



Tittel:			
Analyse av lokale vindforhold ved utbygging på Martineåsen			
Oppdragsgiver:		Klassifisering:	
Larvik kommune		Begrenset til kunde	
Pb 2020, 3255 Larvik		Utført av/ansvarlig:	
		Per-Arne Sundsbø	
Oppdragsgivers ref.:		Rapportnr.:	Revisjon:
Ingerid Heggelund (Ingerid.Heggelund@larvik.kommune.no)		135-16	0
		Status:	
		Foreløpig rapport	
Utgave:	Dato:	Antall sider:	
0	13.07.2017	20	
Beskrivelse:		Dato:	
Innledende vurdering av hogst- og utbyggingsmønster		13.07.2017	

1 SAMMENDRAG/KONKLUSJON

Denne foreløpige rapporten inneholder en innledende vurdering av hogst- og utbyggingsmønster på Martineåsen. Vurderingen er gjort med utgangspunkt i et forslag til hogst- og utbyggingsmønster fra Larvik kommune og er ment som grunnlag for utvikling av en områdeplan for den aktuelle bydelen.

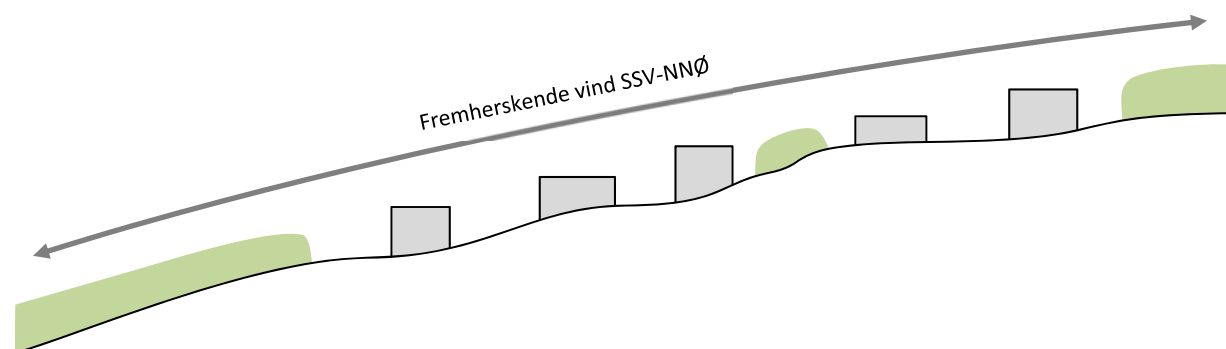
Det er utført en innledende vindanalyse i forhold til forslag til utbyggingsmønster på Martineåsen, ut fra de lokalt fremherskende vindretninger fra **NNØ** og **SSV**. Fjerning av skog vil øke vindhastighetene på bakkeplan betraktelig og store deler av de foreslåtte hogsflatene vil få en vindbelastning over det som er anbefalt for uteopphold. Det vil for begge de undersøkte vindretningen oppstå relativt store lokale vindhastigheter. Imidlertid er hensynet til vind fra **SSV** viktigst, fordi denne vindretningen er fremherskende vind over året.

Hogstflatene er i stor grad utformet med fremherskende vindretninger og åpner for innkommende vind.

Lavtliggende Kleivertjønn vil generelt være mer påvirket av vind fra **SSV** enn fra **NNØ** og lite påvirket av foreslåtte hogstflater.

Anbefalinger til utforming av hogst- og utbyggingsmønster

- Hogsflater, veger og bebyggelsesstruktur bør utformes for å skape en samlet skjermingseffekt fra en fordelaktig strukturell organisering av bygg i terrenget, med omliggende vegetasjon, se *Vindklimatisk tilpasning av bygningsgrupper i slutten av rapporten*.
- Hogstsoner og bebyggelsesstruktur bør orienteres med lengderetningen på tvers av fremherskende vind. For de fleste kupertene sonene betyr dette at veg og bygninger i stor grad vil ligge langs skråningen og ikke i skrånende terrenget. Dette skulle i utgangspunktet være mer gunstig med hensyn til planlegging av veg, vann og kloakk, samt for overvannsproblematikk, utsikt m.m.
- Det vil være behov for utjevning av terrenget og dermed er det mulighet for å fjerne enkelte utsatte forhøyninger.
- De mest vindeksponerte høydene kan fordelaktig forbli urørt.
- Økt vindskjerming kan også oppnås ved å bevare rekker av trær på tvers av fremherskende vind.
- Antatte fremherskende vindretninger og modellerte vindforhold bør kvalitets sjekkes med lokalkjente.



Figur 1. Prinsipp for organisering av utbyggelsesstruktur tilpasset terrenget og vegetasjon.

1	SAMMENDRAG/KONKLUSJON	1
2	INNLEDNING	4
3	VINDKLIMATISKE FORUTSETNINGER	5
3.1	Fremherskende vindforhold	5
3.2	Fremherskende vindretninger for det aktuelle utbyggingsområdet.....	7
4	ANVENDT METODE	8
4.1	Beregningsteknikk	8
4.2	Representasjon av arkitektur og terreng	8
4.3	3D modell av terreng, vegetasjon og arkitektur	9
4.4	Forslag til hogst- og utbyggingsmønster	11
5	VINDEFFEKTER RUNDT BYGNINGER OG STRUKTURER	12
6	VINDPÅVIRKNING - KOMFORT OG SIKKERHET.....	13
6.1	Mekanisk vindpåvirkning	13
6.2	Termisk vindpåvirkning	13
6.3	Komfortkriterier	14
6.4	Vind-sikkerhetskriterier	14
6.5	Relativ vindhastighet i uteoppholdssoner.....	15
6.6	Opptredende vindhastighet i uteoppholdssoner	15
7	VINDFORHOLD SOM FØLGE AV FORSLAG TIL HOGST/UTBYGGINGSMØNSTER.....	16
8	AVBØTENDE TILTAK – LOKAL VINDBELASTNING.....	19
8.1	Vindklimatisk tilpasning av bygningsgrupper	19
	REFERANSER	20

2 INNLEDNING

I forbindelse med områdeplan for en helt ny bydel på Martineåsen i Larvik, skal det utarbeides en vindanalyse for prosjektområdet (ref. forespørsel fra Larvik kommune e-post 21.04.2016). Analysen vil være en del av en større utredning for å tilrettelegge for klimatilpasset byutvikling i Larvik.

