

Oppdragsgiver

RI Eiendom Trondheim AS

Rapporttype

Støyutredning - Rapport

Dato

2019-10-24

MARIENBORG BOLIGER STØYVURDERINGER

STØYVURDERINGER

Oppdragsnr.: 1350007119/1350033941
 Oppdragsnavn: Marienborg boliger Støyutredning
 Dokument nr.: C-rap-003
 Filnavn: C-rap-003 Rev 7 - Støyvurdering Marienborg Boliger.docx

Revisjon	0	1	2	3	4	5	6
Dato	2016-02-03	2016-02-05	2016-04-26	2017-07-04	2018-04-20	2019-03-22	2019-05-23
Utarbeidet av	S.K. Johansson	S.K. Johansson	Å. Flagstad	Å. Flagstad	Å. Flagstad	Å. Flagstad	Å. Flagstad
Kontrollert av	Å. Flagstad	Å. Flagstad	S. Haugen	F. S. Sardinoux	F. S. Sardinoux	-	S. Haugen
Godkjent av	S. K. Johansson	S.K. Johansson	Å. Flagstad	Å. Flagstad	Å. Flagstad	Å. Flagstad	Å. Flagstad
Beskrivelse	Utredning	Utredning	Utredning	Utredning	Utredning	Utredning	Utredning

Revisjon	7						
Dato	2019-10-24						
Utarbeidet av	Å. Flagstad						
Kontrollert av	F. S. Sardinoux						
Godkjent av	Å. Flagstad						
Beskrivelse	Utredning						

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
1	2016-02-05	Utvidet forklaring ang støy fra tunnel i kap. 4.1.1 og støy på uterom og fasade i kap. 6. kap. 5 er utvidet med delkap. 5.1 – støy med og uten tunnelåpning.
2	2016-04-26	Helikopterstøy – Utendørs støy, vurdering innendørs støynivå og fare for oppvåkning. Innendørs støy og krav til fasadeisolasjon (veg, jernbane). Detaljerte beregninger av punktverdier på fasader. Vurdering av planløsninger mot KPA. Detaljering av utendørs oppholdsarealer i hvit sone.
3	2017-07-04	Reviderte tegninger fra arkitekt er lagt til grunn for oppdaterte støyberegninger.
4	2018-04-20	Reviderte tegninger fra arkitekt er lagt til grunn for oppdaterte støyberegninger.
5	2019-03-22	Vurdering av skjermingstiltak på balkonger mot sør og vest (Hus 1 og Hus 2).
6	2019-05-23	Justering av tekstlig innhold.
7	2019-10-24	Bygningsmasse er endret. Hus 2 A redusert til 2 etasjer. Hus 1 C og D redusert med en etasje Det er vurdert avbøtende tiltak for å opprettholde krav i KPA.

INNHOOLD

1.	INNLEDNING	7
1.1	Innledende tekst for Revisjon 7.....	7
1.2	Innledende tekst for Revisjon 6.....	7
1.3	Innledende tekst for Revisjon 5.....	7
1.4	Innledende tekst for Revisjon 4.....	7
1.5	Innledende tekst for Revisjon 3.....	7
1.6	Innledende tekst for Revisjon 2.....	7
1.7	Bakgrunn for utredningen	7
2.	MILJØ, STØY, DEFINISJONER.....	9
2.1	Miljø.....	9
2.2	Støy – en kort innføring.....	9
2.3	Definisjoner.....	9
3.	MYNDIGHETSKRAV	10
3.1	T-1442 (2016)	11
3.2	Utendørs støysoner oppsummert.....	11
3.3	NS 8175:2012	11
3.4	Kommuneplanens Arealdel (KPA)	13
4.	BESKRIVELSE AV STØYKILDER.....	14
4.1	Vegtrafikk	14
4.1.1	Enkelthendelser, spesielle kjøretøy	15
4.1.2	Støy fra tunnelåpning.....	15
4.2	Jernbane.....	17
4.3	Helikoptertrafikk	17
4.3.1	Supplerende vurderinger av helikopterstøy utført i 2016	17
4.3.1.1	Utendørs støynivå fra helikopter	18
4.3.1.2	Søvnforstyrrelser som følge av flystøy	21
4.3.1.3	Innendørs støy fra helikopter	22
4.4	Industri	23
4.4.1	Jernbaneverket	23
4.4.2	Mantena	23
4.4.3	Tidligere Nettbuss.....	24
4.4.4	Statkraft.....	24
5.	STØYSONEKART OG VURDERINGER.....	26
5.1	Oversikt over Hus 1-4	26
5.2	Beregningsmetode og inngangsparametere.....	26
5.3	Støysonekart - oversikt	27
5.4	Detaljerte støysonekart Hus 4.....	32
5.5	Støybidrag fra tunnelåpning	33
6.	UTENDØRS OPPHOLDSAREALER OG TAKTERRASSER	34
6.1	Utendørs oppholdsarealer - fellesarealer.....	34
7.	FASADEVERDIER	35
7.1	Fasadeverdier - Punktberegninger	35
7.2	Innendørs støy fra vegtrafikk og jernbane	36
8.	FUNKSJONER OG PLASSERING	37
8.1	Funksjoner - Plassering	37
9.	OPPSUMMERING OG KONKLUSJON	38
9.1	Industri	38

9.2	Vegtrafikk og jernbane	38
9.3	Helikopter	38
9.4	Oppsummering av de viktigste punkter med hensyn på støy	39

FIGUROVERSIKT

Figur 1	Oversiktskart med plassering av noen aktører på området.....	8
Figur 2	Gjeldene lovverk, forskrifter, veiledere og standarder.	10
Figur 3	Vegkilder illustreres med rødt, jernbane med gult, tunnelåpning.	15
Figur 4	Tunnelåpning ved Nordre avlastningsveg. Bildene er hentet fra	16
Figur 5	Vektet døgnequivivalent støynivå prognoseår (2015). Kotene.	18
Figur 6	Kartleggingsgrenser for 2015. Kurvene viser L_{eq24h} på 50,	19
Figur 7	Maksimum støynivå på natt prognoseår (2015). Kotene	20
Figur 8	Bilde av Statkrafts forbrenningsanlegg på Marienborg	25
Figur 9	Oversikt over plassering av Hus 1-4, samt antall etasjer pr. bygg.	26
Figur 10	Støysonekart – Vegtrafikk og jernbane støy (Grenseverdier	27
Figur 11	Øverst: Støysonekart plan 3 og 4 med markerte fasader.	28
Figur 12	Støysonekart - vegtrafikk og jernbane støy (Grenseverdier	29
Figur 13	Øverst: Støysonekart plan 5 og 6 med markerte fasader.	30
Figur 14	Øverst: Støysonekart plan 5 og 6 med markerte fasader.	31
Figur 15	Illustrasjon av tiltak for balkonger. Detaljerte støysonekart.....	32
Figur 16	Økt støynivå med tunnel, kontra uten tunnel, 4 meter over	33
Figur 17	Oversikt over bygninger og plassering av felles uteoppholdsareal. ...	34
Figur 18	Oversikt over beregningspunkter på fasader	35

TABELLOVERSIKT

Tabell 1	Definisjoner brukt i rapporten.....	9
Tabell 2	Kriterier for soneinndeling. Alle tall i dB, frittfeltsverdier.....	11
Tabell 3	NS 8175:2012 Lydklasser for boliger. Utendørs lydnivå fra	11
Tabell 4	NS 8175:2012 Lydklasser for boliger. Innendørs lydnivå fra	12
Tabell 5	Trafikkdata for veger.....	14
Tabell 6	Nøkkeltall for jernbane	17
Tabell 7	Utendørs støynivå fra helikopter – korrigert for framtidig.....	21
Tabell 8	Inngangsparametere i beregningsgrunnlaget.....	26
Tabell 9	Utsnitt fra punktberegninger.....	36

VEDLEGG

Vedlegg 1	– Punktberegninger Hus 1
Vedlegg 2	– Punktberegninger Hus 2
Vedlegg 3	– Punktberegninger Hus 3
Vedlegg 4	– Punktberegninger Hus 4

1. INNLEDNING

1.1 Innledende tekst for Revisjon 7

Revisjon 7 er basert på endringer i bygningsmassen. Hovedsakelig er Hus 2 A redusert fra tidligere 5 etasjer til 2 etasjer. Videre er Hus 1 C og D redusert med en etasje. Redusert høyde på bygninger resulterer i økt innslipp av støy fra sørvest, og avbøtende tiltak må etableres for å kompensere for økte nivåer på noen av fasadene inn mot gårdsrommet.

1.2 Innledende tekst for Revisjon 6

Revisjon 6 av denne rapporten er tekstlige justeringer.

1.3 Innledende tekst for Revisjon 5

Revisjon 5 omhandler en tilleggsvurdering der det er beregnet skjermingstiltak for balkonger som vender mot sør og mot vest for Hus 1 og Hus 2. Dette gjelder altså balkonger som vender ut mot støyuutsatte sider. Revisjon 5 er behandlet i kapittel 9 i denne rapporten.

1.4 Innledende tekst for Revisjon 4

Støyrapporten er revidert på grunn av endrede tegninger. Svalganger er fjernet fra HUS 3, samt at det er blitt frittstående bygninger. Det er også endret noe geometri på HUS 1 og HUS 2.

1.5 Innledende tekst for Revisjon 3

Støyrapporten er revidert på grunn av endrede tegninger. Det er kun utført mindre endringer som hovedsakelig ikke påvirker utfallet av støyberegningene. Ny bygningsmasse er lagt inn i beregningsmodellen og det er beregnet oppdaterte støysonekart og punktberegninger.

1.6 Innledende tekst for Revisjon 2

Denne støyrapporten er revidert etter møte med Miljøenheten i Trondheim kommune (møte avholdt 2.3.2016), som ytret ønsker om mer detaljerte vurderinger av flere tema tilknyttet støy. Det er etter dette utført et forholdsvis omfattende stykke arbeid for å imøtekomme Trondheim kommune.

Prosjektet er videre bearbeidet med optimalisering av bygningsmassens utforming for økt skjermende effekt, i kombinasjon med støyskjermer på takterrasser. Det er også utført endringer etter møte med byantikvar med fjerning av 7. etg i Hus 3 og 10. etasje i Hus 4.

Revisjon 2 av dette dokumentet behandler blant annet disse tema mer omfattende enn tidligere versjoner:

- Helikopterstøy – Utendørs støy, vurdering innendørs støynivå og fare for oppvåkning.
- Innendørs støy og krav til fasadeisolasjon (veg, jernbane).
- Detaljerte beregninger av punktverdier på fasader
- Vurdering av planløsninger mot KPA¹.
- Detaljering av utendørs oppholdsarealer i hvit sone.

1.7 Bakgrunn for utredningen

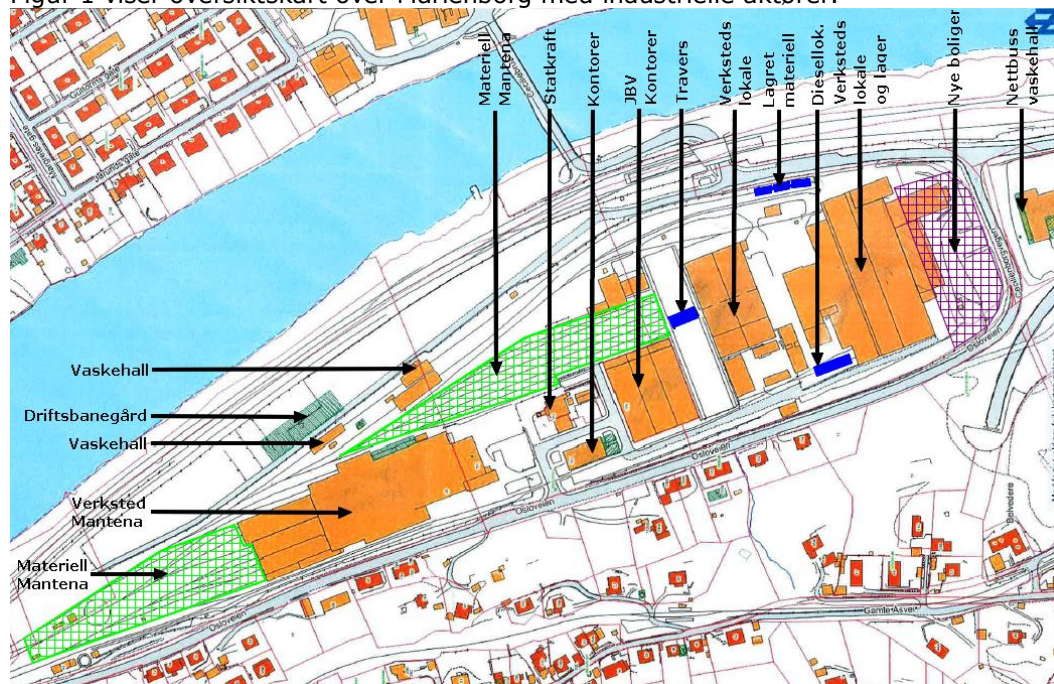
Denne støyrapporten er utarbeidet i forbindelse med reguleringsplan for Marienborg Boliger. Det er utført støyberegninger i tidligere faser av prosjektet. Det meste av innholdet i rapporten er å anse som revidert materiale fra tidligere utarbeidede dokumenter. Det ble vurdert som hensiktsmessig å samle materialet i ett felles dokument.

¹ Trondheim kommune – bestemmelser og retningslinjer kommuneplanens arealdel 2012-2024 rev(2).

23.8.2012 ble det avholdt et møte mellom Rambøll v/Åsmund Flagstad og Trondheim kommune v/Vidar Vollen (Byplankontoret), Bente Løvlie Høier (Miljøenheten) og Tore Berg (Miljøenheten). Formålet med møtet var å avdekke hva en støyfaglig utredning for prosjektet Marienborg Boliger burde belyse. Vi ble enige om at følgende punkter skal komme fram i utredningen:

- Trondheim kommune ønsker oversikt over det totale støybildet i prosjektet, inkludert aktiviteter på skifteområdet (JBV/Mantena) og Nettbuss.
- Formålet med dokumentasjonen på støy i denne reguleringsplanen er: «Å sannsynliggjøre at det kan bygges boliger på tomten støymessig, eventuelt hvilke type tiltak som vil være effektive for å muliggjøre en utbygging».
- Dersom det vil måtte forekomme avvik fra forskrifter eller grenseverdier, må dette beskrives.
- Det skal ikke beskrives tiltak eller konstruksjonsløsninger i detalj, kun vise til prinsipløsninger. Detaljnivået skal gjenspeile at dette er en reguleringsplan. Videre detaljering utføres i byggeplanen og videre faser.

Figur 1 viser oversiktskart over Marienborg med industrielle aktører.



Figur 1 Oversiktskart med plassering av noen aktører på området.

2.3.2016 ble det avholdt et møte mellom Rambøll v/Åsmund Flagstad, Arkitekt v/Svein Skibnes og Trondheim kommune v/Vidar Vollen (Byplankontoret), Bente Løvlie Høier (Miljøenheten) og Tore Berg (Miljøenheten). Formålet med møtet var å diskutere innholdet i denne rapporten ved versjon Revisjon 1. Det ble tatt opp flere tema på møtet som ble svart opp i reviderte versjoner av denne rapporten.

