

Beregnet til
Ladehamneren AS

Dokumenttype
Rapport

Dato
2024-11-21; sist revidert 2024-11-26

Ladehamneren

Utredning av lokal luftkvalitet

Ladehammeren

Utredning av lokal luftkvalitet

Oppdragsnavn Ladehammeren – Luftkvalitet

Prosjekt nr. 1350053554-013

Mottaker Ladehammeren AS

Dokumenttype Rapport

Revisjon 01

Dato 2024-11-21; sist revidert 2024-11-26. Deler av rapportteksten om utslippskilder (kap. 3.2.2.1) ble revidert, spesifikt med at utslipp til luft fra Ladehammeren renseanlegg nord for planområdet ble omtalt.

Utført av HAWE

Kontrollert av ALGR

Godkjent av JRUOSL

Beskrivelse Utredning av lokal luftkvalitet ved planområdet for Ladehammeren i Trondheim kommune i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

BEGRENSNINGER OG ANSVAR

Denne rapporten er utarbeidet av Rambøll med de formål og forbehold som er beskrevet i rapporten. Uttalelsene og konklusjonene i rapporten representerer vår faglige vurdering basert på den tilgjengelige informasjonen og forholdene som eksisterte på tidspunktet for utgivelsen.

Innholdet i rapporten kan påvirkes av informasjon som ikke er gjort tilgjengelig, samt av fakta og omstendigheter som måtte forekomme etter utgivelsen av denne rapporten, og vi kan ikke holdes ansvarlig for slike forhold.

Rettighetene til rapporten er regulert i avtalen med oppdragsgiver. Rapporten kan ikke benyttes annerledes eller i en annen sammenheng enn forutsatt, uten vårt skriftlige samtykke. Det er ikke adgang til å videreformidle rapporten uten at det er skriftlig avtalt. Dette inkluderer, men er ikke begrenset til publisering, reproduksjon eller endring. Rambøll skal holdes skadesløs for alle krav, skader, ansvar, kostnader og utgifter som oppstår ved bruk av rapporten til andre formål eller av tredjeparter.

Sammen drag

Foreliggende rapport inneholder en vurdering av lokal luftkvalitet ved planområdet for Ladehammeren (gnr./bnr. 414/177) i Trondheim kommune, i forbindelse med arbeid med reguleringsplan. Oppdragsgiver er Ladehammeren AS. Hensikten med reguleringsplanen er å legge til rette for utvikling av eiendommen til boligområde med uteoppholdsarealer og noe næring, med påkobling av planområdet til omkringliggende byrom. Luftkvaliteten er vurdert opp mot gjeldende regelverk, i henhold til bestemmelser og grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7 og *Retningslinje for vurdering av luftkvalitet i arealplanlegging* (T-1520). Utslipp fra lokal vegtrafikk, skipstrafikk og industri ble beregnet, og spredningsmodellering og -beregninger ble gjennomført med modellen GRAL.

Luftkvalitetsberegningene viser at det er en del spredning av luftforurensning, i hovedsak støvpartikler, fra havne- og industriområdet på Ladehammerkaia sør for planområdet for Ladehammeren. Spredningen medfører imidlertid ikke redusert luftkvalitet inne på planområdet: Gjeldende grenseverdier overstiges i all hovedsak kun ved selve havna, mens det bratte terrenget opp mot Ladehammeren skjermer mot spredning nordover mot planområdet. Kun et mindre areal lengst sørvest innenfor planområdet i den bratte skråningen ned mot Ormen Langes vei omfattes av Retningslinje T-1520 gul sone for svevestøv (PM_{10}). Større deler av industriområdet i sør omfattes av T-1520 rød sone for PM_{10} , men rød sone brer seg ikke ut mot planområdet. Grensene for rød og gul sone for nitrogendioksid (NO_2), grenseverdiene for PM_{10} , $PM_{2,5}$ og NO_2 i forurensningsforskriften kap. 7 og tilgjengelige grenseverdier for totalstøv (TSP) fra *Air Contaminants Benchmarks (ACB) List* fra Canada overstiges kun ved deler av havne- og industriområdet og ikke noen steder innenfor planområdet.

I gul sone iht. Retningslinje T-1520 skal luftforurensningssituasjonen vurderes, mens ved boliger eller annen følsom bebyggelse som havner inn under rød sone skal avbøtende tiltak gjennomføres for å sikre tilfredsstillende luftkvalitet. Ettersom kun et lite område sørvest på planområdet omfattes av T-1520 gul sone, og dette arealet ligger i en bratt skråning som ikke anses aktuelt for bruk som uteoppholdsareal over lengre tid, vurderes det ikke å være behov for innarbeidelse av spesifikke tiltak rettet mot lokal luftforurensning for reguleringsplanen for Ladehammeren. Det anbefales imidlertid å beholde så mye som mulig av eksisterende og legge til rette for beplantning av nye trær og annen vegetasjon i områdene sør på planområdet mellom boligbygningene og industriområdet på Ladehammerkaia, for å bidra til skjerming mot spredning av støvpartikler fra industri- og havneaktivitetene.

Det presiseres at luftkvalitetsmodellering er forbundet med vesentlige usikkerheter knyttet til utslippsdata, meteorologi og atmosfæriske prosesser og spredningsberegningene generelt. Spredningsberegninger gir imidlertid informasjon om spredningsmønstre og kan identifisere områder som er spesielt utsatt for luftforurensning. Særlig estimeringen av utslipp fra industri- og havneaktivitetene i området må anses som usikre, i tillegg til at slike utslipp vil variere betydelig. I utredningen er det imidlertid lagt til grunn flere konservative antakelser, og beregnede utslipp og resulterende konsentrasjoner vurderes derfor høyst sannsynlig å være overestimerte.

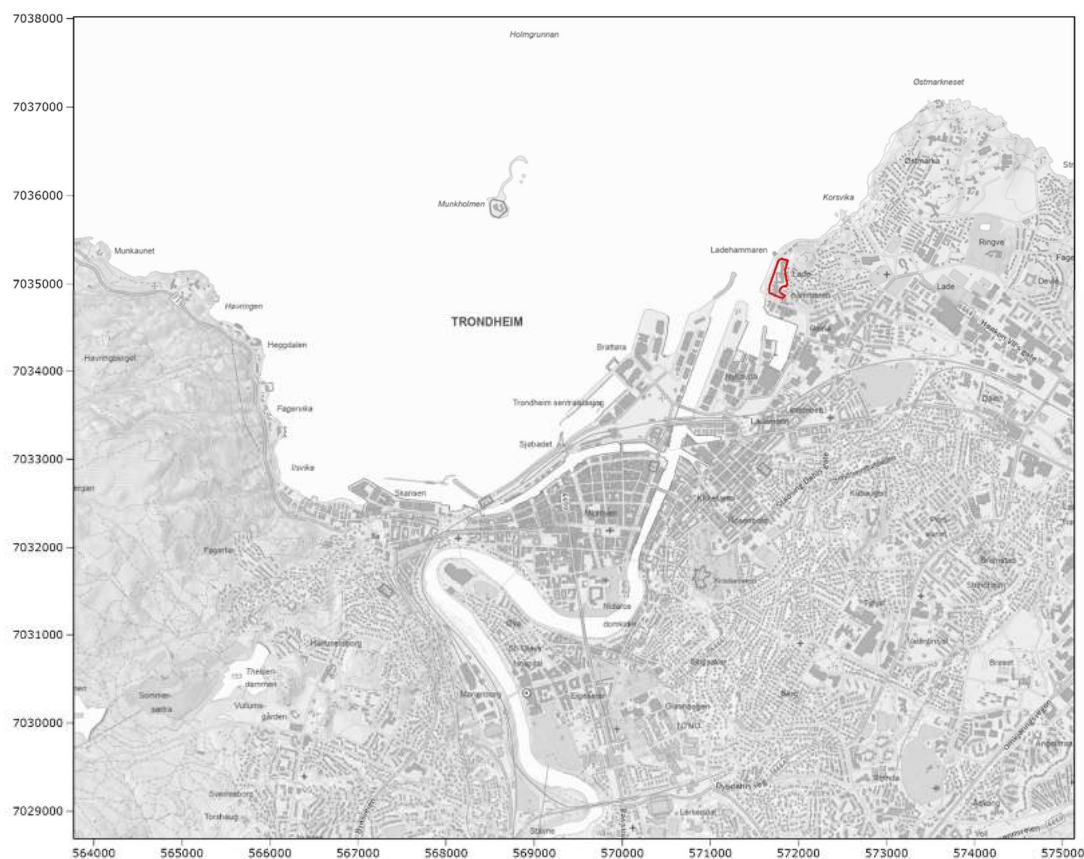
Innholdsfortegnelse

Sammendrag	1
1. Innledning	3
1.1 Bakgrunn for prosjektet	3
1.2 Målsetning	3
2. Lokal luftkvalitet og myndighetskrav	4
2.1 Forurensningsforskriften kapittel 7	4
2.2 Retningslinje T-1520	5
2.3 ACB List	5
2.4 Kommuneplanens arealdel	6
3. Metodikk	7
3.1 Planområdet og tiltak	7
3.1.1 Områdebeskrivelse	7
3.1.2 Lokal luftkvalitet	8
3.1.3 Planlagt tiltak	9
3.2 Luftkvalitetsmodellering og forutsetninger	10
3.2.1 Inngangsdata	11
3.2.2 Utslippstall og -beregninger	11
3.2.3 Spredningsberegninger	14
4. Resultater og vurderinger	15
4.1 Spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet	15
4.2 Vurderinger og anbefalinger om tiltak	17
4.3 Usikkerheter og sannsynliggjøring	17
4.3.1 Kilder til usikkerheter	17
4.3.2 Sammenstilling med målinger	17
5. Konklusjon	19
Referanser	20

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for prosjektet

I forbindelse med arbeid med utarbeidelse av reguleringsplan for Ladehammeren (gnr./bnr. 414/177) i Trondheim kommune, har Rambøll utredet lokal luftkvalitet ved planområdet. Oppdragsgiver er Ladehammeren AS. Formålet med planen er å legge til rette for utbygging av boliger med tilhørende uteoppholdsarealer og noe næring på eiendommen, og at planområdet skal kobles på omkringliggende byrom. Trafikktallene langs tilstøtende vegstrekninger er forholdsvis lave, men planområdet ligger like nord for havneområdet på Ladehammerkaia/Nyhavna der det er en del industrivirksomhet og skipstrafikk. Oversiktskart som viser plasseringen til planområdet er oppført i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart som viser plasseringen til planområdet for Ladehammeren (markert med rødt omriss) i Trondheim kommune. Utarbeidet i ArcGIS Pro, med bakgrunnskart fra Kartverket.

1.2 Målsetning

Vurdering av den lokale luftkvaliteten ved planområdet for Ladehammeren er foretatt basert på spredningsmodellering. Beregnede konsentrasjoner er sammenstilt med grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7 (Klima- og miljødepartementet, 2004) og *Retningslinje for vurdering av luftkvalitet i arealplanlegging* (T-1520, Miljøverndepartementet, 2012). Beregninger ble gjennomført for foreliggende planalternativ, med vegtrafikktall framskrevet til år 2043.

2. Lokal luftkvalitet og myndighetskrav

Lokal luftforurensning øker generelt risikoen for luftveis- og hjerte-karsykdom og tidlig død, og skadelige effekter har blitt påvist selv ved lave konsentrasjoner i luft (Folkehelseinstituttet, 2014; WHO, 2021). Svevestøv med diameter mindre enn 10 µm (PM₁₀) og nitrogendioksid (NO₂) regnes som de viktigste stoffene i luft med tanke på konsentrasjoner i atmosfæren og potensielle helseskader. Kjøretøy og fartøy slipper ut nitrogenoksider og svevestøv, mens kilder som slitasje av bremseklosser, dekk og asfalt samt oppvirvling av vegstøv fra kjøretøy og en del industriaktiviteter inkludert tungtransport medfører utslipp og spredning av støvpartikler.

Luftforurensning og lokal luftkvalitet omfattes av *Forskrift om begrensning av forurensning* (forurensningsforskriften; Klima- og miljødepartementet, 2004, sist endret 31.05.2024), med hjemmel i *Lov om vern mot forurensninger og om avfall* (forurensningsloven; Klima- og miljødepartementet, 2015). I tillegg er det utarbeidet en retningslinje (T-1520) som legges til grunn i arealplanlegging (Miljøverndepartementet, 2012). Det foreligger også nasjonale mål for svevestøv og NO₂ (Miljødirektoratet, 2014), og luftkvalitetskriterier for en rekke komponenter i luft, utarbeidet av Folkehelseinstituttet (Folkehelseinstituttet, 2017; sist oppdatert 17.03.2023).

I foreliggende rapport er spredningsberegninger for svevestøv (PM₁₀, PM_{2,5} og totalstøv; TSP) og NO₂ brukt for å vurdere lokal luftkvalitet ved planområdet. Resultatene fra spredningsberegningene foretatt i dette prosjektet er vurdert opp mot grensene for rød og gule sone for luftforurensning i Retningslinje T-1520, grenseverdiene i forurensningsforskriften og foreliggende grenseverdier for TSP-fraksjonen fra Canada i *Air Contaminants Benchmarks List*.