Utbygging vil medføre fjerning av skog. Vindanalysen skal kartlegge landskapet og vegetasjonens virkning på vind og sikre at det ikke oppstår uheldige vindforhold i de åpne sonene. Analysen skal inkludere bygningers effekt på vind, men på et overordnet plan der det angis fremherskende vindeffekter rundt bygningsgrupper og større bygg.

Oppdraget inkluderer bistand ved utforming av planforslag i samarbeid med prosjektgruppe.

Denne foreløpige rapporten inneholder en innledende vurdering av hogstflater og landskapets virkning på vinden, med forslag til utbyggingsmønster på Martineåsen.

Målsetting for vindklimatisk tilpasning i reguleringsarbeidet:

Sikre at nybygging ikke medfører uheldige vindeffekter rundt utbyggingsprosjektet og for omliggende bebyggelse med tilgrensende uteområder.

Oppdragsbeskrivelse

- Oppbygging av 3D simuleringsmodell med terreng, vegetasjon & bygningsvolumer ut fra digitale data fra oppdragsgiver. Vegetasjon modelleres ut fra høydeangivelse og type.
- Numeriske simuleringer av vindfelt rundt aktuelt planområde, ut fra fremherskende vindretninger. Resultatene fra simuleringene angir hovedtendenser i vindmønsteret.
- Analyse av resultatene fra de numeriske simuleringer i forhold til planlagt/tilsiktet disponering av bygninger og omkringliggende utearealer.
- Klargjøring av hvorvidt Kleivertjønn m omkringliggende myrområder, innvirker på lokalklimaet.
- Eventuelle forslag til løsninger/avbøtende tiltak og analyse for å dokumentere virkning av disse.
- Dokumentasjon i form av rapport med illustrasjoner og analyse (oversendes i pdf-format).

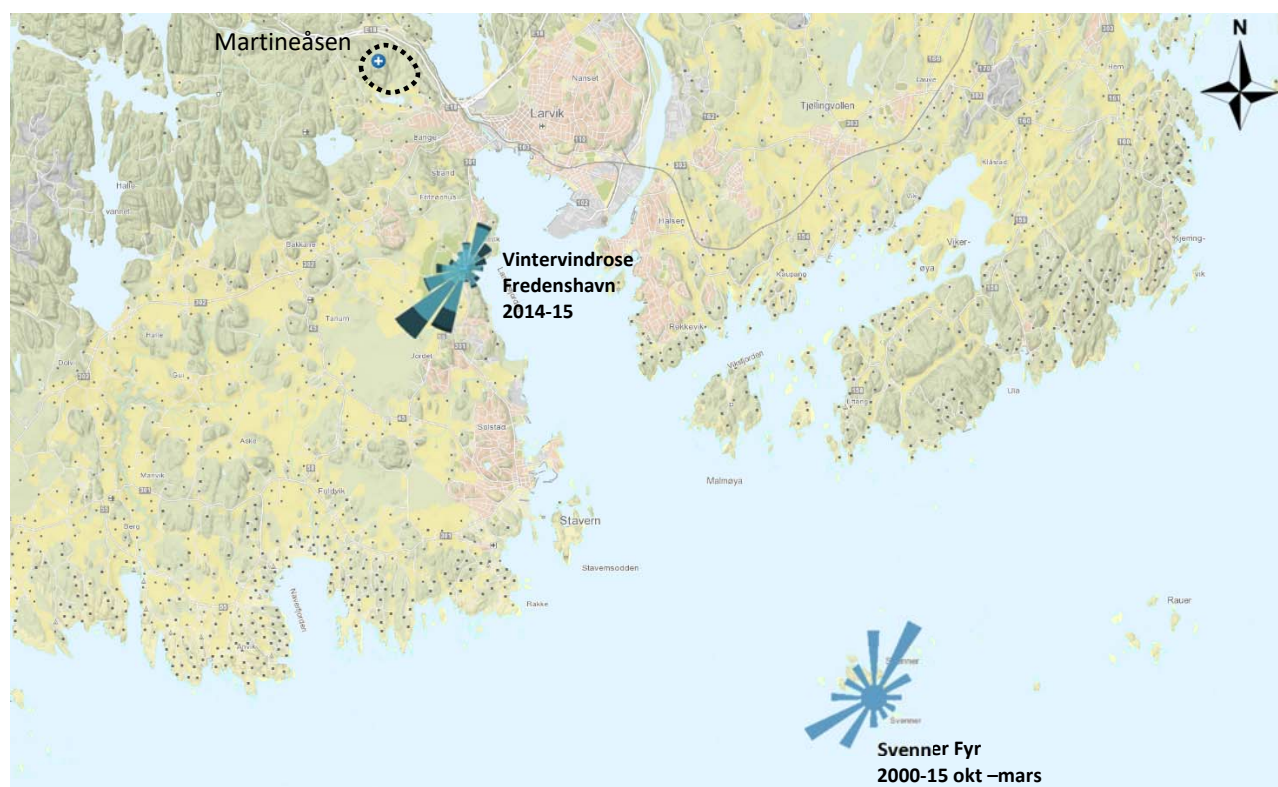
Vindanalysen dekker ikke effekter fra bygningsdetaljer, mindre strukturer, lav vegetasjon, variasjoner i terrengruhet, frost, fonndannelse fra snø. Høye vindhastigheter vil kunne oppstå fra andre retninger enn de som er angitt som fremherskende.