2. MILJØ, STØY, DEFINISJONER

2.1 Miljø

Ifølge Miljødirektoratet er helseplager grunnet støy det miljøproblemet som rammer flest personer i Norge. Langvarig irritasjon over støy kan føre til stress som igjen kan føre til fysiske lidelser som muskelsmerter og hjertesykdommer. Det er derfor viktig å ta vare på og opprettholde stille soner, særlig i frilufts- og rekreasjonsområder der forventningen til støyfrie omgivelser er stor. Ved å sørge for akseptable støyforhold hos berørte naboer og i stille områder vil man oppnå økt trivsel og god helse hos beboerne.

2.2 Støy – en kort innføring

Lyd er en trykkbølgebevegelse gjennom luften som gjennom øret utløser hørselsinntrykk i hjernen. Støy er uønsket lyd. Lyd fra vegtrafikk og jernbane oppfattes av folk flest som støy. Lydtrykknivået måles ved hjelp av desibelskalaen, en logaritmisk skala der 0 dB tilsvarer den svakeste lyden et ungt menneske med normal, uskadet hørsel kan høre (ved frekvenser fra ca. 800 Hz til ca. 5000 Hz). Ved ca 120 dB går smertegrensen, dvs. at lydtrykknivå høyere enn dette medfører fysisk smerte i ørene.

Et menneskeøre kan normalt ikke oppfatte en endring i lydnivå på mindre enn ca. 1 dB. En endring på 3 dB tilsvarer en fordobling eller halvering av energien ved støykilden. Det vil si at en fordobling av for eksempel antall biler vil gi en økning i trafikkstøynivået på 3 dB, dersom andre faktorer er uendret. Dette oppleves likevel som en liten økning av støynivået.

For at endringen i støy subjektivt skal oppfattes som en fordobling eller halvering, må lydnivået øke eller minske med ca. 10 dB. Det er for øvrig viktig å understreke at lyd og støy er en høyst subjektiv opplevelse, og det finnes ingen fasit for hvordan den enkelte oppfatter lyd. Retningslinjene er lagt opp til at det også innenfor gitte grenseverdier vil være 10 % av befolkningen som er sterkt plaget av støy.

2.3 Definisjoner

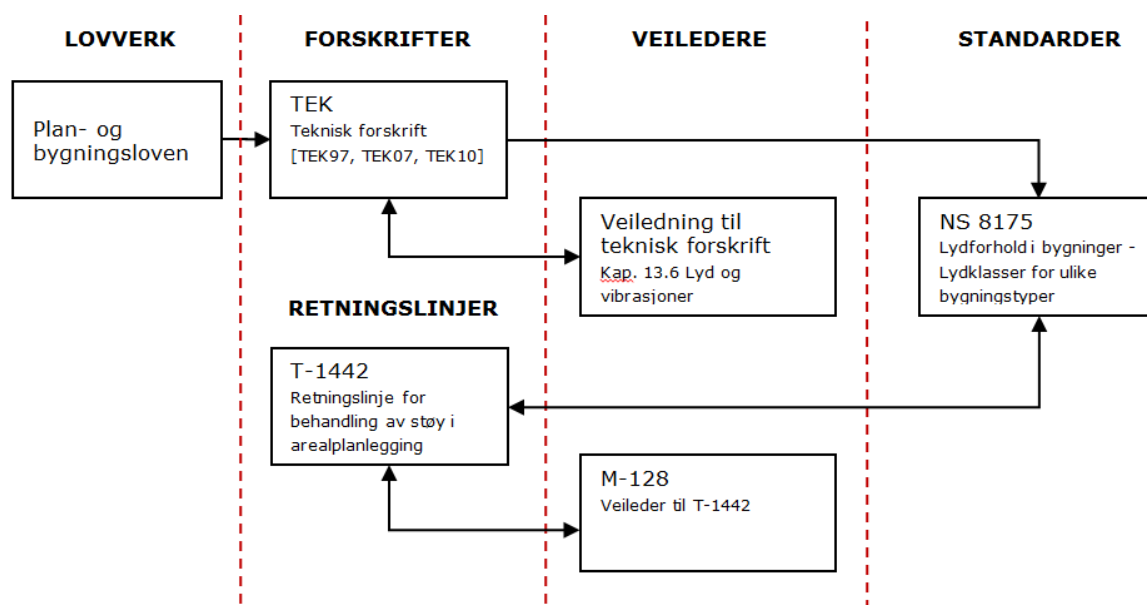
Tabell 1 Definisjoner brukt i rapporten

L_{den}	A-veid ekvivalent støynivå for dag-kveld-natt (day-evening-night) med 5 dB og 10 dB tillegg for henholdsvis kveld og natt. Det tas dermed hensyn til varighet, lydnivå og tidspunktet på døgnet støy blir produsert, og støyende virksomhet på kveld og natt gir høyere bidrag til totalnivå enn på dagtid (1 bil om natten teller like mye som 10 biler om dagen, og 1 bil om kvelden teller like mye som 3 biler om dagen). L _{den} -nivået skal i kartlegging etter direktivet beregnes som årsmiddelverdi, det vil si gjennomsnittlig støybelastning over et år. L _{den} skal alltid beregnes som frittfeltverdier.
L_{p,Aeq,T}	Et mål på det gjennomsnittlige A-veide nivået for varierende lyd over en bestemt tidsperiode T, for eksempel 30 minutt, 8 timer, 24 timer. Krav til innendørs støynivå angis som døgnekvivalent lydnivå, altså et gjennomsnittlig lydnivå over døgnet.
L_{5AF}	A-veid maksimalt lydnivå målt med tidskonstant "Fast" på 125 ms og som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode.

L_{5AS}	A-veid maksimalt lydnivå målt med tidskonstant "Slow" på 1 s og som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode.
Frittfelt	Lydmåling (eller beregning) i fritt felt, dvs. mikrofonen er plassert slik at den ikke påvirkes av reflektert lyd fra husvegger o.l.
Støyfølsom bebyggelse	Bolig, skole, barnehage, helseinstitusjon og fritidsbolig.
A-veid	Hørselsbetinget veiing av et frekvensspektrum slik at de frekvensområdene hvor hørselen har høy følsomhet tillegges forholdsmessig høyere vekt enn de deler av frekvensspekteret hvor hørselen har lav følsomhet.
ÅDT	Årsdøgntrafikk. Antall kjøretøy som passerer en gitt vegstrekning per år delt på 365 døgn.

3. MYNDIGHETSKRAV

I "Teknisk forskrift etter Plan- og bygningsloven" (utg. 2010) er det gitt funksjonskrav med hensyn på lyd og lydforhold i bygninger. Byggeforskriften med veiledning tallfester ikke krav til akustikk og lydisolasjon, men henviser til norsk standard NS 8175:2012 "Lydforhold i bygninger - Lydklassifisering av ulike bygningstyper" (lydklassestandarden). Klasse C i standarden regnes for å tilfredsstille forskriftens minstekrav for søknadspliktige tiltak. Med hensyn til utendørs støy henviser NS 8175:2012 videre til grenseverdier i «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging», T-1442 (2016), som er beskrevet nedenfor.



Figur 2 Gjeldene lovverk, forskrifter, veiledere og standarder.

3.1 T-1442 (2016)

Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, T-1442 (2016), er koordinert med støyreglene som er gitt etter forurensningsloven og teknisk forskrift til plan- og bygningsloven. Denne anbefaler at det beregnes to støysoner for utendørs støy nivå rundt viktige støykilder, en rød og en gul sone:

- Rød sone: Angir et område som ikke er egnet til støyfølsomme bruksformål, og etablering av ny støyfølsom bebyggelse skal unngås.
- Gul sone: Vurderingssone hvor støyfølsom bebyggelse kan oppføres dersom avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold.

I retningslinjene gjelder grensene for utendørs støy nivå for boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner, skoler og barnehager. Nedre grenseverdi for hver sone er gitt i tabell 2.

Tabell 2 Kriterier for soneinndeling. Alle tall i dB, frittfeltsverdier.

Støykilde	Støysone			
	Gul sone		Rød sone	
	Utendørs støy nivå	Utendørs støy nivå i nattperioden kl. 23 - 07	Utendørs støy nivå	Utendørs støy nivå i nattperioden kl. 23 - 07
Vei	55 L_{den}	70 L_{5AF}	65 L_{den}	85 L_{5AF}
Bane	58 L_{den}	75 L_{5AF}	68 L_{den}	90 L_{5AF}
Flyplass	52 L_{den}	80 L_{5AS}	62 L_{den}	90 L_{5AS}

L_{5AF} er et statistisk maksimalnivå som overskrides av 5 % av støyhendelsene.

Krav til maksimalt støy nivå gjelder der det er mer enn 10 hendelser per natt.

3.2 Utendørs støysoner oppsummert

Over er det gitt flere grenseverdier og enheter. Vi har tatt noen valg for å kunne presentere beregningsresultater så oversiktlig og sammenlignbare som mulig. Punktene under oppsummerer valgt metode.

1. For **vegtrafikk** benytter vi grenseverdiene 55 dB og 65 dB gitt som L_{den} . Dette gjelder alle støysoner der vegtrafikk er representert.
2. For **jernbane** benyttes normalt grenseverdiene 58 dB og 68 dB gitt som L_{den} i støysoner der kun jernbanekilder er representert. Der jernbane er representert i støysoner sammen med andre typer kilder benytter vi grenseverdiene 55 dB og 65 dB gitt som L_{den} .

3.3 NS 8175:2012

Tabell 3 er et utdrag fra NS 8175:2012 som angir krav til lydnivå på uteareal og utenfor vinduer fra utendørs lydkilder.

Tabell 3 NS 8175:2012 Lydklasser for boliger. Utendørs lydnivå fra utendørs lydkilder

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu fra andre utendørs lydkilder	L_{den} , $L_{p,AF,max,95}$, $L_{p,AS,max,95}$, $L_{p,AI,max}$, L_n (dB) for støysoner	Nedre grenseverdi for gul sone

Støygrensene gjelder på uteplass og utenfor vindu i rom til støyfølsom bruk. Med støyfølsom bruk menes f. eks. soverom og oppholdsrom. Støykravene gjelder derfor ikke nødvendigvis ved mest utsatte fasade, det vil være avhengig av hvor rom til støyfølsom bruk er plassert i bygningen. Støygrensene gjelder også for uteareal knyttet til oppholdsareal som er egnet for rekreasjon. Dvs. balkong, hage (hele, eller deler av), lekeplass eller annet nærområde til bygning som er avsatt til opphold og rekreasjonsformål.

Støygrensene gitt i T-1442 alene er ikke juridisk bindende. Det vil av økonomiske og praktiske grunner ikke alltid være mulig å oppfylle disse målene, og grenseverdiene kan fravikes dersom støytiltakene medfører urimelig store praktiske ulemper for trygghet, urimelig høy kostnad, dårlig tiltakseffekt og lignende. I sentrumsområder i byer og tettsteder, spesielt rundt kollektivknutepunkter, er det i tillegg aktuelt med høy arealutnyttelse av hensyn til samordnet areal- og transportplanlegging. Ved avvik fra anbefalingene og bestemmelsene i gul og rød sone bør likevel følgende forhold innfris

- Støyforholdene innendørs og utendørs skal være dokumentert i en støyfaglig utredning, for å sikre at kravene til innendørs støynivå i teknisk forskrift ikke overskrides.
- Det skal legges vekt på at alle boenheter får en stille side, og tilgang til egnet uteareal med tilfredsstillende støyforhold. Her varierer kravene fra kommune til kommune.

NS 8175 angir ulike krav til lydnivå innendørs som følge av utendørs lydkilder for ulike bygninger med ulike bruksformål, se tabell 4.

Tabell 4 NS 8175:2012 Lydklasser for boliger. Innendørs lydnivå fra utendørs kilder

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
I oppholds- og soverom fra utendørs lydkilder	$L_{p,A,24h}$ (dB)	30
I soverom fra utendørs lydkilder	$L_{p,AF,max}$ (dB) natt, kl. 23-07	45

3.4 Kommuneplanens Arealdel (KPA)

I tillegg til det nasjonale regelverket som er oppsummert over er det egne retningslinjer utarbeidet av Trondheim kommune. Disse er blant annet å finne i skrevet: «*Trondheim kommune – bestemmelser og retningslinjer kommuneplanens arealdel 2012-2024 rev(2)*». Versjonen I denne rapporten forkortes dette med KPA.

Versjonen av KPA som gjelder for dette prosjektet:

- **Vedtatt av Bystyret 21.3.2013**
- **Revidert etter bystyrevedtak 24.4.2014**

Under er det gjengitt et utsnitt av omtalt skriv, kapittel 21. Støy:

21. Støy

§ 21.1 Alle tiltak skal planlegges slik at støyforholdene innendørs og utendørs blir tilfredsstillende.

Miljøverndepartementets retningslinjer for støy i arealplanlegging, T-1442/2012, skal legges til grunn for planlegging og tiltak etter plan- og bygningsloven § 20-1. Retningslinjene skal også følges ved planlegging av landingsplass og nye traseer for helikopterflyging.

Kommunens støysoneskart for veg og jernbane skal legges til grunn ved vurdering av støypåvirkning og behov for utredninger.

Støyende næringsaktivitet bør ikke etableres i samme bygning som boliger. I plan- og byggesaker for støyende næringsvirksomhet skal det fastsettes maksimumsgrenser for støy for tidsrommet 23-07 og på søn- og helligdager, maksimumsgrenser for dag og kveld samt ekvivalente støygrenser.

Lydnivå (Lden) i grønnstruktur skal holdes under 55 dBA og et lydnivå ned mot 50 dBA skal tilstrebes. I og i nærheten av rekreasjonsområder med lydnivå under 50 dBA, såkalte stillesoner, skal utbygging og endring av virksomhet planlegges slik at økning av støynivået i rekreasjonsområdet unngås.

§ 21.2 Det tillates støyfølsom arealbruk i gul støyzone, dersom bebyggelsen har en stille side og tilgang til egnet uteplass med tilfredsstillende støynivå.

§ 21.3 I rød støyzone tillates det ikke støyfølsom arealbruk. Etablering av nye boliger kan likevel vurderes i sentrale byområder og andre viktige fortettingsområder langs kollektivtrase med støynivå (Lden) inntil 70 dBA ved fasade, dersom boenhetene er gjennomgående og har en stille side hvor uterom kan plasseres. Minst halvparten av rom for varig opphold og minst ett soverom skal vende mot stille side.

Med støyfølsom bruk menes skoler, barnehager, boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, og rekreasjonsarealer.

Med planforslag eller søknad om ny bebyggelse eller om anlegg som kan produsere økt støy, skal det følge en støyfaglig utredning med beregning og kartfesting av støysoner, samt påvirkning på nærliggende støyømfintlig bruk, med forslag til avbøtende tiltak og en vurdering av effekten av disse.

Det tillates ikke støyfølsom bebyggelse i rød støyzone med brudd på forurensningsforskriften.