2.1 Forurensningsforskriften kapittel 7

Forurensningsforskriften kapittel 7. *Lokal luftkvalitet* inneholder bestemmelser om og de juridisk bindende grenseverdiene for utendørs luftkvalitet (Klima- og miljødepartementet, 2004). Grenseverdiene i § 7-9 er maksimumskonsentrasjoner i utendørsluft for gitte midlingstider, eventuelt med antall tillatte overskridelser. Det finnes grenseverdier for komponentene SO₂, NO₂ og NO_x, PM₁₀ og PM_{2,5}, bly, benzen og CO. Tabell 1 viser de relevante grenseverdiene for svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}) og NO₂.

Tabell 1. Grenseverdier for tiltak for utendørs luft for svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}) og nitrogendioksid (NO₂), i forurensningsforskriften § 7-9 (Klima- og miljødepartementet, 2004).

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi (µg / m ³)	Antall tillatte overskridelser
<i>Nitrogen dioksid</i>			
1. Timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 time	200	Maks. 18 ganger pr. kalenderår
2. Årgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	40	
<i>Svevestøv PM₁₀</i>			
1. Døgngrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 døgn (fast)	50	Maks. 25 ganger pr. kalenderår
2. Årgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	20	
<i>Svevestøv PM_{2,5}</i>			
Årgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	10	

Bestemmelsene i forurensningsforskriften kap. 7 er i hovedsak i samsvar med EUs luftkvalitetsdirektiv (Europaparlamentet og Rådet, 2008). EU-kommisjonen la nylig fram revidert

versjon av luftkvalitetsdirektivet, med strengere grenseverdier for flere komponenter som blir gjeldende fra og med år 2030 (European Commission, 2024).

Miljødirektoratet, Vegdirektoratet, Helsedirektoratet og Folkehelseinstituttet anbefaler følgende langsiktige, helsebaserte nasjonale mål på årsbasis: PM₁₀: 20 µg/m³, PM_{2,5}: 8 µg/m³, og NO₂: 30 µg/m³. Folkehelseinstituttet har også utarbeidet et sett luftkvalitetskriterier, som er satt «så lavt at de aller fleste kan utsettes for disse nivåene uten at det oppstår skadevirkninger på helsen» (Folkehelseinstituttet, 2017).

2.2 Retningslinje T-1520

Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520; Miljøverndepartementet, 2012) brukes som en veileder for å vurdere lokal luftkvalitet i byggesaksbehandling og arealplanlegging etter *Lov om planlegging og byggesaksbehandling* (plan- og bygningsloven; Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2008). Veilederen spesifiserer grenser for gul og rød sone for luftkvalitet basert på nivåer av PM₁₀ og NO₂ (Tabell 2). Nedre grense for rød sone tilsvarer grenseverdien for NO₂ i henhold til forurensningsforskriftens § 7-9, mens grensen for rød sone for PM₁₀ gitt i T-1520 tillater færre overskridelser enn den juridiske grenseverdien. I gul sone har personer med alvorlig luftveis- og hjerte-karsykdom økt risiko for forverring av sykdommen, mens friske personer sannsynligvis ikke vil oppleve helseeffekter. I rød sone har personer med luftveis- og hjertekarsykdom økt risiko for helseeffekter, i hovedsak barn med luftveislidelser og eldre med luftveis- og hjertekarsykdom.

Tabell 2. Nedre grenser for gul og rød sone for vurdering av lokal luftkvalitet, i henhold til *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging* (T-1520; Miljøverndepartementet, 2012).

Komponent	Luftforurensningssone	
	Gul sone	Rød sone
PM ₁₀	35 µg/m ³ 7 døgn per år	50 µg/m ³ 7 døgn per år
NO ₂	40 µg/m ³ vintermiddel ¹	40 µg/m ³ årsmiddel
Helserisiko	Personer med alvorlig luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for forverring av sykdommen. Friske personer vil sannsynligvis ikke ha helseeffekter.	Personer med luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for helseeffekter. Blant disse er barn med luftveislidelser og eldre med luftveis- og hjertekarlidelser mest sårbare.

¹ Vintermiddel ekskluderer verdier fra og med 1. mai til og med 31. oktober

Grensene oppført i T-1520 skal legges til grunn ved planlegging av ny virksomhet eller bebyggelse, blant annet ved planprosjekter som berører bruksformål som er følsomt for luftforurensning. Følsom bebyggelse omfatter helseinstitusjoner, barnehager, skoler, boliger, lekeplasser og utendørs idrettsanlegg, samt grønnsstruktur. Gul sone er en vurderingssone, hvor det bør gjøres vurderinger ved planlagt bebyggelse med følsomt bruksformål, mens rød sone angir områder som er lite egnet til bebyggelse med følsomt bruksområde. Ved planlagt arealbruk innenfor rød sone må det redegjøres for forholdet til grenseverdiene for utendørsluft, og tiltak for bedre luftkvalitet burde være en del av den videre planleggingen av området.

2.3 ACB List

Provinsen Ontario i Canada har utarbeidet en liste med grenseverdier for konsentrasjoner i luft satt blant annet med hensyn på menneskers helse og naturmiljøet, for et høyt antall ulike forbindelser: *Air Contaminants Benchmarks (ACB) List* (Ministry of the Environment Conservation and Parks, 2023). Selv om ACB List i utgangspunktet gjelder for Ontario-provinsen, ses disse grenseverdiene til og benyttes ofte av regulatoriske myndigheter og ulike aktører også i andre land.

Grenseverdi for TSP-partikkelfraksjonen (Suspended particulate matter < 44 µm diameter) i ACB List er på 120 µg/m³ som døgnmiddel.

2.4 Kommuneplanens arealdel

Kommuneplanens arealdel 2012-2024, vedtatt av Trondheim kommune 21.03.2013, inneholder bestemmelser om luftkvalitet i § 22. Bestemmelser og retningslinjer fra kommuneplanens arealdel vedrørende lokal luftkvalitet er gjengitt nedenfor:

«§ 22.1 Alle tiltak skal planlegges slik at luftkvaliteten innendørs og utendørs blir tilfredsstillende.

Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av lokal luftkvalitet i arealplanlegging T-1520, skal legges til grunn for planlegging og tiltak etter plan- og bygningsloven § 20-1.

Det bør ikke tillates bebyggelse med formål som er følsom for luftforurensning nærmere tunnelåpninger enn 50 til 100 meter, avhengig av trafikkmengde

§ 22.2 I områder med brudd på forskrift om lokal luftkvalitet tillates det generelt ikke bebyggelse som er følsom for luftforurensning.

§ 22.3 I rød sone skal det normalt ikke tillates arealbruk som er følsom for luftforurensning. Unntak kan bare skje i sentrale byområder og andre viktige fortettingsområder, etter en helsefaglig vurdering. Uteareal skal sikres tilfredsstillende luftkvalitet.

Gul sone er en vurderingssone hvor det skal vises varsomhet med å tillate etablering av bebyggelse med bruksformål som er følsomt for luftforurensning. I gul sone skal det legges vekt på at uteoppholdsarealer får minimal eksponering og at det sikres godt inneklima. Dersom området også er utsatt for støy skal den totale belastningen vurderes.»

I ny kommuneplanens arealdel 2022-2034, vedtatt av Bystyret 26.09.2024, står følgende bestemmelser om luftkvalitet i § 20.2:

«Alle tiltak skal planlegges slik at luftkvaliteten innendørs og utendørs blir tilfredsstillende.

Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av lokal luftkvalitet i arealplanlegging T-1520, skal legges til grunn for planforslag og tiltak etter pbl § 20-1, inkludert bygge- og anleggsfasen.

I rød sone etter T-1520 tillates ikke arealbruk som er følsom for luftforurensning. Unntak kan skje i byggesone 1 og 2, etter en medisinskfaglig vurdering, men aldri i områder med brudd på forskrift om lokal luftkvalitet. Uteoppholdsareal skal sikres tilfredsstillende luftkvalitet.

Luftforurensning skal utredes når tiltak ligger innenfor rød eller gul sone i Trondheim kommunes temakart for luftforurensning, og i områder hvor det er grunn til å tro at luftforurensningsnivået kan være innenfor gul eller rød sone ihht. T-1520.

Det bør ikke tillates bebyggelse med formål som er følsom for luftforurensning nærmere tunnelåpninger enn 50 til 100 meter, avhengig av trafikkmengde.

Gul sone er en vurderingssone hvor det skal vises varsomhet med etablering av bebyggelse med bruksformål som er følsomt for luftforurensning. I gul sone skal det legges vekt på at uteoppholdsarealer får minst mulig eksponering og at det sikres godt inneklima. Dersom området også er utsatt for støy, skal den totale belastningen vurderes etter en helsefaglig vurdering.»

3. Metodikk

3.1 Planområdet og tiltak

3.1.1 Områdebeskrivelse

Planområdet omfatter eiendommen med gnr./bnr. 414/177 og ligger på et platå på Ladehammeren i Trondheim. Utbredelsen til planområdet er vist markert på ortofoto over området i Figur 2. I dag ligger bygningene tilhørende Ladejarlen videregående skole på planområdet. Langs plangrensen og i nordøst er det skogsvegetasjon. Ladehammerveien og Kaptein Kaalds vei går langs planområdet i øst og Ormen Langes vei i vest og sør. Særlig på Ladehammerkaia sør for planområdet er det en del industribedrifter, nærings- og forretningsvirksomhet og havneaktiviteter. På Ladehammeren øst for planområdet er det boligbebyggelse.



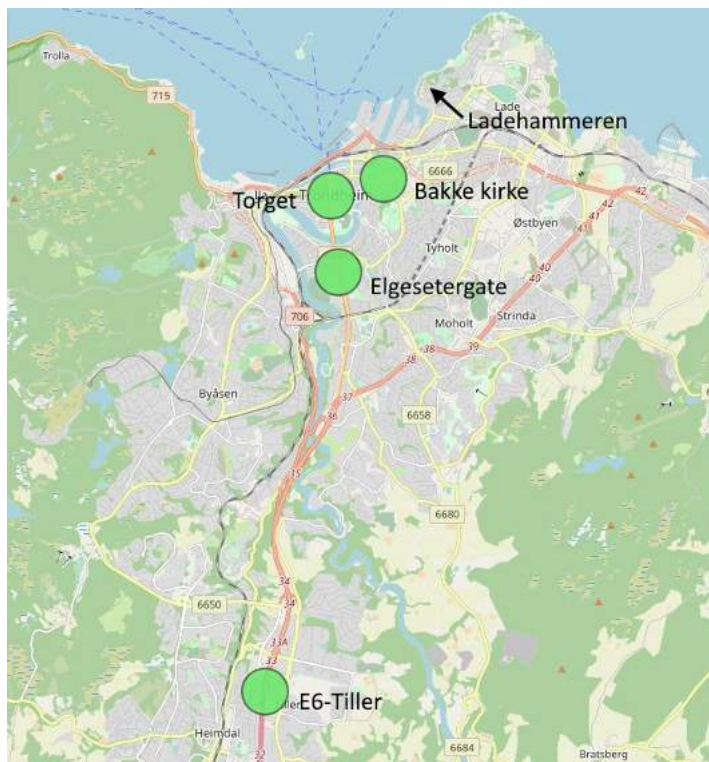
Figur 2. Ortofoto som viser planområdet for Ladehammeren, markert med rød stiple linje. Laget i ArcGIS Pro, med bakgrunnsgrafikk og data fra Kartverket, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies Inc., METI/NASA, USGS, Maxar.

Trafikkmengdene langs Ladehammerveien er i dag forholdsvis lav, med 600 årstdøgns trafikk (ÅDT) og andel tungtrafikk på 10-16 % i nord og 700 ÅDT og 10 % tungtrafikkandel i sør, i henhold til trafikk tall fra utarbeidet mobilitetsplan for Nye Ladehammeren (Rambøll, 2024b). Strandveien øst på Ladehammerkaia har 2800 ÅDT og tungtrafikkandel på 20 %. Det er i all hovedsak vegger med

ÅDT over 8000 som har betydning for lokal luftkvalitet (Miljøverndepartementet, 2012), men tungtrafikkandelene langs flere av vegstrekningene er forholdsvis høye, i tillegg til at tungtransporten forbundet med havne- og industriaktivitetene på Ladehammerkaia forventes å resultere i tidvis støvspredd av betydning.

3.1.2 Lokal luftkvalitet

Luftforurensning i Trondheim kommune måles i dag ved stasjonene Elgeseter, Omkjøringsvegen, E6-Tiller og Åsveien skole, som er veinære målestasjoner, og Fylkets hus som representerer bybakgrunnskonsentrasjoner (Miljødirektoratet, 2024a). Trondheim kommune innførte jevnlig gaterenhold på flere av vegene i byområdet i 2013, og det er derfor mest hensiktsmessig å se til måleresultater og stasjoner fra før år 2013 ved sammenstilling med beregnede konsentrasjoner. Tidligere sto målestasjonene, i tillegg til ved E6-Tiller og Elgesetergate, ved Torget (nær dagens Folkets hus) og Bakke kirke; se plasseringer vist på kart i Figur 3.



Figur 3. Plasseringen til planområdet for Ladehammeren og målestasjoner for luftkvalitet i Trondheim kommune i perioden før år 2013. Modifisert fra NILU; Trondheim kommune; Statens vegvesen og Miljødirektoratet (2019).

Nærmeste og mest relevante målestasjoner for planområdet for Ladehammeren er Bakke kirke og Torget, som sto omtrent henholdsvis 1,5 og 2,2 km sørvest for planområdet. Trafikkmengdene langs Innherredsveien forbi Bakke kirke er i dag på 8500 ÅDT, mens Torget var bybakgrunnsstasjonen i Trondheim sentrum.

