



Kunnskap for en bedre verden

Parkeringshus og studentboliger i Røverdalen

*Utforming og dimensjonering av
parkeringsanlegg*

Even Kokslien Østvold

Gradering: Åpen

Bachelor i ingeniørfag - bygg
Innlevert: mai 2024
Veileder: Jan Steinar Egenes
Magne Svare
Geirmund Østvold

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk

| | | | |
|--|--------------------|-----------------|---|
| Oppgavens tittel: | Dato: 21. mai 2024 | | |
| Parkeringshus og studentboliger i Røverdalen | Antall sider: 46 | | |
| | Masteroppgave: | Bacheloroppgave | x |
| Navn: Even Kokslien Østvold | | | |
| Veileder: Jan Steinar Egenes | | | |
| Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere: Magne Svare, Geirmund Østvold | | | |

Sammendrag:

Formålet med denne rapporten er å innhente kunnskap innen utforming og dimensjonering av parkeringsanlegg. Primærhensikten er å finne praktiske plasseringer på de strukturelle elementene i et bestemt parkeringsanlegg for å oppdrive mest mulige parkeringsplasser iht. SINTEF sin anvisning fra 2023. Prosjektet som blir sett på i oppgaven er et nytt parkeringsanlegg med to studentblokker i massivtre oppå. Parkeringsanlegget bygges over to plan og studentboligene bygges med åtte etasjer hver.

For å begrense omfanget av oppgaven, er det valgt å fokusere på bæresystemet i parkeringsanlegget og ikke studentblokkene. Studentblokkene vil bli hensyntatt i dimensjoneringsmodellene, men vil ikke endres på.

Utforming og dimensjonering av parkeringsanlegget har blitt utført ved hjelp av dataprogrammer som Robot Structural Analysis, Autodesk Revit og håndberegninger i Microsoft Excel.

I resultatet kommer det frem at det er mulig å oppdrive flere godkjent plasser iht. SINTEF Byggforsk sin veiledning, men at det vil gå på bekostning av totale antall plasser.

Stikkord:

| |
|--------------------------|
| Parkeringsanlegg |
| SINTEF Byggforsk 312.130 |
| |
| |

Even K. Østvold

(sign.)

Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet ved Institutt for vareproduksjon og byggteknikk (IVB) ved NTNU i Gjøvik. Oppgaven er en avslutning på en treårig utdanning innen konstruksjonsteknikk, og er skrevet våren 2024.

Utgangspunktet for denne rapporten er et pågående byggeprosjekt som utvikles i samarbeid med Gjøvik kommune og Studentsamskipnaden i Trondheim, hvor det skal bygges en parkeringskjeller under to studentboligblokker i massivtre.

Hensikten med denne oppgaven er å utvikle og tilegne seg ny kunnskap innen dimensjonering og prosjektering av parkeringsanlegg, samtidig som en klarer å finne kreative og innovative løsninger for å oppnå best mulig resultat. Planen er å finne en løsning som gjør at det blir plass til flere parkeringsplasser iht. SINTEF sin nye parkingsanvisning enn opprinnelig prosjektet.

Jeg ønsker å rette en stor takk til veileder ved NTNU, Jan Steinar Egenes, for god veiledning og godt samarbeid. I tillegg rettes en takk til Veidekke Entreprenør AS, som har hjulpet meg med å finne en spennende oppgave å skive om, og for god rådgivning under hele prosessen.

I denne oppgaven er det antatt at leser er kjent med relevant fagtermologi.

Abstract

The purpose of this thesis is to gather knowledge about design and sizing of parking facilities. The primary objective is to find practical placements for the structural elements in a specific parking facility. This is to maximize the number of parking spaces in accordance with SINTEF's guidelines. The project discussed in this thesis, is a new parking facility with two student apartment complexes built on top. These apartment complexes are built in cross-laminated timber. The parking facilities are constructed over two levels, and the two student apartment complexes are built with eight stories each.

To limit the scope of this report, the focus is placed on the support system of the parking facility and not on the student apartment complexes. The apartments will be considered in the dimensioning models but will not be altered.

The design and sizing of the parking facility have been carried out using computer programs such as Robot Structural Analysis, Autodesk Revit, and manual calculations in Microsoft Excel.

The results shows that it's possible to achieve more approved spaces in accordance with SINTEF Byggforsk's guidelines, but this will come at the expense of the total numbering of spaces.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|-----|
| Forord | v |
| Abstract | vi |
| Innholdsfortegnelse | vii |
| Tabelliste | x |
| 1 Innledning..... | 1 |
| 1.1 Bakgrunn | 1 |
| 1.2 Problemstilling..... | 1 |
| 1.3 Avgrensning..... | 2 |
| 1.4 Disposisjon | 3 |
| 2 Teori | 4 |
| 2.1 Krav til parkeringsplasser fra TEK17..... | 4 |
| 2.2 Utviklingen av plassbredde | 6 |
| 2.3 Anvisning 312.130 fra SINTEF..... | 8 |
| 3 Case | 13 |
| 4 Metode..... | 15 |
| 4.1 Valg av metoder..... | 15 |
| 4.1.1 Samtaler med entreprenør | 15 |
| 4.1.2 Bruk av programmer | 16 |
| 4.1.3 Prøv- og feilemetoden | 17 |
| 4.2 Evaluering av metodekvalitet og feilkilder | 18 |
| 5 Resultater..... | 19 |
| 5.1 Parkeringsplasser | 19 |
| 5.2 Dimensjoneringsmodeller..... | 21 |
| 6 Diskusjon og analyse..... | 22 |
| 6.1 Sammenligning av konkurransegrunnlaget og ny løsning | 22 |
| 6.2 Det nye parkeringsløsningen | 24 |
| 6.2.1 Ikke-godkjente plasser iht. SINTEF sin anvisning..... | 24 |
| 6.2.2 Plassering av HC-plasser..... | 25 |
| 6.2.3 Spesielle tilfeller..... | 25 |
| 6.3 Videre arbeid | 26 |

| | | |
|---|-----------------------|----|
| 7 | Konklusjon | 27 |
| | Litteraturliste | 28 |
| | Vedlegg | 29 |

Figurliste

| | |
|---|----|
| Figur 1: Dimensjonerende bil i 1991 (SINTEF Byggforsk, 1991). | 6 |
| Figur 2: Dimensjonerende bil etter den nye anvisningen (OpenAI, 2024). | 8 |
| Figur 3: Plassbehovet rundt en bil..... | 9 |
| Figur 4: Minstemål på lengden av en bil (SINTEF Byggforsk, 2023)..... | 9 |
| Figur 5: Dimensjonerende HC-plass (SINTEF Byggforsk, 2023)..... | 10 |
| Figur 6: Inn- og utkjøringsmønster (SINTEF Byggforsk, 2023). | 12 |
| Figur 7: Manøvreringsareal. | 12 |
| Figur 8: Røverdalen studentboliger (Gjøvik Kommune, 2024) | 13 |
| Figur 9: Revit - Strukturell modell av parkeringsanlegget..... | 21 |
| Figur 10: Robot Structural Analysis – Analysemodell av hele bygget. | 21 |
| Figur 11: Parkeringsplasser i plan U2 som ikke er iht. SINTEF sin anvisning | 24 |
| Figur 12: Parkeringsplass U2-5..... | 25 |

Tabelliste

| | |
|--|----|
| Tabell 1: Krav fra TEK17 som er relevante for parkering (SINTEF Byggforsk, 2023, Tabell 13)..... | 4 |
| Tabell 2:Oversikt over parkeringsbredde for parkeringssituasjoner. Denne tabellen er basert på tabell 24 i anvisningen (SINTEF Byggforsk, 2023)..... | 10 |
| Tabell 3: Oversikt over parkeringsplasser i konkurransegrunnlaget..... | 13 |
| Tabell 4: Antall parkeringsplasser..... | 19 |
| Tabell 5: Totalt areal parkeringsplasser i konkurransegrunnlaget | 19 |
| Tabell 6: Totalt areal parkeringsplasser for foreslått løsning..... | 20 |
| Tabell 7: Antall parkeringsplasser fra konkurransegrunnlaget. | 22 |
| Tabell 8: Antall parkeringsplasser ut ifra ny løsning | 22 |

1 Innledning

Dette kapitlet presenterer bakgrunnen for oppgaven og problemstillingen, samt at oppbygningen og rammene tydeliggjøres.