4. BESKRIVELSE AV STØYKILDER

På bakgrunn av digitalt kartgrunnlag, samt planer og snitt-tegninger er det utarbeidet en beregningsmodell i 3D der all informasjon er samlet. Støyberegninger er gjennomført med programmet SoundPLAN 7.4.

4.1 Vegtrafikk

Lydutbredelse for vegtrafikk er beregnet etter Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy². Denne metoden tar hensyn til følgende forhold:

- ÅDT (årsdøgntrafikk)
- Andel tungtrafikk
- Skiltet hastighet på vegstrekingene

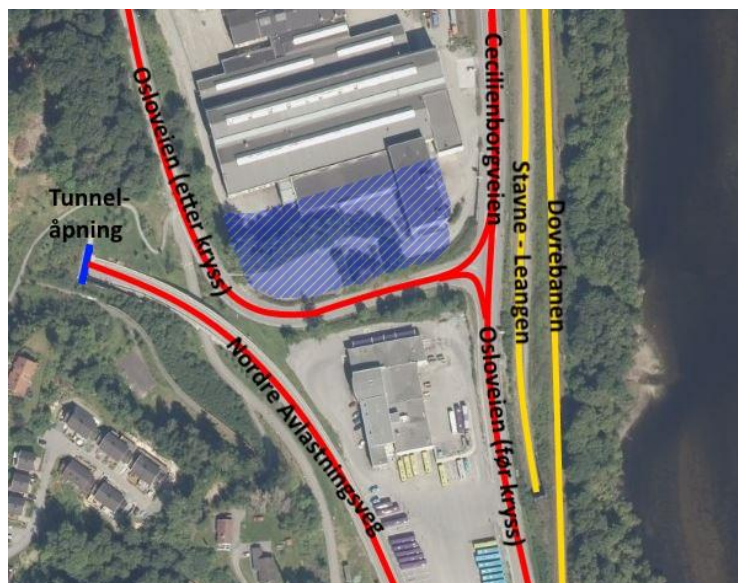
Verdiene som er lagt til grunn for beregningene i denne rapporten er gjengitt i tabell 5. Trafikktall, andel tungtrafikk (lastebiler, vogntog, busser o.l. over 3500 kg) og fartsbegrensninger er hentet fra Statens vegvesens Nasjonal vegdatabank, NVDB, som inneholder data under norsk lisens for offentlige data (NLOD). For Cecilienborgvegen er trafikktall anslått, på bakgrunn av tidligere oppgitte tall og i samråd med Trondheim kommune. Beregningene og verdiene gjelder for en prognosesituasjon 15 år fram i tid og har blitt framprognosert iht. nasjonal transportplan. For oversikt over veglinjene og jernbane, se figur 3.

Tabell 5 Trafikkdata for veier.

Veglinje	ÅDT 2014	ÅDT 2031	Andel tunge (%)	Skiltet hastighet
Nordre Avlastingsveg	6.700	8.450	16 %	60 km/t
Osloveien (før kryss)	2.900	3.650	10 %	50 km/t
Cecilienborgvegen	2.000	2.500	15 %	50 km/t
Osloveien (etter kryss)	2.400	3.000	10 %	50 km/t

Merk at trafikktall for vegkilder er oppdatert etter telling i 2014. Dette medfører blant annet lavere belastning på Nordre Avlastningsveg enn det som tidligere er lagt til grunn.

² Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy, 1996. Håndbok V716 Statens vegvesen, 2000.



Figur 3 Vegkilder illustreres med rødt, jernbane med gult, tunnelåpning med blått og planområdet med lilla.

4.1.1 Enkelthendelser, spesielle kjøretøy

Enkelthendelser med spesielle kjøretøy (eksempelvis motorsykler o.l.), samt hendelser med mye gasspådrag beregnes ikke ved utredning av støy i plansaker. Dette prosjektet er ikke annerledes stilt enn andre tilsvarende prosjekter der sumstøy fra flere og sammensatte kilder skal ivaretas.

4.1.2 Støy fra tunnelåpning

Deler av Nordre Avlastningsveg vil ligge i tunnel, vest for planområdet. Ekstra bidrag fra tunnelstøy har vært beregnet også i tidligere faser i prosjektet (beregninger som er utført av Rambøll). Dette avsnittet er lagt til rapporten for å tydeliggjøre metoden som er benyttet for å håndtere tunnelstøy og hvordan en tunnelåpning påvirker støysituasjonen.

Det benyttes beregningsstandard ISO 9613-2 for beregning av ekstra støybidrag fra tunnelmunning. Støykilden modelleres som 4 punktkilder, inkludert direktivitet. Hovedbidraget fra tunnel beregnes ut fra trafikkbelastning. Støybidraget korrigeres ut fra tunnelmunningens form (halv-sirkelformet, rektangulær), dimensjoner på åpning, lydabsorberende egenskaper i tunnel og ved munning, og tunnelens lengde. Først beregnes lyden som blir generert og akkumulert inne i tunnelen. Denne lyden vil reflekteres minst én gang før den "treffer" mottakeren. Den andre lydkilden er lyden som går direkte fra lydkilden til mottakeren uten å interferere med omgivelsene. Denne lyden har direkte sikt til kilden. Den tredje kilden er diffraksjon der støyen bøyes rundt tunnels åpning.

På Marienborg ligger tunnelåpningen ca. 75 meter fra nærmeste fasade, sørvest for planområdet, og har en rektangulær form. Mellom tunnelen og de planlagte byggene er det stor andel mykt terreng, i form av gress og jordvoll, og hardt terreng i form av vegger. I tillegg til terrenget er det en jersey skjerm mellom veg/tunnelmunning og fasader som vil ha en skjermende effekt. Det er også opparbeidet en steinmur rundt tunnelåpningen og mot terreng sørøst for tunnelåpningen.

Figur 4 viser den aktuelle tunnelåpningen ved Nordre avlastningsveg sett mot nordvest (øverste bilde) og sett ut fra tunnelens munning mot sørøstlig retning (nederste bilde).



Figur 4 Tunnelåpning ved Nordre avlastningsveg. Bildene er hentet fra Google street view.

Tunnelen vil bidra til støybildet ved å forlenge varigheten til de passerende bilene og generere sus/buldring fra bilene inne i tunnelen. Tunnelbidraget vil også oppleves som en endring i støyens karakteristikk sammenlignet med normal vegtrafikkstøy.

Tunnelegenskapene er tatt hensyn til i beregningene og støysonekartene i kapittel 5 gir derfor et godt bilde av støysituasjonen. Se også punkt 5.5 *Støybidrag fra tunnelåpning* for mer detaljerte beregningsresultater.

4.2 Jernbane

Ved støyberegninger for jernbane oppgis det nøkkeltall som beskriver aktuelle jernbanekilder. Disse er togtype, hastighet på strekningen og antall togmeter. Toglengden benyttes ved beregning av maksimalverdier fra ett passerende togsett. Fordelingen av antall togsett på dagtid (07:00-19:00), kveldstid (19:00-23:00) og natt (23:00-07:00) er viktig da grenseverdien L_{den} har straffetillegg for kvelds og nattperioder.

Nøkkeltallene for jernbanetrafikken er hentet fra Jernbaneverkets trafikkgrunnlag fra 2010 (offisielt excel-ark som kan lastes ned fra Jernbaneverkets nettsider). Lokaltog vil stoppe på Marienborg holdeplass, og regiontog vil ikke kjøre med maksimal hastighet forbi planområdet. Jernbaneverket har derfor gitt supplerende føringer på dimensjonerende hastigheter for de ulike togtypene som gjengitt i tabellen under.

Tabell 6 Nøkkeltall for jernbane

Jernbanetrasé og type	Antall togmeter dag/kveld/natt	Hastighet
Dovrebanen, Passasjertog	1.400/560/500	70 km/t
Dovrebanen, Godstog	1.340/1.100/1.800	70 km/t
Stavne – Leangen Passasjertog	1.210/280/195	40 km/t

Støyberegninger og resultater fra jernbane er vist i kapittel 5 sammen med vegtrafikk.

4.3 Helikoptertrafikk

I samråd med Trondheim kommune (møte 23.8.2012) er følgende avklart:

- I forbindelse med støy på utendørs oppholdsarealer skal vi ikke inkludere bidrag fra helikopterstøy.
- Ved vurdering av fasadestøynivåer og eventuelt behov for fasadeisolasjon for å tilfredsstille krav til innendørs støy skal helikopterstøy medtas.

Grunnen til at vi ikke skal ta med støybidrag fra helikopter ved vurdering av støynivå på utendørs oppholdsarealer er fordi det uansett vil være vanskelig å skjerme disse områdene fra denne typen kilde. Det vektlegges i større grad skjerming av felles uteområder fra andre vesentlige kilder som veg, jernbane og industri.

4.3.1 Supplerende vurderinger av helikopterstøy utført i 2016

Det er i dag flere ulike helikoptertyper som lander og tar av fra St. Olavs hospital, både redningshelikoptre og mindre legehelikoptre. Rambøll har vært i kontakt med Sintef (v/Idar Ludvig Nilsen Granøien) for å få tilgang til mest oppdatert informasjon om utviklingen av helikopterstøy fra St. Olavs Hospital.

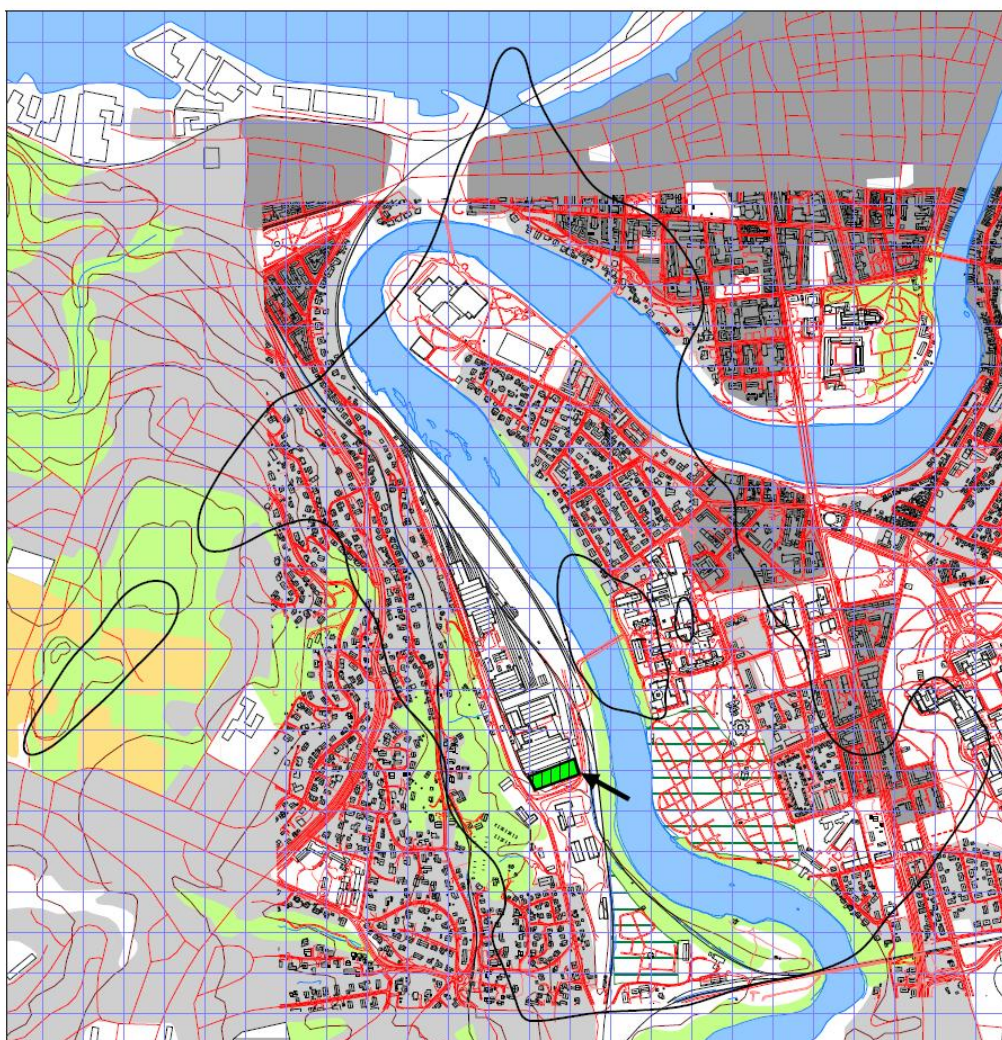
Sintef (20.4.2016) kunne informere om at det i disse dager utarbeides en ny vurdering av helikopterstøy for landingsplass på St. Olavs Hospital der det er medtatt bidrag fra en ny maskin (typebetegnelse AW101). Det vurderes å kjøpe inn denne typen som nytt redningshelikopter for forsvaret. AW101 er større og tyngre enn de andre helikoptre som benyttes innen redningstjeneste i dag. Det er imidlertid ikke tatt noen endelig avgjørelse på om denne maskinen skal benyttes i framtiden.

I samtale med Sintef kom det fram at dersom man legger inn en økning på ca. 2 dB (sammenlignet med dagens utredede nivåer), vil det kompensere for innføring av nytt og større redningshelikopter, AW101. Informasjon vedrørende helikopterstøy er hentet fra utredning «Revidert beregning av helikopterstøy for ny landingsplass ved St. Olavs hospital» datert februar 2008 som er utarbeidet av Sintef IKT.

Det er ønskelig å trekke ut ettallsverdier som gir oss utendørs støy nivå på mest utsatte fasader. Dette brukes videre for å vurdere hvilke krav som må stilles til fasadeisolasjon (gjelder både vegger og takkonstruksjon). Denne vurderingen er beskrevet mer i detalj under punkt 4.3.1.3.