Luftsonekart fra Fagbrukertjenesten, se utdrag i Figur 4, tyder på at områdene ved Ladehammeren ikke er omfattet av rød eller gul sone for luftforurensning iht. Retningslinje T-1520. Det presiseres imidlertid at kartene i Fagbrukertjenesten er basert på beregninger foretatt med lav oppløsning, og derfor ikke vil reflektere reell spredning ut fra kilder som trafikkerte veger og tunnelportaler. Kilder som støvgenererende industrivirksomhet og havneaktiviteter er heller ikke tilstrekkelig representert i Fagbrukertjenesten. Følgelig må det faktiske konsentrasjoner på planområdet beregnes med spredningsmodellering, for den aktuelle prognosesituasjonen.



Figur 4. Luftsonekart som viser utbredelsen av Retningslinje T-1520 rød og gul sone ved planområdet, beregnet med meteorologi for årene 2018-22, tatt fra Fagbrukertjenesten for luftkvalitet (Miljødirektoratet m.fl., 2024). Omtrentlig plassering til planområdet er markert med blå sirkel.

3.1.3 Planlagt tiltak

Planområdet for Ladehammeren planlegges å transformeres til boligområde med uteoppholdsarealer og noe næringsvirksomhet, med tilknytning til omkringliggende byområder.

Utdrag fra illustrasjonsplan som viser bygninger med bokstavkode og navn og uteoppholdsområder, og ifc-modell som viser bebyggelsen i 3-D, for planlagt ny bebyggelse på Ladehammeren, utarbeidet av PKA Arkitekter, er oppført i Figur 5.



Figur 5. Utdrag fra illustrasjonsplan (øverst) og ifc-modell (nederst, sett fra sørvest) for planlagt utbygging på planområdet for Ladehammaren. Utarbeidet av PKA Arkitekter (2024).

3.2 Luftkvalitetsmodellering og forutsetninger

For å kunne vurdere spredning i luft og lokal luftkvalitet ved planområdet for Ladehamneren ble det gjennomført spredningsberegninger for komponentene NO₂ og svevestøv (TSP, PM₁₀ og PM_{2,5}). Spredningsberegningene kan identifisere områder med dårlig luftkvalitet ved planområdet, og vise hvordan utslipp og terreng påvirker spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet. Resultatene ble vurdert opp mot grenseverdiene for uteluft i forurensningsforskriften kap. 7 og grenser for rød og gul sone i Retningslinje T-1520.

Luftkvalitetsmodelleringen ble utført med GRAL-systemet (The Graz Lagrangian Model; Graz University of Technology, 2024). GRAL er godt egnet til å modellere spredning i områder der både terreng og bygninger har betydning for spredningen av luftforurensning. Modulen GRAMM (GRAZ

Mesoscale Model) er en prognostisk mesoskala vindmodell som brukes for å generere vindstatistikk for et større område. GRAMM genererer prognostiske vindfelt for alle vindretninger og –hastigheter for GRAMM-beregningsområdet. Disse vindfeltene brukes som inngangsdata til modulen GRAL, som er en partikkelbasert, lagransk modell som beregner spredning av luftforurensning ved mindre planområder. GRAL kombinert med GRAMM utgjør et eulersk-lagransk system som beregner mesoskala og mikroskala spredning av luftforurensning der både terreng og bygninger tas hensyn til.

3.2.1 Inngangsdata

Som inngangsdata for å lage en 3D-modell brukes data om terreng, arealdekke og bygninger for området. Til 3D-modellen importeres meteorologi og utslipp til luft til spredningsberegninger. Stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner legges til beregnede konsentrasjoner.

3.2.1.1 Meteorologi

Meteorologi, og særlig vindforhold, har stor betydning for spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet. I GRAL-systemet genereres vindstatistikk ved å legge inn en uniform vindrose i GRAMM, noe som produserer prognostiske vindfelt for området. Utstrekningen av beregningsområdet i GRAMM bestemmes av plasseringen til nærmeste representative meteorologiske stasjon der vindstatistikk kan hentes fra; beregningsområdet må omfatte både planområdene og målestasjonen. I tillegg bestemmes utstrekningen av bratthet i terrenget for å unngå turbulens i ytterkantene av modellen.

Meteorologiske data (vindhastighet og -retning, temperatur) ble hentet ut fra Trondheim-Voll meteorologiske stasjon (WMO-nr. 01257), som står ca. 4 km sørøst for planområdet, mens data om skydekke og solinnstråling ble hentet ut fra Værnes stasjon (WMO-nr. 01271). Meteorologiske data ble hentet ut fra Seklima.no (Meteorologisk institutt, 2024) for de tre årene 2021-23.

I GRAL sammenlignes de prognostiske vindfeltene beregnet med GRAMM med målte vinddata fra meteorologisk stasjon, og det mest representative vindfeltet beregnet i GRAMM brukes i GRAL for å beregne mikroskala spredning av luftforurensning ved planområdet. Vinden simuleres i modellen fordelt på sektorer. Vindroseplott for måldataene fra Trondheim-Voll stasjon, og dataene generert i GRAL for planområdet, er vist i Figur V1-1 i Vedlegg 1. Dominerende vindretninger for de genererte vinddataene for planområdet er fra sørøst og sør, og til en viss grad fra nordvest, nord og sørvest (Figur V1-1). Ved den meteorologiske stasjonen på Voll er dominerende vindretning fra sørvest og til en viss grad fra sør og nordøst; forskjellene i vindretninger ser ut til å stemme overens med terrenget på de to stedene. Vindhastighetene er jevnt over høyere ved Trondheim-Voll stasjon, noe som er som forventet ettersom stasjonen måler ved 10 meters høyde og i mer åpent terreng, mens de genererte vinddataene for Ladehammeren er ved 2,5 meter. Vindretningen har betydning for spredningen av luftforurensning. Lave vindhastigheter gir høyere sannsynlighet for opphopning av luftforurensning nær utslippskilder som trafikkerte veier.

3.2.1.2 Terreng, vegnett og bygningsmasse

Terrengdata for modelleringsdomenet for GRAMM ble hentet ut fra Digital terrengmodell (DTM 10, UTM33) fra Kartverkets Kartkatalogen (Kartverket, 2024), og arealdekkedata fra det europeiske kartprogrammet CORINE Land Cover (Nibio, 2024). Data om eksisterende og planlagte nye bygninger ved planområdet ble tatt ut fra kartgrunnlag (FKB-kartdata, foreliggende plantegninger i pdf-format og ifc-modell utlevert til prosjektet fra PKA Arkitekter) og satt opp i GRAL-modellen.

3.2.2 Utslippstall og -beregninger

Ved planområdet for Ladehammeren utgjør lokal vegtrafikk, skipstrafikk, havneaktiviteter og industri de viktigste utslippskildene med betydning for den lokale luftkvaliteten. Utslipp fra kilder

som vedfyring og langtransportert luftforurensning vurderes å være omfattet av stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner (se kap. 3.2.2.3).

3.2.2.1 Kjøretøytrafikk og industri- og havneaktiviteter

Utslipp fra vegtrafikk kan bidra betraktelig til luftforurensning lokalt, særlig av komponentene svevestøv og nitrogenoksider. Prognosetall for vegstrekningene i modellen ble framskrevet til år 2043 etter landsdekkende prognoser i Prosam, tatt fra støytredning utarbeidet i prosjektet (Rambøll, 2024a), med grunnlag i tall for dagens situasjon (år 2023) fra mobilitetsplan for Nye Ladehammeren (Rambøll, 2024b).

På havneområdet ved Ladehammerkaia like sør for planområdet er det en del tungtransport og andre industri- og havneaktiviteter som tidvis kan medføre utslipp og spredning særlig av støvpartikler. Skip legger til kai ved Heidelberg Materials Sement Norge Trondheim og lastebiler og hjullastere kjører på vegene og internt på virksomhetsområdene, og det er observert synlig støvlag på veger og bedriftsområder. Det er i modelleringen også lagt til noen lastebil-turer til og fra Weber Leca Trondheim; se plasseringer av virksomhetene på satellittfoto i Figur 2. Utslipp fra industrivirksomheten på kaiområdet ble modellert ved å legge inn transportruter som vegkilder, med antall lastebiler i henhold til maksimale antall per arbeidsdag oppgitt av bedriftene.

Weber har i tillegg utslipp til luft fra skorsteiner/punktutslipp, men i henhold til tillatelsen etter forurensningsloven for virksomheten (Fylkesmannen i Trøndelag, gitt 27.09.2019) består disse utslippene kun av karbondioksid/klimagasser, og ingen komponenter som kan ha betydning for lokal luftkvalitet. Ladehammeren avløpsrenseanlegg (tillatelse opprinnelig gitt av Fylkesmannen i Sør-Trøndelag 26.05.1989; vilkår presisert 10.01.2017) rapporterer kun på utslipp av diverse komponenter til vann. Avløpsrenseanlegg har typisk noe luktutslipp til luft; det legges i utredningen til grunn at vilkårene i tillatelsen er gitt og renseanlegget driftes på en slik måte at anlegget ikke medfører luktproblematikk ved omkringliggende boligbebyggelse inkludert planområdet på Ladehammeren. Skorsteinsutslipp fra Weber eller luktutslipp fra Ladehammeren renseanlegg er dermed ikke inkludert som kilder i spredningsmodelleringen.

Prognosetallene for ÅDT, andel tungtrafikk og fartsgrenser for vegene inkludert i beregningsmodellen er oppført i Tabell 3.

Tabell 3. Trafikktall for vegstrekningene ved planområdet for Ladehammeren, framskrevet til år 2043.

Vegstrekning	ÅDT	Andel tungtrafikk	Fartsgrenser (km/t)
Ladehammerveien N	600	16%	30
Ladehammerveien M	700	10%	30
Ladehammerveien S	1100	10%	30
Strandveien	4000	20%	50
Jarlsborgveien	600	3%	30
Ormen Langes vei/Ladehammerkaia	25	100%	30
Ormen Langes vei/Ladehammerkaia	10	100%	30
Ladehammerkaia - industri internt	25	100%	30

Utslipp av svevestøv og NO_x i eksos fra kjøretøy fra forbrenning av fossilt brennstoff ble beregnet med utslippsfaktorer hentet ut fra *The Handbook Emission Factors for Road Transport* (INFRAS, 2024), iht. føringer i *Norwegian Emission Inventory 2016* (Sandmo, 2016). Utslippsfaktorene for ulike kategorier kjøretøy (personbiler, tunge kjøretøy) er vektet for data om

kjøretøysammensetning nasjonalt, for år 2020. Vedlegg 2 viser utslippsfaktorene hentet ut fra HBEFA for svevestøv og NO_x for de ulike vegkategoriene i området (Tabell V2-1).

I tillegg til utslipp fra eksos, bidrar slitasje av bildekk, bremseklosser og asfalt og støvoppvirvling betydelig til det totale utslippet av svevestøv fra vegtrafikk (Ntziachristos & Boulter, 2016; Sandmo, 2016). Asfaltslitasjen er særlig stor når andelen piggdekk er høy. Oppvirvling av støv fra veg, inkludert av mindre partikler (svevestøv), kan være betydelig men svært varierende, avhengig av om vegbanen er tørr eller våt og om jevnlig gaterengjøring og veisaltning foretas eller ikke. For ordinære veger ble bidraget fra ikke-eksoskilder til svevestøv beregnet med NORTRIP-modellen (NILU, 2012). Piggdekkandel ble satt til 30 %, iht. føringer i dokumentet *Hovedmomenter ved vurdering av luftkvalitet i arealplanlegging i Trondheim kommune* (Trondheim kommune Miljøenheten, 2021). For industri-transportruter på veger og internt på bedriftsområder ble støvutslippene beregnet ved bruk av tilgjengelige utslippsfaktorer fra United States Environmental Protection Agency (USEPA)s AP-42-dokument for transport langs asfalterte veger kap. 13.2.1 *Paved Roads* (USEPA, 2011).

Vedlegg 2 inneholder mer detaljer rundt utslippsberegningene for vegtrafikk og industri-/havneaktiviteter. Tabell V2-2 viser de beregnede utslippene av TSP, PM₁₀, PM_{2,5} og NO_x fra vegene i modellen, for støvpartikler med relative bidrag fra eksos og ikke-eksoskilder til det totale utslippet.

3.2.2.2 Skipstrafikk

Fartøy har noe utslipp til luft blant annet av nitrogenoksider og støvpartikler ved havneområder. Bidragene til den lokale luftforurensningen avhenger av antall anløp og type skip.

Tall for stedsspesifikke utslipp fra skipstrafikk ble i prosjektet innhentet fra Miljødirektoratets nasjonale utslippssystem (Miljødirektoratet, 2024b), der skipsdataene er levert av UtAgg-prosjektet (Asplan Viak, 2022). Utslippsdata for skipstrafikk ble hentet ut i form av shape-filer fra utslippssystemet; utslippstall for NO_x og for PM for grid-ruter lokalt ved Ladehammeren er oppført i Vedlegg 2. Bidrag fra havneaktiviteter er omtalt i kap. 3.2.2.1.