1.1 Bakgrunn

Ettersom dagens biler blir lengre og bredere, har behovet for størrelsen på parkeringsplasser blitt endret. SINTEF Byggforsk lagde i 2023 en ny anvisning for dimensjonering av parkeringsanlegg. Grunnen for denne endringen var behovet for å lage bedre tilpassede parkeringsplasser i tråd med utviklingen av størrelsen på dagens biler. Denne utviklingen av anvisningen kan påvirke måten en dimensjonerer og utformer parkeringsanlegg på, og virker derfor som et interessant tema å skrive oppgave om. I tillegg er parkeringsplasser et aktuelt tema, da det ofte blir diskutert løsninger knyttet til anleggene.

1.2 Problemstilling

Problemstillingen for denne oppgaven er å finne ut av om det er mulig å øke antall fullverdige parkeringsplasser i, i henhold til SINTEF sin nye parkeringsanvisning fra 2023, sammenlignet med hva som ble lagt til grunn i konkurransegrunnlaget fra kommunen. Dette uten at det går på bekostning av de strukturelle egenskapene til bygget.

1.3 Avgrensning

For å få en gjennomførbar oppgave, ble det nødvendig å sette noen avgrensinger for oppgaven.

Byggforskserien sier noe om parkeringsplasser på opparbeidet uteareal. I denne oppgaven sees det kun på parkeringsplassene inne i parkeringsanlegget.

For å forenkle dimensjoneringen av bygget har visse forutsetninger blitt satt:

1. Har antatt at grunnen bygget står på er fjell
2. De strukturelle elementene i underkant av studentblokkene er basert på informasjon innhentet fra Veidekke Entreprenør AS og Sweco Norge AS sine tegninger for å oppnå et resultat i tro med hvordan bygget faktisk skal bygges.
3. Beregninger av de strukturelle elementene i oppgaven vil ikke dokumenteres. Det vil kun gis en vurdering om valgt løsning er mulig å bygge.
4. Det er ikke hensyntatt tekniske fag og deres behov i modellen utenom et teknisk rom og eventuelle rom som er plassert i avstivningsystemet til studentblokkene.

1.4 Disposisjon

Bacheloroppgaven har følgende innhold:

| | |
|--------------------------------|---|
| Kapittel 1 - Innledning | Kort beskrivelse om bakgrunnen for oppgaven, problemstillingen og avgrensninger. |
| Kapittel 2 – Teori | Inneholder relevant teori om SINTEF sin parkeringsanvisning. |
| Kapittel 3 – Case | Kort beskrivelse om parkeringsanlegg og studentboliger i Røverdalen. |
| Kapittel 4 – Metode | Inneholder en forklaring om metodikk og arbeidsmetode som er brukt i oppgaven. |
| Kapittel 5 – Resultat | Presentasjon av oppnådde resultater. |
| Kapittel 6 – Diskusjon | Sammenligning av oppnådde resultater og hva som ble lagt til grunn i konkurransegrunnlaget. |
| Kapittel 6 – Konklusjon | Kort konklusjon av oppgaven. |

2 Teori

I denne delen av oppgaven skal det ses nærmere på parkeringsplasser og anbefalinger og krav som omhandler parkeringsanlegg.

2.1 Krav til parkeringsplasser fra TEK17

Relevante krav om parkeringsplasser fra TEK17 er oppsummert i Tabell 1

Tabell 1: Krav fra TEK17 som er relevante for parkering (SINTEF Byggforsk, 2023, Tabell 13).

| Hvor | Paragraf i TEK17 | Krav |
|-----------------------|------------------|--|
| Parkering ute og inne | § 5-7 | Parkeringsarealet skal inngå i beregningsgrunnlaget for grad av utnytting* |
| | § 8-8 | Hvis kommunen krever parkering, skal bygning med boenhet med krav om heis, byggverk med krav om universell utforming og uteareal for allmenheten ha et tilstrekkelig antall parkingsplasser for forflytningshemmede. Slike plasser skal være nær hovedinngang, ha tilfredsstillende belysning og være tydelig skiltet og merket. * |
| | § 8-8 | “der det er stilt krav om parkering i eller samsvar med plan- og bygningsloven skal parkeringsplass klargjøres med føringsvei og plass for elektrisk infrastruktur for ladeanlegg til elbil.” |
| | § 12-1 | “byggverk skal ha en planløsning tilpasset byggverkets funksjon.” |

| | | |
|-------------------------------|------------|--|
| Parkering I eller på byggverk | § 12-5 | “Byggverk skal ha en utforming som forebygger fare for skade på personer og husdyr ved sammenstøt eller fall” |
| | § 12-6 | Diverse krav til kommunikasjonsveier. Ifølge DiBK gjelder kravene I parkeringsanlegget, men ikke I bilens umiddelbare omgivelser.* |
| | § 12-7 (1) | “Rom og annet oppholdsareal skal ha utforming, romhøyde og størrelse tilpasset sin funksjon.” |
| | § 12-16 | Diverse krav til ramper for gående* |
| | § 12-18 | Plassering av betjeningsutstyr (lysbrytere, ladekontakter for elbil o.l.)* |
| | § 13-9 | Fuktighet “skal ikke trenge inn og gi fuktskader, soppdannelser og andre hygieniske problemer”.* |
| | diverse | Krav til konstruksjoner, brannsikkerhet, innemiljø osv. * |

* Disse setningene er direkte sitat fra tabell 13 i 312.130 SINTEF Byggforsk

Kravene til TEK17 setter i liten grad krav til størrelse og plassering av plassene til biler, utenom parkeringsplasser tilegnet personer med forflytningshemning.

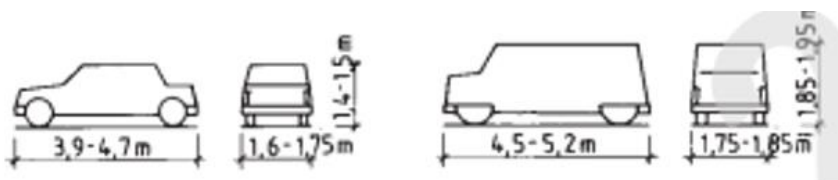
2.2 Utviklingen av plassbredde

Den første versjonen av Byggeforskserien «312.130 Parkeringsplasser og garasjeanlegg» kom i 1991 (SINTEF Byggeforsk, 2023). Målene som oppgis er minimumsmål, noe som gjør at målene i garasjeanlegget bør være romsligere.

De gitte målene i anvisningen var som følger:

- Ved kjørebane på 7,0 m er det anbefalt at p-plassene 34 2,3 m brede
- Ved kjørebane på 6,5 m er det anbefalt at p-plassene er 2,4 m brede
- Ved kjørebane på 6,0 m er det anbefalt at p-plassene er 2,5 m brede

I Figur 1 vises målene på dimensjonerende bil i 1991.



Figur 1: Dimensjonerende bil i 1991 (SINTEF Byggeforsk, 1991).

I 2002 ga Statens Vegvesen og Gjensidige NOR ut et hefte som inntil 2015 var mal for parkeringsanlegg (Statens Vegvesen, 2002).

Denne malen hadde følgende mål:

- Ved kjørebane på 7,05 m er det anbefalt at p-plassene er 2,3 m brede
- Ved kjørebane på 6,70 m er det anbefalt at p-plassene er 2,4 m brede
- Ved kjørebane på 6,3 m er det anbefalt at p-plassene er 2,5 m brede

Den andre versjonen av byggeforskserien 312.130 kom i 2005. Denne anvisningen hadde henvisning til Statens Vegvesen og Gjensidige NOR sitt hefte. I 2015 fikk anvisningen en oppdatering til (SINTEF Byggeforsk, 2023).

Den tredje versjonen av 312.130 oppga disse målene:

- Ved kjørebane på 6,3 m er det anbefalt at p-plassene er 2,5 m brede
- Bredde på p-plassene er anbefalt å være 2,8 m mot vegg.

I oktober 2023 kom den siste og fjerde oppdateringen av 312.130. I neste delkapittel vil det ses nærmere på hva denne anvisningen sier.