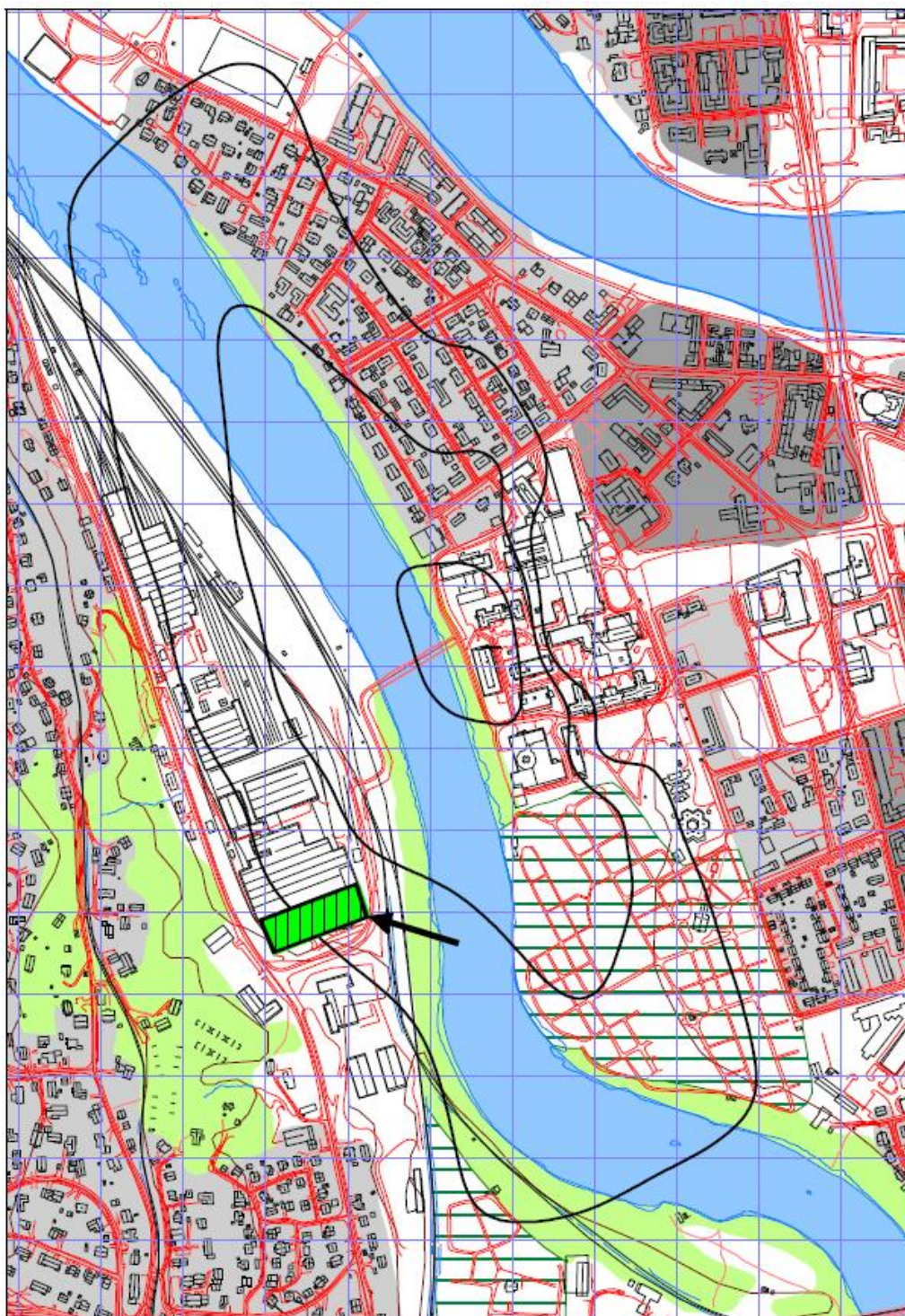
4.3.1.1 Utendørs støy nivå fra helikopter

Figur 5-7 viser støysonkart fra rapporten SINTEF A5325, «Revidert beregning av helikopterstøy for ny landingsplass ved St. Olavs hospital», datert februar 2008. Støysonkartene vist i Figur 5 og 7 gjelder for resultater relatert til retningslinje T-1442, prognosesituasjon med 1350 landinger. Støysonkartet vist i Figur 6 gjelder for resultater relatert til forurensningsforskriften.



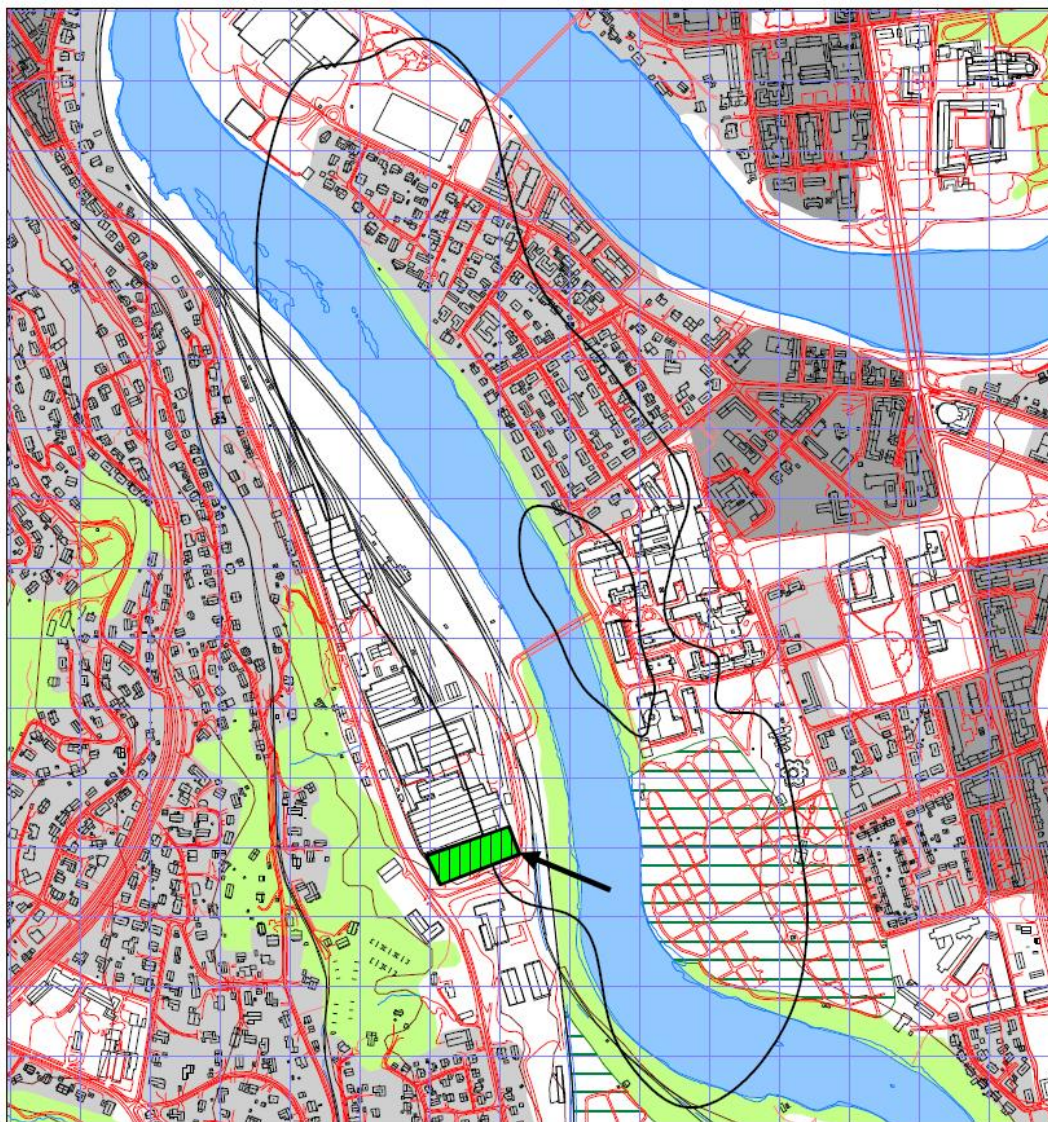
Figur 5 Vektet døgnekivalent støy nivå prognoseår (2015). Kotene representerer L_{den} på 52 og 62 dBA. Figuren er hentet fra rapport SINTEF A5325.

Av Figur 5 over ligger prosjektets bygningsmasse omtrent midt mellom kotene for $L_{den} = 52$ dBA og $L_{den} = 62$ dBA. Ut fra dette er det antatt nivå på ca. $L_{den} = 57$ dBA.



Figur 6 Kartleggingsgrenser for 2015. Kurvene viser L_{eq24h} på 50, 53 og 60 dBA. Figuren er hentet fra rapport SINTEF A5325.

Av Figur 6 ligger prosjektets bygningsmasse mot øst på ca. $L_{eq24h} = 51-52$ dBA. Bygningsmassen mot vest har nivåer på ca. $L_{eq24h} = 49-50$ dBA.



Figur 7 Maksimum støynivå på natt prognoseår (2015). Kotene representerer L_{5AS} på 80 og 90 dBA. Figuren er hentet fra rapport SINTEF A5325.

Av Figur 7 ligger prosjektets bygningsmasse mot øst på ca. L_{5AS} = 82 dBA, med avtagende nivåer mot vest ned mot ca. L_{5AS} = 78 dBA.

Oppsummering av støynivå

Det er knyttet usikkerhet til hvor mye økning som vil forekomme i helikoptertrafikken i årene framover. I en rapport utført av Multiconsult i 2015 for et boligprosjekt på Øya vises det til en mulig økning på 5 % per år etter samtaler med St. Olavs Hospital (Ref. Reguleringsplan for Helsevakt Mauritz Hansens gate 4). Dersom det er tilfelle vil det medføre ca. 2423 landinger for år 2035. Forventet økning, sammenlignet med verdiene oppgitt under figurene 5-7 vil sannsynligvis ligge på 2,5 dB.

I tillegg legger vi på en margin på 2 dB for eventuell utskiftning av redningshelikopter til typen AW101. Resulterende verdier er oppgitt i Tabell 7. Merk at det er knyttet noe usikkerhet til verdiene, men det er her lagt på en sikkerhetsmargin. Det er meget høy sannsynlighet for at de reelle verdiene er lavere enn det som er oppgitt her.

Tabell 7 Utendørs støynivå fra helikopter – korrigert for framtidig økning og nytt redningshelikopter

Lydnivåer – innfallende lydnivå	
L _{den}	62 dBA
L _{eq24h}	54-57 dBA
L _{5AS}	83-87 dBA

Tabellen viser de høyeste verdiene man kan forvente for helikopterstøy fra landing og avgang fra St. Olavs Hospital ca. 20 år fram i tid, og etter innføring av nytt og tyngre redningshelikopter AW101.

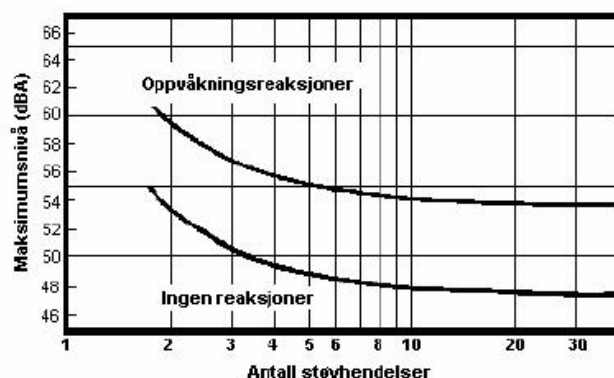
4.3.1.2 Søvnforstyrrelser som følge av flystøy

Det er valgt å referere til omtalt rapport fra Sintef angående temaet søvnforstyrrelser, da det er godt dekket i beskrivelsen. Utdraget under er hentet fra: «*SINTEF A5325, «Revidert beregning av helikopterstøy for ny landingsplass ved St. Olavs hospital»*», datert februar 2008, side 4-5.

2.1.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

Det er bred internasjonal enighet om at *vekking* som følge av flystøy kan medføre en risiko for helsevirkninger på lang sikt, se litteraturlisten ref. [1]. Det er *ikke* konsensus på hvorvidt *endring av søvnstadium* (søvndybde) har noen negativ effekt alene, dersom dette ikke medfører vekking. (Disse betraktninger kan ikke anvendes for andre typer trafikkstøy hvor støynivået varierer mindre og ikke er totalt fraværende i perioder slik som flystøy kan være.)

Risiko for vekking er avhengig av hvor høyt støynivå en utsettes for (maksimumsnivå) og hvor mange støyhendelser en utsettes for i løpet av natten. Det er normalt store individuelle variasjoner på når folk reagerer på støyen. Derfor brukes oftest en gitt sannsynlighet for at en andel av befolkningen vekkes for å illustrere hvilke støynivå og antall hendelser som kan medføre vekking, som illustrert i Figur 2-1.



Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

Dersom vi inkluderer framtidig trafikkøkning på 5 % per år vil vi i 2035 ha ca. 2500 landinger pr. år (dersom man tar i). Forutsatt at hendelsene er jevnt fordelt utover året og døgnet vil det gi ca. 4-5 hendelser pr. nattperiode. Ut fra figuren over fra Sintef rapporten medfører det at innendørs støynivå på soverom i nattperioden ikke bør overstige $L_{p,AF,max} = 49$ dBA for å ligge under kurven markert med «ingen reaksjoner».

4.3.1.3 Innendørs støy fra helikopter

Under forrige avsnitt ble det vurdert fare for oppvåkning fra helikoptertrafikk. Dersom innendørs støynivå i soverom ikke skal overstige $L_{p,AF,max} = 49$ dBA, stiller det krav til fasadeisolasjon. Dersom vi legger det høyeste nivået for maksimalt støynivå til grunn, inkludert korreksjoner for framtidig trafikkvekst og innføring av nytt og mer støyende redningshelikopter, er utgangspunktet $L_{5AS} = 87$ dBA.

Rambøll har utført testberegninger av innendørs støy i henhold til Håndbok 47. Beregninger viser at fasade må tilfredsstille lydisolerende egenskaper på ca. $R_w + C_{tr} = 46-47$ dB og vinduer med verdier på ca. $R_w + C_{tr} = 40$ dB (begge må være korrigert for helikopterstøyspekter). Det er i dette beregningseksempel tatt utgangspunkt i en typisk fasade mot soverom med areal 7 m² og to vinduer med størrelse på til sammen 2,4 m².

Det bemerkes at det medtas korreksjoner for flystøy, C1, med et større bidrag av lavfrekvent støy enn for støy fra vegtrafikk.

Verdiene over medfører at man ved prosjektering av bygningene må benytte fasadekonstruksjoner som er godt lydisolerende (typisk ekstra platelag på innsiden og utsiden, tunge fasadeplater mm.), samt gode lydisolerende vinduer.

Merk at eksempelet over er et «*worst case scenario*» der det er tatt i med god margin for utendørs støynivå. Ved vurdering av fasadeisolasjon og krav til glass skal også sumstøy med andre støykilder vurderes, men med verdier som benyttet over vil det ivareta dempingskrav også fra vegtrafikk, jernbane og industri med god margin.

Takkonstruksjonen forutsettes at bygges som en tung konstruksjon i betong eller tilsvarende. Dette er for å ivareta god nok lydisolering også mot lavfrekvente bidrag fra kilder over byggene. Det er særlig øverste etasje som er mest utsatt for lavfrekvent støy og vibrasjoner fra passerende helikoptre.

4.4 Industri

4.4.1 Jernbaneverket

Informasjon om drift og aktiviteter på skifteområdet er gitt av Jernbaneverket (v/Terje Sivertsvoll, datert år 2012).

Jernbaneverket (JBV) og Mantena disponerer sporområdene og verkstedshallene på Marienborg. Mye av bygningsmassen er eid av Rom Eiendom. Mantenas drift er beskrevet i eget punkt. JBV disponerer bygningsmasse til kontorer og lager, samt at noe togmateriell er lagret utendørs.

Det er aktuelt for JBV å sette opp nye vaskehaller øst for hovedverkstedet til Mantena. I tillegg er det sannsynlig at JBV skal etablere en ny driftsbanegård i samme område. Her vil det foregå vedlikehold av arbeidsvogner, samt etableres kontorer og lager. Deler av aktivitetene som i dag foregår på Brattøra vil flyttes til ny lokalisering inne på skifteområdet.

Det foreligger en plan der deler av bygningsmassen og arealer på skifteområdet omreguleres til rene næringslokaler. Dersom dette gjennomføres, og næringen består fortrinnsvis av kontorfunksjoner, vil deler av verkstedsfunksjonene opphøre mot sør. Det meste av bygningsmassen vil fysisk bestå på grunn av at de er verneverdige.

