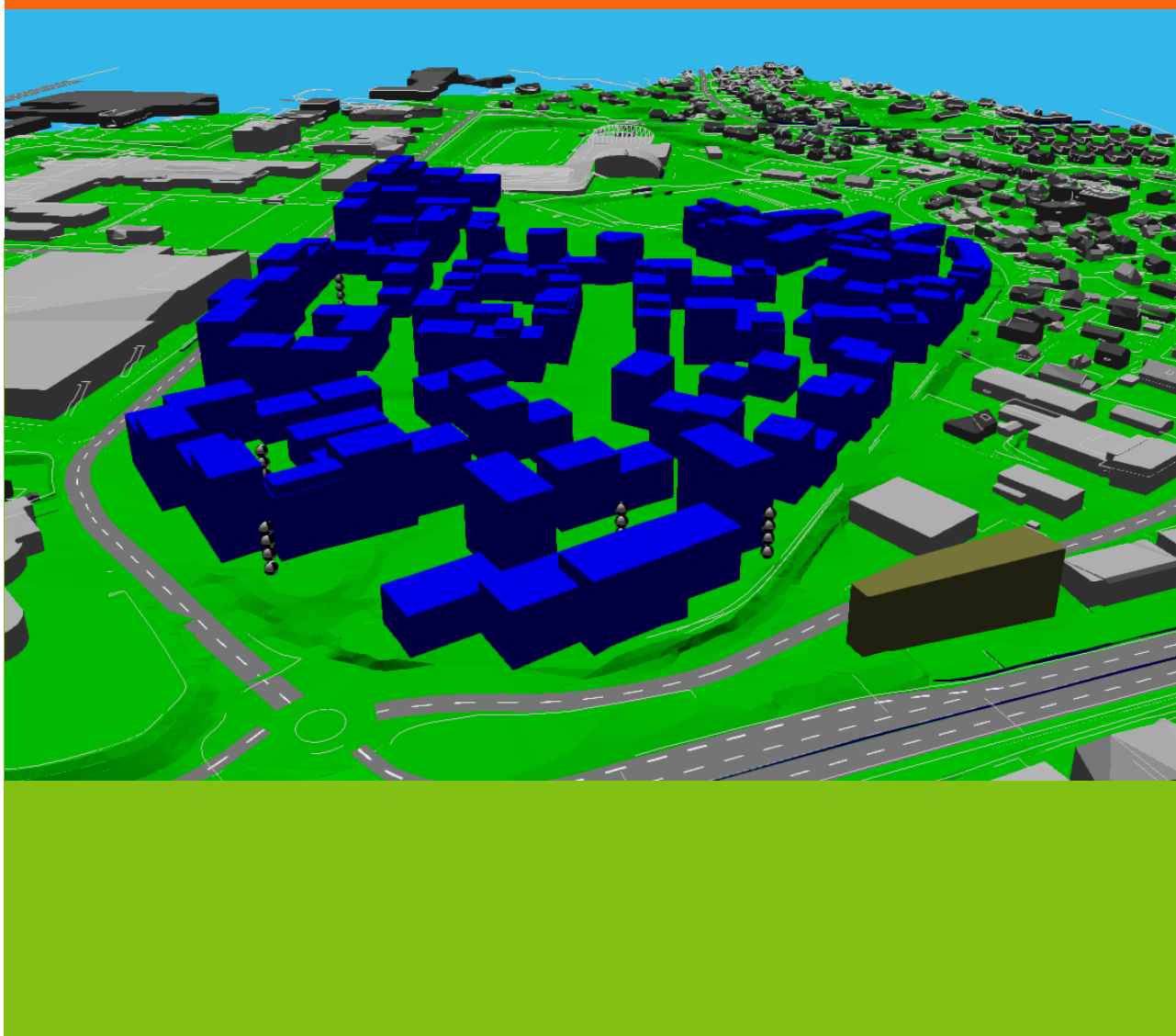


Luftkvalitet Tungaveien 1 Trondheim

Beregninger av lokal luftkvalitet og utarbeidelse av luftsonekart

16.08.2018



CIVITAS 

BREKKE  STRAND

Tittel

Luftkvalitet Tungaveien 1, Trondheim

Oppdragsgiver

Leangen Bolig AS

Oppdragsgivers kontaktperson

Line Snøfugl Storvik

Vårt prosjektnummer

18030

Skrevet av

Erik Berge og Magnus A. Johnsen

Kontrollert av

Nina Rieck

Fotos og illustrasjoner

Erik Berge og Magnus A. Johnsen

Dato

09.07.2018

Sist revidert

16.08.2018

© AS Civitas 2018

By-, miljø- og samfunnsplanlegging

www.civitas.no

Forord

Som en del av planarbeidet for utviklingen av Tungaveien 1, Leangen, Trondheim er det gjort en vurdering av lokal luftkvalitet. Oppdraget er utført av Civitas AS og Brekke & Strand Akustikk AS for Leangen Bolig AS. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Line Snøfugl Storvik.

Den rapporten er en revisjon av tidligere rapport om luftkvalitet for Tungaveien 1 datert 24.04.2018. I denne rapporten er gitt resultater og vurderinger for den siste versjonen av utviklingen av planområdet.

Innhold

Forord	3
Innhold	4
Sammendrag	5
1 Bakgrunn	6
1.1 Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging.....	6
1.2 Situasjonsbeskrivelse	7
1.3 Lokale vær- og spredningsforhold	8
2 Metode	10
2.1 Beregningsmodeller	10
2.2 Terreng, bygninger og vegetasjon.....	10
2.3 Utslippsdata og meteorologiske data	11
2.4 Bakgrunnskonsentrasjoner	12
2.5 Beregningen av 8. høyeste PM ₁₀ døgnverdi.....	12
3 Resultater fra beregningene	15
3.1 Luftsonekart.....	15
3.2 Konsentrasjoner i utvalgte punkter	20
3.3 Sammenligning med målinger i Trondheimsområdet.....	20
3.4 Usikkerheter i beregningene	22
4 Diskusjon av lokale avbøtende tiltak.....	23
5 Referanser.....	24
6 Vedlegg	25
6.1 Trafikktall og utslipp	25
6.2 Meteorologiske data.....	26

Sammendrag

Det er utarbeidet luftsonekart av svevestøv (PM_{10}) og NO_2 for planområdet Tungaveien 1, ved Leangen i Trondheim. Beregningene er utført med utslippsfaktorer for 2018, trafikk tall tilsvarende forventet trafikksituasjon i 2040 og meteorologi for årene 2016-2017.

Beregningene viser

- lavere konsentrasjoner enn gul og rød sone ihht T-1520 for NO_2 i hele planområdet.
- gul sone for svevestøv (PM_{10}) i hht T-1520 i boligområdene og uteområdene, rød sone inn mot næringsbyggene i felt B8. Beregningen viser også rød sone for PM_{10} nær inntil enkelte av boligene i feltene B8 og B9.

Det anbefales å

- Skjerme boligene nærmest Traverveien og Tungaveien i felt B8 og B9 ved hjelp av vegetasjon for å redusere PM_{10} noe i disse områdene.

Sammenligninger med observasjoner i Trondheimsområdet viser at de beregnede årsmidlene av NO_2 og PM_{10} er realistiske. Men lokale forhold knyttet til blant annet utslipp og meteorologi vanskeliggjør en direkte sammenligning med observasjoner fra andre steder.

Det vil være usikkerheter i beregningene knyttet til utslippsdata, meteorologiske data og beregningsmodellen. Det er også usikkerheter knyttet til den framtidige utviklingen i utslippene gjennom endringer i trafikkmengder og teknologi.

1 Bakgrunn

1.1 Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging.

Miljøverndepartementet vedtok i april 2012 en ny retningslinje (T-1520) for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (se Tabell 1-1).

Tabell 1-1. Anbefalte grenser for luftforurensning og kriterier for soneinndeling ved planlegging av virksomhet eller bebyggelse. Alle tall i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogram/ m^3) luft. Hentet fra «Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520)».

