonsanlegg,» SINTEF, Desember 2017. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/2753/luftmengder\\_i\\_ventilasjonsanlegg\\_krav\\_og\\_anbefalinger](https://www.byggforsk.no/dokument/2753/luftmengder_i_ventilasjonsanlegg_krav_og_anbefalinger).
- [31] Byggforsk, «Ventilasjon av boliger, prinsipper,» 2017. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/527/ventilasjon\\_av\\_boliger\\_prinsipper#i44](https://www.byggforsk.no/dokument/527/ventilasjon_av_boliger_prinsipper#i44).
- [32] Norsk Standard, «www.standard.no,» 2011. [Internett]. Available: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=489899>. [Funnet 22 mai 2020].
- [33] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «Departementets tolkning av pergola og forholdet til grad av utnytting,» Oktober 2019. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/-5-2---departementets-tolking-av-pergola-mv.-og-forholdet-til-grad-av-utnytting---bebygd-areal-bya/id2670879/>.
- [34] Arbeidstilsynet, «www.arbeidstilsynet.no,» 5 mai 2017. [Internett]. Available: <https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/regelverkspdf/byggherreforskriften>. [Funnet 22 Mai 2020].
- [35] Krogsvæn, «Prisutvikling for Skien,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.krogsvæn.no/prisstatistikk?zipCode=3737>.
- [36] SINTEF Byggforsk, «www.byggforsk.no,» SINTEF, 01 06 2016. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/5162/energikrav\\_til\\_bygninger\\_oversikt](https://www.byggforsk.no/dokument/5162/energikrav_til_bygninger_oversikt). [Funnet 17 03 2020].
- [37] Enova, «www.energimerking.no,» Enova, 15 6 .2015. [Internett]. Available: <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/om-energimerkesystemet-og-regelverket/karakterskalaen/>. [Funnet 1 4 2020].

- [38] Direktoratet for byggkvalitet, «[www.dibk.no](http://www.dibk.no),» dibk, 27 juni 2017. [Internett]. Available: [https://dibk.no/sok/?q=sikkerhetsglass&t=Byggteknisk+forskrift+med+veiledning+\(TEK17\)](https://dibk.no/sok/?q=sikkerhetsglass&t=Byggteknisk+forskrift+med+veiledning+(TEK17)). [Funnet 3 April 2020].
- [39] Renovasjon i Grenland, «[www.rig.no](http://www.rig.no),» Renovasjon i Grenland , [Internett]. Available: <https://rig.no/avfall-og-sortering/nedgravde-avfallsloesninger>. [Funnet 7 April 2020].
- [40] Krogsveen, «Krogsveen,» [Internett]. Available: <https://www.krogsveen.no/prisstatistikk?zipCode=3737>.

# Vedlegg

Vedlegg A Prosjektbeskrivelse

Vedlegg B Fremdriftsplan

Vedlegg C Excel timefremdrift

Vedlegg D Konkurransgrunnlag for totalentreprise

1. Prosjektinformasjon
2. Kontraktsregler og kvalifikasjonskrav
3. Kontraktsbestemmelser
4. Beskrivende del (Byggebeskrivelse)

Vedlegg E Tegningsliste

Vedlegg F Rømskja

Vedlegg G Geologisk undersøkelse datert 14.11.05

Vedlegg H SHA-plan

Vedlegg I Risikoanalyse som vedlegg til SHA-plan

Vedlegg J Bærekraftskonsept

Vedlegg K Beregning ståldrager ISY

Vedlegg L Energimerkeberegning

Vedlegg M Vann og avløp

Vedlegg N Kostnadsestimat Trokåsa

Vedlegg O Korrespondanse

1. Avtale med Østerhus
2. Søknad om utsettelse innlevering
3. Skien kommune byggesak
4. Viken Fiber

Vedlegg P Møtereferater med veileder USN

Vedlegg Q Møtereferater med veileder SBBL

Vedlegg R Brannkonsept

Vedlegg S Estimerte salgsinntekter