3.2.2.3 Bakgrunnsforurensning

Det vil også være et generelt bidrag fra andre forurensningskilder i og utenfor planområdet som ikke er tatt hensyn til i spredningsberegningene, men som påvirker den lokale luftkvaliteten; dette omtales som bakgrunnsforurensning. Eksempler på slike kilder er langtransportert forurensning fra industri og vegtrafikk, og lokal vedfyring. Bakgrunnsforurensningen skal inkluderes ved utarbeidelse av spredningskart.

Stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner av luftforurensende komponenter ble hentet ut fra Nasjonalt utslippssystem (Miljødirektoratet, 2024b). Bakgrunnskonsentrasjonene for NO₂ og svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}) brukt i beregningene er vist i Tabell 4. For TSP-fraksjonen ble tilgjengelige bakgrunnskonsentrasjoner for PM₁₀ brukt.

Tabell 4. Gjennomsnittlige bakgrunnskonsentrasjoner for nitrogendioksid (NO₂) og svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}, i µg/m³) ved planområdet, hentet ut fra Nasjonalt utslippssystem (Miljødirektoratet, 2024b).

Midlingstid	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}
År	8,2	7,9	4,5
Vinterperiode (ekskl. 01.05.-31.10.)	11,0		
Timemiddel – 19. høyeste	75,6		
Døgnmiddel – 8. høyeste		27,4	
Døgnmiddel – 26. høyeste		17,8	

3.2.3 Spredningsberegninger

Modelleringen og spredningsberegningene ble utført med GRAL-modellen, v. 22.09 (Graz University of Technology, 2024). Beregningsområdet var et ca. 800 x 900 m stort område som inkluderte planområdet og aktuelle vegstrekninger. Planlagte nye og eksisterende bygninger innenfor beregningsområdet ble importert til modellen. Vegene inkludert transportveger inn til og inne på industrivirksomhetsområder ble representert som linjekilder og utslipp fra lokal skipstrafikk som arealkilder, parameterisert iht. føringer i GRAL-brukermanualen (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2020). Konsentrasjoner og spredning av luftforurensning ble simulert ved 2,5 meters høyde over terreng, i henhold til krav i Retningslinje T-1520. Reseptor-grid ble satt til 2 x 2 m punkter innenfor beregningsområdet. En oversikt over GRAMM- og GRAL-modellområdene som viser bygninger og vegnett er vist i Figur 6.



Figur 6. Oversikt over modellområdet for Ladehammeren brukt i spredningsmodelleringen. Beregningsområdet for GRAMM er markert med rektangel på ortofotoet til venstre, og for GRAL til høyre. GRAL-illustrasjonen viser bygninger (lilla) og utslippskilder (veger: røde; skipstrafikk-arealkilder: oransje) i modellen markert.

3.2.3.1 Post-prosessering

Post-prosessering av resultatene (modellerte konsentrasjoner på timebasis) for å generere gjennomsnittlige konsentrasjoner iht. aktuelle midlingstider, f.eks. 19. høyeste time, 8. høyeste døgn og år, ble foretatt i GRAL-programmet og, for døgn-persentiler, med Rambøll-utviklet script. Plotting av resultatene ble gjort i ArcMap v. 10.7.1. Stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner ble lagt til de beregnede konsentrasjonene. Alle reseptorpunkter og kilder er representert i Universal Transverse Mercator (UTM) sone 32 koordinatsystem.

Følgende formel brukes i programmet for omregning av beregnede konsentrasjoner av NO_x til NO_2 -konsentrasjoner:

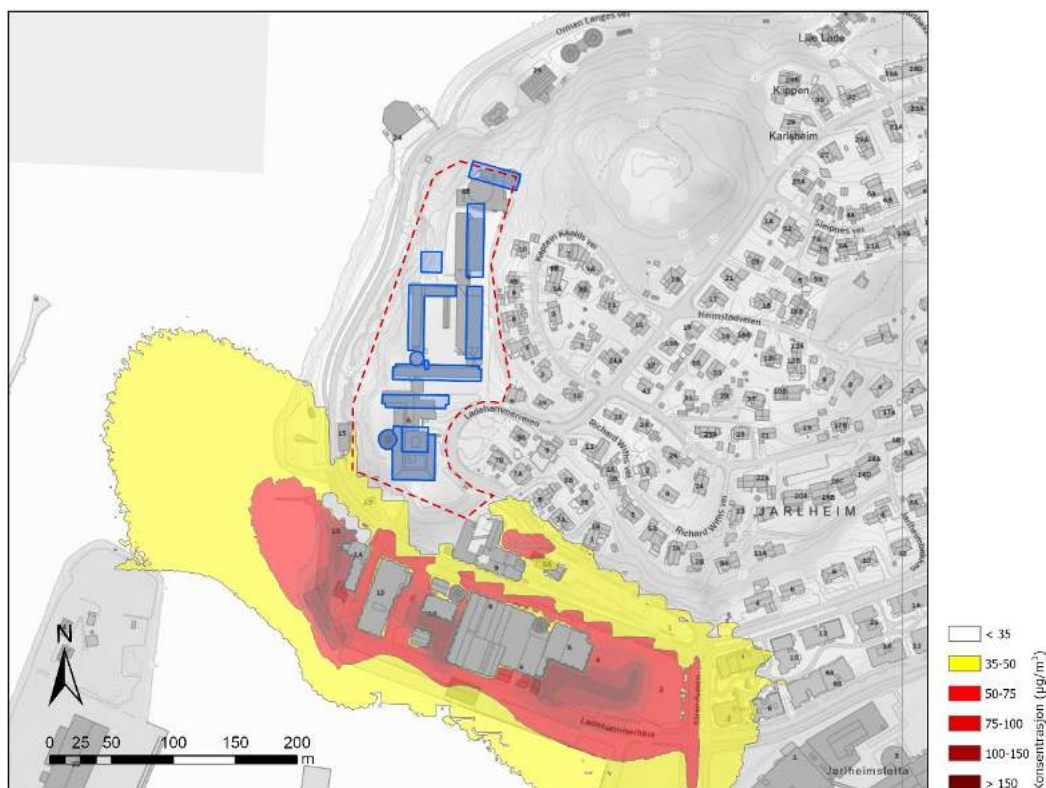
$$\text{NO}_2 = 29 \times [\text{NO}_x] / 35 + [\text{NO}_x] + 0.217 \times [\text{NO}_x]$$

4. Resultater og vurderinger

4.1 Spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet

Som det framgår av Tabell V2-2, er utslippene lave ut fra Ladehammerveien som går øst for planområdet. Utslippene av NO_x er høyest ut fra den størst trafikkerte Strandveien øst for Ladehammerkaia, mens beregnede utslipp av støvpartikler er høyest fra industriveger særlig internt på bedriftsområdene. NO_x slippes kun ut fra eksos på kjøretøy, mens støvpartikler i tillegg slippes ut som resultat av slitasje av dekk og bremseklosser, piggdekkbruk og oppvirvling av vegstøv. Ikke-eksoskilder står for de klart største bidragene til svevestøvutslippene fra vegtrafikken (Tabell V2-2). Piggdekk brukes kun om vinteren, og bidraget fra støvoppvirvling fra ordinære veger er også høyere om vinteren på grunn av tilsetning av strøsand og vegsalt. Utslippene av PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ fra vegene er derfor betydelig høyere fra disse vegene om vinteren enn om sommeren. Sommerandelen utgjør ca. 60 % av vinterandelen for vegene i området. Utslippene fra tungtrafikk, og særlig anleggstrafikken forbundet med industrivirksomhetene på Ladehammerkaia, er forbundet med langt høyere utslipp til luft enn personbiltrafikk.

Utbredelsen av rød og gul sone iht. Retningslinje T-1520 for svevestøv (PM_{10}) er klart dimensjonerende for den lokale luftkvaliteten i områdene ved Ladehammeren. Utarbeidet spredningskart som framstiller PM_{10} 8. høyeste døgnmiddel, tilsvarende grensene for T-1520 rød og gul sone, er vist i Figur 7, og zoomet inn på den sørlige delen av planområdet nærmest Ladehammerkaia og med utdrag fra illustrasjonsplan lagt oppå kartet i Figur 8. Spredningskart er vist i større format i Vedlegg 3. Beregningene er gjennomført for foreliggende planforslag med vegtrafikk tall prognosert til år 2043. Resultater er tatt ut ved 2,5 meters høyde over terreng.



Figur 7. Spredningskart som viser beregnede konsentrasjoner av svevestøv (PM_{10}) som 8. høyeste døgnmiddel ved planområdet for Ladehammeren for planforslaget. Planlagte nye bygninger innenfor planområdet er vist markert i blått, og planområdet med rød stiplet linje. Grensene for gul og rød sone i Retningslinje T-1520 tilsvarer maks. 7 overskridelser av henholdsvis 35 og $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som døgnmiddel.



Figur 8. Spredningskart som beregnet utbredelse av Retningslinje T-1520 rød og gul sone for svevestøv (PM_{10}), zoomet inn på den sørlige delen av planområdet for Ladehammeren. Illustrasjonsplanen for tiltaket (PKA Arkitekter, 2024) er inkludert som bakgrunnsgrafikk på kartet.

Som det framgår av Figur 7 og 8, er det en del spredning av støvpartikler ut fra industri- og havneområdet på Ladehammerkaia like sør for planområdet. Ved arealplanlegging er det i utgangspunktet kravene og grensene i Retningslinje T-1520 som legges til grunn. Grensen for rød sone for svevestøv (PM_{10}) i Retningslinje T-1520 overstiges imidlertid i all hovedsak innenfor havneområdet; PM_{10} gul sone har større utbredelse, men overstiges kun ved et mindre areal lengst sørvest på planområdet, i et område ved en bratt skråning der det ikke regnes med at det vil legges opp til uteopphold over lengre perioder. På det aller meste av planområdet for Ladehammeren er luftkvaliteten god, inkludert ved uteoppholdsarealene i indre gårdsrom og i sørøst. Terrenget opp mot Ladehammeren forhindrer spredning fra havneområdet og nordover mot planområdet.

Det aller meste av spredningen skyldes tungtransporten forbundet med industriaktivitetene på Ladehammerkaia; ordinær vegtrafikk langs Ladehammerveien øst for planområdet resulterer ikke i utbredelse av gul sone. For NO_2 viser beregningene spredning fra skipstrafikken lengst vest ved fjorden (se Vedlegg 3), som ikke overstiger grensene for T-1520 rød eller gul sone for NO_2 , men over varslede strengere grenseverdier i EU som vil gjelde fra og med år 2030 (European Commission, 2024). Disse grenseverdiene overstiges imidlertid ikke på noen del av planområdet.

Grenseverdiene i forurensningsforskriften kap. 7 er de juridisk gjeldende grenseverdiene for tiltak som ikke skal overstiges. Spredningskart som viser beregnede konsentrasjoner sammenstilt med grenseverdiene er vist i Vedlegg 3. Grenseverdiene i forurensningsforskriften for PM_{10} , $PM_{2,5}$ og NO_2 overstiges kun på deler av havne-/industriområdet på Ladehammerkaia, og ikke noen steder innenfor planområdet. Også varslede strengere framtidige grenseverdier, vist med lysere farger på spredningskonturene på kartene i Vedlegg 3, overholdes på planområdet. Det samme gjelder

for tilgjengelige grenseverdier for totalstøv (TSP) fra kanadiske ACB List: Det beregnes overskridelser på deler av Ladehammerkaia, men grenseverdiene overstiges ikke innenfor planområdet.

4.2 Vurderinger og anbefalinger om tiltak

Områder som faller inn under T-1520 rød sone anses i utgangspunktet som uegnet for følsomt bruksformål som boliger, skoler, barnehager, helseinstitusjoner, idrettsanlegg og uteoppholdsarealer. Ved områder i gul sone anbefales det å gjennomføre aktuelle avbøtende tiltak for å sikre tilfredsstillende luftkvalitet.

Ettersom kun et mindre område lengst sørvest på planområdet som ikke anses å være beregnet til langvarig uteopphold omfattes av Retningslinje T-1520 gul sone, vil det ikke være behov for å innarbeide spesifikke avbøtende tiltak rettet mot lokal luftforurensning i reguleringsplanen for Ladehammeren. Det anbefales likevel å beholde så mye som mulig av eksisterende trevegetasjon i områdene mellom planområdet og Ladehammerkaia, for å gi best mulig skjerming mot spredning av støv fra industri- og havneaktivitetene. Etablering av ny beplantning inne på planområdet vil også være gunstig for den lokale luftkvaliteten.

4.3 Usikkerheter og sannsynliggjøring

4.3.1 Kilder til usikkerheter

Spredningsberegningene gir et inntrykk av hvilke områder som vil være utsatt for redusert luftkvalitet. Det gjøres imidlertid en rekke antakelser i forbindelse med modelleringen og spredningsberegningene:

- Utslippsberegningene i utredningen er foretatt med grunnlag i utslippsfaktorer og aktivitetstall, som begge er forbundet med usikkerheter. Utslipp fra vegtrafikk vil avhenge av forhold som kjøremønster, hastighet, sammensetning av bilparken og kvalitet på veg og asfalt. For vegtrafikk brukes utslippsfaktorer for år 2020, noe som antakelig overestimerer beregnede utslipp ettersom det antas at kjøretøyteknologien vil forbedres i framtida. Estimering av svevestøvnivåer i luft som følge av utslipp av slitasjepartikler, piggdekkbruk og oppvirvling av vegstøv er forbundet med særlig usikkerhet.
- Utslipp fra lokal skipstrafikk hentet ut fra Miljødirektoratets utslippsdatabase har forholdsvis lav oppløsning for formålet og representerer årlige gjennomsnittstall. Særlig estimatene av utslipp fra tungtransport og annen støvende industri- og havneaktivitet er usikre, i tillegg til at denne typen aktivitet vil variere betydelig over tid. I utredningen er det lagt til grunn aktivitetstall (antall kjøretøy) som representerer dager med størst drift, og utslippsfaktorene og metodikken i AP-42 for tungtransport som er brukt er konservativ; beregnede utslipp og konsentrasjoner anses dermed å representere *worst case*.
- Det er vesentlige usikkerheter forbundet med spredningsmodellering generelt, pga. forhold som kvaliteten på inngangsdata, usikkerheter forbundet med bakgrunnskonsentrasjoner, variasjon i meteorologi, og atmosfæriske prosesser og kjemi. Typisk regnes det med usikkerhet i beregnede resultater på $\pm 50\%$.