Komponent	Luftforurensningszone ¹	
	Gul sone	Rød sone
Svevestøv - PM ₁₀	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 7 døgn per år	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 7 døgn per år
Nitrogen dioksid - NO ₂	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vintermiddel ²	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ årsmiddel
Helserisiko		
	Personer med alvorlige luftveis- og hjertekarsykdom har økt risiko for forverring av sykdom. Friske personer vil sannsynligvis ikke ha helseeffekter	Personer med luftveis- hjertekarsykdommer har økt risiko for helseeffekter. Blant disse er barn med luftveislidelser og eldre med luftveis- og hjertekarsykdommer mest sårbare.

¹Bakgrunnskonsentrasjoner er inkludert i sonegrensene,

²Vintermiddel defineres som perioden fra 1 nov. – 30 april.

Anbefalingene i retningslinjen skal legges til grunn av kommuner, regionale myndigheter og berørte statlige etater ved planlegging og behandling av overordnede planer og enkeltsaker etter plan- og bygningsloven. De anbefalte grensene er vist i Tabell 1-1. Gul sone ansees som en vurderingszone, mens i rød sone bør bebyggelse med et følsomt bruksformål for luftforurensning unngås. Med følsomt bruksformål menes helseinstitusjoner, barnehager, skoler, boliger, lekeplasser og utendørs idrettsanlegg, samt grønnstruktur.

1.2 Situasjonsbeskrivelse

I Figur 1-1 har vi vist en oversikt over planområdet og veisystemene rundt planområdet. De mest trafikkerte veiene i dagens situasjon er E6 med en ÅDT på ca. 35000, Innherredsveien ca. 24.000 og Håkon VII's gate ca. 13.000. I beregningene av luftkvalitet er trafikktallene framskrevet til år 2040 etter henstilling fra Trondheim kommune. En fullstendig oversikt over trafikktall anvendt i beregningene er gitt i kapittel 6.1.



Figur 1-1. Kart som viser planområdet og de viktigste veiene i nærheten av planområdet.

Innherredsveien er den av veiene med mye trafikk som ligger nærmest planområdet, dvs. i 60-70 m avstand fra den nordøstlige delen av planområdet. Håkon VII's gate ligger ca. 100 m fra den nordøstlige delen av planområdet, mens E6 er ca. 400 m mot sørøst.

Det er forholdsvis flatt i og nær inntil planområdet. Terrenghøyden avtar nordover mot fjorden, mens de øker noe i retningene sør og øst. E6 øst

for planområdet ligger 10 – 20 m høyere enn planområdet, mens Innherredsveien ligger 0-5 m lavere. Mot nordøst ligger Håkon VIIIs gate 0-10 m høyere enn planområdet.

Beregninger med detaljerte modeller som tar hensyn til terreng, bygninger og lokale meteorologiske forhold er nødvendig for å kunne gi en detaljert beskrivelse av variasjoner i luftkvaliteten i og nær inntil planområdet.

1.3 Lokale vær- og spredningsforhold

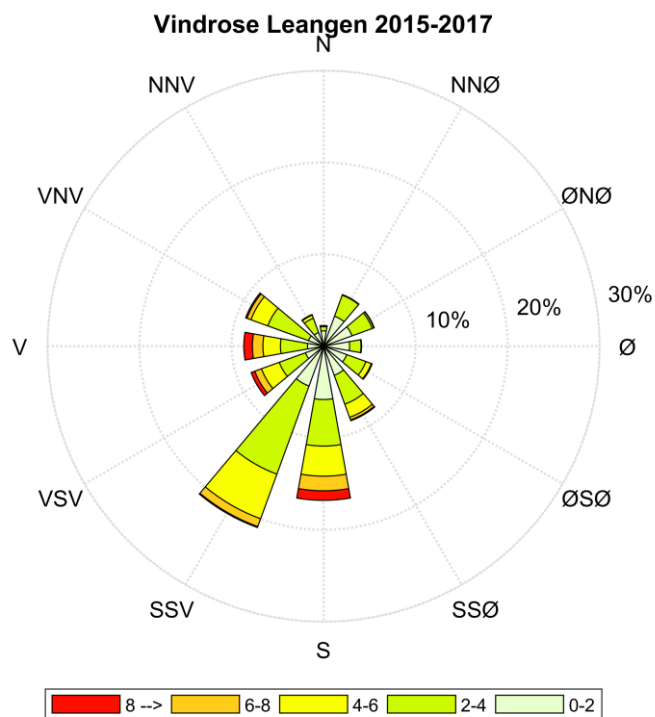
De meteorologiske forholdene bestemmer i stor grad spredningen av luftforurensninger. Vind og turbulens vil transportere forurensninger ut fra kildene. Til sterkere vind og til mer turbulens det er i luften til raskere vil forurensningen blandes og konsentrasjonene reduseres vekk fra kildene. I tilfeller med lite vind og stabil luft (lite turbulens) vil konsentrasjonene kunne bli høye. Dette inntreffer oftest vinterstid. Merk at kjemiske prosesser også påvirker spredningen og konsentrasjonsnivåene, særlig gjelder dette for NO₂. I perioder med støvdeponier langs veibanene vil vind og turbulens kunne bidra til å øke oppvirling av støvet og dermed gi høye støvverdier nær støvdeponiet.

Bakgrunns vindforhold ved Leangen er vist ved hjelp av vindrosen i Figur 1-2 (se kapittel 6.2 for en nærmere beskrivelse av de meteorologiske dataene). Dominerende vindretninger er fra sørsørvest (SSV) og sør (S). I tillegg er det en del vind fra de øvrige vindretningene med unntak av retningene NNV, N og Ø som forekommer forholdsvis sjelden. De meteorologiske dataene viser at de høyeste vindhastighetene forekommer med vind fra sørlig og vestlig kant. Lave vindhastigheter i kombinasjon med inversjonsforhold inntreffer også ofte med vind fra S (se Figur 6-1 i kapittel 6.2). Slike værforhold kan gi opphav til lokalt høye konsentrasjoner. Det er også en del inversjonstilfeller med lave vindhastigheter for retningene SSV, SSØ, ØSØ og Ø.

Ved vind fra S og SSØ vil det blåse fra E6 og inn mot planområdet. Vind fra SSV og VSV vil i større grad representere bybakgrunns-konsentrasjoner. Vind fra sektorene Ø til N og N til V vil særlig bidra med forurensning fra Innherredsveien og/eller Håkon VIIIs gate inn mot den nordøstlige delen av planområdet.

Bygninger vil påvirke luftens bevegelser og dermed også lokal spredning av luftforurensning. Når vinden strømmer inn mot en bygning vil retningen på luftstrømmen endres og vinden vil presses opp eller ned langs fasadene og rundt hjørnene på huset. Noe av luften som strømmer over taket, vil kunne trekkes ned på baksiden av bygningen. Bygninger

vil dermed påvirke hvordan konsentrasjonene fordeler seg både vertikalt og horisontalt.



Figur 1-2. Vindrose for Leangen i 10 m høyde over bakken. Hastighetsfordelingen (m/s) er gitt for hver vindretning i henhold til fargeskalaen. Data er hentet fra Meteorologisk Institutt sin modelldatabase.

2 Metode

2.1 Beregningsmodeller

De utførte beregningene er gjort med beregningsverktøyet CadnaA versjon 2017. CadnaA er godkjent av norske myndigheter for planlegging og tiltak (se <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Modeller/MODELLOVERSIKT.aspx> for nærmere informasjon). CadnaA anvender spredningsmodellen AUSTAL2000 versjon 2.6. Modellen har tysk opprinnelse og den er en implementering av metoden angitt av den tyske reguleringen TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft). AUSTAL2000 anvender programmet Taldia for beregning av vind- og turbulensfelt.

Beregningene tar hensyn til terreng/topografi, bygninger, skjermer og oppbremsing av vinden mot bakken og atmosfærisk stabilitet. I beregningene for Leangen har vi anvendt en horisontal oppløsning på 7 m mellom hvert beregningspunkt.