3 VINDKLIMATISKE FORUTSETNINGER

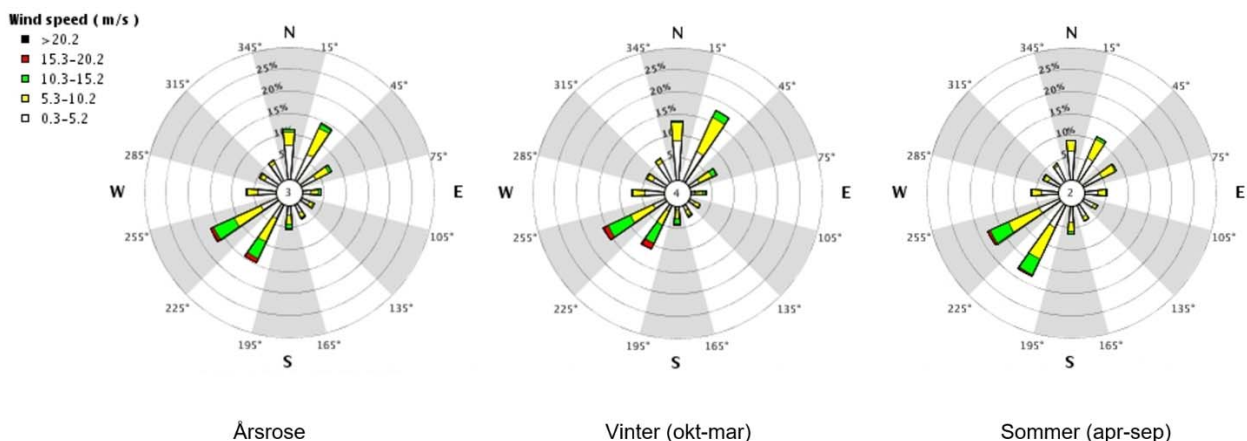
3.1 Fremherskende vindforhold

Nærmeste tilgjengelig værobservasjoner er utført ved værstasjon i Fredenshavn, like sør for Larvik og ved meteorologisk stasjon på Svenner Fyr (29950), se figuren under. Ved begge lokaliseringene kommer fremherskende vind fra sektorene **N-NØ** og **VSV-SSV**. Værstasjonen i Fredenshavn er i utgangspunktet mest representativ for det aktuelle utbyggingsområdet og her dreier fremherskende vind til å komme mer fra sektorene **NNØ-NØ** og **SV-SSV**.

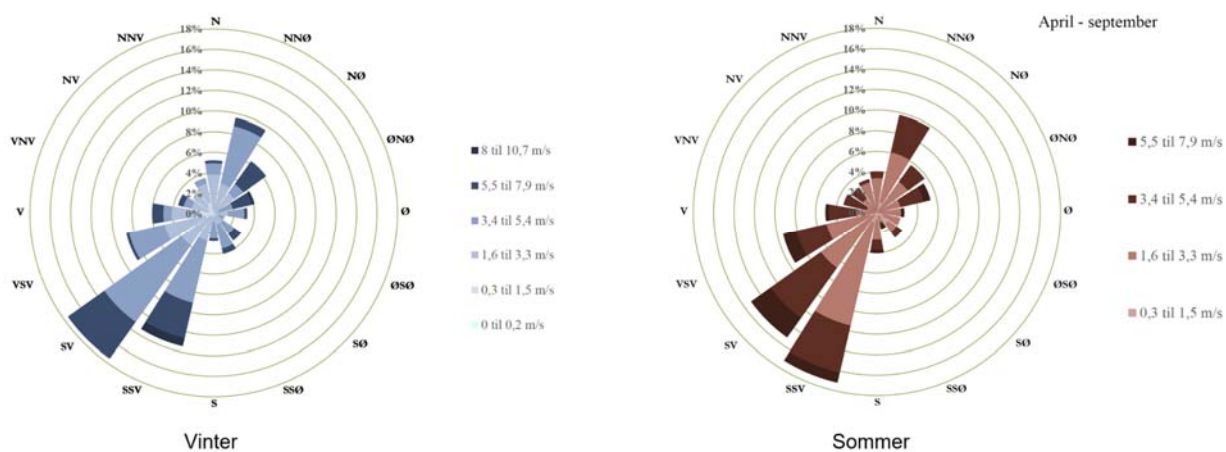
Vinden rundt Martineåsen er påvirket av lokale terrengformasjoner, der fremherskende vinder styres langs dalsidene og rundt høydedragene. Ved Fredenshavn opptrer det over året hyppigst vind fra en sektor rundt **SV-SSV**.



Figur 2. Lokalisering av det aktuelle utbyggingsfeltet i forhold til målestasjoner i Fredenshavn og Svenner Fyr, her markert med respektive vintervindroser (Kartkilde: Kartverket).



Figur 3. Vindroser fra meteorologisk stasjon på Svenner Fyr for perioden 2000-2015 (kilde DNMI).



Figur 4. Vindroser fra værstasjon i Fredenshavn for perioden 2014-2015 (kilde Larvik kommune).