4.3.2 Sammenstilling med målinger

I prosjektet ble beregnede konsentrasjoner med luftkvalitetsmodellering med GRAL sammenlignet med måleresultater fra luftkvalitetsstasjonene Torget og Bakke kirke. Ettersom Trondheim kommune innførte jevnlig gaterenhold ved flere veger i byen, er det mest hensiktsmessig å sammenligne beregnede resultater med målte konsentrasjoner før år 2013.

Resultater fra luftkvalitetsmålingene er sammenfattet i årsrapporter utarbeidet av kommunen, sist publisert 12.04.2024 for år 2022 (Trondheim kommune Klima- og miljøenheten, 2024). Årgrenseverdiene i forurensningsforskriften for PM_{10} og for $PM_{2,5}$ på henholdsvis 20 og $10\ \mu g/m^3$ (før 2022: 25 og 15, før 2016: 40 og $25\ \mu g/m^3$) ble overholdt ved Torget og Bakke kirke i

perioden 2009-2017. Årsgrenseverdien i forurensningsforskriften for NO₂ på 40 µg/m³ har vært overholdt de siste ti årene. Det har ikke blitt påvist overskridelser av timegrenseverdien på 200 µg/m³ ved noen av stasjonene i Trondheim siden 2011.

Ved både Bakke kirke og Torget stasjon blir det målt enkelte overskridelser av grenseverdien for PM¹⁰ på døgnbasis i forurensningsforskriften på 50 µg/m³, men ikke flere enn tillatt antall overskridelser (25 døgn per år; før 2022: 30, før 2016: 35 døgn). Nedre grense for rød sone i Retningslinje T-1520 (50 µg/m³, maks. 7 overskridelser) har blitt overholdt ved Torget og Bakke kirke de siste årene. Før år 2013 ved Torget og 2015 ved Bakke kirke ble grensen for T-1520 rød sone imidlertid jevnlig oversteget ved disse stasjonene. Beregningene viser en viss utbredelse av T-1520 rød og gul sone ut fra Strandveien, noe som vurderes som sannsynlig; trafikkmengdene langs denne strekningen av Strandveien er lavere enn langs Innherredsveien ved Bakke kirke, men det er i tillegg lagt inn bidrag fra tungtransport forbundet med industrivirksomheten på Ladekaia for vegen.

Konsentrasjonene ved beregningsområdet er betydelig påvirket av utslipp fra industrivirksomhet, noe som vanskeliggjør direkte sammenligninger med måledata fra områder ved veg. Det presiseres også at lokale forskjeller i meteorologi og terreng, og særlig gaterengjøring, har stor betydning for konsentrasjonene av luftforurensning og lokal luftkvalitet i veg-nære områder. Ved sammenstilling med måleresultater fra før år 2013 er det heller ikke hensiktsmessig å foreta verifisering av beregnede resultater direkte mot målingene, på grunn av forskjeller i meteorologi og trafikk tall mellom de ulike årene.

5. Konklusjon

Luftkvalitetsberegningene viser at luftkvaliteten er god på det aller meste av planområdet for Ladehammeren. Kun et mindre areal lengst i sørvest er omfattet av Retningslinje T-1520 gul sone, og dette området ligger i en bratt skråning og anses ikke å være egnet for langvarig uteopphold. Rød sone for svevestøv (PM_{10}) overstiges i all hovedsak kun på industri- og havneområdet på Ladehammerkaia sør for planområdet. Grensene for rød og gul sone for nitrogendioksid (NO_2) og grenseverdiene for PM_{10} , $PM_{2,5}$ og NO_2 i forurensningsforskriften kap. 7 og, for totalstøv (TSP) fra kanadiske ACB List, overstiges kun ved deler av havne- og industriområdet og ikke noen steder på planområdet.

I gul sone iht. Retningslinje T-1520 skal luftforurensningssituasjonen vurderes, mens ved følsomt bruksformål som havner inn under rød sone skal avbøtende tiltak gjennomføres. Ettersom den mindre delen av planområdet som omfattes av T-1520 gul sone ikke anses som uteoppholdsareal, vurderes det ikke å være behov for innarbeidelse av spesifikke tiltak rettet mot lokal luftforurensning i reguleringsplanen. Det anbefales likevel å beholde så mye som mulig av eksisterende trær og annen vegetasjon i ytterkanten av planområdet særlig i sør mot Ladehammerkaia for å bidra til skjerming mot støvspredding fra industri- og havneaktivitetene, og legge til rette for ny beplantning på planområdet.

Det presiseres at luftkvalitetsmodellering generelt er forbundet med vesentlige usikkerheter, men at det i beregningene er lagt til grunn flere konservative antakelser. Beregnede konsentrasjoner anses derfor høyst sannsynlig å være overestimerte.

Referanser

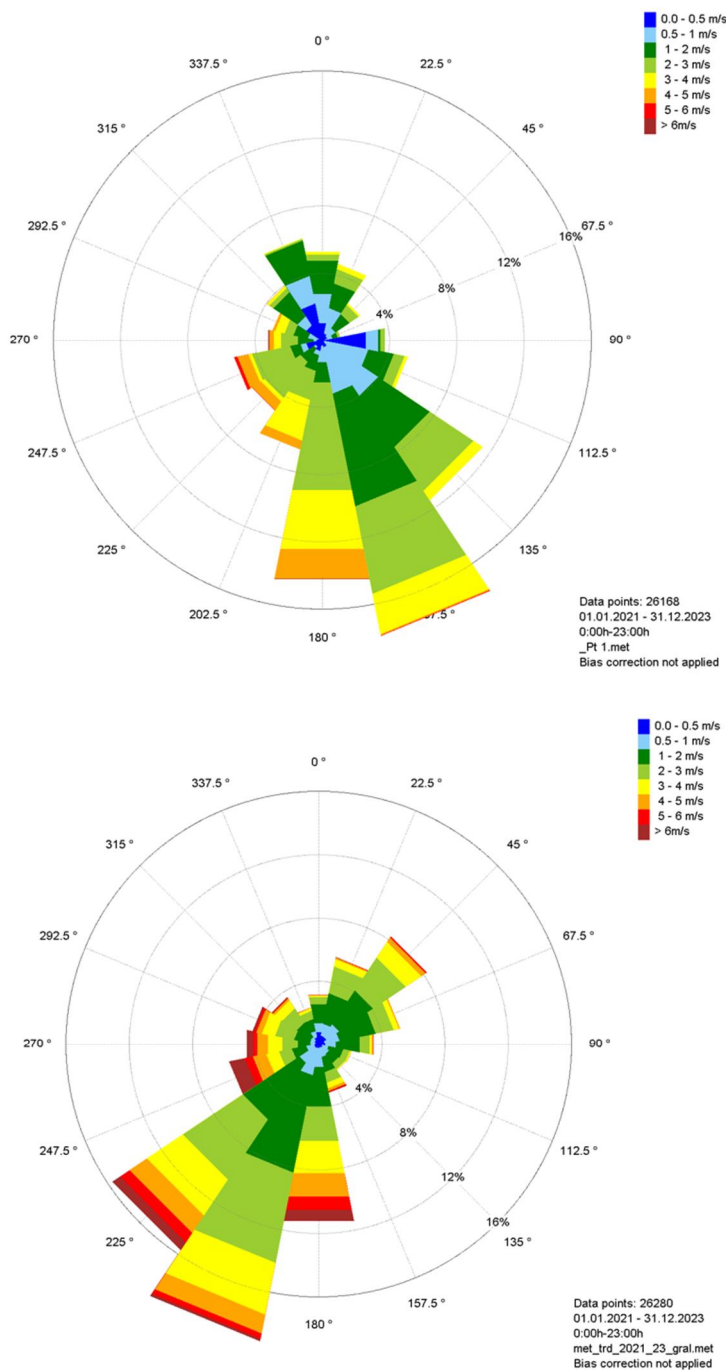
- Amt der Steiermärkischen Landesregierung. (2020). *GRAL Manual - GRAL Graphical User Interface* 20.09.
- Asplan Viak. (2022). *Dokumentasjon Utslipp fra sjøfart Aggregering - UtAgg. Versjon 1.1 dato 2020-12-16.*
- Europaparlamentet og Rådet. (2008, October 18). *Luftkvalitetsdirektivet. Europaparlaments- og rådsdirektiv 2008/50/EF om luftkvalitet og renere luft for Europa.* regjeringen.no.
<https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2005/okt/luftkvalitetsdirektivet/id2432778/>
- European Commission. (2024). *Directive (EU) 2024/... of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe (recast). Adopted 14 October 2024.*
<https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/10/14/air-quality-council-gives-final-green-light-to-strengthen-standards-in-the-eu/>
- Folkehelseinstituttet. (2014). *Luftforurensning i Norge. Publisert 30.06.2014; sist oppdatert 11.02.2022.*
<https://www.fhi.no/nettpub/hin/miljo/luftforurensning--i-noreg/>
- Folkehelseinstituttet. (2017). *Håndbok for uteluft - luftkvalitetskriterier. Publisert 03.03.2017, sist oppdatert 17.03.2023.* <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/>
- Fylkesmannen i Sør-Trøndelag. (1989). *Utslippstillatelse for Høvringen avløpsrensaneanlegg, LARA, opprinnelig gitt av Fylkesmannen i Sør-Trøndelag 26.05.1989. Presisering av vilkår for Ladehammeren avløpsrensaneanlegg angitt 10.01.2017.*
- Fylkesmannen i Trøndelag. (2019). *Utslippstillatelse for Saint-Gobain Byggevarer AS Avd. Trondheim. Gitt av Fylkesmannen i Trøndelag 27.09.2019.*
- Graz University of Technology. (2024). *GRAL - Graz Lagrangian Model.*
<http://lampz.tugraz.at/~gral/index.php/2-uncategorised/1-description>
- INFRAS. (2024). *The Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA).*
<http://www.hbefa.net/e/index.html>
- Kartverket. (2024). *Kartkatalogen - DTM 10 Terrengmodell (UTM33).*
<https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/kartverket/dtm-10-terrengmodell-utm33/dddbb667-1303-4ac5-8640-7ec04c0e3918>
- Klima- og miljødepartementet. (2004). *Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) FOR 2004-06-01. Sist endret: 31.05.2024. For-2004-06-01-931.* <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20040601-0931.html#map040>
- Klima- og miljødepartementet. (2015). *Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven). Sist endret 17.06.2022. Lovdata.* <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6>
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2008). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) LOV-2008-06-27-71.* <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- Meteorologisk institutt. (2024). *Seklima (Norsk klimaservicesenter).* <https://seklima.met.no/>
- Miljødirektoratet. (2014). *M-129 - 2014 Grenseverdier og nasjonale mål.*
<http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M129/M129.pdf>
- Miljødirektoratet. (2024a). *Luftkvalitet i Norge.* <https://luftkvalitet.miljodirektoratet.no/>
- Miljødirektoratet. (2024b). *Nasjonalt utslippssystem.*
<https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/luftforurensning-utslippssystem-og-database/>
- Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Meteorologisk institutt, Folkehelseinstituttet, & Helsedirektoratet. (2024). *Fagbrukertjeneste for luftkvalitet.*