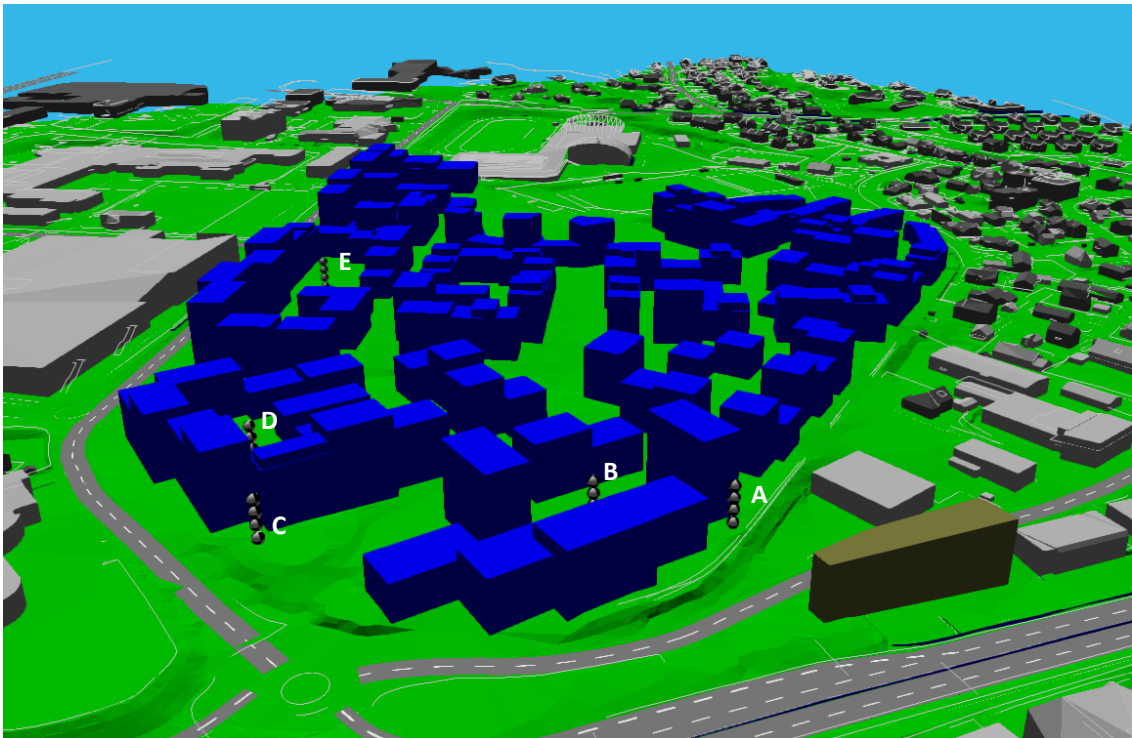
Beregning av NO₂- fra NO_x-konsentrasjoner følger Rombergmetoden (Romberg m.fl., 1996) med modifiserte parametere gitt av Bächlin og Böisinger (2008). Metoden gir en større andel av konvertering til NO₂ ved lave NO_x-konsentrasjoner enn ved høye NO_x-konsentrasjoner ettersom prosessen begrenses av tilgang til ozon.

Modellen tar hensyn til avsetning av svevestøv på terrenget, men ikke på bygg, skjermer etc.

2.2 Terreng, bygninger og vegetasjon

Terrenget i og rundt planområdet er beskrevet med 1 m høydekoter. Oppbremsingen mot bakken er beskrevet ved hjelp av ruhetslengden z_0 . Det er anvendt en ruhetslengde på 0.2 m i beregningene.

Figur 2-1 viser et utsnitt av beregningsmodellen, sett fra nord.



Figur 2-1. Utsnitt av modellen med bygninger og terreng sett fra nord. Vertikalprofilene A-E presentert i kapittel 3.2, er også markert.

2.3 Utslippsdata og meteorologiske data

Det er tatt hensyn til utslipp fra veitrafikken. Benyttede utslippsfaktorer er fra 2018, mens trafikkmengder representerer en framskrivning til år 2040. Det har vært et krav fra Trondheim kommune om å benytte estimer av trafikkmengdene for 2040 i kombinasjon med dagens utslippsfaktorer i dette prosjektet. Anvendte utslippstall fra veitrafikken er beskrevet i vedlegget i kapittel 6.1.

Det vil være noe utslipp fra vedfyring som vil bidra til svevestøvkonsentrasjonene særlig i kalde perioder vinterstid. Men i følge Trondheim kommune finnes det ikke estimer av disse utslippene og vi har derfor i samråd med kommunen v/Tore Nordstad antatt at utslippene fra vedfyring er en del av bakgrunnskonsentrasjonene.

Punktutslipp fra industrien vil også kunne bidra til mengden svevestøv og NO₂. Informasjon og industriutslipp i Trondheim er gitt fra miljødirektoratet på lenken

<http://www.norskeutslipp.no/no/Listesider/Virksomheter/>

Det nærmeste industriutslippet vi har funnet er Rockwool fabrikk som ligger ca. 500 m NNV for planområdet. I 2016 var utslippene av NO_x og partikulært støv på ca. 10 tonn for hver av disse komponentene. Det er ikke oppgitt hvor stor andel av støvet som var PM₁₀. Fra vindrosen i

Figur 1-2 ser vi at det sjelden blåser fra NNV inn mot planområdet. Hvis vi sammenligner med tidligere erfaringer fra beregninger av pipeutslipp av NO_x kan vi anta at bidraget i en avstand på 500 m vil være lite i forhold til bidraget fra veitrafikken. Det samme vil trolig også gjelde for PM₁₀, men her vil usikkerheten være større siden vi mangler informasjon om hvor stor andel av det partikulære utslippet som er PM₁₀. Vi har ikke tatt med industriutslipp i beregningene.

Meteorologiske data er hentet fra Meteorologisk Institutt's modellarkiv. Data er fra den operasjonelle værmodell som anvendes for Norge. Dataene er presentert i kapittel 6.2. I spredningsberegningene er det anvendt to hele år med meteorologi (2016 og 2017) i samsvar med krav fra Trondheim kommune.

Inngangsdataene i beregningene er timesvise utslipp per døgn fra veistrekningene i modellen og timesvise meteorologidata.

2.4 Bakgrunnskonsentrasjoner

Anbefalte bakgrunnskonsentrasjoner for Trondheimsområdet er beregnet av NILU og de er tilgjengelige fra <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Inngangsdata/Bakgrunnskonsentrasjoner.aspx>. Metoden er dokumentert i Schneider m.fl. (2011). Verdiene representerer middelkonsentrasjoner for ruter med en størrelse på 10km*10km. Bakgrunnsverdiene vil variere fra time til time og dag til dag og de vil påvirkes av meteorologiske forhold, utslipp og kjemiske prosesser i atmosfæren.

Årsmiddel av bakgrunnskonsentrasjonene fra Modluft gir verdiene 12.4 µg/m³ og 9.5 µg/m³ for henholdsvis NO₂ og PM₁₀ ved Leangen.

Tabell 2-1. Bakgrunnsverdier anvendt i beregningene.

Komponent	Bakgrunnsverdi
NO ₂	12.5 µg/m ³
PM ₁₀	9.5 µg/m ³

2.5 Beregningen av 8. høyeste PM₁₀ døgnverdi

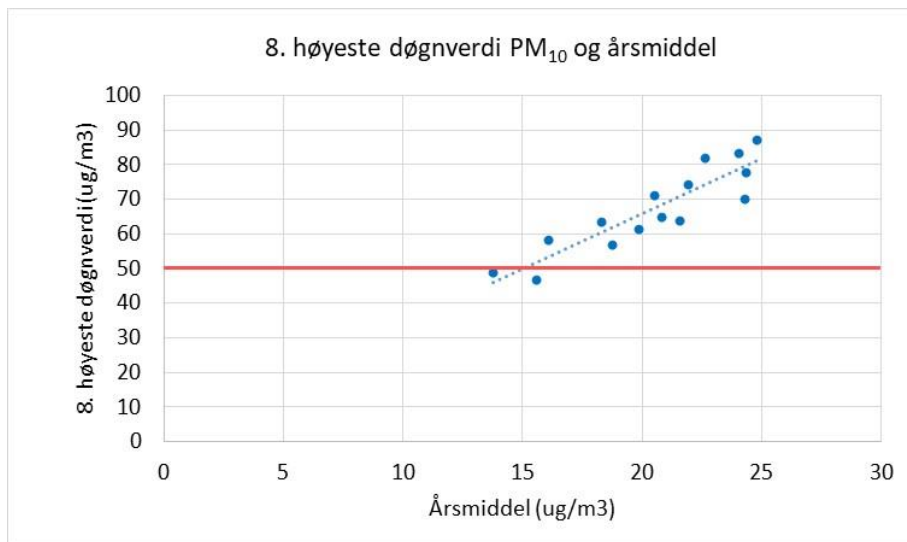
Erfaring med modellberegninger viser at de beregnede årsmiddelverdiene er mer nøyaktige enn beregnede times- og døgnverdier. Dette gjelder særlig for PM₁₀, der det er betydelig usikkerhet i modelleringene av oppvirvling av veistøv på tørre dager. Erfaringer fra tidligere arbeider