2.3 Anvisning 312.130 fra SINTEF

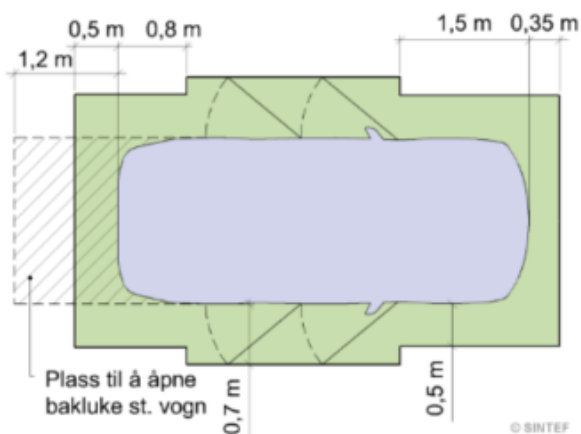
«I en bil av vanlig størrelse må en alminnelig dyktig sjåfør kunne kjøre frem til og inn på plassen, og ut igjen, normalt med til sammen maks en ryggemanøver» (SINTEF Byggforsk, 2023, pkt. 14).

Målet med den nye oppdaterte versjonen av anvisning 312.130 «Utforming og dimensjonering av parkeringsanlegg», er å få til mer funksjonelle parkeringsanlegg. Funksjonell parkering handler om at alle kan sitte i bilen til den er parkert, noe som også vil bidra til å redusere risikoen for alvorlige ulykker i parkeringshus. Anvisningen tar ikke for seg byggtekniske forhold, og gir heller ingen anbefaling om antall parkeringsplasser.



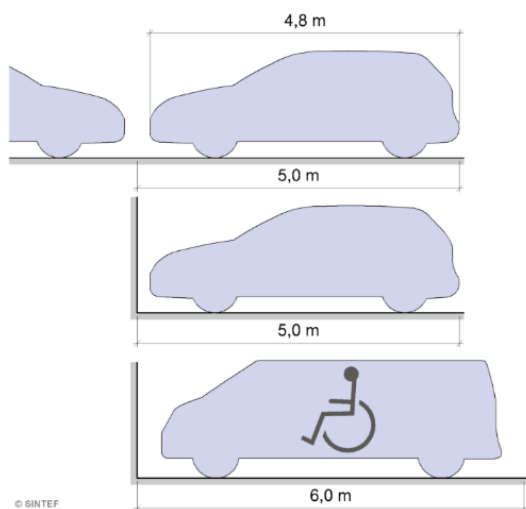
Figur 2: Dimensjonerende bil etter den nye anvisningen (OpenAI, 2024).

Biler blir bredere, noe som fører til økte mål på hva en dimensjonerende bil er. Målene fra Figur 2 viser et eksempel på en dimensjonerende personbil som skal representere 85-prosentilen av personbiler i dag. Disse målene danner grunnlaget for avstandene som benyttes for å se om det er mulig å f.eks. komme inn og ut på begge sider av en bil, eller om man har nok manøvreringsareal.



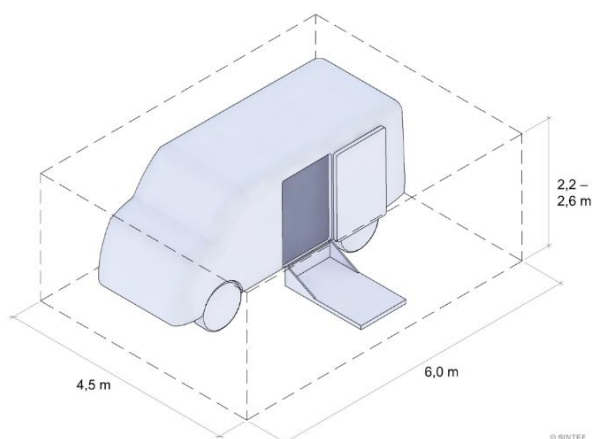
Figur 3: Plassbehovet rundt en bil.

Målene på en dimensjonerende bil tar ikke høyde for mulig bruk av takboks, derfor bør det legges til 0,4 m i høyden for å hensyn ta dette. Bredden er ikke inkludert bredden på bil med speil. For å kunne forlate bilen når den er parkert, må det alltid være minst en passasje der det er fri plass på 0,5 m. De ulike målene for plassbehov rundt en dimensjonerende bil er gitt i Figur 3. Videre må parkeringsplasser minst ha en lengde på 5,0 m, se Figur 4.



Figur 4: Minstemål på lengden av en bil (SINTEF Byggforsk, 2023).

Både Vegnormalen (N100), standarden for Universell utforming av byggverk (NS 11001-1), standarden for Universell utforming av uteområder (NS 11005) og parkeringsforskriften krever at en HC-plass skal være minst 4,5 m bred og 6,0 m lang, se Figur 4 og Figur 5.

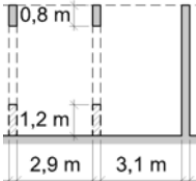
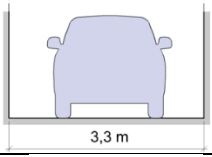



Figur 5: Dimensjonerende HC-plass (SINTEF Byggforsk, 2023).

Søyler i parkeringshusene kan gjøre det vanskelig for sjåføren å manøvrere bilen, samt at de kan være til hinder når folk skal åpne bildørene. Andre sidehindre kan være vegg, veggskiver, byggt tekniske installasjoner, biler som parkeres vinkelrett på den gitte parkeringsplassen eller andre faste konstruksjoner som reduserer fremkommeligheten for både parkering av bilen og muligheten for å forlate og bevege seg rundt bilen. I Tabell 2 vises videre de ulike breddene som trengs ved ulike typer manøvreringssituasjoner.

Tabell 2: Oversikt over parkeringsbredde for parkeringssituasjoner. Denne tabellen er basert på tabell 24 i anvisningen (SINTEF Byggforsk, 2023).

| Beskrivelse av parkeringssituasjonen | Parkeringsbredde (m) | Illustrasjon |
|---|----------------------|--------------|
| Nabobil på begge sider, ingen sidehindre | 2,6 | |
| Nabobil på én side, søyle* på den andre siden | 2,8 | |
| Søyler* på begge sidene | 2,9 | |
| Nabobil på én side, sidehinder på den andre siden | 3,0 | |

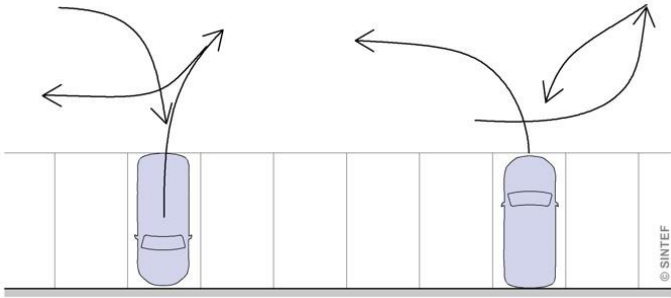
| | | |
|--|-----|---|
| Søyle* på én side, sidehinder på den andre siden | 3,1 |  |
| Sidehinder på begge sidene | 3,3 |  |
| HC-plass | 4,5 |  |

*Maksavstand fra kanten av manøvreringsfeltet og søyle er 0,8 m. Bredden av søylen er ikke tatt med i parkeringsbredden.

For å minimere risikoen for kollisjoner og skader i parkeringsanlegg, er det nødvendig å fastsette og opprettholde en tilstrekkelig sikkerhetsavstand. Sikkerhetsavstanden i kjøreveier må være 0,25 m, noe som samsvarer med N100. Når man manøvrerer inn og ut av parkingsplasser, anses en sikkerhetsavstand på 0,2 meter som tilstrekkelig, gitt de lave hastighetene som er involvert.

Under planleggingsprosessen av design av parkeringsanlegg må det tas hensyn til ulike manøvreringsteknikkene som brukes av sjåførere. Sintef anbefaler at både parkering og utkjøring fra parkeringsplasser bør kunne gjennomføres med kun en ryggemanøver for å redusere risiko for kødannelser og ventetid. Det bør være mulig å parkere både med fronten inn og ved å rygge inn.