- <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/fagbrukertjeneste-for-luftkvalitet/?kommune=0301&underside=aarsmiddel>
- Miljøverndepartementet. (2012). *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520)*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/3b1e1d20ee364e61ab2949814a9212ca/t-1520.pdf>
- Ministry of the Environment Conservation and Parks. (2023). *Air Contaminants Benchmarks (ACB) List, Ontario, Canada. Sist oppdatert: 5. november 2023*. <https://www.ontario.ca/page/air-contaminants-benchmarks-list-standards-guidelines-and-screening-levels-assessing-point>
- Norsk institutt for bioøkonomi (Nibio). (2024). *CORINE Land Cover*. http://www.skogoglandskap.no/kart/corine_landcover/map_view
- Norsk institutt for luftforskning (NILU); Statens vegvesen; Miljødirektoratet. (2021). *Luftkvalitet.info*. <http://www.luftkvalitet.info/home.aspx>
- Norsk institutt for luftforskning (NILU). (2012). *NORTRIP model development and documentation: Non-exhaust Road TRaffic Induced Particle emission modelling*. <https://www.nilu.no/apub/26896/>
- Ntziachristos, L., & Boulter, P. (2016). 1.A.3.b.vi Road transport: Automobile tyre and brake wear; 1.A.3.b.vii Road transport: Automobile road abrasion. In *European Environment Agency (EEA): EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016*.
- PKA Arkitekter. (2024). *Illustrasjonsplan - Ladehammeren*.
- Rambøll. (2024a). *Ladehammeren støyutredning. Utarbeidet på vegne av Ladehammeren AS, datert 2024-10-01*.
- Rambøll. (2024b). *Mobilitetsplan Nye Ladehammeren*.
- Sandmo, T. (2016). *The Norwegian Emission Inventory 2016*. <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/the-norwegian-emission-inventory-2016>
- Trondheim kommune. (2013). *Kommuneplanens arealdel Trondheim 2012-2024. Vedtatt 21.03.2013*. <https://www.trondheim.kommune.no/arealdel/>
- Trondheim kommune. (2024). *Kommuneplanens arealdel 2022-2034. Vedtatt av Bystyret 26.09.2024*. <https://www.trondheim.kommune.no/tema/bygg-kart-og-eiendom/arealplaner/kommuneplanens-arealdelplaner/>
- Trondheim kommune Klima- og miljøenheten. (2024). *Luftkvalitet i Trondheim 2022 - Årsrapport. Datert 12.04.2024*. https://drive.google.com/file/d/13ithjPsyCxurbykNeBzpij__XFyWtEyp/view
- Trondheim kommune Miljøenheten. (2021). *Hovedmomenter ved vurdering av luftkvalitet i arealplanlegging i Trondheim kommune*. https://docs.google.com/document/d/1BP1wqmZFsfIIHHqDzIKZv6zxrgmAazaynfjUI_5Gbc4/edit
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2011). *13.2.1 Paved Roads. I: AP-42: Compilation of Air Emission Factors 5. utgave (1995), sist oppdatert 2011*. <https://www3.epa.gov/ttn/chief/old/ap42/ch13/s021/draft/d13s0201.pdf>
- World Health Organization (WHO). (2021). *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>

Vedlegg 1

Meteorologiske data

For å simulere spredning av luftforurensning ved planområdet for Ladehammeren i Trondheim kommune ble det generert klassifisert vindstatistikk i GRAL, basert på vinddata fra Trondheim-Voll stasjon for årene 2021-23. Inngangsdataene ble hentet ut fra Norsk klimaservicesenter (Seklima; Meteorologisk institutt, 2024). Vindhastigheter og vindretninger brukt i spredningsmodellen for planområdet og for Trondheim-Voll stasjon er vist i Figur V1-1.



Figur V1-1. Vindroseplott for vinddataene brukt i modelleringen, som prosesseres i GRAL for planområdet (øverst), basert på data fra Trondheim-Voll meteorologiske stasjon (nederst). Vindrosene framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på sektorer, for årene 2021-23, hentet ut fra Seklima (Meteorologisk institutt, 2024).

Vedlegg 2

Utslippsberegninger

I prosjektet er det foretatt beregninger av utslipp fra lokal vegtrafikk, skipstrafikk og industri- og havneaktivitet nær planområdet.

Kjøretøy og industri- og havneaktivitet

Kjøretøy slipper ut en rekke luftforurensende stoffer i eksos. For støvpartikler ($PM_{10}/PM_{2,5}$ /totalstøv; TSP) må også utslipp forårsaket av slitasje av dekk, bremseklosser og asfalt, piggdekkslitasje og oppvirvling inkluderes i utslippsberegningene. Svevestøvutslippene for ordinære veger er differensiert på sommer (mai-oktober)- og vintersesong (november-april).

Grunnlaget for utslippsberegningene for ordinær vegtrafikk i området var framskrevne trafikk tall for prognoseåret 2043, prognosert etter landsdekkende prognoser i Prosam, tatt fra støyutredning utarbeidet i prosjektet (Rambøll, 2024a), med grunnlag i tall for dagens situasjon (år 2023) fra mobilitetsplan for Nye Ladehammeren (Rambøll, 2024b). For å beregne utslipp av nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv (PM) fra lokale veger ble det hentet ut utslippsfaktorer fra *The Handbook Emission Factors for Road Transport* (INFRAS, 2024), for år 2020. Utslippsfaktorer ble hentet ut for vegtypen, trafikkscenario og stigning/kurvatur i modellen, for både PM og NO_x (Tabell V2-1).

Tabell V2-1. Utslippsfaktorer for utslipp fra forbrenning av svevestøv (PM) og nitrogenoksider (NO_x) med betingelser for vegstrekningen i spredningsmodellen, hentet fra *Handbook Emission Factors for Road Transport* (INFRAS, 2024) for Norge for år 2020.

Type kjøretøy	Komponent	Stigning (gradient)	Trafikkscenario	Utslippsfaktor (g/km/kjøretøy)
HGV	NO_x	+/-2%	URB/Local/30/Satur.	9,052
HGV	NO_x	+/-4%	URB/Local/30/Satur.	7,882
HGV	NO_x	+/-6%	URB/Local/30/Satur.	7,767
HGV	NO_x	0	URB/Local/30/Satur.	10,03
HGV	NO_x	0	URB/Local/50/Satur.	8,256
HGV	PM	+/-2%	URB/Local/30/Satur.	0,121
HGV	PM	+/-4%	URB/Local/30/Satur.	0,124
HGV	PM	+/-6%	URB/Local/30/Satur.	0,131
HGV	PM	0	URB/Local/30/Satur.	0,121
HGV	PM	0	URB/Local/50/Satur.	0,105
pass. car	NO_x	+/-2%	URB/Local/30/Satur.	0,650
pass. car	NO_x	+/-4%	URB/Local/30/Satur.	0,673
pass. car	NO_x	+/-6%	URB/Local/30/Satur.	0,708
pass. car	NO_x	0	URB/Local/30/Satur.	0,651
pass. car	NO_x	0	URB/Local/50/Satur.	0,665
pass. car	PM	+/-2%	URB/Local/30/Satur.	0,008
pass. car	PM	+/-4%	URB/Local/30/Satur.	0,008
pass. car	PM	+/-6%	URB/Local/30/Satur.	0,008
pass. car	PM	0	URB/Local/30/Satur.	0,008
pass. car	PM	0	URB/Local/50/Satur.	0,006

I tillegg til utslipp fra eksos slippes svevestøv ut fra veger som resultat av dekk-, bremsekloss- og asfaltslitasje, samt ved piggdekkbruk og som resultat av oppvirvling av vegstøv. Bidrag fra ikke-eksoskilder til svevestøv fra kjøretøy ble beregnet med NORTRIP-modellen (NILU, 2012).

NORTRIP-modellen bruker en rekke inngangsparametere, relatert til vegparametere, meteorologi og tiltak (salting, gaterengjøring osv.). I beregningene ble meteorologi fra Trondheim-Voll stasjon for høst 2022/vår 2023 benyttet (se Vedlegg 1). Nedbør og luftfuktighet, samt frekvens for tiltak

ble satt til 0. Piggdekkandelen ble satt til 30 %, iht. føringer i *Hovedmomenter ved vurdering av luftkvalitet i arealplanlegging i Trondheim kommune* (Trondheim kommune Miljøenheten, 2021). Utslipp fra piggdekkbruk er kun inkludert i beregningene for vinterperioden (november-april). Døgnvariasjon for utslippene ble satt til tall fra dokumentasjonen til USEPA-utslippsmodellen MOVES (*Population and Activity of On-road Vehicles in MOVES2014*; USEPA, 2016), for byområder for ukedager (*Urban Weekday*).

Utslipp fra havne- og industrivirksomhet ble estimert med transportveger ved bruk av utslippsfaktorer fra seksjon 13.2.1, for vegene på Ladehammerkaia (Ladehammerveien, Ormen Langes vei), og for interne industriområder (transport inne på bedriftsområdene). Utslippene ble beregnet ut fra ligning (1) nedenfor.

$$E = k \cdot sL^{0.91} \cdot W^{1.02} \quad (1)$$

Der: E = utslippsfaktor for støvpartikler (enhet samme som k)

k = empirisk konstant; for TSP = 3,23 g/VKM (gram per kjøretøy per km); PM₁₀ = 0,62 g/VKM

sL = siltinnhold i overflatestøv på veg (g/m²); verdi brukt: 0,6 g/m² for veger med ÅDT < 500; 8,2 g/m² for Quarry

W = gjennomsnittlig vekt på kjøretøy; verdi brukt: 31,8 tonn for lastebiler og 20 tonn for hjullastere

For industri-vegene ble det lagt inn utslipp for en arbeidsdag på 8 timer (arbeidstid kl. 07:00-15:00).

De beregnede utslippene av NO_x og støvpartikler (TSP, PM₁₀ og PM_{2,5}) for de aktuelle vegstrekningene er oppført i Tabell V2-2.

Tabell V2-2. Beregnede utslipp av støvpartikler (PM₁₀, PM_{2,5} og TSP) og nitrogenoksider (NO_x), oppgitt i kilogram per kilometer per time (kg/km/t) fra vegstrekningene ved Ladehammeren, for prognosesituasjonen (gjennomføring av planforslaget, vegtrafikktall for år 2043), ved bruk av utslippsfaktorer fra Tabell V2-1 og fra NORTRIP-modellen. Svevestøvutslippene er differensiert i sommer (mai-okt.)- og vinterperiodeutslipp (nov.-apr.).

Vegstrekning	Vegkategori	Veg- bredde (m)	Stigning	Trafikk- mengde (ÅDT)	Andel tung- trafikk	Farts- grenser (km/t)	Utslipp (kg/km/t)						
							NOx eksos	PM eksos	PM10		PM2,5		TSP
									Ikke- eksos	Totalt	Ikke- eksos	Totalt	Totalt
Ladehammerv. N	Local/Collector	5.9	> 6 %	600	16%	30	0,046	0,001	0,008	0,0085	0,0004	0,0011	0,0085
Ladehammerv. M	Local/Collector	5.9	+/- 4-6 %	700	10%	30	0,041	0,001	0,008	0,0082	0,0004	0,0009	0,0082
Ladehammerv. S	Local/Collector	5.9	> 6 %	1100	10%	30	0,065	0,001	0,011	0,0119	0,0006	0,0015	0,0119
Strandveien	Local/Collector	8.3	+/- 0-2 %	4000	20%	50	0,364	0,004	0,063	0,0671	0,0031	0,0075	0,0671
Jarlsborgveien	Local/Collector	3.4	+/- 2-4 %	600	3%	30	0,023	<0,001	0,007	0,0068	0,0003	0,0006	0,0068
Ormen Langes v.	Local/Collector	8.2	+/- 0-2 %	25	100%	30	0,010	<0,001	0,059	0,059	0,0142	0,0146	0,306
Ormen Langes v. N	Local/Collector	9.2	+/- 0-2 %	10	100%	30	0,004	<0,001	0,017	0,017	0,0040	0,0041	0,086
Industriomr. internt	Local/Collector	8.2	+/- 0-2 %	25	100%	30	0,010	<0,001	0,634	0,634	0,153	0,154	3,303

*Oppgitte svevestøvutslipp for vegene er for vinterperioden (november-april). Utslippene for sommerperioden er satt til 60 % av vinterutslippene. Beregnet med piggedekkandel = 30 %

Skipstrafikk

Utslippstall for skipstrafikk ble hentet ut fra Nasjonalt utslippssystem (Miljødirektoratet, 2024), levert av UtAgg-prosjektet (Asplan Viak, 2022). Gjennomsnittlige utslipp av NO_x og PM for rutenettcellene i modellen (se visualisert på beregningsmodell-grafikk i hovedrapportens Figur 6) er angitt i Tabell V2-3.

Tabell V2-3. Gjennomsnittlige utslipp i kg / t av nitrogendioksider (NO_x) og svevestøv (PM) fra skipstrafikk for havneområdet ved Ladehammeren/Ladehammerkaia. Eksportert ut fra Nasjonalt utslippssystem (Miljødirektoratet, 2024).

Rutenett-celle	NO _x	PM ₁₀
1	0,308	0,008
2	0,0021	0,00006
3	2,98	0,094
4	0,0006	0,00002
5	0,0014	0,00004

Vedlegg 3

Spredningskart

For å vurdere spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet for planområdet for Ladehammeren i Trondheim kommune ble det beregnet spredning av nitrogendioksid (NO₂) og svevestøv (PM₁₀, PM_{2,5} og totalstøv; TSP) i området. Spredningsberegningene ble foretatt med modellen GRAL.

Fra spredningsberegningene ble det utarbeidet spredningskart for planalternativet, med beregnede konsentrasjoner vurdert opp mot grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7 (Klima- og miljødepartementet, 2004) og nedre grenser for rød og gul sone i *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging* (T-1520, Miljøverndepartementet, 2012). For TSP ble konsentrasjonene sammenstilt med tilgjengelige grenseverdier fra Air Contaminants Benchmarks (ACB) List fra Ontario i Canada (Ministry of the Environment Conservation and Parks, 2023). Spredningsberegningene er foretatt ved 2,5 meters høyde, med bebyggelse iht. foreliggende planalternativ og vegtrafikk tall framskrevet for prognosesituasjonen til år 2043.

Oversikt over type spredningskart i Vedlegg 3:

- PM₁₀ 8. høyeste døgnmiddel – Retningslinje T-1520
- PM₁₀ 26. høyeste døgnmiddel – forurensningsforskriften
- PM₁₀ årsmiddel – forurensningsforskriften
- PM_{2,5} årsmiddel – forurensningsforskriften
- TSP maks. døgnmiddel – ACB List
- TSP årsmiddel – ACB List
- NO₂ årsmiddel - Retningslinje T-1520, forurensningsforskriften
- NO₂ vintermiddel (nov.-apr.) - Retningslinje T-1520

Grenseverdien for NO₂ som 19. høyeste timemiddel i forurensningsforskriften kap. 7 ble ikke oversteget noe sted innenfor beregningsområdet, og spredningskart for NO₂ som timemiddel er derfor ikke vist.