viser at mer nøyaktige verdier av 8. høyeste døgnverdi av PM₁₀ oppnås ved å kombinere årsmidler fra modell med informasjon fra målinger, i stedet for å anvende 8. høyeste verdi av PM₁₀ direkte fra modellen. I dette arbeidet har vi fått tilgang til målinger av 8. høyeste døgnverdi og årsmiddelverdier for målestasjonene i Trondheim. Vi har kun vurdert målinger fra tiden før systematisk veivedlikehold startet siden ingen planer kan forutsette renhold og støvdemping iflg Trondheim kommune. Stasjoner med årsmiddelverdier høyere enn 25 µg/m³ er utelatt i analysen siden konsentrasjonsnivåene i planområdet vil være en god del lavere enn dette. Det er kun brukt hele år med en datadekning på minimum 75 %. Stasjoner og tidsperioder som er benyttet er vist i Tabell 2-2.

Resultater fra denne analysen er gitt i Figur 2-2. Vi ser at det er forholdsvis god sammenheng mellom de to størrelsene. Men det vil være noe variasjon fra år til år og fra stasjon til stasjon, som gir opphav til usikkerhet også i denne metodikken. Den rette linjen i figuren gir PM₁₀ (8 høyeste) = 3.2*PM₁₀(årsmiddel) + 1.9 µg/m³. Dette vil gi rød sone i forhold til PM₁₀ kravet i T-1520 for et årsmiddel som er høyere enn ca. 15 µg/m³.

Tabell 2-2. Stasjoner anvendt for estimering av sammenhengen mellom årsmidler og 8. høyeste døgnmiddel av PM₁₀.

Stasjon	År
Teknostallen	2004-2006
Heimdalsmyra	2008-2012
Bakke	2009-2011
Torget	2007, 2009, 2011, 2012



Figur 2-2. 8. høyeste døgnerverdi som funksjon av årsmiddelverdi for PM₁₀. Stiplet linje $y=3,7x + 1,9$ er tilpasset datapunktene. Rød linje viser grenseverdien for rød sone ihht T-1520.

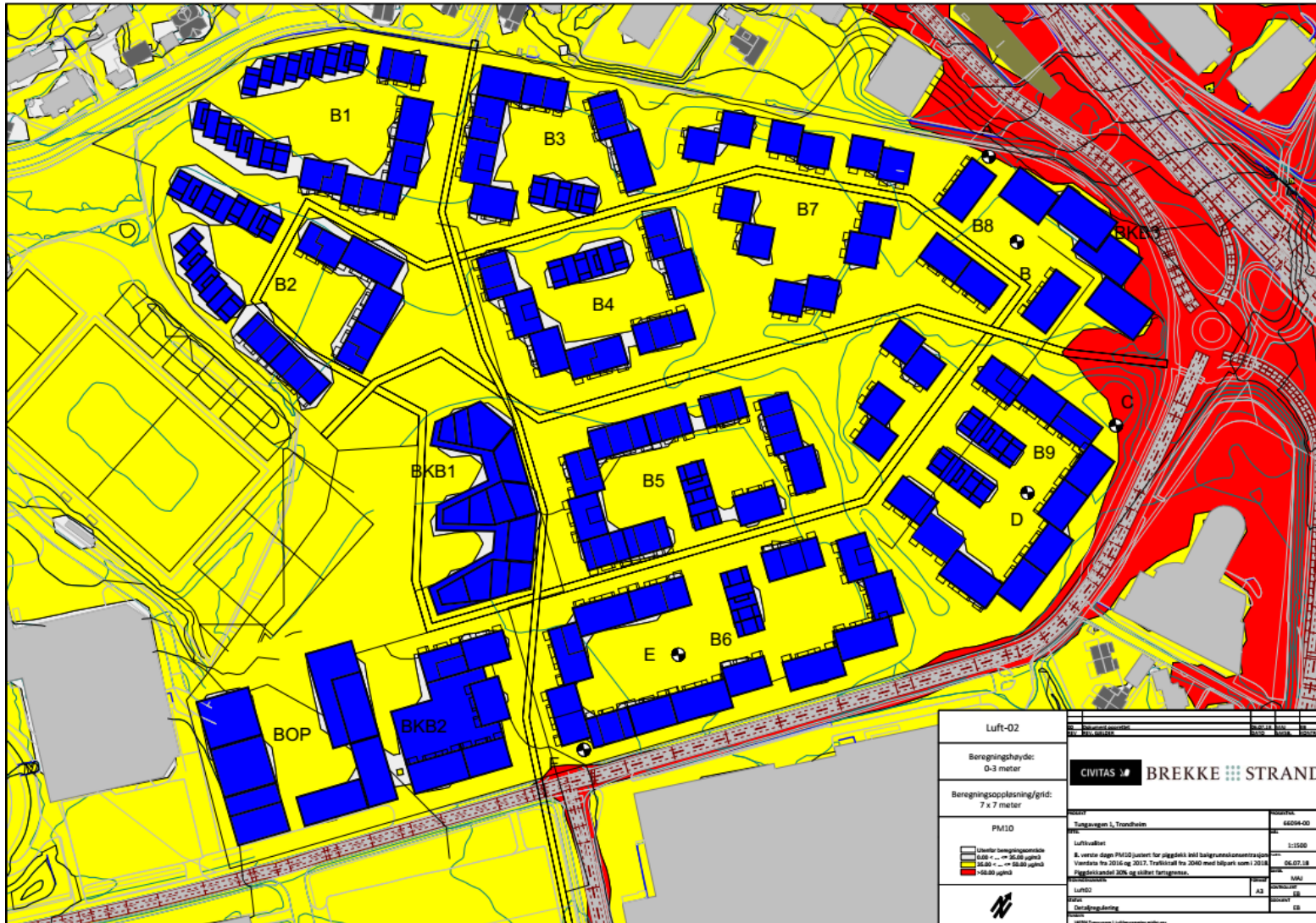
3 Resultater fra beregningene

I dette kapitlet gjennomgås beregninger av svevestøv (PM_{10}) og nitrogendioksid (NO_2). Resultatene er for en situasjon med et fullt utbygget planområde og trafikkmengder tilsvarende 2040, sammenlignet med grenseverdiene i planretningslinen T-1520.