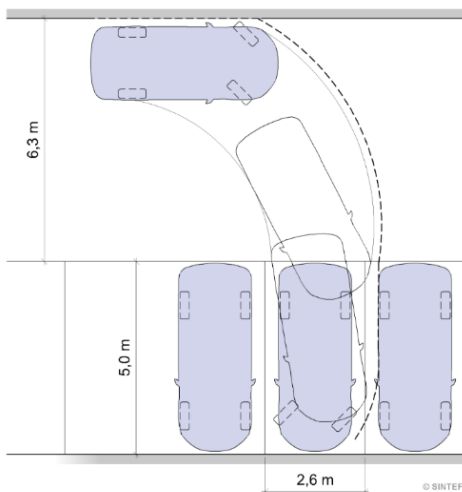
Figur 6 viser eksempel på hvordan inn og utkjøringen burde kunne foregå gitt at det er tilstrekkelig med rom til å manøvrere bilen.



Figur 6: Inn- og utkjøringsmønster (SINTEF Byggforsk, 2023).

Når det planlegges parkeringsareal, er det essensielt å forstå og anvende korrekt mål for svingdiameteren til personbiler. I anbefalingen til SINTEF benyttes en svingradius på 12,5 meter.

For å få manøvrert bilen inn på en parkeringsplass med bredde 2,6 m trengs det et areal med fri minstebredde på 6,3 m, dette er illustrert i Figur 7. Manøvreringsarealer og kjørebaneer må være frie for tekniske installasjoner, lagringsplass, sykkelparkering og lignende.



Figur 7: Manøvreringsareal.

På endeplasser mot en sidevegg må bredden være 3,0 m, i tillegg vil det være nødvendig med ytterligere 0,3 m bredde, hvis en parkerer med fronten inn. Vil man derimot rygge inn, vil det være behov for to ryggemanøvre og 0,8 m i ekstra bredde.

3 Case

I denne delen av oppgaven presenteres valgt case.



Figur 8: Røverdalen studentboliger (Gjøvik Kommune, 2024)

Studentboligene i Røverdalen er valgt som case for denne bacheloren, en illustrasjon av prosjektet er vist i Figur 8. Byggeprosjektet består av to blokker for studenter og parkeringshus. De to byggherrene er Studentsamskipnaden i Trondheim (SIT) og Gjøvik kommune, for henholdsvis studentboliger og parkeringsanlegg. Veidekke Entreprenør AS er valgt som entreprenør for hele prosjektet.

Før bygging er det ca. 82 parkeringsplasser der det nye bygget vil komme. I det nye parkeringshuset skal noen av plassene være forbeholdt studentene. **I Feil! Fant ikke referanseilden.** vises en oversikt over antall plasser som var planlagt i konkurransegrunnlaget basert på plantegningene i vedlegg 1 og 2.

Tabell 3: Oversikt over parkeringsplasser i konkurransegrunnlaget.

| | Ordinære parkeringsplasser | | HC-plasser | | Antall plasser |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------|
| | Iht. forrige versjon av 312.130 | Ikke iht. til forrige 312.130 | Iht. forrige versjon av 312.130 | Ikke iht. til forrige 312.130 | |
| Plan U1 | 63 | 22 | 2 | 1 | 88 |
| Plan U2 | 58 | 28 | 4 | 2 | 92 |
| Totalt | 121 | 50 | 6 | 3 | 180 |

Parkeringshuset på to etasjer bygges i betong, mens studentboligene som skal plasseres oppå bygges i massivtre. Hver av de to blokkene vil ha åtte etasjer med totalt 248 boligenheter og fellesrom, fordelt på 6928 m² (Gjøvik Kommune, 2024). Heisen i den ene blokken vil gå helt ned til parkeringshuset.

4 Metode

I kapitlet blir leseren gitt en innføring i metodene som er valgt, hvorfor de er valgt, samt at det blir gitt en vurdering av metodekvaliteten.

4.1 Valg av metoder

Valg av metoder må ses i sammenheng med det som ønskes oppnådd i problemstillingen. Fremgangsmåten som velges skal være med på å besvare de spørsmålene som stilles i oppgaven. Valg av tema og innfallsvinkel er dermed avgjørende for den metodiske tilnærmingen.

I starten av arbeidet med oppgaven ble det innhentet data fra fagpersoner og litteratur. Denne dataen ble videre bearbeidet for å få data som kunne benyttes i resultatene, og videre diskuteres og analyseres.

4.1.1 Samtaler med entreprenør

Grunnet flere år med sommer-/deltidsjobb i Veidekke Entreprenør, ble de kontaktet for å høre om det var mulig å skrive en oppgave om et av deres kommende prosjekter. I samtale med distriktslederen ble det kommet frem til at de nye studentboligene i Røverdalen kunne være et fint alternativ. Det kom også frem at det hadde vært en utfordring med parkeringskjelleren, og at det kunne være et aktuelt tema å skrive om.

Gjennom oppgaveskrivingen ble Veidekke benyttet som samtalepartner, hvis det dukket opp spørsmål eller dilemmaer som trengte å bli diskutert.

Det ble også gitt tilgang til konkurransegrunnlaget som Gjøvik kommune hadde sendt ut. I konkurransegrunnlaget lå tegninger av parkeringsanlegget, og det er disse tegningene som er utgangspunktet for sammenligningen av de to løsningene.

I samtale med Veidekke ble det nevnt at det hadde kommet nye råd om utforming og dimensjonering av parkeringsanlegg. Med bakgrunn i dette ble anvisning 312.130 fra SINTEF

funnet. Det er disse anbefalingene fra anvisningen som legger grunnlaget for videre utforming og plassering av selve parkeringsplassene.

4.1.2 Bruk av programmer

I denne oppgaven har det blitt brukt forskjellige programmer for å løse problemstillingen på best mulig måte. Videre kommer det frem hvilke programmer som har blitt brukt, litt om selve programmene og hvordan de har blitt brukt i oppgaven.

Som det tidligere kommer frem i metodekapittelet, ble det i startfasen av oppgaveskrivingen gitt tilgang til hele konkurransegrunnlaget til Gjøvik kommune og SiT. Med informasjonen tilgjengelig der ble det tatt i bruk et Building Information Modeling -program, heretter kalt «BIM», for å lage en strukturell modell av parkeringsanlegget. Programmet som ble brukt heter Autodesk Revit.

Autodesk Revit er et BIM-program, som brukes av arkitekter, ingeniører og konstruksjonsfolk for å designe, konstruere og vedlikeholde bygninger og infrastrukturer. Revit er konstruert som et tverrfaglig program som forenkler samarbeid for de forskjellige fagene på byggeprosjekter. Revit tillater modellering av alle bygningens komponenter i 3D. Modellen inneholder alt av tegningsdata for hvert element, noe som muliggjør detaljert analyse og simulering. Modellen kan brukes til alt fra konseptualisering til detaljert konstruksjonsdokumentasjon. Spesifikt for denne oppgaven ble det laget en ren konstruksjonsmodell av parkeringsanlegget opp til Plan 1. De bærende strukturelle komponentene og avstivning direkte under studentboligene, er som nevnt i innledningen, beregnet av Sweco AS og Veidekke Entreprenør AS. Grunnen til at de brukes er fordi det er gjort endringer på størrelse og plassering av studentblokkene fra konkurransegrunnlaget ble laget til hvordan det faktisk kommer til å bli bygget. Selv om størrelsen på parkeringsanlegget er uendret, er det ønskelig at oppgavens modeller og beregninger fremstår mest mulig i tro med det virkelige bygget.

For å analysere kreften ble Revit-modellen eksportert og omgjort til en analysemodell i et program som heter Robot Structural Analysis, heretter kalt «RSA». RSA, er et avansert programverktøy designet for ingeniører som arbeider med analyser og simuleringer av bygningsstrukturer. Programmet tilbyr en plattform for modellering, analyse og design av en rekke strukturelle systemer i stål, betong, tre og aluminiumsstrukturer. Grunnet at Revit-

modellen kun hadde en strukturell modell av bygget opp til Plan 1, ble masstivtre-elementene tilført i RSA-modellen, slik at lastene på bygget skulle være mest mulig realistiske med det faktiske sluttproduktet. Analysen i RAS ble gjennomført for effektivt å kunne få oversikt over de kritiske punktene i bygget og ut ifra det gjøre vurderinger for gjennomførbarhet.