Ladehammeren, planalternativet (prognoseår: 2043)

Svevestøv (PM₁₀) 8. høyeste døgnmiddel; Retningslinje T-1520

Ladehammeren

Ladehammeren AS

Prosjektnr.: 1350053554-013

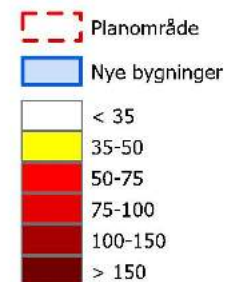
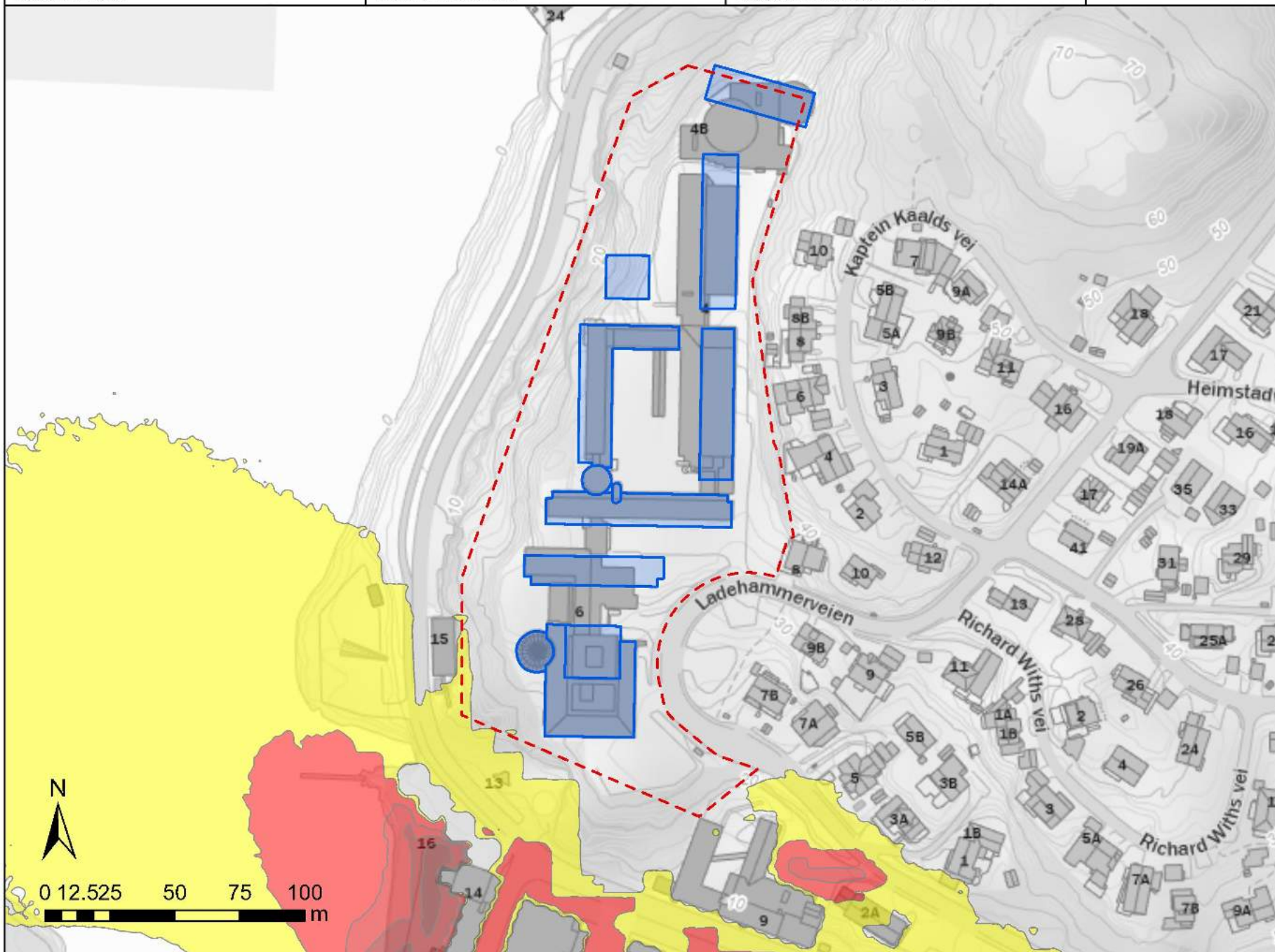
RAMBOLL

Rambøll Norge AS

Beregningsforutsetninger:

Situasjon: Planalternativet
Prognoseår vegtrafikk: 2043
Komponent: Svevestøv (PM₁₀)
Midlingstid: 8. høyeste døgn
Regelverk: Retningslinje T-1520
Meteorologiår: 2023
Prognoseår utslippsfaktorer for
vegtrafikk: 2020
Piggdekandel: 30 %

Utarbeidet av: HAWE
Dato: 19.11.2024



Konsentrasjon (µg/m³)

Ladehammeren, planalternativet (prognoseår: 2043)

Svevestøv (PM₁₀) 26. høyeste døgnmiddel; forurensningsforskriften kap. 7

Ladehammeren

Ladehammeren AS

Prosjektnr.: 1350053554-013

RAMBOLL

Rambøll Norge AS

Beregningsforutsetninger:

Situasjon: Planalternativet
Prognoseår vegtrafikk: 2043
Komponent: Svevestøv (PM₁₀)
Midlingstid: 26. høyeste døgn
Regelverk: Forurensningsforskriften kap. 7
Meteorologiår: 2023
Prognoseår utslippsfaktorer for vegtrafikk: 2020
Piggdekkandel: 30 %

Utarbeidet av: HAWE
Dato: 19.11.2024



- Planområde
- Nye bygninger
- < 45
- 45-50
- > 50

Konsentrasjon (µg/m³)

Ladehammeren, planalternativet (prognoseår: 2043)

Svevestøv (PM₁₀) årsmiddel; forurensningsforskriften kap. 7

Ladehammeren

Ladehammeren AS

Prosjektnr.: 1350053554-013

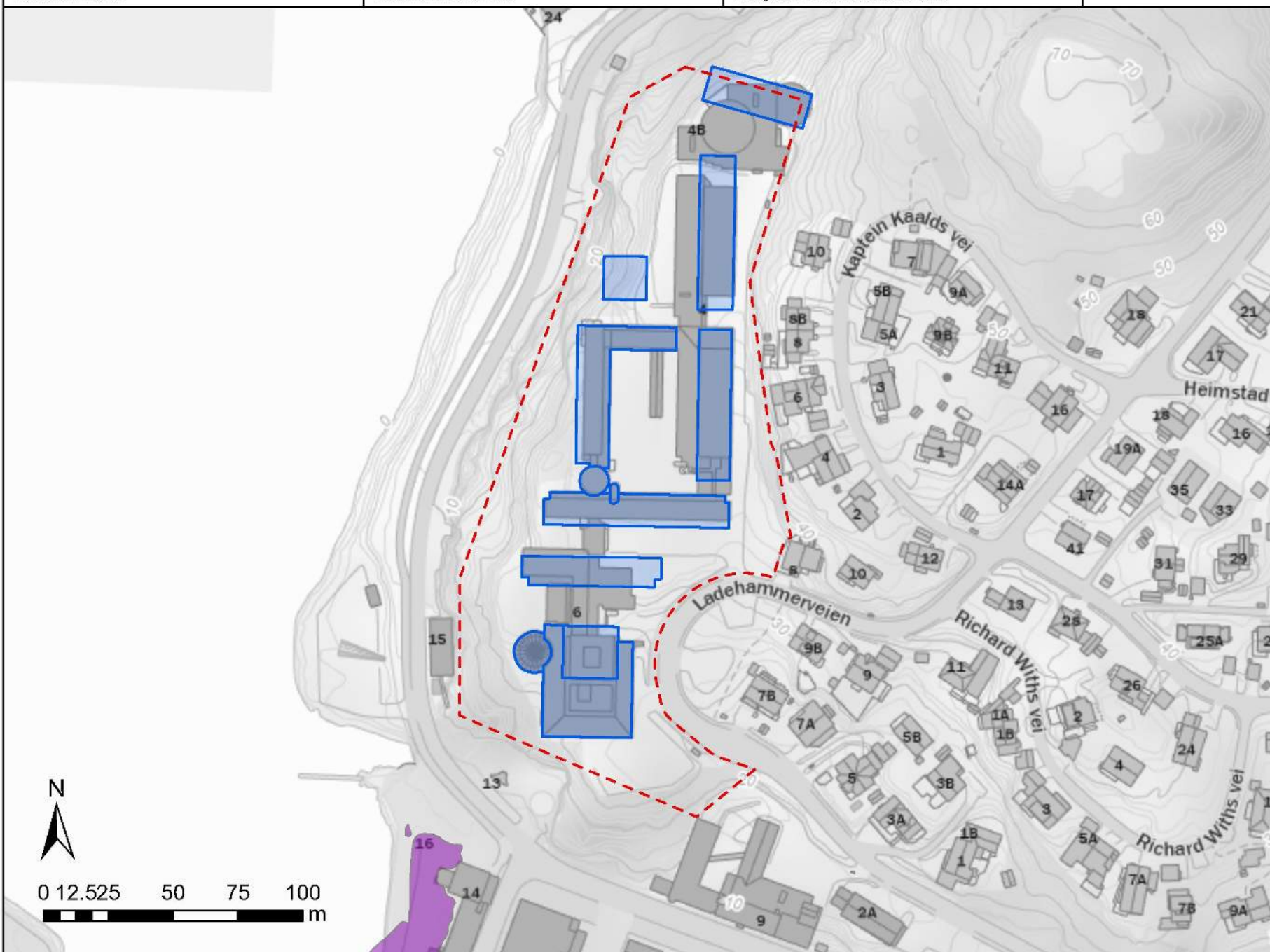
RAMBOLL

Rambøll Norge AS

Beregningsforutsetninger:

Situasjon: Planalternativet
Prognoseår vegtrafikk: 2043
Komponent: Svevestøv (PM₁₀)
Midlingstid: Årsmiddel
Regelverk: Forurensningsforskriften kap. 7
Meteorologiår: 2023
Prognoseår utslippsfaktorer for vegtrafikk: 2020
Piggdekkandel: 30 %

Utarbeidet av: HAWE
Dato: 19.11.2024



- Planområde
- Nye bygninger
- < 20
- > 20

Konsentrasjon (µg/m³)

Ladehammeren, planalternativet (prognoseår: 2043)

Svevestøv ($PM_{2,5}$) årsmiddel; forurensningsforskriften kap. 7

Ladehammeren

Ladehammeren AS

Prosjektnr.: 1350053554-013

RAMBOLL

Rambøll Norge AS

Beregningsforutsetninger:

Situasjon: Planalternativet
Prognoseår vegtrafikk: 2043
Komponent: Svevestøv ($PM_{2,5}$)
Midlingstid: Årsmiddel
Regelverk: Forurensningsforskriften kap. 7
Meteorologiår: 2023
Prognoseår utslippsfaktorer for vegtrafikk: 2020
Piggdekkandel: 30 %

Utarbeidet av: HAWE
Dato: 19.11.2024



- Planområde
- Nye bygninger
- < 10
- > 10

Konsentrasjon ($\mu g/m^3$)

Ladehammeren, planalternativet (prognoseår: 2043)

Støvparkler (TSP) maks. døgnmiddel; Air Contaminants Benchmarks (ACB) List, Air Quality in Europe

Ladehammeren

Ladehammeren AS

Prosjektnr.: 1350053554-013

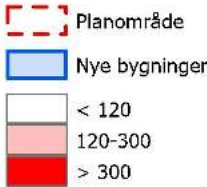


Rambøll Norge AS

Beregningsforutsetninger:

Situasjon: Planalternativet
Prognoseår vegtrafikk: 2043
Komponent: Støvparkler (TSP)
Midlingstid: Maks. døgnmiddel
Regelverk: ACB List, EEA
Meteorologiår: 2023
Prognoseår utslippsfaktorer for
vegtrafikk: 2020
Piggdekkandel: 30 %

Utarbeidet av: HAWE
Dato: 19.11.2024



Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ladehammeren, planalternativet (prognoseår: 2043)

Støvpartikler (TSP) årsmiddel; Air Contaminants Benchmarks (ACB) List, Air Quality in Europe (EEA)