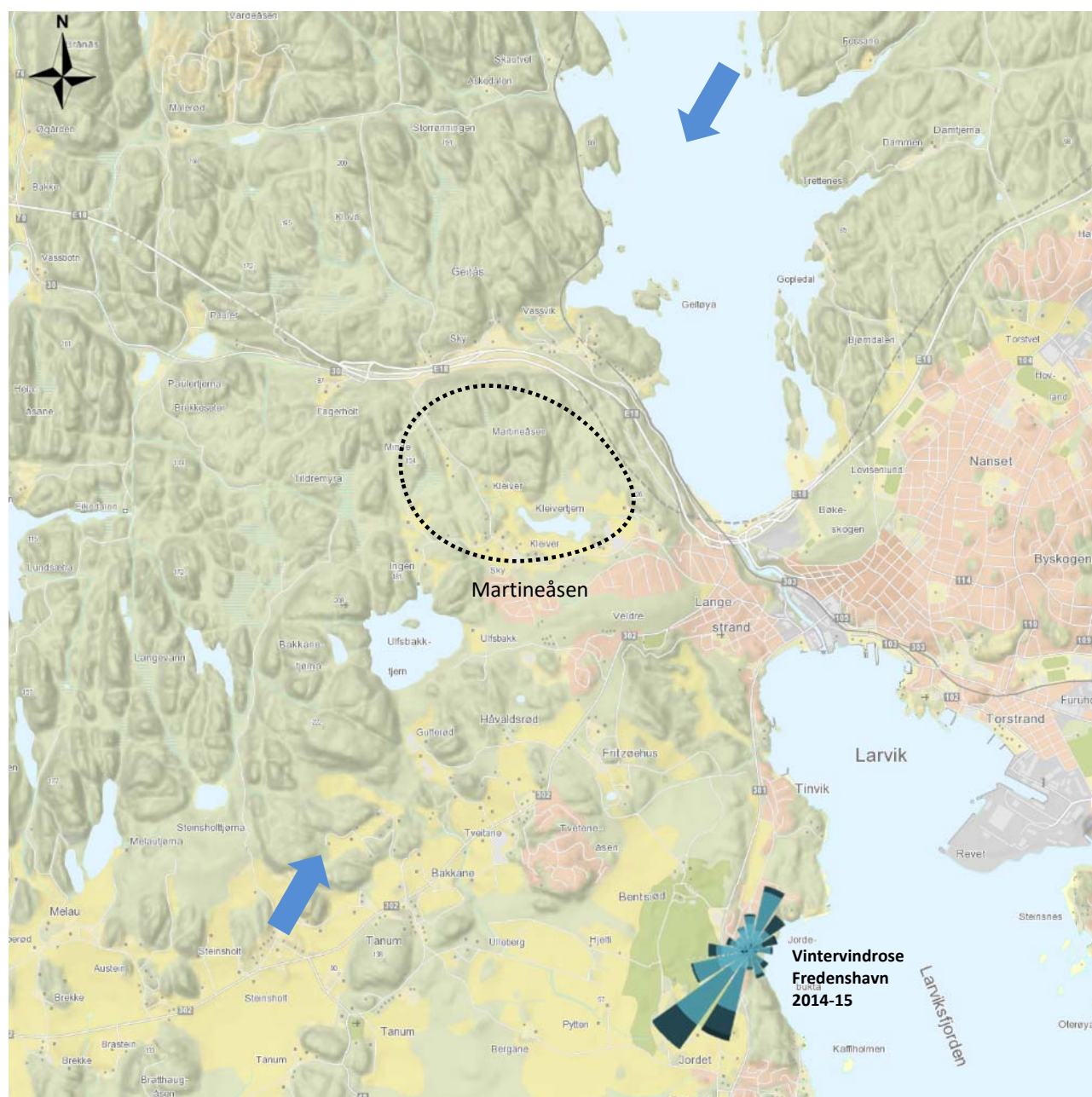
3.2 Fremherskende vindretninger for det aktuelle utbyggingsområdet

På bakgrunn av tilgjengelig meteorologiske vindstatistikk og analyse av lokal topografi, antas følgende vindretninger for å være fremherskende i forhold til det aktuelle utbyggingsområdet:

Vind fra sektor rundt SSV Fremherskende vind over året

Vind fra sektor rundt NNØ Opptrer både sommer og vinter

Andre vindretninger vil tidvis kunne oppstå og føre til uheldige vindeffekter i det aktuelle utbyggingsområdet, men fremherskende vindretninger antas her som viktigst.



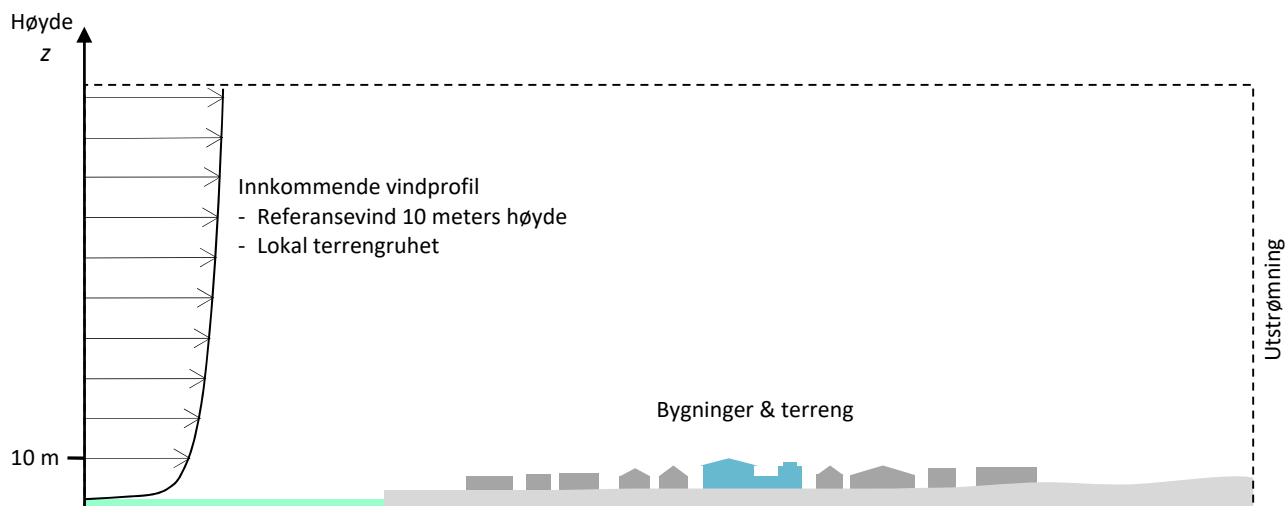
Figur 5. Lokalisering av planområdet (stiplet felt) med angivelse av fremherskende vindretninger.