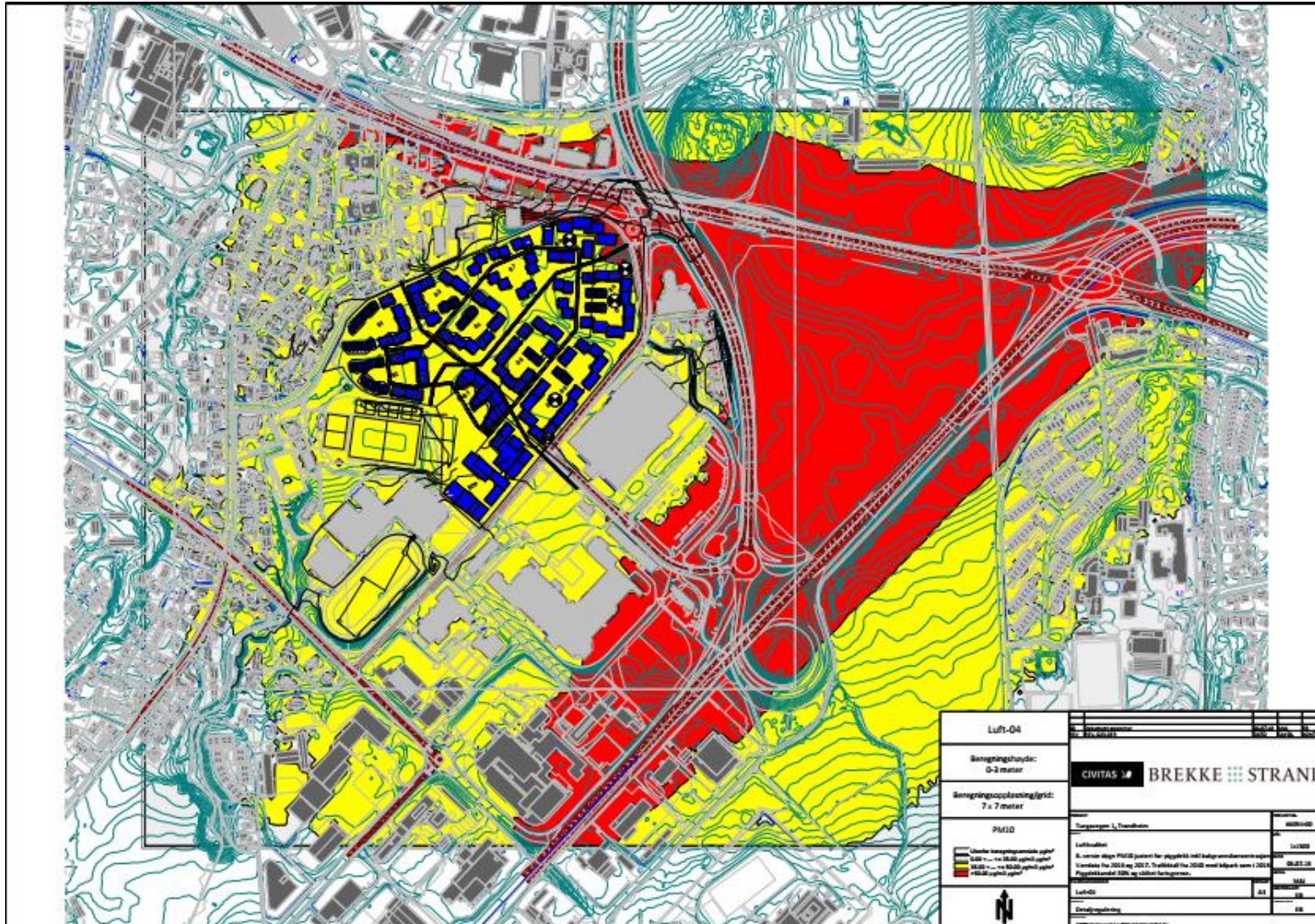
3.1 Luftsonekart

Luftforurensningssituasjon vurdert opp mot T-1520 er vist i Figur 3-1 og Figur 3-2 for svevestøv (PM_{10}), og i Figur 3-3 og Figur 3-4 for NO_2 . Bygningene tilhørende planområdet er vist i blå farge. For svevestøv viser beregningene rød sone inn mot fasadene på næringsvolumene i felt B8 og inn i planområdet mellom feltene B8 og B9 (se Figur 3-1). Rød sone strekker seg fra planområdet og nordover mot Travbanevegen og Innherredsveien og nordøstover mot Tungavegen og Håkon VIIIs gate (Figur 3-2). Resten av planområdet er i gul sone for PM_{10} ihht T-1520. Rød sone er estimert i en avstand på 50-100 m ut fra Innherredsveien og Håkon VIIIs gate. Enkelte steder langs vestsiden av E6 er denne sonen på ca. 200 m, men dette er et stykke øst for planområdet.

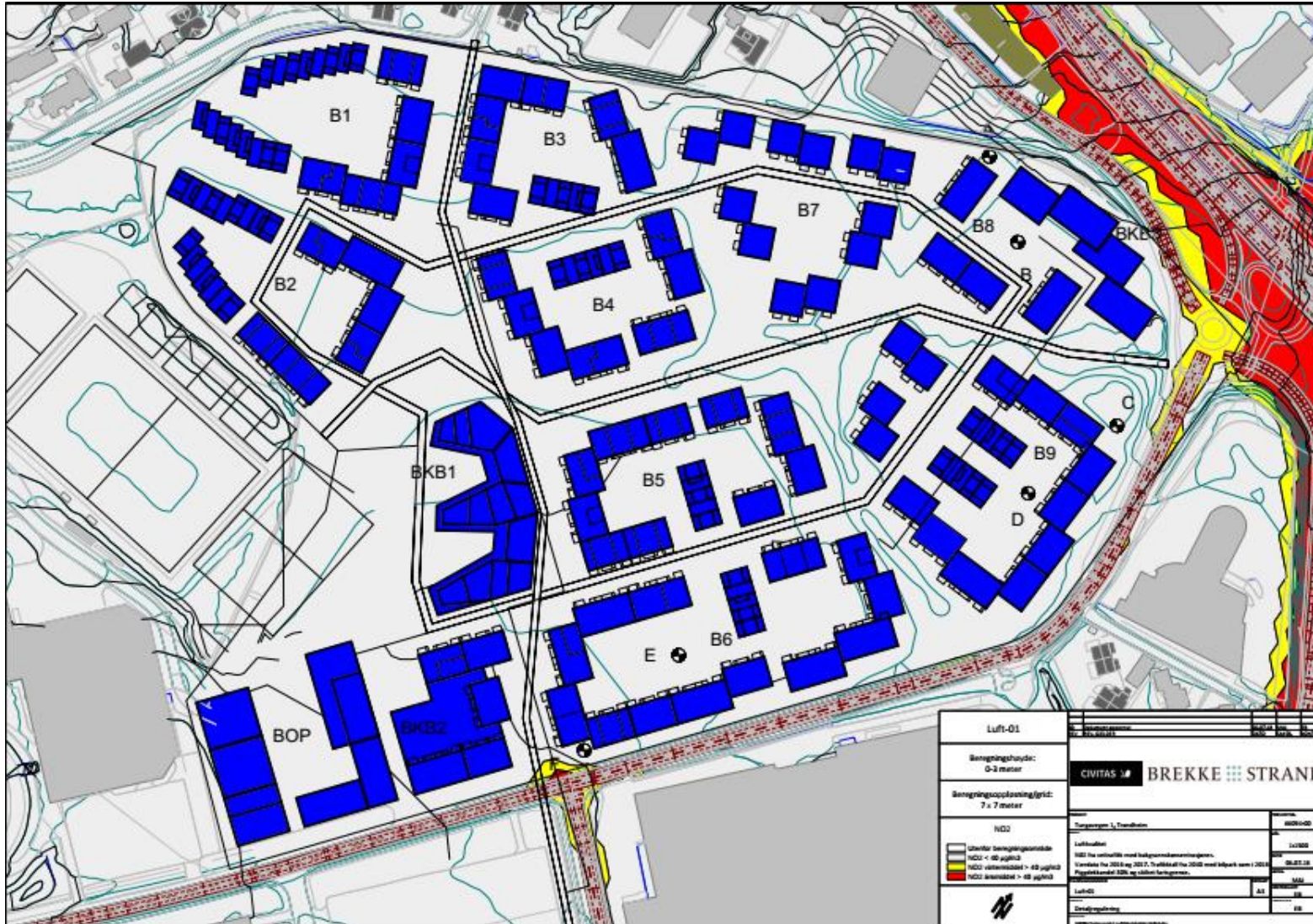
For NO_2 viser beregningene at det hverken er gul eller rød sone innenfor planområdet. Rød og gul sone strekker seg ca. 20 m ut fra Innherredsveien og Håkon VIIIs gate. Dette er 20-30 m fra fasadene i feltet B8 som vender ut mot Travbanen.