Ladehammeren

Ladehammeren AS

Prosjektnr.: 1350053554-013

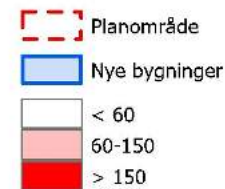
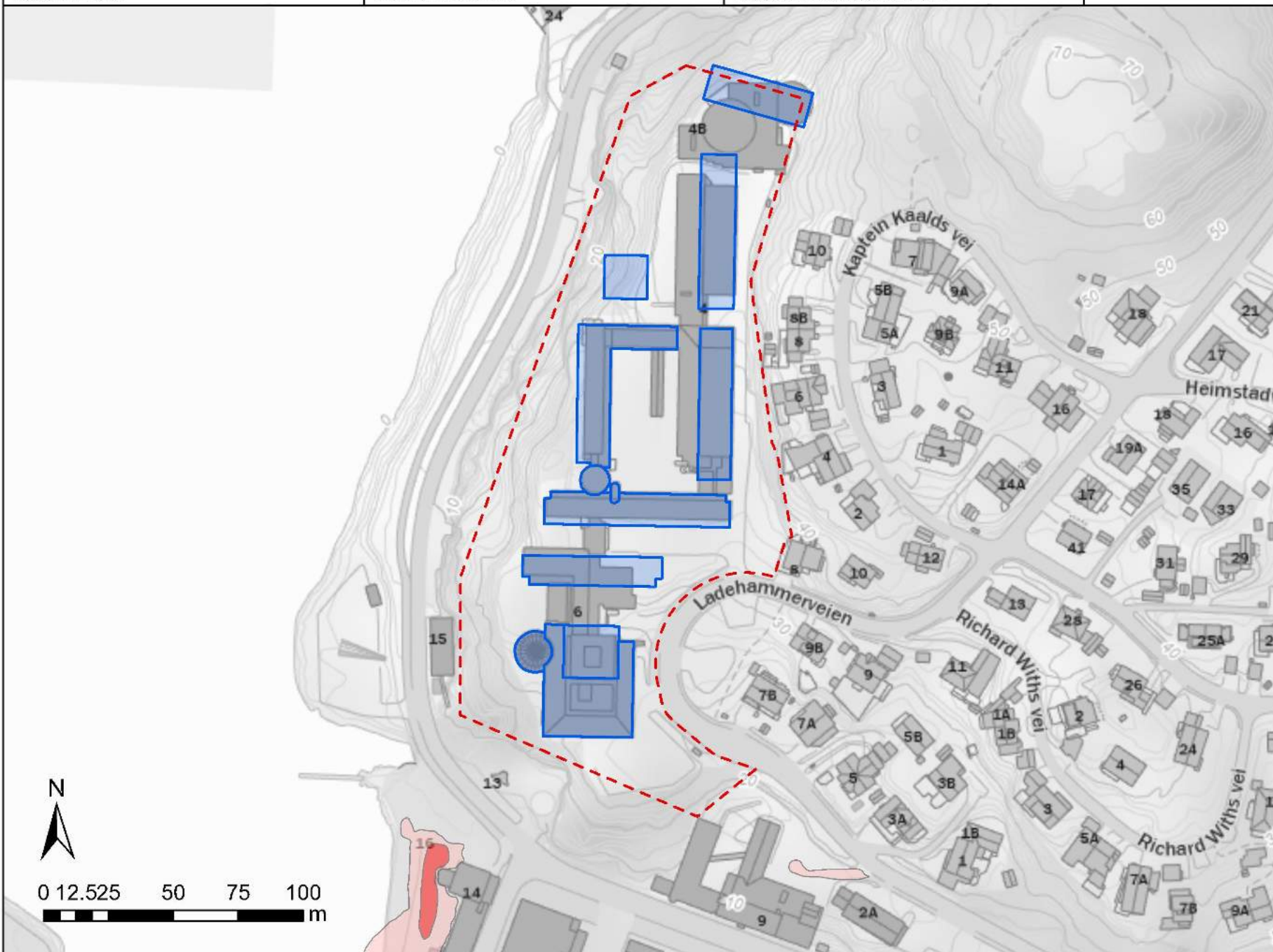
RAMBOLL

Rambøll Norge AS

Beregningsforutsetninger:

Situasjon: Planalternativet
Prognoseår vegtrafikk: 2043
Komponent: Støvpartikler (TSP)
Midlingstid: Årsmiddel
Regelverk: ACB List, EEA
Meteorologiår: 2023
Prognoseår utslippsfaktorer for
vegtrafikk: 2020
Piggdekkandel: 30 %

Utarbeidet av: HAWE
Dato: 19.11.2024



Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ladehammeren, planalternativet (prognoseår: 2043)

Nitrogendioksid (NO₂) årsmiddel; Retningslinje T-1520, forurensningsforskriften kap. 7

Ladehammeren

Ladehammeren AS

Prosjektnr.: 1350053554-013

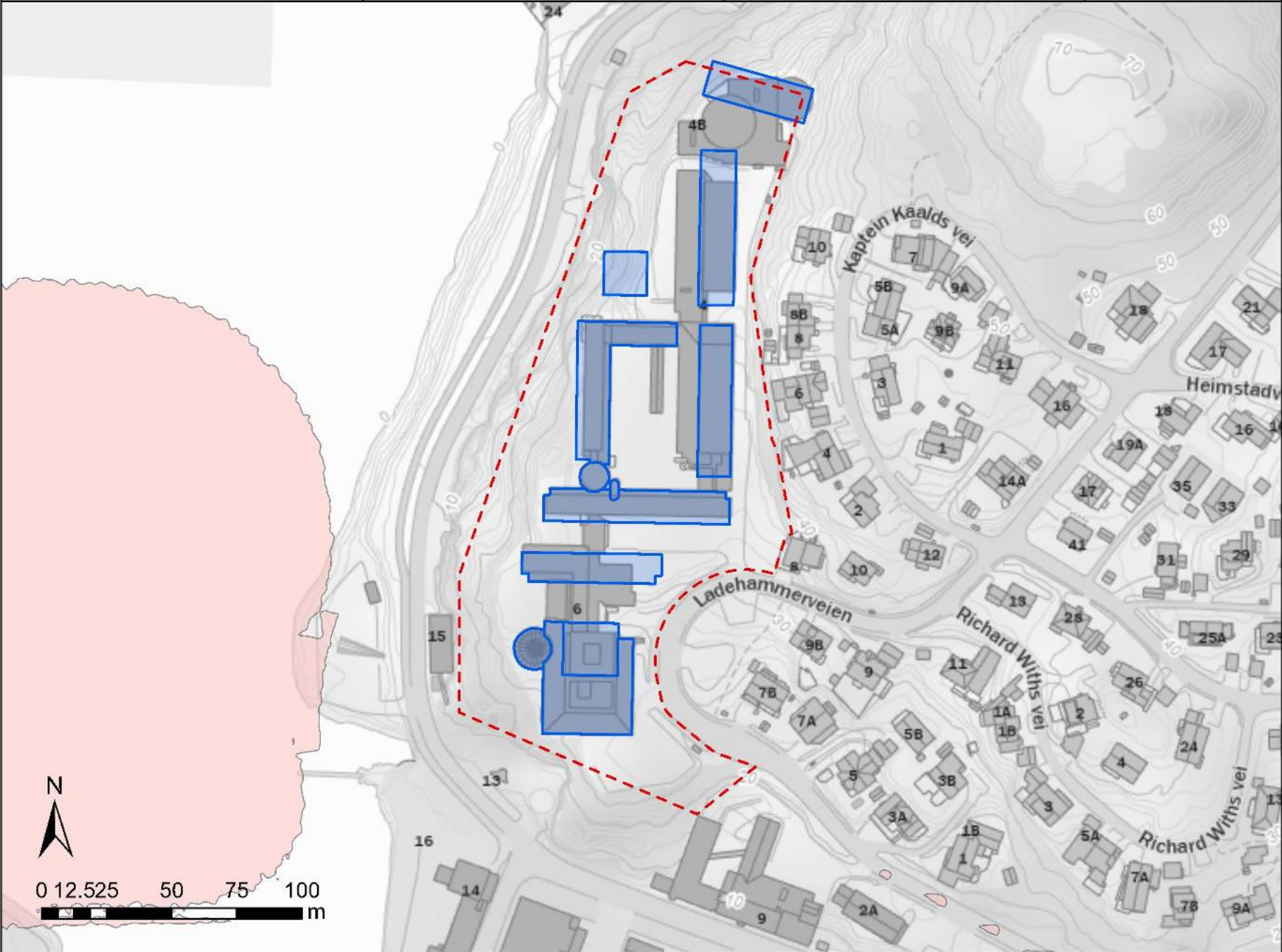
RAMBOLL

Rambøll Norge AS

Beregningsforutsetninger:

Situasjon: Planalternativet
Prognoseår vegtrafikk: 2043
Komponent: Nitrogendioksid (NO₂)
Midlingstid: Årsmiddel
Regelverk: Retningslinje T-1520, forurensningsforskriften kap. 7
Meteorologiår: 2023
Prognoseår utslippsfaktorer for vegtrafikk: 2020
NO_x-kjem: Formel i GRAL

Utarbeidet av: HAWE
Dato: 20.11.2024



- Planområde
- Nye bygninger
- < 20
- > 20

Konsentrasjon (µg/m³)

Ladehammeren, planalternativet (prognoseår: 2043)

Nitrogendioksid (NO₂) vintermiddel (nov.-apr.); Retningslinje T-1520

Ladehammeren

Ladehammeren AS

Prosjektnr.: 1350053554-013

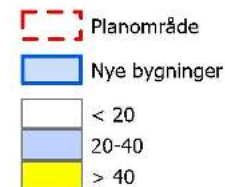
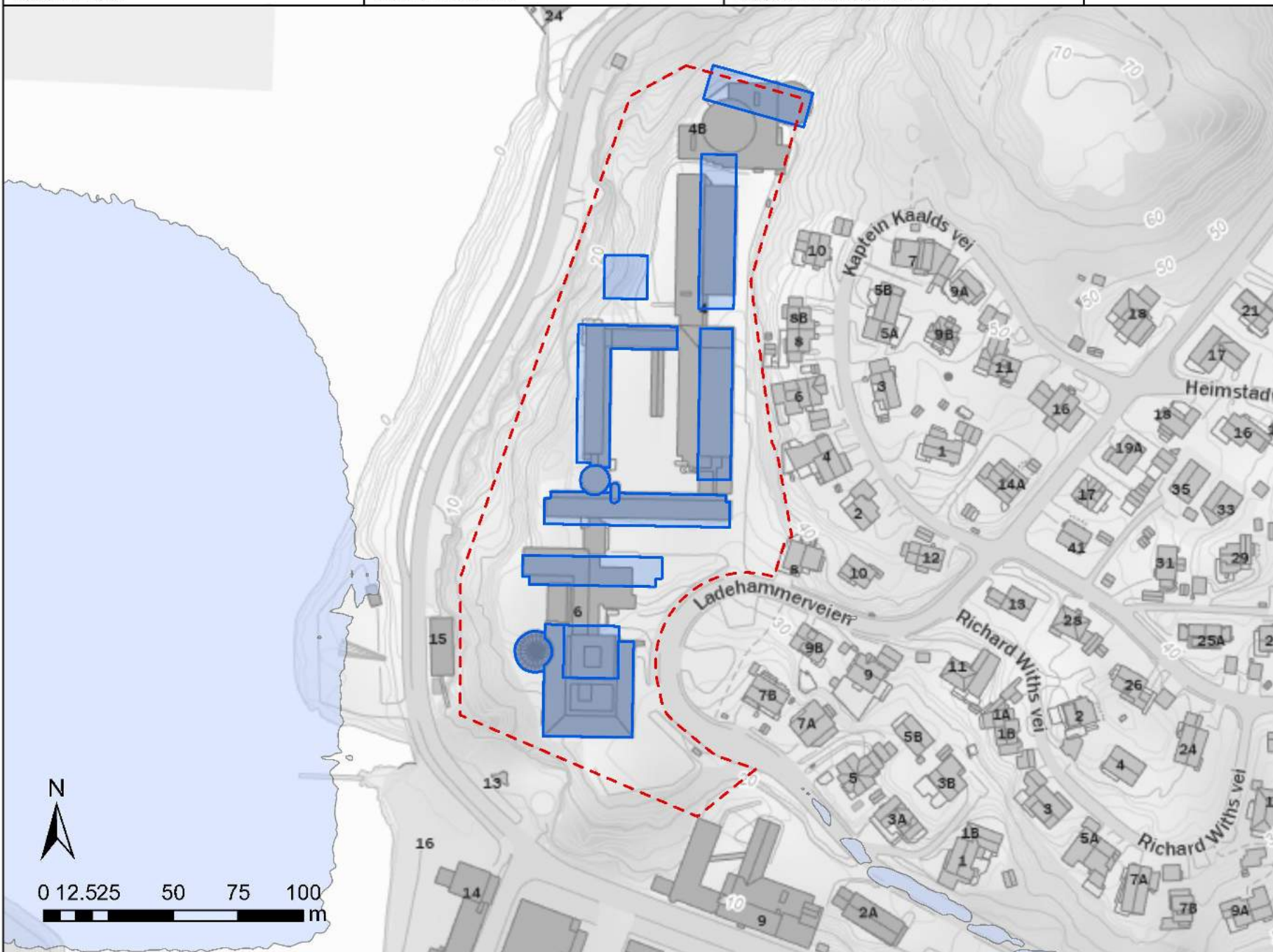
RAMBOLL

Rambøll Norge AS

Beregningsforutsetninger:

Situasjon: Planalternativet
Prognoseår vegtrafikk: 2043
Komponent: Nitrogendioksid (NO₂)
Midlingstid: Vinter (nov.-apr.)
Regelverk: Retningslinje T-1520
Meteorologiår: 2023
Prognoseår utslippsfaktorer for
vegtrafikk: 2020
NO_x-kjem: Formel i GRAL

Utarbeidet av: HAWE
Dato: 20.11.2024



Konsentrasjon (µg/m³)