4 ANVENDT METODE

4.1 Beregningsteknikk

Beregning av vindstrømninger utføres med CFD (Computational Fluid Dynamics), som er et computerbasert alternativ til vintunnelforsøk. Strømningsmodellen er basert på en tredimensjonal, endelig differanse metode som løser tidsavhengige problemer ved hjelp av bevarelseslovene for masse og impuls. Beregningsområdet er hensiktsmessig tilpasset rundt aktuelle geometriske former, der ligninger for luftens hastighet, trykk og turbulens løses i et stort antall punkter.

Bestemmelse av vindforholdene i et område CFD-modeller avhenger blant annet av; størrelsen på beregningsområdet, oppløsningen av beregningsnettet (antall punkter) og beregningsområdets randsonetilstander. Spesielt viktig er det å oppnå en realistisk fordeling av vindhastigheter i tilstrekkelig avstand fra lokalisering som skal vurderes. Prinsipp for beregningsområde rundt geometrisk modell med randsonetilstander er vist i figuren under. Innkommende vindfelt er basert på 10 minutters middelvindhastigheter. Vertikal hastighetsfordeling, terrengruhet, turbulensintensitet m.m. bestemmes ut fra påvirkning fra oppstrøms terreng. I denne analysen er det benyttet en RNG-turbulensmodell.



Figur 6. Prinsipp for beregningsområde rundt geometrisk modell.

4.2 Representasjon av arkitektur og terreng

Geometrisk 3D modell av aktuelle bygninger, strukturer og terreng utformes med utgangspunkt i å gi en realistisk påvirkning av vindfeltet, fra påvirkende utvendige flater. Bygninger og strukturer representeres som enkle volumer, uten unødvendige detaljer. Nødvendig detaljeringsgraden avhenger av skala/omfang, hvilke vindeffekter som skal undersøkes, tilgjengelig datakraft, m.m. Omkringliggende bebyggelse inkluderes i den grad den vil innvirke på vinden i den lokalisering som skal vurderes, og representeres med avtagende detaljeringsgrad i avstand fra denne. Omfang av omliggende terreng skal være tilstrekkelig til å gi den riktige virkning på vindfeltet.

4.3 3D modell av terreng, vegetasjon og arkitektur

3D-modell av terreng og vegetasjon er utarbeidet av OET, ut fra grunndata fremskaffet av oppdragsgiver (figur under).

Modell av vegetasjon er basert på scanning/målinger fra luften og vil enkelte steder være noe unøyaktig. Spesielt gjelder dette høydeangivelse av vegetasjon. Målingene skiller heller ikke på type og tetthet på vegetasjon, om det er løvtrær eller bartrær.



Figur 7. 3D modell av terreng og eksisterende, uhogget vegetasjon rundt Martineåsen. Eksisterende bebyggelse er representert i form av sorte linjer og lokalt fremherskende vindsektorer er markert med blå piler.

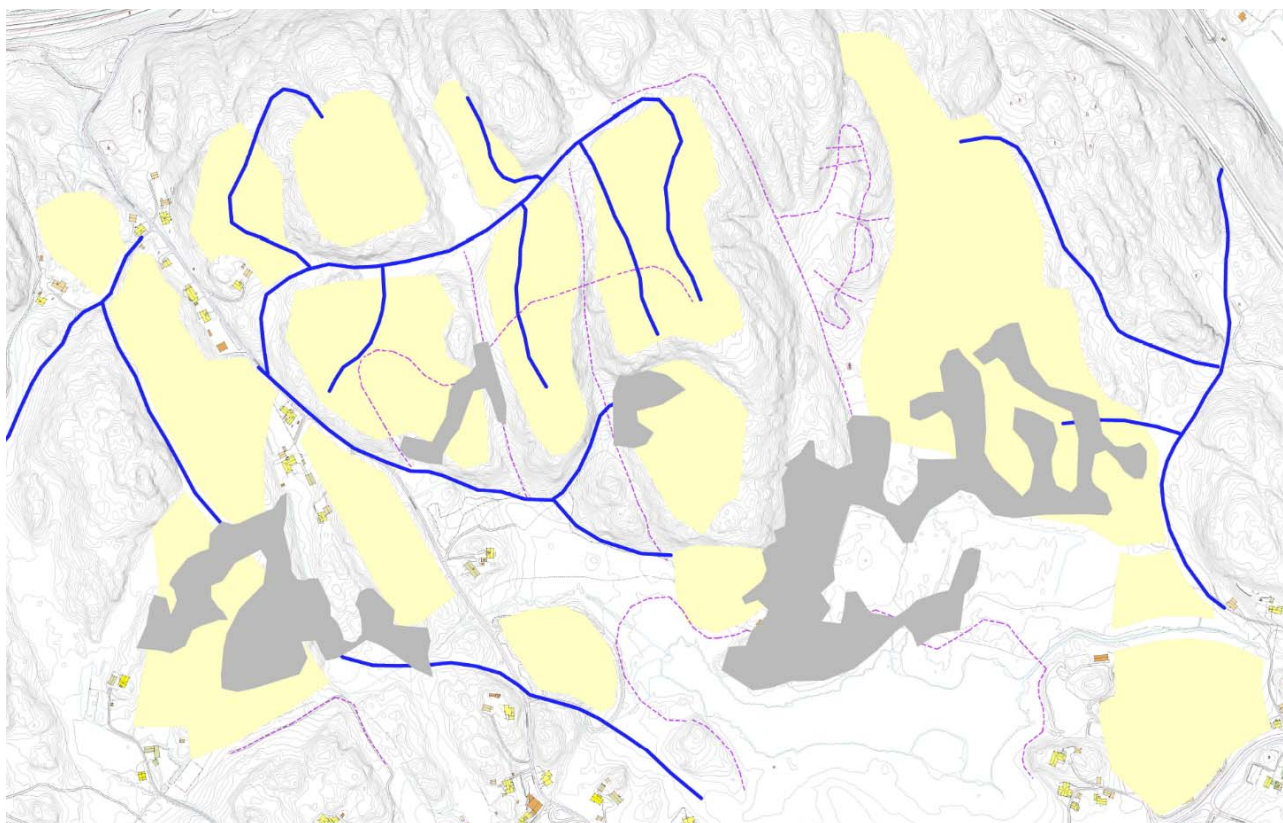
Vegetasjonen er en blanding av løv- og bartrær. I denne analysen er all vegetasjon modellert som 50% åpen og med relativt stor gjennomblåsningsmotstand.