Oppsummert:

Dagens drift til Jernbaneverket er oppgitt å ha liten støyende karakter. Bevegelser og aktiviteter ved vaskehall vil foregå ca. 300 meter nord for boligene. Disse aktivitetene vil ikke medføre vesentlige støynivå på boligene.

4.4.2 Mantena

Informasjon er gitt i møte med Mantena (2.10.2012) med kvalitetsleder Alf Jørgensen og teknisk sjef Viggo Rønning.

Mantena er en bedrift som driver vedlikehold og reparasjon av togmateriell. På Marienborg drives det med først og fremst vedlikehold og reparasjoner av dieselmateriell (lokomotiver og vogner). Normal drift skjer mellom kl. 06:00 og 22:00, men det kan forekomme avvik der driften er døgnkontinuerlig.

Det meste av driften til Mantena skjer innendørs i flere haller inne på området. Selv om dette kan medføre støyende prosesser, vil støy fra innendørsaktiviteter dempes i fasader og tak. Dette forutsetter at porter etc. lukkes. Selv om det meste av driften skjer innendørs, vil flere aktiviteter uansett måtte skje utendørs. Generelt vil togsett kjøres inn og ut av hallene både på dag, kveld og natt. Hovedsakelig tar NSB ut togsett fra kl. 05:00-06:00 (som er definert innenfor nattperioden). Det tilstrebes minst mulig oppstart, tomgangskjøring og fylling av luft utendørs, men noe tomgangskjøring vil kunne skje til ulike tider på døgnet.

Et skiftelokomotiv vil flytte på togsett, noe som vil kunne forekomme til alle døgnets tider. Dette er snakk om togbevegelser i lav fart. De fleste togsett beveger seg nord for hovedvedlikeholdshallene til Mantena, som ligger i god avstand (ca. 300-400 meter) fra utbyggingsområdet. Disse bevegelsene skjerms også av bygningsmassen på området mellom. Noen togbevegelser vil imidlertid forekomme nærmere utbyggingsområdet, både på vestsiden og østsiden av skifteområdet. Traversforbindelse benyttes for å transportere lokomotiv og vogner inn i hallene mot sør.

«Nordlenningen» (togsett for Nordlandsbanen) ankommer to ganger i døgnet. Dette skjer i et ekstra spor som ligger mot øst på skifteområdet. Aktiviteten omfatter togbevegelse i lav hastighet, oppbremsing og noe dunkelyder.

Det ankommer i snitt ca. 1-2 lastebiler per dag, samt én semitrailer per uke til Mantena. Ellers er det småbiltrafikk for ansatte og besøkende på området.

Av andre støykilder på Mantenas området kan det nevnes at det benyttes en gaffeltruck til internttransport. Det utføres også snøfresing eller kosting med hjullaster, eller lignende utstyr montert på skiftelokomotiv.

Mantena har også en diagnosestasjon der togsett kjøres gjennom. Denne har 5-7 vifter (rettet oppover) som kan avgi noe støy. Installasjonen kjøres normalt på dagtid, men avvik i tidspunkt kan også forekomme her.

Oppsummert:

Oppsummert oppgis mest vesentlige støybidrag fra Mantenas drift som skiftebevegelser på området, samt tomgangskjøring av togsett.

Det er sannsynlig at de fleste av Mantenas aktiviteter gir kun mindre støybidrag på boliger og uteområder i utbyggingsområdet når det gjelder døgnekvivalente nivåer. Testberegninger er utført i Soundplan for å se på effekten av slike bevegelser. De mest vesentlige støybidrag fra Mantenas drift knyttet til skiftebevegelser vil sannsynligvis bestå av impulsartede lyder, altså maksimalnivåer. Det er da spesielt viktig å hindre oppvåkning på natt fra slike bidrag. Dette medfører at fasader og vinduer må dimensjoneres slik at innendørs støynivåer fra denne typen aktiviteter holdes så lavt som mulig. Støyskjerming av Mantenas drift vil være lite aktuelt på grunn av svært spredte aktiviteter.

Maksimalt støynivå vil uansett ligge under maksimalnivåer fra veg, jernbane og helikopter med god margin, og er derfor ikke dimensjonerende for prosjektet.

4.4.3 Tidligere Nettbuss

Nettbuss holdt til sør for utbyggingstomten, på andre siden av Osloveien (se figur 1). På denne tomten planlegges det å bygge nye boliger og det vil ikke foregå støyende aktiviteter.

4.4.4 Statkraft

Informasjon er gitt av Bård Andreassen i telefonsamtale 11.10.2012, og oversendte støymålinger utført 26.10.2006 og 19.11.2006 i regi av Cowi.

Statkraft har et forbrenningsanlegg plassert inne på skifteområdet på Marienborg. Anlegget består hovedsakelig av en murbygning og en skorstein. Forbrenningsanlegget produserer kraft ved forbrenning av flis og briketter. Det meste av driften på anlegget, inkludert forbrenningsprosessen, foregår inne i bygget. Støykilder er derfor i stor grad innebygd og skjermet fra omgivelsene.



Figur 8 Bilde av Statkrafts forbrenningsanlegg på Marienborg

Det har tidligere kommet naboklage på mulig støy fra anlegget ved lavfrekvent buldring fra skorsteinsløp. I den forbindelse ble det utført støymålinger ved flere av naboene. Støymålingene er utført ved de næreste naboene ca. 100 meter fra anlegget. Målte støyverdier lå på ca. $L_{pAeq} = 40-44$ dB. Marienborg Boliger ligger ca. 300 meter fra anlegget, altså vesentlig lenger unna. Det ble i forbindelse med naboklagene utført tiltak som å fjerne en plate på toppen av skorsteinen (som hindret nedbør i å falle ned i pipeløpet), samt at det ble montert en støydemper i skorsteinen. Siden dette har det ikke kommet naboklager på driften til Statkraft inne på skifteområdet.

Av andre potensielle støykilder fra anlegget nevnes en asketransportør som ligger på utsiden av bygget. Dette er en mekanisk roterende innretning som til tider avgir gnisselyder når den kjøres. Innretningen inneholder også et posefilter som rengjøres ved hjelp av trykkluft. Disse trykkluftpulsene avgir noe støy i form av typiske tøffelyder.

Det vil forekomme leveranser med lastebillass med flis og briketter til forbrenningsanlegget. Noe støybidrag må da påregnes i form av tunge kjøretøy på området.

Forbrenningsanlegget kjøres normalt sesongavhengig. Det vil si at ved normal drift er anlegget i gang i perioden november til mai. Det er døgntkontinuerlig drift på anlegget når det først er i gang.

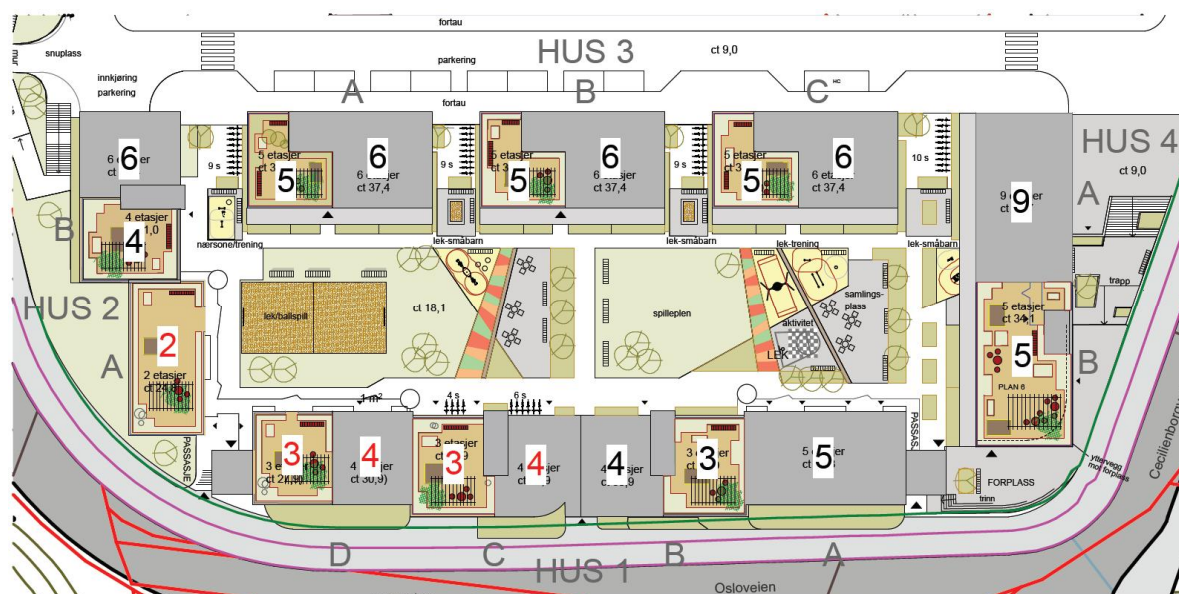
Oppsummert:

Oppsummert oppgis støy fra dette anlegget som lavt av Statkraft. Informasjon som har kommet fram, samt de målinger som er utført tidligere tyder på at Statkrafts forbrenningsanlegg ikke representerer en vesentlig bidragsyter for støy mot utbyggingsområdet til Marienborg Boliger.

5. STØYSONEKART OG VURDERINGER

5.1 Oversikt over Hus 1-4

Figuren under viser en oversikt over plassering og navngivning på Hus1, Hus 2, Hus 3 og Hus 4. Videre er hvert hus delt inn med bokstaver, A, B, C osv. Disse benevnelsene blir benyttet videre i rapporten.



Figur 9 Oversikt over plassering av Hus 1-4, samt antall etasjer pr. bygg.

5.2 Beregningsmetode og inngangsparametere

Lydtubredelse for veg- og jernbanetrafikk er beregnet etter Nordisk beregningsmetode for vegtrafikk- og jernbanestøy. De viktigste inngangsparametere for beregningene er vist i tabell 8.

Tabell 8 Inngangsparametere i beregningsgrunnlaget.

Egenskap	Verdi
Refleksjoner, støysonkart	1. ordens
Refleksjoner, punktberegninger	3. ordens
Markabsorpsjon	Generelt: 1 ("myk" mark, dvs. helt lydabsorberende). Vann, veier og andre harde overflater: 0 (reflekterende)
Refleksjonstap bygninger, støyskjermer	1 dB
Søkeavstand	1000 m
Beregningshøyde, støysonkart	Varierende, flere etasjeplan
Oppløsning, støysonkart	5 x 5 m, detaljerte kart: 2 x 2 m

Retningslinjene setter støygrenser som frittfelt lydnivå. Med frittfelt menes at refleksjoner fra fasade på angjeldende bygning ikke skal tas med. Øvrige refleksjonsbidrag medregnes

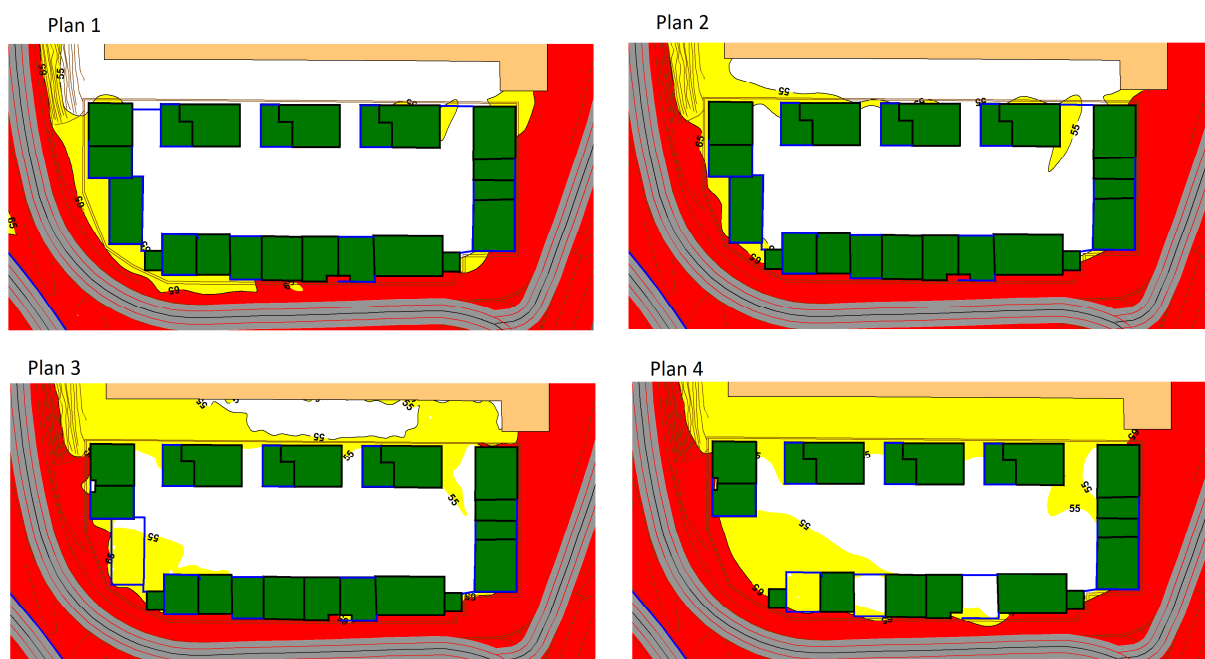
(refleksjoner fra andre bygninger eller skjermer). For støysonekartene er alle 1. ordens refleksjoner tatt med.

Det er beregnet støy fra vegtrafikk og kommersiell jernbane. For de industrielle kildene i området er det utført beregninger som ligger bak vurderingene av hver aktivitet. Ingen av disse aktivitetene er dimensjonerende for dette prosjektet. Det er derfor ikke gjengitt tallfestede verdier for disse aktivitetene.

Støy fra vegtrafikk og jernbane er beregnet ut fra de inngangsdata som er oppgitt for kildene. Det er medtatt ekstra bidrag fra tunnel. Figurene 10 og 12 viser støysonekart med beregningshøyde 2 meter opp på hvert plan fra situasjonen som er prognosert 15 år fram i tid. Merk også at støysonekartet er gitt med grenseverdier for vegtrafikkstøy for gul og rød sone. Jernbanestøy har 3 dB mildere grenseverdier, slik at det bemerkes at situasjonen som støysonekartet viser er noe strengt.

5.3 Støysonekart - oversikt

Figuren under viser støysonekart for plan 1-4. Merk at beregningshøyden på takterrasser ikke er den dimensjonerende høyden 1,5 meter over gulvnivå, men noe høyere. Det er utført egne beregninger med høyde 1,5 meter over gulv for beregning av støy på utendørs oppholdsarealer. Resultater av disse beregningene er gjengitt i kapittel 6.



Figur 10 Støysonekart – Vegtrafikk og jernbane støy (Grenseverdier iht. T-1442, vegtrafikk), plan 1-4.

Utendørs oppholdsarealer på bakkenivå i gårdsrommet vil ligge i hvit sone med tilfredsstillende verdier under L_{den} 55 dB.