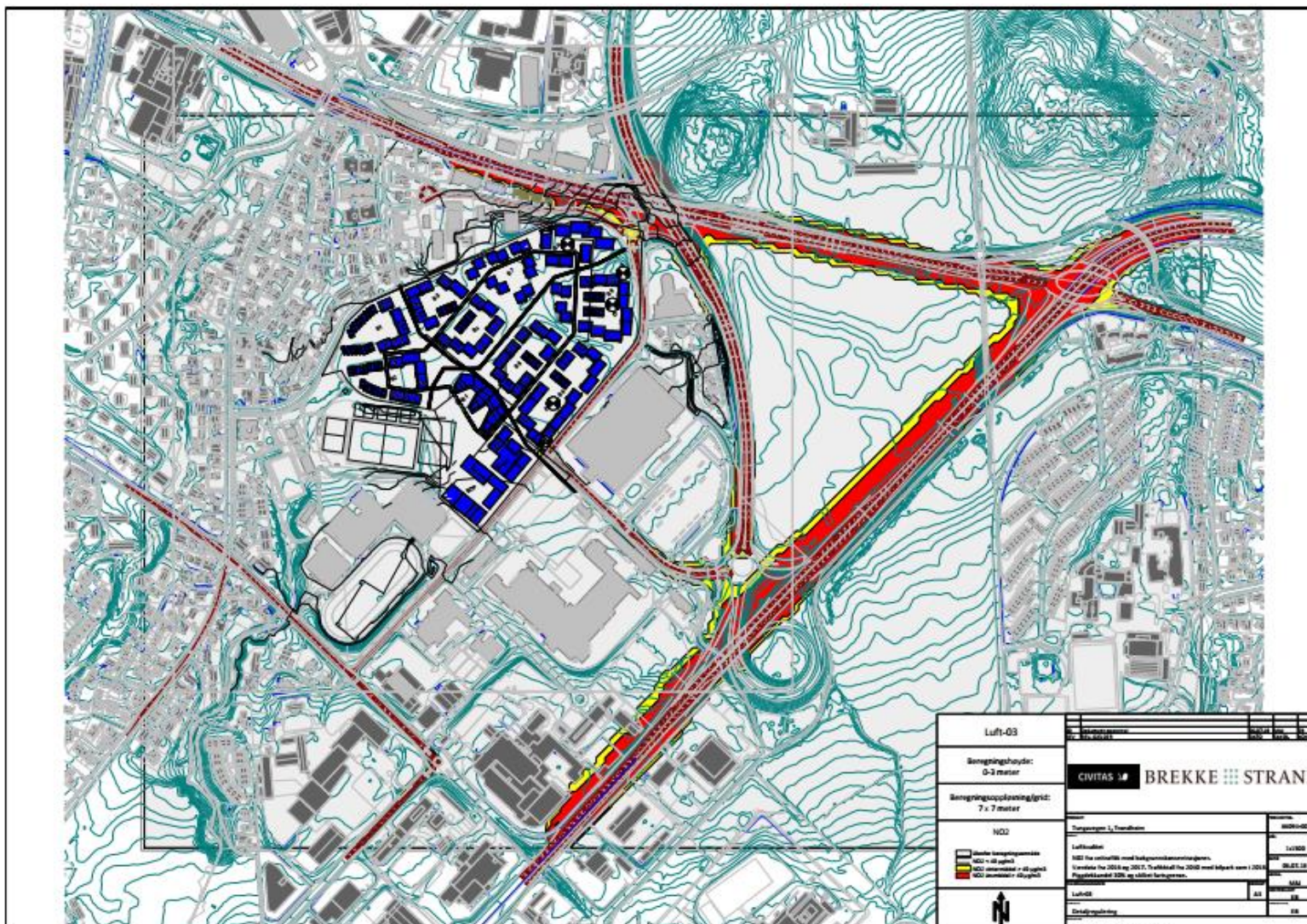
Figur 3-1. Rød og gul sone for PM₁₀ jamfør T-1520 1.5 m over bakken i 2040. Bygninger i planområdet er vist i blå farge.



Figur 3-2. Som Figur 3-1, men resultater vist for et større område.



Figur 3-3. Rød og gul sone for NO₂ jamfør T-1520 1.5 m over bakken i 2040. Rød sone er årsmiddel, gul er vintermiddel. Bygninger i planområdet er vist i blå farge.



Figur 3-4. Som Figur 3-3, men resultater vist for et større område.

3.2 Konsentrasjoner i utvalgte punkter

Konsentrasjoner er hentet ut fra modellberegningene og vist for punktene A-E i Tabell 3-1 i ulike høyder over bakken. Posisjonene til punktene er vist i Figur 2-1, Figur 3-1 og Figur 3-3.

For PM₁₀ er det gul sone i alle de utvalgte punktene nær bakken. Gul sone strekker seg også opp til 14 m. Men det er nær rød sone for PM₁₀ i 1,5 m i punkt A og i 1,5 m og 6 m i punkt C. For NO₂ er det hverken gul eller rød sone i noen av de utvalgte punktene. Årsmiddelverdiene avtar med høyden i punktene A og C som vender ut mot utslippskildene langs veiene. I gårdsrommene ved B, C og D er det liten variasjon i konsentrasjonene med høyden. Dette skyldes trolig at forurensningene i gårdsrommene i større grad stammer fra transport av luftforurensning over bygningene og ned i gårdsrommene, sammenlignet med områdene nærmere kildene der forurensningen i større grad stammer fra transport nær bakken.

Tabell 3-1. Resultater i enkeltpunkter.

Punkt	Høyde (m.o.t)	NO ₂ årsmiddel (µg/m ³)	NO ₂ vinter-middel (µg/m ³)	PM ₁₀ årsmiddel (µg/m ³)	PM ₁₀ 8. høyeste døgn (µg/m ³)
A	1,5	22,9	25,5	14,7	48,8
	6	21,2	24,2	13,9	46,3
	10	20,1	23,2	13,2	44,1
	14	19,0	22,2	12,6	42,1
B	1,5	19,5	22,8	12,6	42,0
	6	19,3	22,6	12,6	42,2
	10	19,3	22,5	12,7	42,2
	14	19,1	22,4	12,7	42,3
C	1,5	24,9	27,7	14,8	49,1
	6	23,7	26,7	14,8	49,2
	10	21,7	24,9	13,8	46,0
	14	19,9	23,1	12,9	43,1
D	1,5	18,6	22,2	12,0	40,0
	6	18,3	21,9	12,0	40,0
	10	18,2	21,8	12,0	40,0
	14	18,1	21,8	11,9	40,0
E	1,5	18,3	21,9	11,6	38,8
	6	18,2	21,8	11,7	39,2
	10	18,3	22,0	11,8	39,4
	14	18,2	21,8	11,8	39,5

3.3 Sammenligning med målinger i Trondheimsområdet

Vi har gjort en enkel sammenligning av beregningene med observasjoner i Trondheimsområdet. Det er kraftige gradienter i konsentrasjonene langs

veiene og dette gjør en direkte sammenligning med punktobservasjoner vanskelig. I tillegg varierer kildestyrkene og lokal meteorologi fra et sted til et annet. Sammenligningen er derfor ment å gi en indikasjon på hvor realistiske beregningene er. Merk også at beregningene er utført med trafikk tall for 2040 noe som betyr at noe høyere nivåer kan forventes sammenlignet med dagens situasjon.

Årsmidler fra stasjoner i Trondheimsområdet er gjort tilgjengelige fra Trondheim kommune og de er vist i Tabell 3-2. PM_{10} verdiene er fra før systematisk veirenhold startet, mens NO_2 verdiene er fra femårsperioden 2012-2016. Det er også gitt en kortfattet informasjon om stasjonstype og avstand til vei basert på informasjon i Hak (2015).

Tabell 3-2. Årsmidler av NO_2 og PM_{10} for målestasjoner i Trondheim. Tidsperiode for årsmidlene er gitt i parentes. Årsmidler mottatt fra Trondheim kommune.