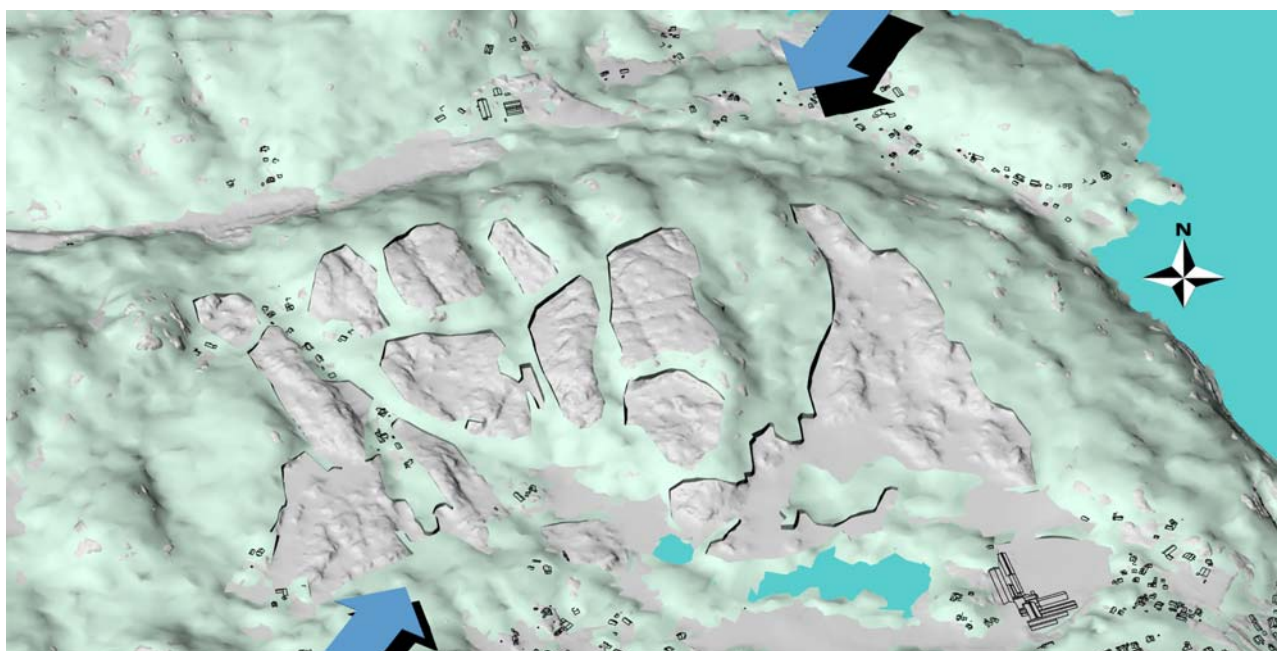
Figur 8. Martineåsen sett fra sør (Google Earth).

4.4 Forslag til hogst- og utbyggingsmønster

Figuren under viser forslag fra Larvik kommune til hogst- og utbyggingsmønster på Martineåsen, der de gule feltene er tenkt utbyggingsområder, blå strek er ny veg og stiplede rosa streker er stier/gangveger. De grå feltene er hogstflater som allerede ble gjort før prosjektet kom i gang.



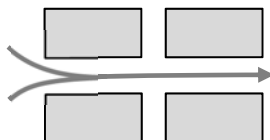
Figur 9. Forslag til hogst- og utbyggingsmønster på Martineåsen (Larvik kommune, 12.05.2017).



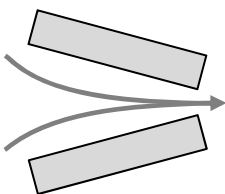
Figur 10. 3D-simuleringsmodell med forslag til hogst- og utbyggingsmønster.

5 VINDEFFEKTER RUNDT BYGNINGER OG STRUKTURER

Vindfeltet rundt bygninger og konstruksjoner er ofte svært komplekst med kombinasjoner av ulike vindeffekter. Illustrasjonene under viser typiske vindeffekter rundt bygninger og kan være nyttige med hensyn til analyse av simuleringsresultatene, for å få en bedre forståelse for hvorfor vindforsterkning og levirkninger oppstår.



Kanalisert vindfelt i en korridor dannet av bygninger trenger nødvendigvis ikke øke vindens hastighet mellom bygningene, men i fravær av en normal blokkering av «kanalen» vil ofte medføre relativt større vindstyrker enn i omkringliggende områder. Vindhastigheten vil kunne øke dersom bygningene i korridoråpningen danner en trakt mot vinden.