Etter at det har blitt gjort en fullstendig analyse av kreftene som påvirker bygget ble det utført håndberegninger ved hjelp av regnearkprogrammet Microsoft Excel. Microsoft Excel er et kraftig regnearkprogram som er utviklet av Microsoft. Det brukes til en rekke formål som budsjettlegging, datanalyse, og finansiell modellering, og er en del av Microsoft Office-pakken. I denne oppgaven er det brukt som et regneark for dimensjonering av fundamenter, søyler, bjelker og andre komponenter. Grunnen til at det er valgt å bruke et program som Microsoft Excel er at det i denne sammenheng gjør at det er mer effektivt å bruke samme regneark om igjen for alle beregningene enn å regne alle beregninger enkeltvis.

4.1.3 Prøv- og feilemetoden

Den kreative delen av oppgaven ble i stor grad styrt av prøv- og feilemetoden. Til å begynne med ble det lagd en Revit-modell med de komponentene som var bestemt fra plantegningene i vedlegg 1 og 2, som for eksempel plassering av yttervegger på parkeringsanlegget. Videre ble de bærende elementene under de to studentblokkene plassert. Dette ble gjort, som nevnt tidligere, for å sørge for at bygget var mest mulig i tro med det bygget som skal bygges.

Etter at alle elementene som var forhåndsbestemt ble plassert, begynte den kreative delen. Måten plasseringen av søyler og bjelker ble valgt, var ved å jobbe ut ifra de delene som var bestemt og plassere søyler slik at det var plass til ønsket antall parkeringsplasser imellom hver søyle, slik at parkeringsplassene ivaretok den preaksepterte størrelsen iht. parkeringsanvisningen til SINTEF. Det ble fortløpende gjort beregninger og vurderinger på størrelse og egenskaper til de forskjellige komponentene av bygget, samtidig som det ble prøvd å få inn flest mulig parkeringsplasser.

4.2 Evaluering av metodekvalitet og feilkilder

I dette delkapittelet kommer det frem tanker om valgt metode og eventuelle feilkilder.

Dataene fra beregninger og dimensjoneringsprogrammene er i utgangspunktet mer håndfast enn annen data, samtidig er det også her feilkilder som kan påvirke resultatet av oppgaven. Eksempelvis kan det være vanskelig å oppdage at en har valgt feil komponent og kvalitet i de strukturelle modellene, da utslaget på kreftene ikke nødvendigvis vil være lokalt store.

Grunnet at problemstillingen er basert på en anvisning fra SINTEF blir det fort slik at den blir den eneste rettesnora en har. Ved en litteraturstudie får en gjerne flere synspunkter og kilder å gjøre beslutninger på, noe en ikke vil få ved å følge en bestemt anvisning.

Prøv- og feilemetoden har flere fordeler og ulemper. Fra et akademisk ståsted kan det argumenteres for at metoden ikke er den beste. Ulempen er at løsningen en kommer frem til i denne oppgaven, bare vil gjelde for denne bestemte problemstillingen, og gjør at den kan være vanskelig å gjenskape ved en senere anledning. Resultatet en kan oppnå ved å bruke metoden kan være gode, men det er aldri noen garanti at beste løsning oppnås.

Det at en kjenner godt firmaet en skriver oppgave for kan anses for å være en fordel. Fordelen er at en har god kjennskap til veiledernes sterke og svake sider, og kan derfor tilpasse hvem en diskuterer de forskjellige problemene og utfordringene med.

5 Resultater

I denne delen av oppgaven vil funnene som er gjort bli redegjort for. Først presenteres valgt løsning for plassering av parkeringsplasser. Videre ses det på de ulike modellene som er lagd for å bekrefte at de forskjellige strukturelle elementene i parkeringskjelleren er oppnåelige.

5.1 Parkeringsplasser

Vedlagt ligger to plantegninger hvor plassering av parkeringsplasser er påtegnet, se vedlegg 3 og 4. En oversikt over antall parkeringsplasser og hvorvidt de er iht. ny versjon av SINTEF sin anvisning er oppsummert i Tabell 4.

Tabell 4: Antall parkeringsplasser.

| | Ordinære parkeringsplasser | | HC-plasser | | Antall plasser |
|---------------|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------|
| | Iht. oppdatert versjon av Byggforsk | Ikke iht. til ny Byggforsk | Iht. oppdatert versjon av Byggforsk | Ikke iht. til ny Byggforsk | |
| Plan U1 | 63 | 10 | 5 | 0 | 78 |
| Plan U2 | 72 | 9 | 4 | 0 | 85 |
| Totalt | 135 | 19 | 9 | 0 | 163 |

For å se om det stor kontrast på totalt areal brukt på parkeringsplasser, er det lagd en oversikt, se Tabell 5 og Tabell 6.

Tabell 5: Totalt areal parkeringsplasser i konkurransegrunlaget

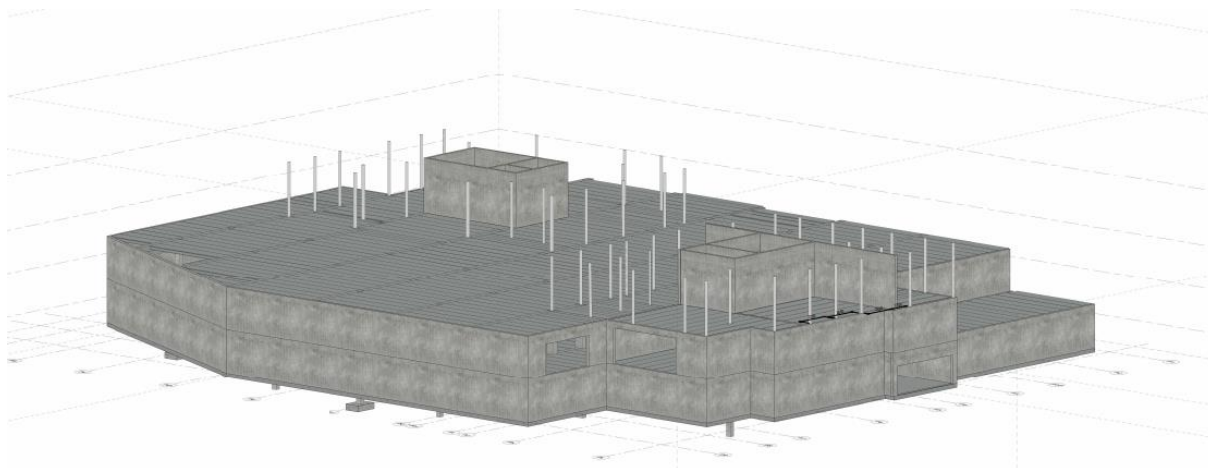
| Konkurransegrunlaget | 2,5x5 | 2,6x5 | 2,4x5 | 4,5x6 |
|-----------------------------------|-------------|-------|-------|-------|
| Areal per plass (m ²) | 12,5 | 13 | 12 | 27 |
| U1 | 64 | 12 | 9 | 3 |
| U2 | 42 | 12 | 32 | 6 |
| Totalt areal | 1325 | 312 | 492 | 243 |
| Totalt areal: | 2372 | | | |

Tabell 6: Totalt areal parkeringsplasser for foreslått løsning

| Nye anvisning | 2,6x5 | 2,8x5 | 2,9x5 | 3x5 | 4,5x6 | 2,5x5 | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|---------------|
| Areal per plass (m ²) | 13 | 14 | 14,5 | 15 | 27 | 12,5 | |
| U1 | 9 | 58 | 1 | 1 | 5 | 4 | |
| U2 | 11 | 62 | 2 | 2 | 4 | 4 | |
| Totalt areal | 260 | 1680 | 43,5 | 45 | 243 | 100 | |
| Totalt areal: | | | | | | | 2371,5 |