Stasjon	Type stasjon	Avstand til vei	PM_{10} årsmiddel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_2 årsmiddel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Heimdalsmyra	Veinær	4-6 m	22 (2008-2012)	31.9 (2012-2016)
Elgesetergate	Veinær	4-8 m	30.2 (2003, 2004, 2007-2011)	35.2 (2012-2016)
Bakke kirke	Veinær	4-6 m	24.6 (2005, 2007-2011)	26 (2012-2016)
Torget (på hustak 15 m over bakken)	Bybakgrunn	Ca. 60 m	14.5 (2009-2012)	28.5 (2012)

Punktene A og B (som representerer de høyeste konsentrasjonene i planområdet) ligger i en avstand på ca. 60 m fra Innherredsveien og ca. 50 m fra Tungaveien. De beregnede årsmidlene er i intervallet 23-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for NO_2 og nær 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for PM_{10} i 1.5 m høyde over bakken. Disse tallene samsvarer forholdsvis godt med dataene for bybakgrunnsstasjonen Torget som ligger ca. 60 m fra nærmeste vei, særlig for PM_{10} . Men denne stasjonen ligger på et tak i 15 m høyde og kildefordelingen vil være forskjellig noe som gjør at dataene ikke er direkte sammenlignbare. For de andre tre stasjonene, som ligger nær inntil trafikkerte veier, er årsmidlene høyere enn i A og C noe som også må forventes. Et unntak er Bakke kirke der årsmiddel av NO_2 er nærmere de beregnede nivåene for punktene A og C.

Sammenligningen viser at beregningene er innenfor realistiske årsv verdier for NO_2 og PM_{10} ut fra det som er observert i Trondheimsområdet. En kvantitativ validering av beregningene i planområdet vil imidlertid kreve målinger i selve planområdet, helst i flere punkter slik at gradienter inn mot trafikkerte veier kan dokumenteres.

3.4 Usikkerheter i beregningene

Det vil være usikkerheter knyttet til beregningene av lokal luftkvalitet. Usikkerheter kan bidra til både over- og underestimeringer av konsentrasjonene. Noen viktige usikkerhetsfaktorer er:

Utslipp:

- Usikkerheter i utslippene pga usikkerheter i trafikk tallene og utslippsfaktorer for 2040 samt tidsvariasjoner i utslippene
- Spesiell usikkerhet er knyttet til utslipp av veistøv, og piggdekkslitasje.
- Usikkerhet knyttet til manglende utslippsdata for vedfyring

Meteorologi:

- Det er valgt to år med meteorologiske data, valg av flere år kan gi noe endrede årsmidler.
- Usikkerheter i vind- og temperaturfordelingene i de meteorologiske dataene.

Bakgrunnskonsentrasjoner:

- Bakgrunnskonsentrasjonene representerer langtidsmidler for 10 km * 10 km store ruter og det vil være usikkerheter pga lokale variasjoner knyttet til værforhold, utslipp osv.

Spredningsberegninger:

- Usikkerheter i beregninger av transport, avsetning og kjemisk transformasjon (NO_x til NO₂).

Beregning av 8. høyeste døgnverdi av PM₁₀:

- Usikkerheter knyttet til den valgte empiriske relasjonen mellom årsmidler og 8. høyeste døgnverdi av PM₁₀.

Grensene i luftsonekartene:

- Grensene for gul og rød sone i luftsonekartene vil, i kombinasjon med usikkerheter i beregningene, føre til usikkerheter i hvor store arealer som er dekket av gul og rød sone. Det bør derfor tas høyde for en viss usikkerhetsmargin i grensene for rød og gul luftsone ihht. T-1520.

4 Diskusjon av lokale avbøtende tiltak

Arealene lengst nord og nordøst i planområdet er mest utsatt for luftforurensning og beregningene viser rød sone for PM_{10} inn mot enkelte av fasadene. I rød sone bør bebyggelse med et følsomt bruksformål for luftforurensning unngås (se kapittel 1.1). Vi har derfor fokusert diskusjonen av avbøtende tiltak for denne delen av planområdet.

Bygningene i den nordlige delen av planområdet i felt B9, der rød sone for PM_{10} går inn mot fasadene, er næringsbygg. Disse bygningene virker noe skjermende mot luftforurensning og i gårdsrommet og for boligene møt øst og sør er det gul sone. For to av boligbyggene i felt B9 er avstanden til rød sone liten (5-10 m) og vi vil derfor anbefale skjerming, for eksempel i form av vegetasjon, noe som vil kunne samle opp en del av støvet. I feltet B8 ligger også boligene i gul sone, men for et av byggene lengst nordøst er avstanden til rød sone liten. Vi vil også her anbefale skjermende tiltak ved hjelp av vegetasjon. Vi ser også at det er rød sone for PM_{10} i et mindre område mellom B8 og B9, men dette området er ikke en del av utearealene i planen.

Vegetasjon og skjerming vil bidra til å lede forurenset luft vekk fra et utsatt område og dermed bidra til å redusere konsentrasjonene av NO_2 og PM_{10} . Effekten av skjermingen vil avhenge av høyden på skjermene, om de er permeable (slik som vegetasjon) eller helt tette. Merk at skjerming også vil kunne gi høyere konsentrasjoner i andre områder.

Vegetasjon og skjerming vil også til en viss grad samle opp partikler og støv og dermed bidra til å redusere PM_{10} verdier. Ved bruk av vegetasjon anbefales bartrær siden de er mer effektive enn løvtrær i vinterhalvåret.

Luftinntak til ventilasjonsanlegg bør legges så høyt som mulig og på motsatt side i forhold til lokale veier. Det er særlig NO_2 verdiene nær utslippskildene som avtar med høyden. PM_{10} verdiene avtar i mindre grad med høyden.

Godt renhold av lokale veier innenfor planområdet vil også kunne bidra til å redusere mengden PM_{10} .

5 Referanser

Bächlin W., R. Böisinger, 2008: Untersuchungen zu Stickstoffdioxid Konzentrationen, Los 1 Überprüfung der Rombergformel. – Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 60976-04-01, Stand: Dezember 2008. Gutachten im Auftrag von: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein–Westfalen, Recklinghausen.

Hak, C. 2015. Norges målenettverk for luftkvalitet. Gjennomgang av stasjonsplassering i forhold til krav fra EUs luftkvalitetsdirektiv. Rapport M-358 fra NILU.

Høiskar, B.A.K., Sundvor, I og Strand, A. 2014. Tiltaksutredning for luftkvalitet i Oslo og Bærum, 2015-2020. NILU OR 49/2014.

Mohan, M. and Siddiqui, T. A. (1998). Analysis of various schemes for the estimation of atmospheric stability classification. *Atmospheric Environment*, 32 (21): 3775-3781.

Romberg E., R. Böisinger, A. Lohmeyer, R. Ruhnke, R. Röth, 1996: NO-NO₂-Umwandlung für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. – Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 56, 215–218.

Schneider, P., Tønnesen, D. and Denby, B. Update of background concentrations over Norway. NILU Rapport OR 68/2011.

Wharton, S. & Lundquist, J. K. (2012). Assessing atmospheric stability and its impacts on rotor-disk wind characteristics at an onshore wind farm. *Wind Energy*, 15 (4): 525-546.

6 Vedlegg

6.1 Trafikktall og utslipp

Anvendte utslippsfaktorer for veitrafikk er fra HBEFA 3.3 (The Handbook of Emission Factors for Road Transport). HBEFA gir imidlertid ikke faktorer for veislitasje og oppvirvling av veistøv, vi har benyttet tall fra NILUs rapport *Tiltaksutredning for luftkvalitet i Oslo og Bærum 2015-2020* (Høiskar m.fl, 2014) for dette.

Anvendte HBEFA-faktorer gjelder for norske forhold, med 2018 kjøretøysammensetning. Det er benyttet faktorer for trafikkert byvei med hastighet 30 km/t og 50 km/t, trafikkert motorvei med fartsgrense 60 km/t og 80 km/t og kø-faktorer for tilsvarende veier.

Det er antatt en halv times kø mellom klokken 16-17, utover dette varierer ikke utslipp gjennom døgnet.

Retningslinje T-1520 sier at beregningene skal *baseres på dagens situasjon og aktivitetsnivå*, men etter henstilling fra Trondheim kommune er det benyttet trafikktall fremskrevet til 2040. Trafikktall er hentet fra Asplan Viaks trafikkanalyse datert 16.02.2018. Veitrafikktall benyttet i beregningene er vist i Tabell 6-1.

Tabell 6-1. Anvendte trafikktall.