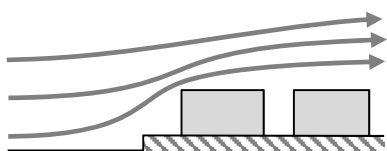
Trakteffekt mellom bygningsvolumer som er lokalisert slik de danner en traktform slik at vinden presses sammen og øker hastigheten. Trakteeffekten får størst effekt for relativt høye og brede bygningsvolumer (høyde minimum 15m og lengde på åpning minst 100m).



Strømlinjeformet og fortettet bebyggelse gir kollektiv vindskjerming.

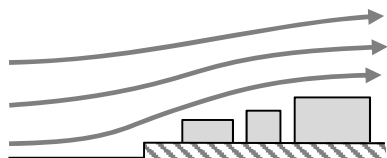


Bebyggelse utformet strømlinjeformet med terreng kan selv på en bakketopp, virke kollektiv vindskjermende.

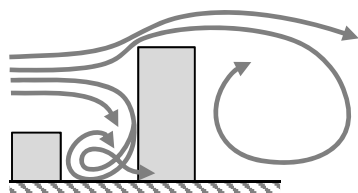


Randsoner i bebyggelse mot åpent landskap eller vann er ofte mer utsatt for vind og snødrift, fordi det her mangler gjensidig skjerming fra nabobebyggelse og ofte er høyere innkommende vindhastigheter.

Strukturer & uteområder i strandkanten kan bli utsatte for stor vindbelastning. Særlig gjelder dette i forhold til høye, rette, bygninger mot vinden. Pålandsvind er normalt sterkest ved strandkanten og blir innover land ofte løftet på grunn av friksjon fra bygninger og topografi.



Gradvis oppbygging av randsonerbebyggelse reduserer vindbelastningen på den ytre bebyggelsen. En mer strømlinjeformet oppbygging vil i større grad «løfte» vindfeltet over hele randsonerbebyggelsen.



Vindnedslag og rotordannelse rundt bygninger. Vind som treffer normal på en åpen bygningsfasade, vil fra en høyde av 2/3 opp på fasaden, bli presses ned mot bakkeplan. Opptrer som fluktuerende rotor (turbulent kastevind). Kan gi svært store hastigheter rundt høye bygninger og tilstrekkelig store hastigheter til å redusere utekomfort rundt lavere bygg.

6 VINDPÅVIRKNING - KOMFORT OG SIKKERHET

Vind påvirker komfort og personsikkerhet ved uteopphold og er ofte den viktigste lokalklimatiske parameter. Det skiller her mellom mekanisk og termisk vindpåvirkning.

6.1 Mekanisk vindpåvirkning

Mekanisk vindbelastning varierer fra følelsen av svak vind på hud til å bli blåst overende av liten storm, se tabellen under. Vind varierer i styrke, tid og rom. Det kan være spesielt ubehagelig for fotgjengere å komme fra et skjermet område og rett inn i et sterkt vindfelt. Dette oppstår gjerne rundt inngangspartier og rundt bygningshjørner, i overgang mellom vindutsatt sone og lesone på baksiden/forsiden av bygningen. I soner med turbulens opptrer vinden i sporadiske støt og vindkast, som gjerne oppfattes som sterkere enn vindhastigheten skulle tilsi. Ved en vindstyrke på ca. 5,5 m/s i personhøyde kan vindkrefter føles på kroppen. Dette tilsvarer i laber- til frisk bris over relativt flatt terreng.

Beaufort	Betegnelse	Vindhastighet 1.75m (m/s)	Virkning på mennesker
0	Stille	0.0–0.1	
1	Flau vind	0.2–1.0	Vinden knapt merkbar
2	Svak vind	1.1–2.3	Vinden føles i ansiktet
3	Lett bris	2.4–3.8	Hår og klær flagrer, vanskelig å lese en avis.
4	Laber bris	3.9–5.5	Støv og papir virvles opp
5	Frisk bris	5.6–7.5	Vindkrefter kan føles på kroppen, fare for å snuble ved inngang til vindsoner
6	Liten kuling	7.6–9.7	Vanskelig å benytte en paraply, håret blåses rett, vanskelig å gå stødig, side-vindkrefter nærmer seg gå-kraft forover, ubehagelig vindsus i ørene.
7	Stiv kuling	9.8–12.0	Føles besværlig å gå mot vinden
8	Sterk kuling	12.1–14.5	Generelt redusert ferdsel, vanskelig å holde balanse i vindkastene
9	Liten storm	14.6–17.1	Personer blåses overende (lette strukturelle skader kan oppstå).

Tabell 1. Utvidet Beaufort skala som viser vindens virkning på mennesker. Vindhastigheter er gitt ut fra gjennomsnittlig vindhastighet målt i personhøyde ($z = 1,75\text{m}$) over åpent terreng med ruhetslengde, $z_0 = 0,03\text{m}$. Vindefektene over kan forårsakes av både stasjonære vindforhold og vindkast/turbulens (Lawson & Penwarden, 1975).

6.2 Termisk vindpåvirkning

Termisk vindpåvirkning på mennesker inkluderer samlede effekter av, svært mange innvirkende parametere: gjennomsnittlig vindhastighet, hastighet og varighet av vindkast, lufttemperatur, luftfuktighet, sol/strålingsutveksling, metabolisme, eksponeringstid, isolasjonsegenskaper, fuktinnhold og lufttetthet i bekledning. Lave utetemperaturer kan medføre at det føles ubehagelig å være ute ved relativt lave vindstyrker.