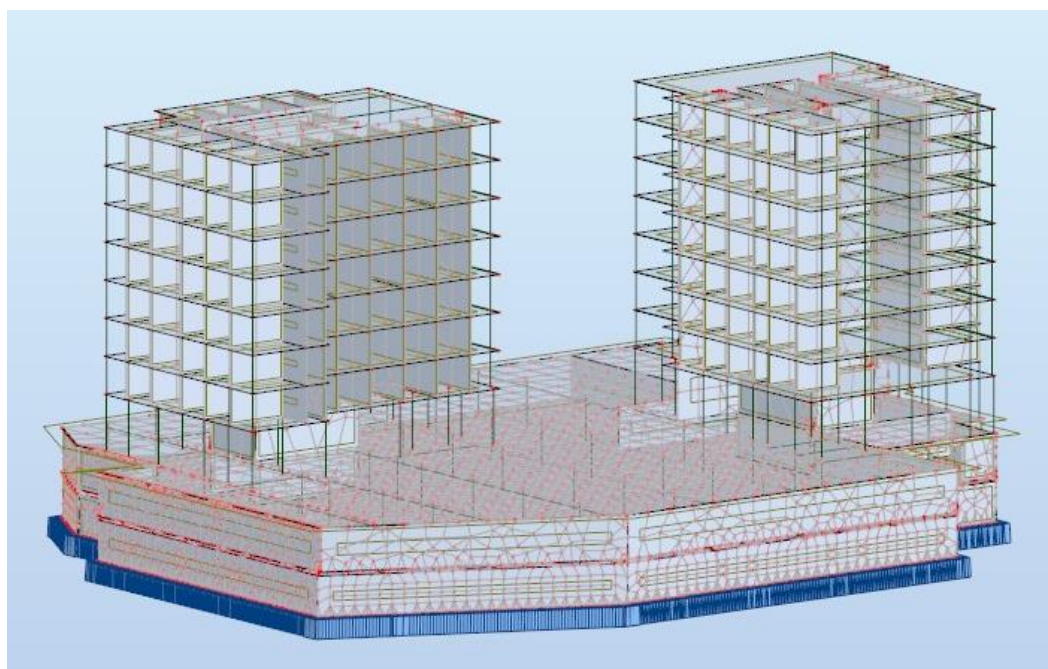
5.2 Dimensjoneringsmodeller

Nedenfor, i Figur 9, vises den strukturelle Revit-modellen som er dimensjonert for å passe til den nye parkeringsanvisningen til SINTEF. Se vedlegg 5 for større modell.



Figur 9: Revit - Strukturell modell av parkeringsanlegget

Denne Revit-modellen danner grunnlaget for RSA-modellen vist i Figur 10, som også kan ses i vedlegg 6 for større format.



Figur 10: Robot Structural Analysis – Analysemodell av hele bygget.

6 Diskusjon og analyse

I dette kapittelet vil resultatene i oppgaven tolkes og drøftes.

6.1 Sammenligning av konkurransegrunnlaget og ny

løsning

Nedenfor presenteres de to tabellene for ny og gammel løsning av parkeringsanlegget slik at de lettere kan sammenlignes.

Tabell 7: Antall parkeringsplasser fra konkurransegrunnlaget.

| | Ordinære parkeringsplasser | | HC-plasser | | Antall plasser |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------|
| | Iht. forrige versjon av 312.130 | Ikke iht. til forrige 312.130 | Iht. forrige versjon av 312.130 | Ikke iht. til forrige 312.130 | |
| Plan U1 | 63 | 22 | 2 | 1 | 88 |
| Plan U2 | 58 | 28 | 4 | 2 | 92 |
| Totalt | 121 | 50 | 6 | 3 | 180 |

Tabell 8: Antall parkeringsplasser ut ifra ny løsning

| | Ordinære parkeringsplasser | | HC-plasser | | Antall plasser |
|---------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|
| | Iht. oppdatert versjon av 312.130 | Ikke iht. til ny 312.130 | Iht. oppdatert versjon av 312.130 | Ikke iht. til ny 312.130 | |
| Plan U1 | 63 | 10 | 5 | 0 | 78 |
| Plan U2 | 72 | 9 | 4 | 0 | 85 |
| Totalt | 135 | 19 | 9 | 0 | 163 |

Fra Tabell 7 og Tabell 8 ser en at den nye løsningen gir færre parkeringsplasser totalt sett. Ser en derimot på antall plasser som er godkjent i forhold til datidens gjeldende anvisning kommer det frem at den nye løsningen har 17 flere parkeringsplasser (inkludert HC-plasser).

Hvis en skal bruke løsningen utarbeidet ifm. konkurransegrunnlaget og få parkeringsplassene godkjent etter den nye anvisningen, vil flesteparten av de tidligere godkjente parkeringsplassene ikke være store nok lenger. Det er derfor nødvendig å gjøre en endring på

mesteparten av det strukturelle hvis en ønsker å tilfredsstille dagens anbefaling. Grunnet at tidspunktet for den nye anbefalingen til SINTEF ble utviklet etter at prosjektet var ferdig med anbudsfasen og at prosjekteringen var godt i gang, vil ikke de nye anbefalingene bli hensyntatt i det faktiske byggeprosjektet.

Som det kommer frem i vedlegg 1 og 2 ser en at de fleste parkeringsplassene i konkurransegrunnlaget er dimensjonert med en bredde på 2,5 m, lengden på parkeringsplassene er uendret. I Tabell 5 og Tabell 6 i resultatdelen er det en oversikt over totalt areal brukt til parkingsplasser i de forskjellige løsningene. Der ser en at selv om den nye løsningen har 17 færre plasser enn i konkurransegrunnlaget, er det totale arealet benyttet til parkeringsplasser så godt som likt. Dette kan tolkes som at løsningene er ganske like gode med tanke på utnyttelse av areal i bygget, men på grunn av de vesentlig strengere anbefalingene i anvisningen fra 2023 blir det færre plasser i den nye løsningen.

6.2 Det nye parkeringsløsningen

I dette delkapittelet skal det nevnes litt om de forskjellige avgjørelsene som ble tatt i forbindelse med plassering av de forskjellige type parkeringsplassene. Mer spesifikt skal parkeringsplassene som ikke faller inn under anvisningen til SINTEF omtales. I tillegg vil plassering av HC-plasser beskrives og noen konkrete tolkninger som ble tatt ifm. plassering av parkeringsplasser vil belyses. Ettersom etasje U1 og U2 er ganske like, vil det bare vises eksempler fra etasje U2.

6.2.1 Ikke-godkjente plasser iht. SINTEF sin anvisning

Tabell 8 viser, som nevnt tidligere, at ikke alle plassene i det nye parkeringsanlegget faller inn under utformingen til den nye anvisningen til SINTEF, i denne delen skal det ses nærmere på hvorfor de ikke er godkjente.

Som nevnt i avgrensingskapittelet er det strukturelle under de to studentboligene gitt. Konsekvensen av dette er at parkeringsplassene ikke er utformet etter den nye anvisningen til SINTEF Byggforsk. Figur 11 viser seks parkeringsplasser (markert med rødt) av de totalt ni plassene i plan U2 som ikke er «godkjente». Uansett om plassene ville oppfylt breddekravene til SINTEF sin anvisning, ville en svingradius på 6,1 m ikke vært tilstrekkelig. Vurdering falt likevel på å plassere parkeringsplasser der, da areal ikke kan benyttes på andre måter.



Figur 11: Parkeringsplasser i plan U2 som ikke er iht. SINTEF sin anvisning

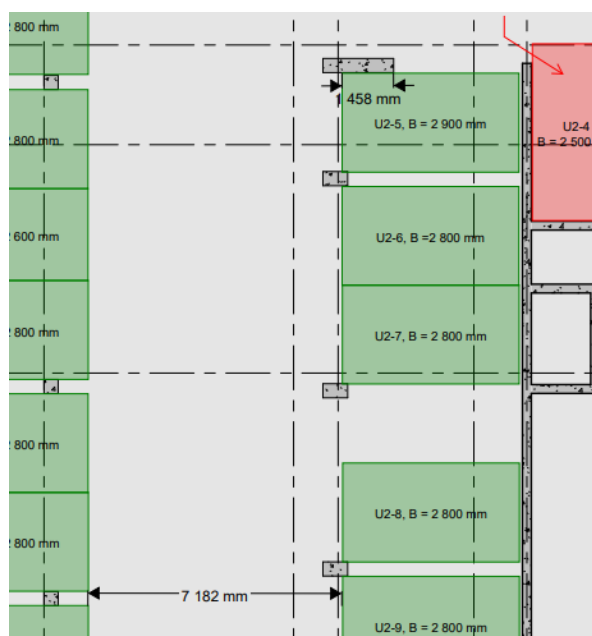
6.2.2 Plassering av HC-plasser

Det er satt krav til at dagens parkingsanlegg skal ha minst 5% (minst 2 stk.) av plassene beregnet for personer med funksjonsnedsettelse (SINTEF Byggforsk, 2024). Disse plassene skal være plassert i nærhet av inngang til bygg og/eller i tilknytning en heis. Ifølge Handikapforbundet skal HC-plasser maks ha en avstand fra p-plassen til inngangsparti/heis på 20 meter.