Støysonekart for plan 1 til 4 viser at fasader på utsiden av bygningsmassen mot sør, vest og øst ligger hovedsakelig i rød støysone. Utvendige fasader mot nord ligger delvis i hvit sone for plan 1 og plan 2, eller gul sone. Plan 3 og 4 befinner seg i gul sone mot nord. Fasader som vender inn mot gårdsrommet ligger hovedsakelig i hvit støysone, foruten Hus 1 D (se videre kommentar under).

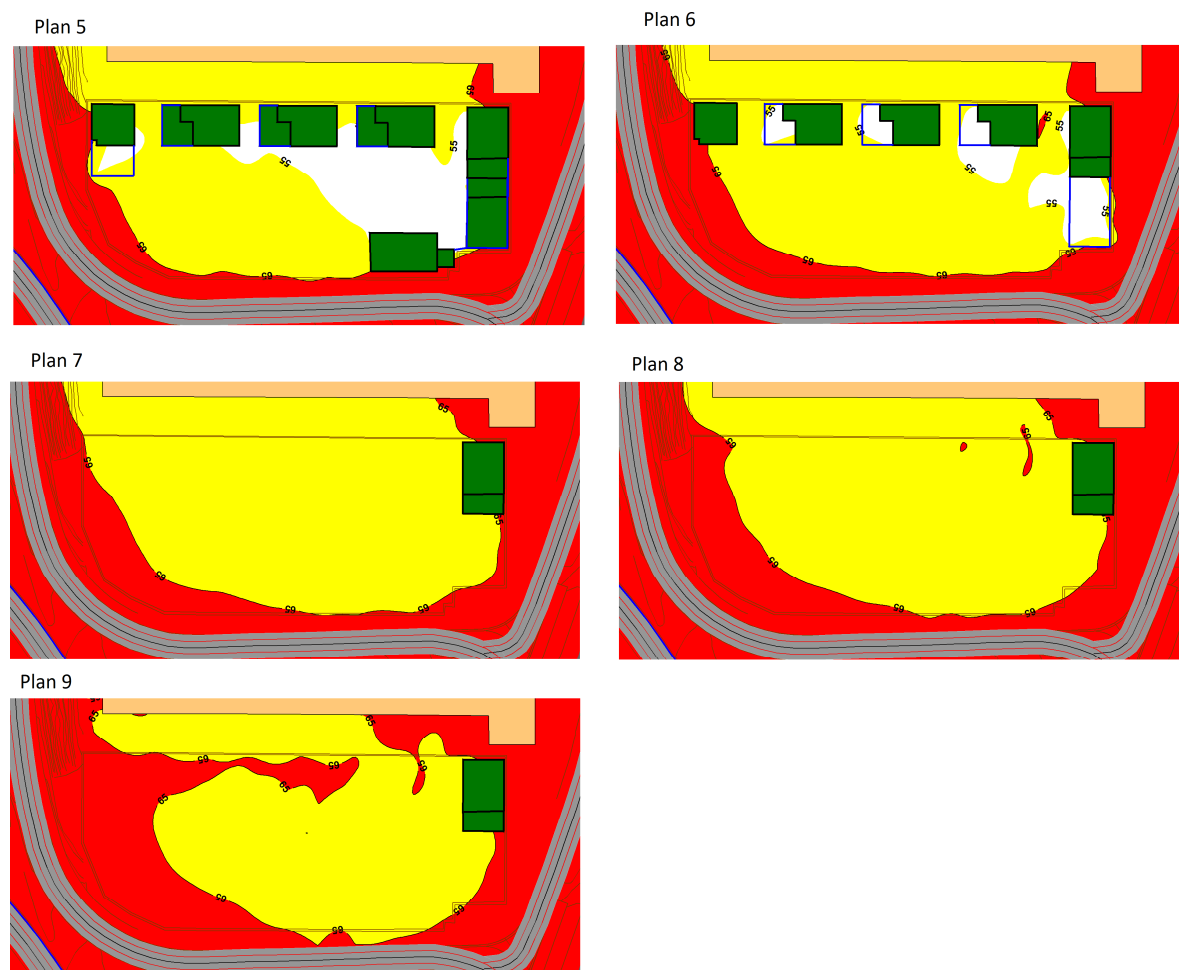
Hus 1 D (plan 3 og 4):

Hus 1 D, plan 3-4, har sin fasade mot nord, inn mot gårdsrom i gul støysone. Her utføres det tiltak for å oppnå fasade mot stille side, samt tilstrekkelig antall sove- og oppholdsrom mot stille side. Enheter som ligger her er tegnet med inntrukket fasade mot nord. I innhuket vil man oppnå støynivå under grenseverdi $L_{den} \leq 55$ dB. Figuren under illustrerer dette prinsippet, samt at aktuelle fasader er markert med rød pil i støysonekartene.



Figur 11 Øverst: Støysonekart plan 3 og 4 med markerte fasader. Nederst: Tiltak med inntrukket fasade.

Figuren under viser støysonekart for plan 5-9. Merk at beregningshøyden på takterrasser ikke er den dimensjonerende høyden 1,5 meter over gulvnivå, men noe høyere. Det er utført egne beregninger med høyde 1,5 meter over gulv for beregning av støy på utendørs oppholdsarealer. Resultater av disse beregningene er gjengitt i kapittel 6.



Figur 12 Støysonekart - vegtrafikk og jernbane støy (Grenseverdier iht T-1442, vegtrafikk), plan 5-9

Støysonekart for plan 5 og 6 viser at fasadene som vender mot Osloveien og Cecilienborgvegen ligger i rød støysone. Ellers ligger fasadene mot nord hovedsakelig i gul støysone, foruten Hus 4 som ligger i rød sone.

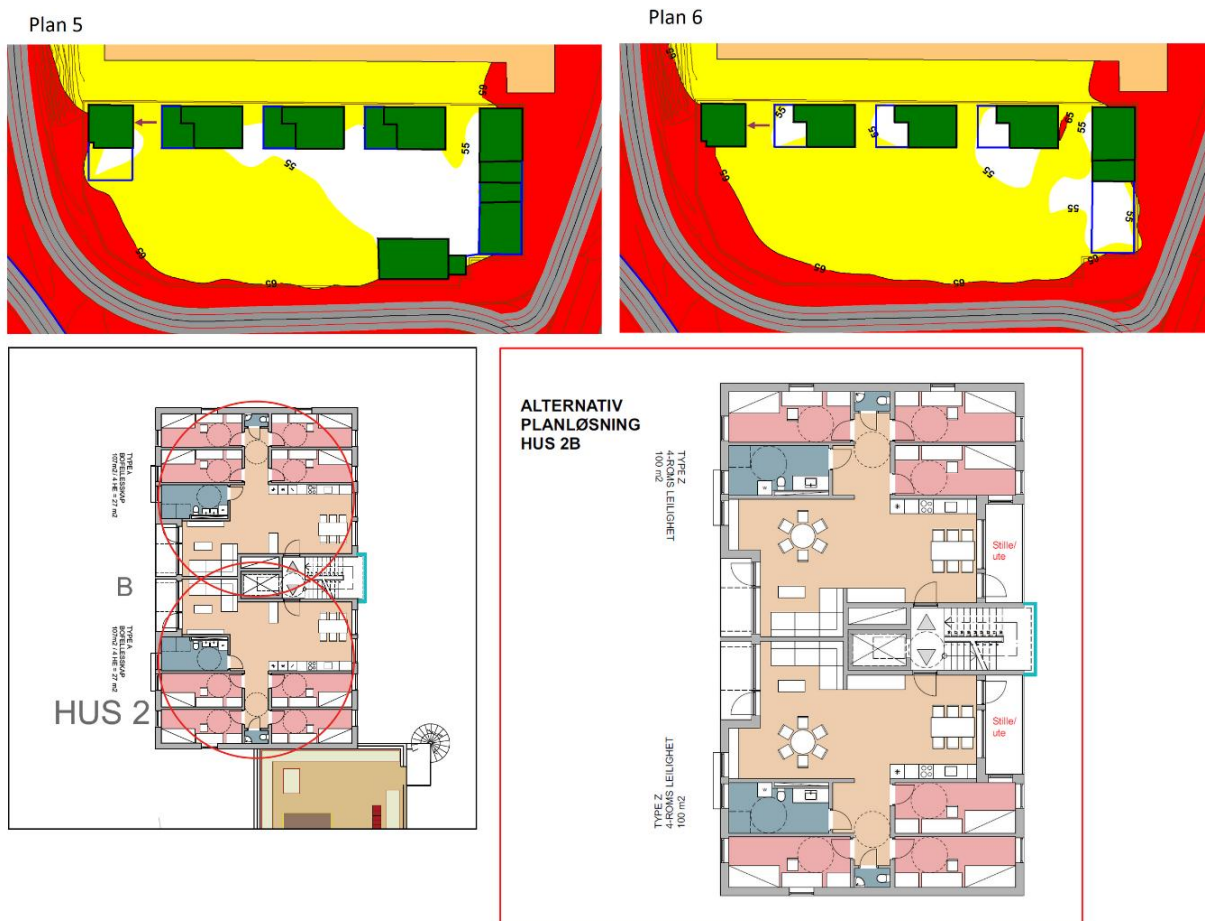
Fasader som vender inn mot gårdsrom ligger i hvit sone for Hus 3 B og C (plan 5) og delvis Hus 3 C (plan 6). Her er det ikke nødvendig med avbøtende tiltak. Hus 3 C (plan 6) løses med tett skjerm på hjørnebalkong mot øst og tett rekkverk med høyde 1,2 meter mot gårdsrom.

Andre fasader inn mot gårdsrom som ligger i gul støysone er Hus 2 B (plan 5 og 6), Hus 3 A (plan 5) og Hus 3A og B (plan 6). Disse tilfeller er videre kommentert under.

Støysonekart for plan 7, 8 og 9 viser at høyeste del av Hus 4 ligger i rød støysone mot øst og nord, og hovedsakelig gul sone mot sør og vest. Her er det utført detaljerte vurderinger med delvis skjermede balkonger som vil føre til at hele fasaden mot vest blir liggende i hvit sone med L_{den} under 55 dB. Se punkt 5.4 for detaljer.

Hus 2 B (plan 5 og 6):

Hus 2 B, plan 5-6, har sin fasade mot øst, inn mot gårdsrom i gul støysone. Her utføres det tiltak for å oppnå fasade mot stille side, samt tilstrekkelig antall sove- og oppholdsrom mot stille side. Enheter som ligger her er tegnet med inntrukket fasade mot øst. I innhuket vil man oppnå støynivå under grenseverdi $L_{den} \leq 55$ dB. Figuren under illustrerer dette prinsippet, samt at aktuelle fasader er markert med rød pil i støysonekartene.



Figur 13 Øverst: Støysonekart plan 5 og 6 med markerte fasader. Nederst: Tiltak med inntrukket fasade.

Hus 3 A (plan 5) og Hus 3A og B (plan 6):

For å oppnå stille side inn mot gårdsrom må balkonger her utføres som delvis tette. Samme type tiltak som for de øverste etasjene i Hus 4 vil fungere her. Det vil si at sideskjermer og 40 % av rekkverk mot gårdsrom utføres som tett skjermvegg fra dekke til dekke. Tiltaket kan helt eller delvis utføres i glass for å få en transparent løsning. Figuren under illustrerer dette prinsippet, samt at aktuelle fasader er markert med rød pil i støysonekartene.

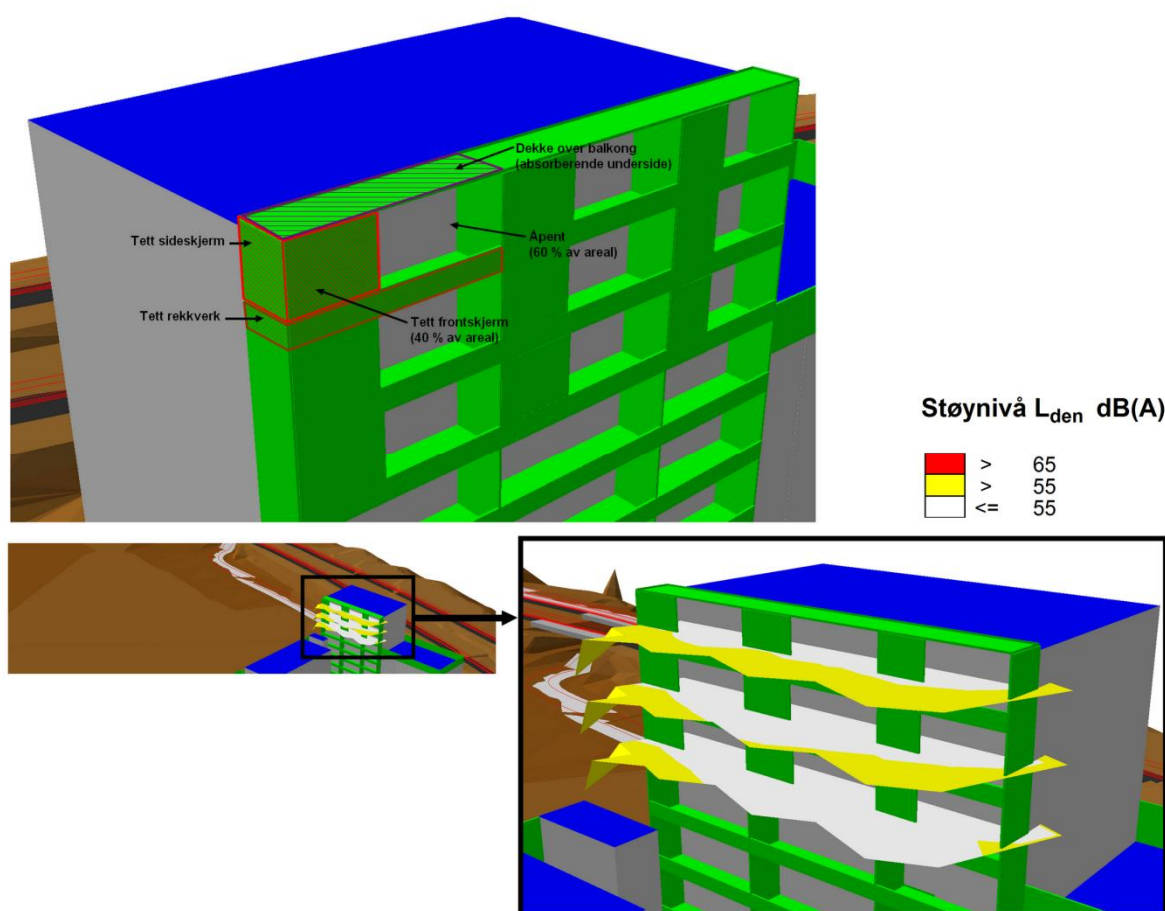


Figur 14 Øverst: Støysonekart plan 5 og 6 med markerte fasader. Nederst: Skisse med eksempel på skjermingstiltak for to av leilighetene i Hus 3 A plan 5.

5.4 Detaljerte støysonekart Hus 4

Det er utført detaljerte støysoneberegninger for noen av fasadene der vi inkluderer balkonger i beregningene. Balkongene vil ha en avskjermende effekt for støybidrag fra undersiden, oversiden og fra siden. Dette er utført for å oppnå hvit sone på fasader slik at gjennomgående enheter har tilgang på minst én stille side.