Vei	ÅDT i 2040	Andel tunge kjøretøy	Hastighet
RV706	32000	10 %	80 km/t
E6 sør	56000	8 %	80 km/t
E6 midt	49000	9 %	80 km/t
E6 nord	48000	11 %	80 km/t
FV6688 Haakon VII's gate	19400	4 %	60 km/t
KV7705 Travbanevegen	2400	2 %	50 km/t
KV7645 Travbanevegen	700	2 %	30 km/t
Rv 706 HP76 14003-14167	3800	2 %	80 km/t
Fv 6668 HP70 43001-43183	1700	1 %	60 km/t
KV7705 Tungavegen HP2 M0-385	4800	3 %	50 km/t
KV7705 Tungavegen HP2 m385-847	5700	8 %	50 km/t
KV4235 Landbruksvegen m2-144	9300	3 %	50 km/t
KV4235 Landbruksvegen m144-353	12000	4 %	50 km/t
KV1198 Bromstadvegen Hp1 m728-	8300	8 %	50 km/t

910			
KV1198 Bromstadvegen Hp1 m470-728	12000	10 %	50 km/t
KV1198 Bromstadvegen HP1 m0-469	10000	4 %	30 km/t
KV1030 Brøsetvegen hp2 m4-401	3400	5 %	30 km/t
KV77033 Tungasletta	13000	11%	50 km/t

6.2 Meteorologiske data

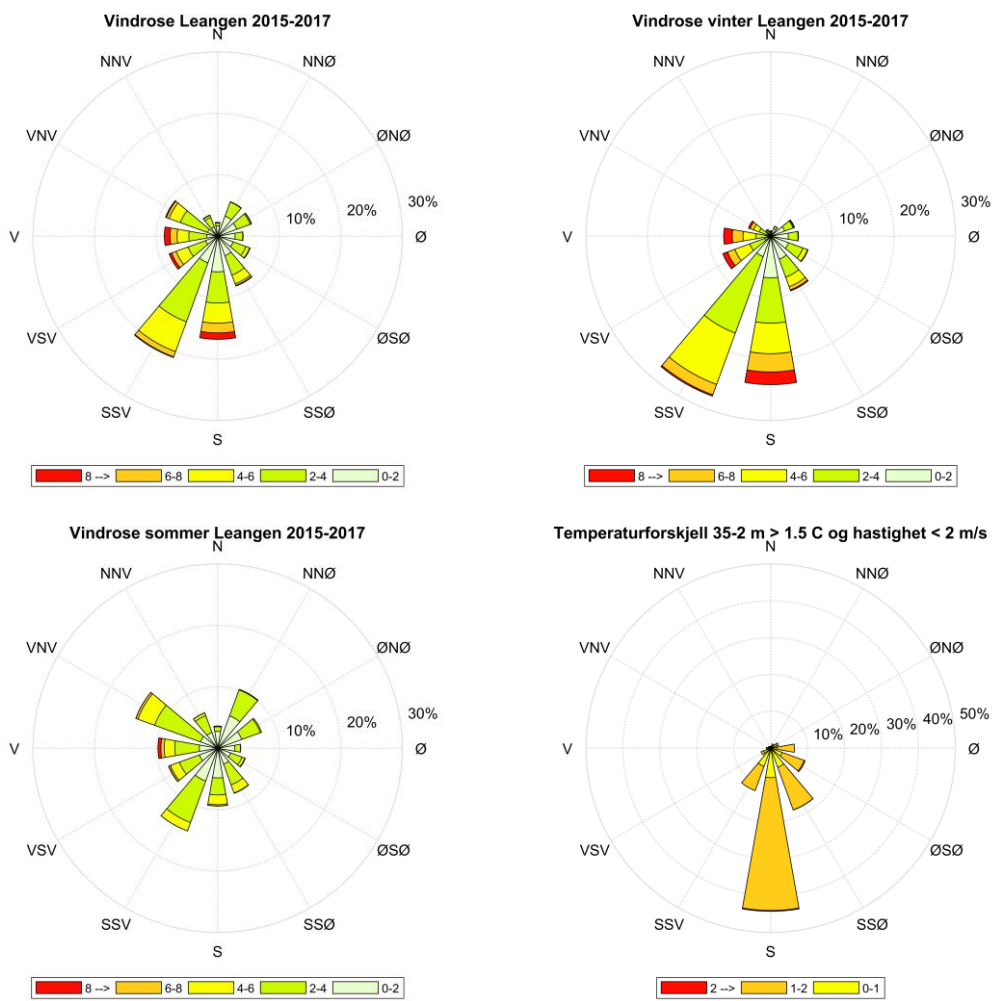
De meteorologiske dataene er hentet fra Meteorologisk Institutt sitt dataarkiv. Modellen har 2.5 km avstand mellom beregningspunktene. Meteorologiske data for Leangen er hentet ut for årene 2016-2017 og i et punkt som ligger nær planområdet.

Modelldataene inneholder informasjon om temperatur og vind i ulike høydenivåer nær bakken (ca. 10 m, 35 m, 65 m, 85m og 110 m). Denne informasjonen egner seg godt til å beregne inversjonsforhold og stabilitetsklassifisering som er viktige inngangsparametere til spredningsmodellene. Dataene er tilgjengelige som timesverdier og representerer midlere verdier over en modellrute (2.5 km* 2.5 km). Dataene beskriver det lokale bakgrunnsklimaet for spredningsberegningene. Detaljene i vind- og turbulensfeltene for planområdet og området i nærheten blir håndtert av spredningsmodellen.

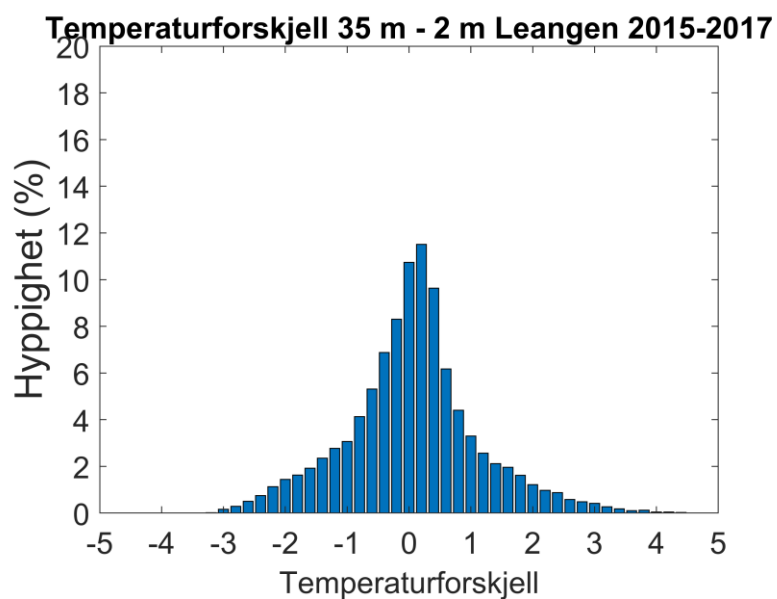
Spredningsmodellen anvender de meteorologiske parameterne vindhastighet, vindretning og atmosfærisk stabilitet. Stabiliteten er uttrykt ved hjelp av Klug-Manier's stabilitetsklassifisering (for en nærmere dokumentasjon se Austal2000, www.austal2000.com).

Det finnes ulike metoder for å utarbeide stabilitetsklassifiseringen. Her har vi valgt å utnytte Bulk-Richardson (RiB) tallet beregnet fra værdataene. Alternativt kan man utarbeide stabilitetsklassifiseringen ved hjelp av Monin-Obukhov lengden (MOL), men beregninger av stabilitetsklasser med bruk av RiB anses som mer robust enn bruk av MOL (se Mohan og Siddiqui, 1998, Wharton and Lundquist, 2012).

Vindroser og temperaturdifferanser (inversjonsforhold) fra det meteorologiske datasettet er vist i Figur 6-1 og Figur 6-2.



Figur 6-1. Vindroser for Leangen i 10 m høyde over bakken for hele året, vinterhalvåret, sommerhalvåret og tilfeller der det er moderat til kraftig inversjon (en temperaturstigning på mer enn 1.5 °C fra 2 m til 35 m) og lave vindhastigheter (under 2 m/s).



Figur 6-2. Fordelingen av temperaturforskjeller mellom 35 m og 2 m ($T(35m)-T(2m)$).