Som vist i vedlegg 3 og 4, er det kun parkeringsplass U1-10 som er godkjent i henhold til dette kravet. Skulle alle HC-plassene vært plassert i direkte nærhet av heis og inngang, ville det vært på bekostning av flere p-plasser for personbiler. Dette samtidig som at det hadde ført til endringer på de strukturelle elementene som nevnt i avgrensingen ikke skal endres. Av den grunn er det gjort et valgt av løsning der HC-plassene ble plassert utenfor 20 meters grensen.

6.2.3 Spesielle tilfeller

For tilfeller der maksavstanden fra kanten av manøvreringsfeltet og søyle er over 0,8 m, regnes disse søylene som sidehindre og bredden på plassen skal egentlig være 3,1 m. Dette er tilfelle for parkering U2-5 i Figur 12. Likevel er plassen vurdert som gyldig da en har nesten 7,2 meter med manøvreringsbredde, samtidig som du ifølge Figur 3 har tilstrekkelig plass til å åpne dører forutsatt at bilen rygger inn til parkeringsplassen.



Figur 12: Parkeringsplass U2-5.

6.3 Videre arbeid

I oppgaven er det kun sett på optimalisering av antall parkeringsplasser for et spesifikt prosjekt, dette gjør at det er begrenset med hva en kan ta videre til et annet prosjekt.

Utvikling av kunstig intelligens har vært i fokus blant flere i fagmiljøet, og eksempelvis hos et firma som heter Consigli AS. Bedriften har utviklet et generativt KI-system for eiendoms- og byggebransjen. I april 2024 kontaktet Consigli AS prosjektledelsen i Røverdalen-prosjektet hos Veidekke Entreprenør AS, der de ønsket å teste ut KI i forbindelse med optimalisering av parkeringsanlegget med parkeringsplasser for biler og sykler, samt plassering og størrelse på tekniske rom. På grunn av fremdrift og at prosjektet hadde kommet langt i prosjektfasen, var det ikke ønskelig for Veidekke Entreprenør AS å endre ytterligere på bæresystemet. Consigli ønsket likevel å teste KI for en kontroll av arkitektens IFC-modell, og resultatet ble at deres IFC -modell var ganske identisk løst som prosjektteamets. Dette var en god kontroll av valgte bærekonstruksjoner og hvordan parkeringsarealet var utformet, men med tanke på tidsbruk i prosjektet viste Consigli hvilke besparelser dette kan tilføre et prosjekt. Deres team har ved bruk av KI, brukt ca. 4 dager med et ganske likt resultat som det prosjekteringsteamet brukte ca. 3 måneder på å utvikle.

Dette viser også hvor godt egnet KI-verktøyet er i en tidligfase av prosjektet og hvor godt det fungerer hva angår optimalisering og kontroll av ønskede funksjoner. KI er ennå i en veldig tidligfase med tanke på utvikling og muligheter, men allerede nå er utviklingen kommet så langt at det er et nyttig verktøy for byggebransjen.

7 Konklusjon

Problemstillingen til denne oppgaven er å finne ut av om det er mulig å øke antall fullverdige parkeringsplasser, i henhold til SINTEF sin nye parkeringsanvisning fra 2023, sammenlignet med hva som ble lagt til grunn i konkurransegrunnlaget fra kommunen. Dette uten at det går på bekostning av de strukturelle egenskapene til bygget.

Det som kommer frem i resultatet er at det i stor grad er mulig å utbedre løsningen som ble gitt av kommunen, men dette går på bekostning av totalt antall plasser. Den anvisningen til SINTEF har strengere anbefaling enn hva den tidligere versjonen hadde, noe som vil gjøre det plasskrevende å følge den. Samtidig er det viktig å presisere at selv om en får færre plasser totalt, vil brukervennligheten til de plassene etter den nye anbefalingen øke.

Løsningen i denne oppgaven vil kreve andre strukturelle løsninger enn gitt i konkurransegrunnlaget for å muliggjøre parkeringsoppsettet, men vil være mulig å gjennomføre.

Litteraturliste

Gjøvik Kommune (2024) *Parkeringshus og studentboliger i Røverdalen*. Tilgjengelig fra: <https://www.gjovik.kommune.no/satsningsomrader-og-pagaende-prosjekter/pagaende-prosjekter/parkeringshus-og-studentboliger-i-roverdalen.15840.aspx> (Hentet: 18. mai 2024).

Gjøvik Kommune (2024) *Årsrapporten for 2023 er klar*. Tilgjengelig fra: <https://www.gjovik.kommune.no/aktuelt/arsrapporten-for-2023-er-klar.51608.aspx> (Hentet: 18. april 2024).

OpenAI (2024) ChatGPT (*ChatGPT4*)[Bildegenerering], <https://chatgpt.com>

SINTEF Byggforsk (2023) 312.130 *Utforming og dimensjonering av parkeringsanlegg*. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/61/utforming_og_dimensjonering_av_parkeringsanlegg?version=4.2 (Hentet 12. februar 2024).

SINTEF Byggforsk (1991) 312.130 *Parkeringsplasser og garasjeanlegg*. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/61/utforming_og_dimensjonering_av_parkeringsanlegg?version=4.2 (Hentet 17. mai 2024).

SiT (u.å) *Røverdalen studentboliger*. Tilgjengelig fra: <https://www.sit.no/om-sit/roverdalen-studentboliger> (Hentet 19. april 2024).

Statens vegvesen (2002) *Utforming og drift av parkeringsanlegg*. Tilgjengelig fra: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/190565> (Hentet 17. mai 2024).