I beregningene er det lagt til grunn tette balkongdekker, absorberende materiale på undersiden av balkongelementene, tette sideskjermer fra dekke til dekke, samt at 40 % av balkongfront består av tett felt fra dekke til dekke. Skjermelementer kan utføres i glass dersom ønskelig. Dette tiltaket gjelder for vestsiden av Hus 4 for hovedsakelig plan 5, 6, 7, 8 og 9. Figuren under viser et utsnitt av 3D beregningsmodellen som illustrasjon av tiltakene, samt detaljerte støysonekart ved fasade og på balkonger for Hus 4 - plan 7, 8 og 9. Beregningshøyden er satt til midt på etasjeplanet.



Figur 15 Illustrasjon av tiltak for balkonger. Detaljerte støysonekart Hus 4, plan 7, 8 og 9.

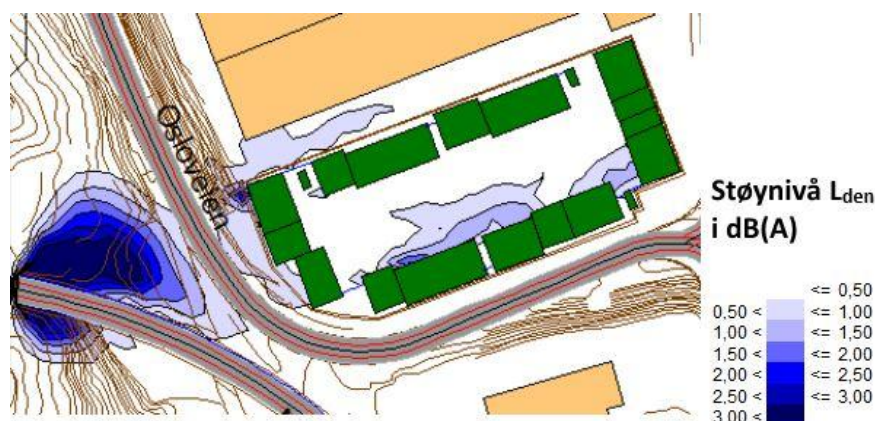
Detaljerte støysonekart viser at med tiltakene som er beskrevet over vil vestvendte uteplasser for Hus 4 i sin helhet ligge i hvit sone. Fasadene vil også ligge i hvit sone, slik at krav i KPA³ tilfredsstilles (forutsatt riktig fordeling av type rom i forhold til planløsning).

³ Trondheim kommune – bestemmelser og retningslinjer kommuneplanens arealdel 2012-2024 rev(2).

5.5 Støybidrag fra tunnelåpning

Som nevnt i kapittel 4.1.2 vil tunnelåpningen påvirke støynivåene på nærliggende områder. Hvor mye ekstra støy som genereres som resultat av selve tunnelen er presentert i figuren under. Figuren viser således differansen mellom en situasjon uten bidrag fra tunnelen sammenlignet med en situasjon som inkluderer bidrag fra tunnelen.

I revisjon 3 av denne rapporten er ikke figuren endret med hensyn på utforming av bygninger. Resultatet er uansett det samme som i tidligere versjoner av rapporten.



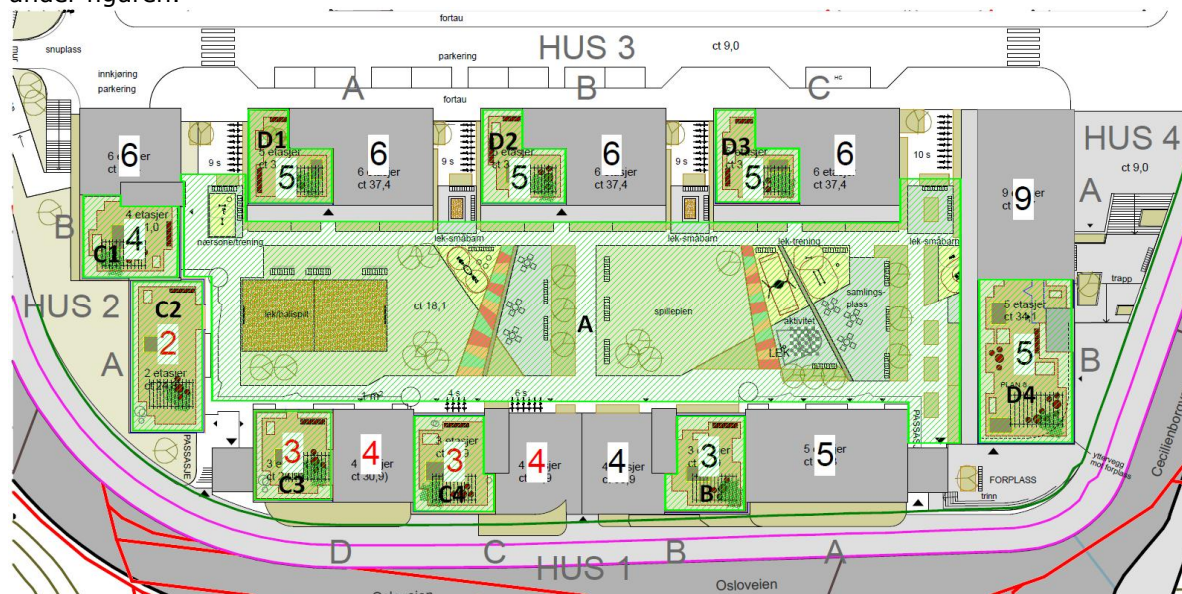
Figur 16 Økt støynivå med tunnel, kontra uten tunnel, 4 meter over terreng.

Støybidraget fra tunnelen vil føre til en økning på over 3 dB rundt selve tunnelåpningen. De vestlige fasadene på planområdet, som ligger nærmest tunnelen, vil oppleve en økning av støynivå på 1-2 dB. Det samme gjelder for den sørlige delen av gårdsrommet. Tunnelmunningens påvirkning på støynivået er tatt med i beregningene som presenteres i figur 10 og 12.

Til tross for at denne økningen på 1-2 dB er relativt beskjeden, kan støykarakteristikken også gi bidrag som for noen oppleves som mer sjenerende enn normal vegtrafikkstøy. Vi snakker da om hvordan støyen oppleves subjektivt (støyens karakter) sammenlignet med annen støy fra vegtrafikk.

6. UTENDØRS OPPHOLDSAREALER OG TAKTERRASSER

Figur 14 viser en oversikt over plassering av bygninger, med felt som er markert og kommentert under figuren.



Figur 17 Oversikt over bygninger og plassering av felles uteoppholdsareal.

6.1 Utendørs oppholdsarealer - fellesarealer

Slik som bygningsmassen er utformet er det skapt store arealer som vil bli velegnet til utendørs oppholdsareal. Fellesareal på bakkenivå skjermes av bygningsmassen. Fellesareal på takterrasser skjermes av bygningsmassen kombinert med tett rekkverk og støyskjermer rundt randsonen av uteplassene.

Det er lagt til grunn finere oppløsning på støyberegninger, sammenlignet med støysonekart i Figur 10 og 12, på hver takterrasse for å kunne angi andel areal i hvit sone. Andel av uteplasser i hvit sone er angitt i oversikten under.

- **A** – 100 % av gårdsrommet på bakkenivå ligger i hvit sone med $L_{den} < 55$ dB (se plan 1 i figur 10).
- **B** – 90 % av arealet ligger i hvit sone, forutsatt tett rekkverk/skjerm på 2,2 meters høyde på takterrassen mot sør.
- **C1** – 30 % av arealet ligger i hvit sone, forutsatt tett rekkverk/skjerm på 2,2 meters høyde på takterrassen mot sør og vest.
- **C2** – 20 % av arealet ligger i hvit sone, forutsatt tett rekkverk/skjerm på 2,2 meters høyde på takterrassen mot vest, sør og øst.
- **C3** – 10 % av arealet ligger i hvit sone, forutsatt tett rekkverk/skjerm på 2,2 meters høyde på takterrassen mot sør, vest og nord.
- **C4** – 80 % av arealet ligger i hvit sone, forutsatt tett rekkverk/skjerm på 2,2 meters høyde på takterrassen mot sør.
- **D1** – 60 % av arealet ligger i hvit sone, forutsatt tett rekkverk/skjerm på 2,2 meters høyde på takterrassen mot nord, vest og sør.
- **D2** – 80 % av arealet ligger i hvit sone, forutsatt tett rekkverk/skjerm på 2,2 meters høyde på takterrassen mot nord, vest og sør.
- **D3** – 90 % av arealet ligger i hvit sone, forutsatt tett rekkverk/skjerm på 2,2 meters høyde på takterrassen mot nord og vest.

- **D4** – 90 % av arealet ligger i hvit sone, forutsatt tett rekkverk/skjerm på 2,2 meters høyde på takterrassen mot øst, sør og vest.

Det vises videre til arkitekts oppsett over utendørs oppholdsarealer. Som oversikten viser tilbyr prosjektet langt større arealer i hvit sone enn det som kreves. Dette kompenserer for at prosjektet er krevende med hensyn på støysituasjonen.

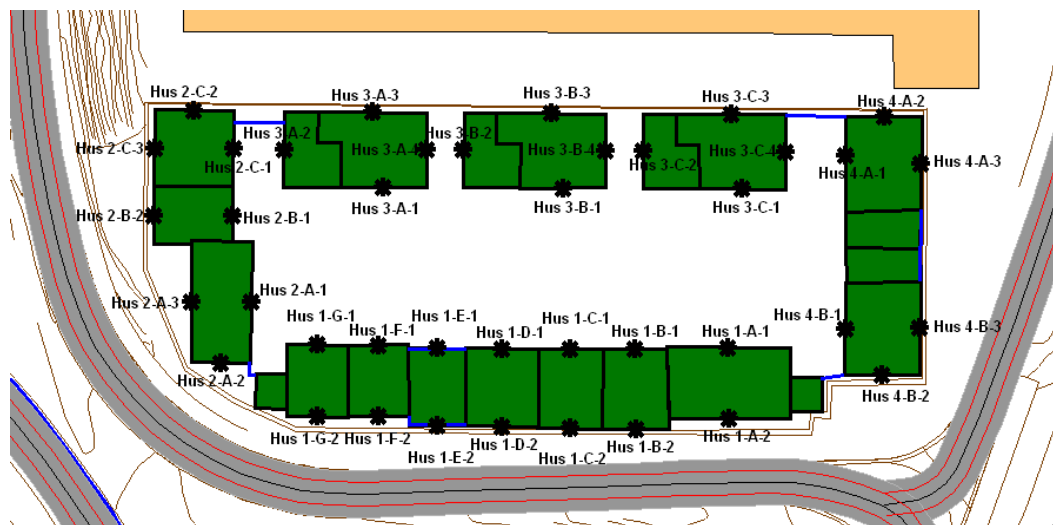
7. FASADEVERDIER

7.1 Fasadeverdier - Punktberegninger

Det er utført punktberegninger på alle støyutsatte fasadeflater. Høyeste frittfeltverdi på fasade er $L_{den} = 67$ dB. I henhold til «Trondheim kommune - bestemmelser og retningslinjer kommuneplanens arealdel 2012-2024 rev (2)» kan det tillates bygging av boliger i rød sone dersom fasadeverdier ikke overstiger $L_{den} = 70$ dB.

Det er utført punktberegninger for alle fasader og alle etasjeplan. Oppdeling med antall punkt pr. fasadedel er angitt i oversikten i Figur 15. Det var et spesifikt ønske fra Miljøenheten i Trondheim kommune at det oppgis punktberegninger for alle fasadeflater i tillegg til støysonekart.

Tabeller med punktberegninger er oppgitt i vedlegg 1-4 bakerst i rapporten. Hvert enkelt beregningspunkt i figuren under er oppgitt i tabellen, samt hvilke etasjeplan beregningene er utført på.



Figur 18 Oversikt over beregningspunkter på fasader

Tabell 9 under er et utsnitt fra beregningspunktene for Hus 1 (vedlegg 1). Notasjonen i tabellen er som følger:

- Kolonne 1: Receiver, angir beregningspunkt som korresponderer med Figur 18.
- Kolonne 2: Plan, angir hvilket etasjeplan beregningspunktet gjelder for (F 1 = plan 1 etc.)
- Kolonne 3: L_{den} , er definert i Tabell 1 i denne rapporten.
- Kolonne 4: Leq_{24h} , er definert i Tabell 1 i denne rapporten.
- Kolonne 5: L_{max} road, er maksimalverdi fra mest dominante vegtrafikkilde.
- Kolonne 6: L_{max} rail, er maksimalverdi fra mest dominante jernbanekilde.

Tabell 9 Utsnitt fra punktberegninger

Marienburg Boliger Punktberegninger 24.10.2019: Punktberegninger Hus 1						1
Receiver	Fl	Lden dB(A)	Leq24h dB(A)	Lmax road dB(A)	Lmax rail dB(A)	
568931,7032747	GF	56	53	58	61	
Hus 1-A-1	F 1	48	43	48	62	
	F 2	50	45	50	62	
	F 3	51	46	54	62	
	F 4	52	47	56	62	
	F 5	53	49	56	62	
Hus 1-A-2	F 1	66	62	82	73	
	F 2	65	62	81	74	
	F 3	65	61	80	74	
	F 4	65	61	78	74	
	F 5	64	60	77	73	
Hus 1-B-1	F 1	49	45	54	60	
	F 2	50	46	50	61	
	F 3	52	48	54	61	
Hus 1-B-2	F 1	67	63	84	70	
	F 2	66	62	82	72	
	F 3	65	62	80	72	

Vedlegg 1-4 viser på samme vis alle punktberegninger som er angitt i Figur 18.

Punktberegningene bekrefter resultatene oppgitt i støysonekart for alle plan. Det er ikke medtatt skjermemeter (balkonger, balkongskjerming, inntrukket fasade mm.) i oppgitte punktberegninger.

7.2 Innendørs støy fra vegtrafikk og jernbane

Rambøll har utført testberegninger av innendørs støy i henhold til Håndbok 47. Det er lagt til grunn «*worst case scenario*» der vi trekker ut de absolutt høyeste verdiene for både ekvivalent støynivå og maksimalt støynivå fra veg og jernbane. Høyeste registrerte fasadeverdier (frittfelt) er $L_{eq24h} = 63$ dB og $L_{max} = 84$ dB. Det er maksimalnivået som er dimensjonerende i dette tilfellet.

Beregninger viser at fasade må tilfredsstillende lydisolerende egenskaper på ca. $R_w + C_{tr} = 44-45$ dB og vinduer med verdier på ca. $R_w + C_{tr} = 36$ dB. Det er i dette beregningseksempel tatt utgangspunkt i en typisk fasade for soverom med areal 5 m² og ett vindu med størrelse på 1,2 m². Dette medfører at det må benyttes gode konstruksjoner med hensyn på lydisolasjon for fasadeoppbygging og glass. Dette kan løses med helt normale bygningsmaterialer og god kvalitet på vinduer.

8. FUNKSJONER OG PLASSERING

8.1 Funksjoner - Plassering

Alle leiligheter vil ha tilgang på en stille side med støynivå $L_{den} \leq 55$ dB. Forutsetningen for dette er gitt i kapittel 5.