Vedlegg

Vedlegg 2: ARK tegning av plan U1 - Norconsult

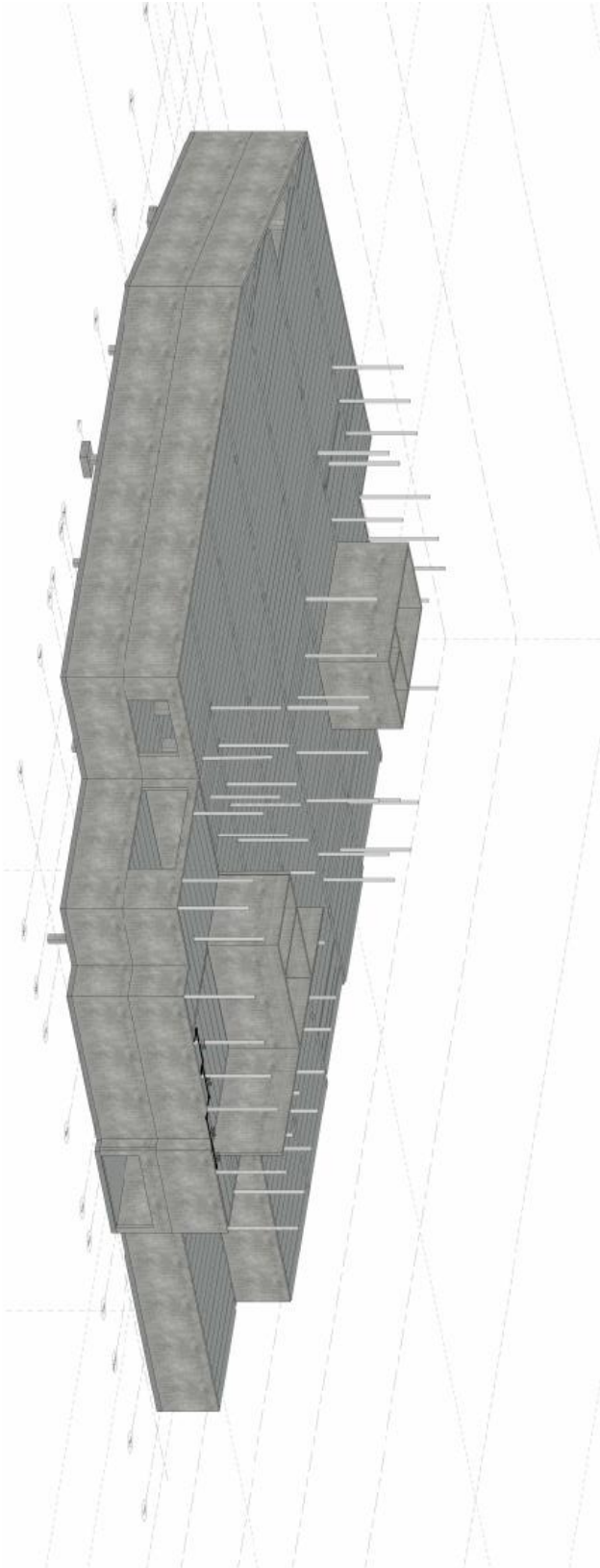


ANBUD

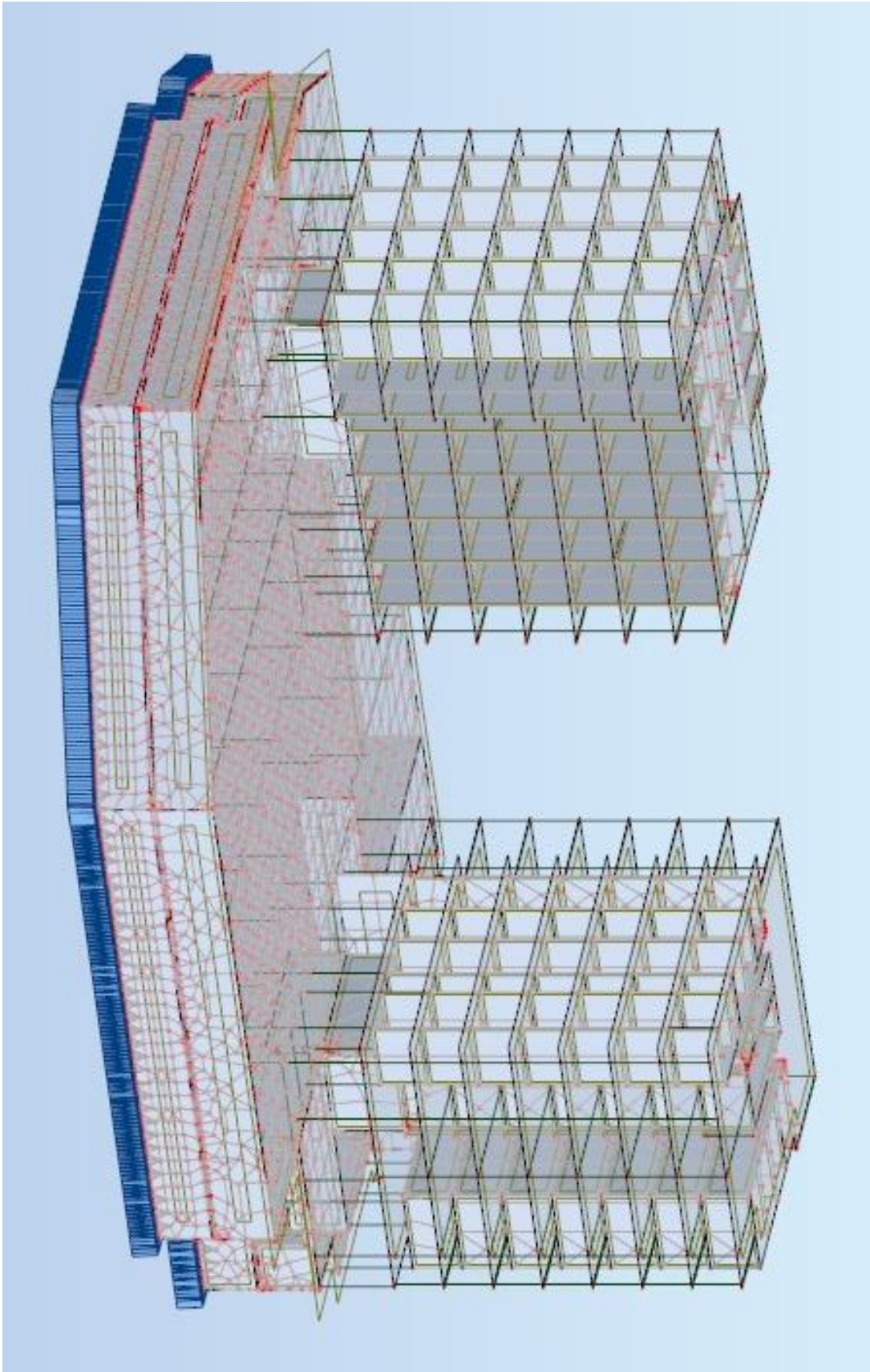
Bilspordillingen som skal er til, videres fra Bygghuset. Slike må anordnes med for renovering, bredde, lengde etc. Det tas forbehold om at enkelte andre plasser også kan også svekke fra demselvledelsen. Lesningen på tegningen er eksakt med og bestir for Gjøvik kommune

| | | | |
|---|----------------|-----------------------------|-------------|
| ANBUD | | Prosjekt: | |
| Prosjektnavn: Røverdalen studentboliger | | 551 RØV | |
| Svar på 31 D. Gjeld | | Gnr./Bnr.: 67 / Bnr. 182 | |
| Type prosjekt: ANBUD | | | |
| Tilstander: Slik. Studensamskipnaden i Gjøvik, Alesund og Trondheim | | | |
| Egnavn: A-P1010 | | Prosjektstatus: FORPROSJEKT | |
| Tegningsnavn: Plan U1 - Parkering | | Dato: 11.05.2021 | |
| Dokument: 11.05.2021 | Arkitekt: 2501 | Tegner: MK | Godtatt: MK |
| code: arkitektur | | | |
| Årsversj. 18 - 0156 Oslo - T 22 05 78 80 - E post@norconsult.no | | | |

Vedlegg 5 Revit-modell



Vedlegg 6: RSA-modell



Vedlegg 7: Deklarasjon om KI-hjelpemidler

Deklarasjon om KI-hjelpemidler

Har det i utarbeidingen av denne rapporten blitt anvendt KI-baserte hjelpemidler?

Nei

Ja

Hvis ja: spesifiser type av verktøy og bruksområde under.

Tekst

Stavekontroll. Er deler av teksten kontrollert av:
Grammarly, Ginger, Grammarbot, LanguageTool, ProWritingAid, Sapling, Trinkai.ai eller lignende verktøy?

Tekstgenerering. Er deler av teksten generert av:
ChatGPT, GrammarlyGO, CopyAI, WordAi, WriteSonic, Jasper, Simplified, Rytr eller lignende verktøy?

Skriveassistanse. Er en eller flere av ideene eller fremgangsmåtene i oppgaven foreslått av:
ChatGPT, Google Bard, Bing chat, YouChat eller lignende verktøy?

Hvis ja til anvendelse av et tekstverktøy - spesifiser bruken her:

Har blitt brukt til å lage et kort sammendrag av de ulike dimensjoneringsprogrammene brukt i oppgaven, samt sammendrag av SINTEF sin veiledning i teoridelen

Kode og algoritmer

Programmeringsassistanse. Er deler av koden/algoritmene som i) fremtrer direkte i rapporten eller ii) har blitt anvendt for produksjon av resultater slik som figurer, tabeller eller tallverdier blitt generert av: *GitHub Copilot, CodeGPT, Google Codey/Studio Bot, Replit Ghostwriter, Amazon CodeWhisperer, GPT Engineer, ChatGPT, Google Bard* eller lignende verktøy?

Hvis ja til anvendelse av et programmeringsverktøy - spesifiser bruken her:

Bilder og figurer

Bildgenerering. Er ett eller flere av bildene/figurene i rapporten blitt generert av:
Midjourney, Jasper, WriteSonic, Stability AI, Dall-E eller lignende verktøy?

Hvis ja til anvendelse av et bildeverktøy - spesifiser bruken her:

Ble brukt til å generere et bilde av dimensjonerende bil ut ifra modellen til SINTEF

Andre KI verktøy. har andre typer av verktøy blitt anvendt? Hvis ja spesifiser bruken her:

Jeg er kjent med NTNUs regelverk: *Det er ikke tillatt å generere besvarelse ved hjelp av kunstig intelligens og levere den helt eller delvis som egen besvarelse.* Jeg har derfor redegjort for all anvendelse av kunstig intelligens enten i) direkte i rapporten eller ii) i dette skjemaet.

Even K. Østfold 21.05.2024 Østre Toten

Underskrift/Dato/Sted