Dette medfører at med riktig planløsning vil krav i KPA være ivaretatt (som angitt under punkt 3.4 i denne rapporten). I «*Trondheim kommune – bestemmelser og retningslinjer kommuneplanens arealdel 2012-2024 rev(2)*» vises det til følgende føringer:

For boenheter i gul støysone - boenhetene skal ha en stille side og tilgang på uteplass med tilfredsstillende støynivå. Dette er ivaretatt for alle boenheter i prosjektet som ligger i gul støysone.

For boenheter i rød støysone - boenheten skal være gjennomgående, ha en stille side der uterom kan plasseres, samt minst halvparten av rom for varig opphold og minst ett soverom skal vende mot stille side. Dette vil kunne ivaretas for alle boenheter i prosjektet som ligger i rød støysone.

Det bemerkes at balkonger mot støyutsatt side ikke er medtatt i arealberegninger for utendørs oppholdsarealer i stille sone.

9. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Planområdet som skal bygges ut er støyutsatt, noe som legger premisser på utforming av bygningsmassen. Det er utprøvd flere ulike geometrier før forslaget presentert i denne rapporten er lagt fram. Plassering av bygninger, antall etasjeplan og fysisk plassering og utforming bidrar til at mye av fasader og utendørs oppholdsarealer vi få støynivå under anbefalte grenseverdier. Det er jobbet med å finne en løsning med et lukket gårdsrom for å bedre støyforholdene og for å oppnå en stille side for bygningene.

I tillegg til temaet støy må det fokuseres på andre bokvaliteter, herunder tilgang på dagslys, utsikt, solforhold etc. Det er viktig å sette utbygging på denne tomten i et større bilde, ikke kun ensidig fokus på støyforhold. Det understrekes også at det fra Trondheim kommune er ønskelig med utbygging av boliger i sentrale områder, ikke minst med nærhet til sentrum, St. Olavs Hospital og Campusutviklingen ved NTNU. For sistnevnte understrekes viktigheten av å kunne tilby boliger nær universitetet.

9.1 Industri

Det er vurdert støy fra industri nær planområdet. Støybidragene, både ekvivalente nivåer og maksimalnivåer fra Jernbaneverket, Mantena og Statkraft vil være lavere enn bidrag fra veg og jernbane, med god margin. Derfor er industrikilder ikke dimensjonerende hverken for uteplasser eller innendørs støy (herunder maksimalnivåer og fare for oppvåkning). Dersom krav til utendørs og innendørs støy blir ivarettatt fra vegtrafikk, kommersiell jernbane og helikopter, vil også bidrag fra industri være ivarettatt.

9.2 Vegtrafikk og jernbane

Støy fra vegtrafikk og jernbane er beregnet og dokumentert i detalj i denne rapporten. Det er også medtatt ekstra støybidrag fra tunnelåpning, og det er utført separate vurderinger av tunnelstøy, både med hensyn på nivå og frekvensinnhold. Krav til støy på uteoppholdsarealer og innendørs nivåer er dokumentert i denne rapporten, se også oppsummering under punkt 9.4. Det er benyttet en kombinasjon av bygningsmassens utforming med skjermende effekt (m/gårdsrom), plassering av rom med mindre støyfølsomme bruksformål og skjerming av takterrasser. Vurderinger utført og dokumentert i denne rapporten viser at det er mulig å tilfredsstille grenseverdier og føringer gitt i T-1442, KPA⁴ og NS 8175 (2012).

9.3 Helikopter

Rambøll har utført vurderinger av helikopterstøy. Det er tatt høyde for framtidig trafikkvekst utover det som normalt legges til grunn. Det er medtatt innføring av nye redningshelikoptre av typen AW101. Videre har vi beregnet et «*worst case scenario*» som kun vil gjelde for noen få leiligheter i prosjektet. Ekstra høye bidrag fra lavfrekvente støykomponenter er også medtatt i våre vurderinger.

Det er sannsynliggjort at krav til innendørs støynivå vil ivaretas på en god måte. Det er da også tatt hensyn til maksimalverdier og fare for oppvåkning grunnet hendelser på natt. Dette løses med gode lydisolerende fasader og vinduer, samt tung takkonstruksjon.

⁴ Trondheim kommune – bestemmelser og retningslinjer kommuneplanens arealdel 2012-2024 rev(2).

9.4 Oppsummering av de viktigste punkter med hensyn på støy

- Hus 1 får stille side mot nord og har tilgang på felles utendørs oppholdsareal i hvit sone. Balkonger på sørsiden regnes ikke med i arealregnskapet for utendørsarealer i hvit sone. Deler av Hus 1 utformes med inntrukket fasade mot nord for å oppnå stille side.
- Hus 2 vil oppnå å få en stille side mot øst og har tilgang på felles utendørs oppholdsareal i hvit sone. Balkonger på vestsiden regnes ikke med i arealregnskapet for utendørsarealer i hvit sone. Deler av Hus 2 utformes med inntrukket fasade mot øst for å oppnå stille side.
- Hus 3 får stille side mot sør med private uteplasser/balkonger i hvit sone, samt tilgang på felles utendørs oppholdsareal i hvit sone. For deler av Hus 3 etableres det delvis tette skjermøsninger på balkonger mot sør.
- Hus 4 får stille side mot vest med private uteplasser/balkonger i hvit sone, samt tilgang på felles utendørs oppholdsareal i hvit sone. For deler av Hus 4 etableres det delvis tette skjermøsninger på balkonger mot vest.
- Alle boenheter blir gjennomgående med tilgang til stille side. Planøsningene vil derfor kunne ivareta krav til rom for varig opphold og soverom mot stille side. Krav i KPA er ivaretatt.
- Innendørs krav til støy i lydstandarden, NS 8175 (2012), for oppholdsrom og soverom blir ivaretatt med gode lydisolerende fasader og vinduer. Beregningseksempler viser at fasadene med de høyeste verdiene fortsatt kan løses med en normal god fasadekonstruksjon. Dette gjelder bidrag fra både vegtrafikk, jernbane og helikopterstøy.

Marienborg Boliger Punktberegninger 24.10.2019: Punktberegninger Hus 1

1

Receiver	Fl	Lden dB(A)	Leq24h dB(A)	Lmax road dB(A)	Lmax rail dB(A)	
568931,7032747	GF	56	53	58	61	
Hus 1-A-1	F 1	48	43	48	62	
	F 2	50	45	50	62	
	F 3	51	46	54	62	
	F 4	52	47	56	62	
	F 5	53	49	56	62	
Hus 1-A-2	F 1	66	62	82	73	
	F 2	65	62	81	74	
	F 3	65	61	80	74	
	F 4	65	61	78	74	
	F 5	64	60	77	73	
Hus 1-B-1	F 1	49	45	54	60	
	F 2	50	46	50	61	
	F 3	52	48	54	61	
Hus 1-B-2	F 1	67	63	84	70	
	F 2	66	62	82	72	
	F 3	65	62	80	72	
Hus 1-C-1	F 1	48	44	50	59	
	F 2	50	46	52	59	
	F 3	52	48	55	59	
	F 4	54	50	57	60	
Hus 1-C-2	F 1	67	63	84	68	
	F 2	66	63	82	71	
	F 3	66	62	81	71	
	F 4	65	61	79	71	
Hus 1-D-1	F 1	49	45	50	59	
	F 2	51	48	52	59	
	F 3	53	50	56	59	
	F 4	55	52	58	60	
Hus 1-D-2	F 1	66	62	83	67	
	F 2	66	63	82	69	
	F 3	66	62	81	70	
	F 4	65	62	79	70	
Hus 1-E-1	F 1	49	45	52	59	
	F 2	51	47	53	59	
	F 3	54	50	56	60	
Hus 1-E-2	F 1	66	62	83	66	
	F 2	66	63	82	68	
	F 3	66	62	81	69	
Hus 1-F-1	F 1	47	43	57	57	
	F 2	50	46	61	56	
	F 3	54	50	61	56	

	Ramboll	1
--	---------	---

Marienborg Boliger

Punktberegninger

24.10.2019: Punktberegninger Hus 1

1

Receiver	Fl	Lden dB(A)	Leq24h dB(A)	Lmax road dB(A)	Lmax rail dB(A)	
	F 4	56	52	61	57	
Hus 1-F-2	F 1	64	61	80	62	
	F 2	65	61	81	66	
	F 3	65	61	80	67	
	F 4	64	61	79	68	
Hus 1-G-1	F 1	48	44	58	58	
	F 2	50	46	59	58	
	F 3	56	52	62	57	
Hus 1-G-2	F 1	64	60	79	64	
	F 2	65	61	81	66	
	F 3	65	61	81	68	

	Ramboll	2
--	---------	---

Marienborg Boliger Punktberegninger 24.10.2019: Punktberegninger Hus 2

2

Receiver	Fl	Lden dB(A)	Leq24h dB(A)	Lmax road dB(A)	Lmax rail dB(A)	
568931,7032747	GF	56	53	58	61	
Hus 2-A-1	F 1	47	43	51	59	
	F 2	48	44	56	60	
Hus 2-A-2	F 1	61	58	81	57	
	F 2	62	59	81	55	
Hus 2-A-3	F 1	62	59	79	56	
	F 2	63	59	78	54	
Hus 2-B-1	F 1	49	44	63	58	
	F 2	50	46	63	58	
	F 3	52	48	63	60	
	F 4	55	51	63	61	
Hus 2-B-2	F 1	62	59	77	53	
	F 2	63	60	79	51	
	F 3	64	60	78	51	
	F 4	65	62	78	53	
Hus 2-C-1	F 1	47	43	66	57	
	F 2	49	44	66	62	
	F 3	51	46	66	63	
	F 4	53	49	66	62	
	F 5	55	51	66	63	
	F 6	58	54	67	65	
Hus 2-C-2	F 1	57	53	73	64	
	F 2	58	54	73	65	
	F 3	58	54	73	66	
	F 4	58	55	73	67	
	F 5	59	55	73	67	
	F 6	60	56	72	67	
Hus 2-C-3	F 1	61	58	76	52	
	F 2	62	59	75	48	
	F 3	63	60	77	48	
	F 4	63	60	76	49	
	F 5	64	60	75	49	
	F 6	64	61	74	51	

	Ramboll	1
--	---------	---

Marienborg Boliger Punktberegninger 24.10.2019: Punktberegninger Hus 3

3

Receiver	Fl	Lden dB(A)	Leq24h dB(A)	Lmax road dB(A)	Lmax rail dB(A)	
568931,7032747	GF	56	53	58	61	
Hus 3-A-1	F 1	48	43	58	60	
	F 2	50	45	58	59	
	F 3	52	48	61	59	
	F 4	54	50	64	63	
	F 5	57	53	66	68	
	F 6	59	55	69	69	
Hus 3-A-2	F 1	55	51	70	62	
	F 2	56	52	70	62	
	F 3	56	52	70	64	
	F 4	57	53	70	64	
	F 5	57	54	70	64	
Hus 3-A-3	F 1	57	53	71	68	
	F 2	58	54	71	69	
	F 3	58	54	71	70	
	F 4	59	55	70	71	
	F 5	60	56	69	71	
	F 6	62	58	69	71	
Hus 3-A-4	F 1	51	46	64	61	
	F 2	52	48	64	64	
	F 3	53	49	64	64	
	F 4	54	49	64	65	
	F 5	56	51	64	68	
	F 6	59	54	64	68	
Hus 3-B-1	F 1	48	43	54	60	
	F 2	49	44	56	60	
	F 3	50	46	58	60	
	F 4	53	49	59	65	
	F 5	55	51	60	67	
	F 6	57	52	61	67	
Hus 3-B-2	F 1	53	48	63	64	
	F 2	53	49	63	65	
	F 3	54	50	63	67	
	F 4	56	52	63	68	
	F 5	58	54	63	68	
Hus 3-B-3	F 1	57	52	67	70	
	F 2	58	53	68	71	
	F 3	58	54	68	72	
	F 4	59	54	68	72	
	F 5	60	56	66	72	
	F 6	62	58	66	72	
Hus 3-B-4	F 1	53	48	61	66	

	Ramboll	1
--	---------	---

Marienborg Boliger

Punktberegninger

24.10.2019: Punktberegninger Hus 3

3

Receiver	Fl	Lden dB(A)	Leq24h dB(A)	Lmax road dB(A)	Lmax rail dB(A)	
	F 2	54	50	61	66	
	F 3	56	51	61	69	
	F 4	57	52	62	69	
	F 5	59	55	62	69	
	F 6	62	58	62	69	
Hus 3-C-1	F 1	47	41	49	60	
	F 2	47	42	51	60	
	F 3	48	43	54	61	
	F 4	49	45	56	61	
	F 5	52	48	57	65	
	F 6	55	50	58	67	
Hus 3-C-2	F 1	51	46	61	66	
	F 2	52	47	61	66	
	F 3	54	49	61	68	
	F 4	55	50	61	68	
	F 5	56	51	62	67	
Hus 3-C-3	F 1	57	52	67	72	
	F 2	58	53	68	72	
	F 3	59	54	68	73	
	F 4	60	55	68	73	
	F 5	62	58	68	73	
	F 6	65	61	68	73	
Hus 3-C-4	F 1	58	53	57	72	
	F 2	60	56	58	72	
	F 3	63	59	59	72	
	F 4	64	60	64	72	
	F 5	64	60	66	72	
	F 6	65	61	67	72	

	Ramboll	2
--	---------	---

Marienborg Boliger Punktberegninger 24.10.2019: Punktberegninger Hus 4

4

Receiver	Fl	Lden dB(A)	Leq24h dB(A)	Lmax road dB(A)	Lmax rail dB(A)	
568931,7032747	GF	56	53	58	61	
Hus 4-A-1	F 1	48	43	56	63	
	F 2	49	43	56	63	
	F 3	49	44	56	63	
	F 4	49	44	57	63	
	F 5	50	46	57	63	
	F 6	52	48	61	64	
	F 7	54	50	62	63	
	F 8	54	50	62	57	
	F 9	55	51	60	58	
Hus 4-A-2	F 1	61	56	72	73	
	F 2	66	62	72	74	
	F 3	66	62	71	73	
	F 4	66	62	72	73	
	F 5	66	62	72	73	
	F 6	66	62	71	73	
	F 7	66	62	70	73	
	F 8	66	62	70	73	
	F 9	66	62	69	73	
Hus 4-A-3	F 1	66	61	76	77	
	F 2	66	62	74	77	
	F 3	66	62	74	77	
	F 4	66	61	73	77	
	F 5	65	61	73	77	
	F 6	65	61	72	76	
	F 7	65	61	71	76	
	F 8	65	61	71	76	
	F 9	65	60	70	76	
Hus 4-B-1	F 1	48	43	50	60	
	F 2	48	44	50	60	
	F 3	49	44	51	60	
	F 4	49	45	53	60	
	F 5	51	47	54	62	
Hus 4-B-2	F 1	65	61	78	76	
	F 2	65	61	78	76	
	F 3	65	61	77	76	
	F 4	65	61	76	76	
	F 5	65	60	76	76	
Hus 4-B-3	F 1	68	64	79	78	
	F 2	68	64	78	78	
	F 3	67	63	77	78	
	F 4	67	63	76	78	
	F 5	67	63	75	77	

	Ramboll	1
--	---------	---