Vurdering av termisk komfort ved uteopphold er avhengig av en rekke parametere som aktivitetsnivå, sol, vind, nedbør, temperatur ol. Her er effektiv temperatur en sentral parameter og vindavkjøling kan oppfattes svært så forskjellig fra en person til en annen. Avklimatisering til lokale klimaforhold, er en ikke så uvesentlig faktor for oppfattelsen av utekomfort. Avhengig av type uteaktivitet, er det grunn til å anta at lokalbefolkningen ofte kan ha en noe høyere terskel i forhold til «skittvær» og har andre forventninger til været, enn vanlig er i varmere og mindre vindutsatte deler av landet. Utekomfort i vind er generelt knyttet til temperatur og vindavkjøling. Kald vind kan ødelegge en ellers solrik sommerdag, spesielt i Nord-Norge. For stillesittende uteopphold kan selv eksponering for svak vind/trekk være tilstrekkelig til å skape ubehag og slike soner bør skjermes spesielt.

6.3 Komfortkriterier

I Norge er det relativt store geografiske klimatiske forskjeller og det vil lokalt over året, være ganske så store variasjoner både i temperatur og vindforhold. En detaljert beregning av lokale komfortforhold ut fra tilgjengelige værobservasjoner, krever et svært omfattende meteorologiske datagrunnlag, med samtidige observasjoner av vindretning, vindhastighet, temperatur, nedbør, solforhold m.m., fordelt ned på timesbasis og målt over en representativ periode. Datagrunnlaget bør helst inkludere på «on-site» observasjoner, da det oftest ligger betydelige usikkerheter i normalårskorrigering, dvs. «overføring» av værdata fra de nærmeste meteorologiske målestasjoner til det aktuelle utbyggingsområdet. Et slikt datagrunnlag er sjeldent tilgjengelig og dette setter begrensninger til hvor stor sikkerhet vi kan vektlegge simulerte klimaforhold.

Begrensninger i tilgang til samtidige observasjoner av vind og temperatur, samt kompleksitet i analyseteknikk, medfører at de fleste utekomfortanalyser i dag er basert på mekanisk vindpåvirkning.

Mer om komfortvurderinger i uteoppholdssoner kan finnes i *Analyse av vind & snødrift rundt Prostneset havneterminal* (Sundsbo, 2015).

6.4 Vind-sikkerhetskriterier

Store vindhastigheter og vindstøt kan direkte utgjøre en fare ved at personer mister balansen og blir blåst overende. Sterk kuling kan medføre generelt redusert ferdsel og gjøre det vanskelig å holde balanse i vindkastene. Ved liten storm kan personer blåses overende og lette strukturelle skader kan oppstå. Løse gjenstander kan bli ført med vinden og forårsake personskade. Liten storm utgjør i åpent lende en middelvind på ca. 14,6–17,1 m/s i personhøyde og vindhastigheter større enn ca. 15 m/s regnes for å kunne utgjøre en sikkerhetsrisiko med hensyn uteopphold (Lawson & Penwarden, 1975). Vindefektene over kan forårsakes både av stasjonære vindforhold og vindkast/turbulens. Det gjøres oppmerksom på at vindøkninger lokalt rundt bygningsdetaljer og lignende, kan være høyere uten at det trenger å påvirke soner der personer ferdes eller befinner seg.

Områdetype	Uakseptabelt-fare
Uteområder barn & eldre	0,1 % > 15 m/s + 3 σ_u
Uteområder gjennomsnittlig	0,1 % > 20 m/s + 3 σ_u

Tabell 2. Eksempel på vind-sikkerhetskriterier ved uteopphold, der σ_u er standardavviket (Hunt, Poulton & Mumford, 1976). Angitte summer av hastigheter og turbulens skal her opptre maksimal 0,1 % av året.

Sikkerhetskriteriene over angir at en overskridelse av 15 og 20 m/s med 0,1 % av tiden er uakseptabelt med hensyn til fare for henholdsvis, barn & eldre og gjennomsnittlig personer. Grensen på 0,1 % utgjør her 8,5 timer sterk og farlig vind i løpet av året. Dette kravet er kanskje for «svakt» for sterkt trafikkerte soner med krav til høy regularitet.

6.5 Relativ vindhastighet i uteoppholdssoner

Relativ vindhastighet er i denne analysen definert som forholdet mellom lokal hastighet i personhøyde (1.75m) og hastigheten i tilsvarende høyde, i det innkommende og uforstyrrede vindfeltet:

$$\text{Relativ vindhastighet} = \frac{U_{sim}(1.75)}{U_{ref}(1.75)}$$

Relativ vindhastighet angir dermed endring i hastighet, som følge av lokale bygninger, strukturer og topografi. Relativ vindhastighet større enn 1.0, gir økning av vindhastighet i forhold til uforstyrret vind, mens verdier mindre enn 1.0 gir reduksjon. Stor relativ vindhastighet, betyr nødvendigvis ikke at vinden er sterk i aktuell sone, men at vindhastigheten øker tilsvarende i forhold til innkommende vind på terrengnivå. Styrken på den lokalt innkommende vinden er her avgjørende. I vindutsatte områder representerer relative vindhastigheter større enn 1.5 oftest store lokale vindhastigheter.

De største vindhastighetene oppstår som regel rundt spisse hjørner og kanter av bygninger og tak, og der bygningsvolumene danner innsnevring eller passasjer, som presser vinden sammen. Identifisering av maksimal vindforsterkning avhenger mye av analysens detaljeringsgrad. For vindsimuleringer med høy detaljeringsgrad, er det rundt vindeksponert bygningsdetaljer ikke uvanlig med relative vindhastigheter mot 2.0. Det vil si en fordobling av referanse-vindhastigheten.

Relativ hastighet benyttes for å analysere det lokale vindfeltet, for å få en bedre forståelse for hvor vindforsterkning og levirkninger oppstår, og hvilke bygninger og strukturer som gir forsterkning av vind eller le. Dette danner grunnlag for vurdering av designendringer og tiltak.

6.6 Opptredende vindhastighet i uteoppholdssoner

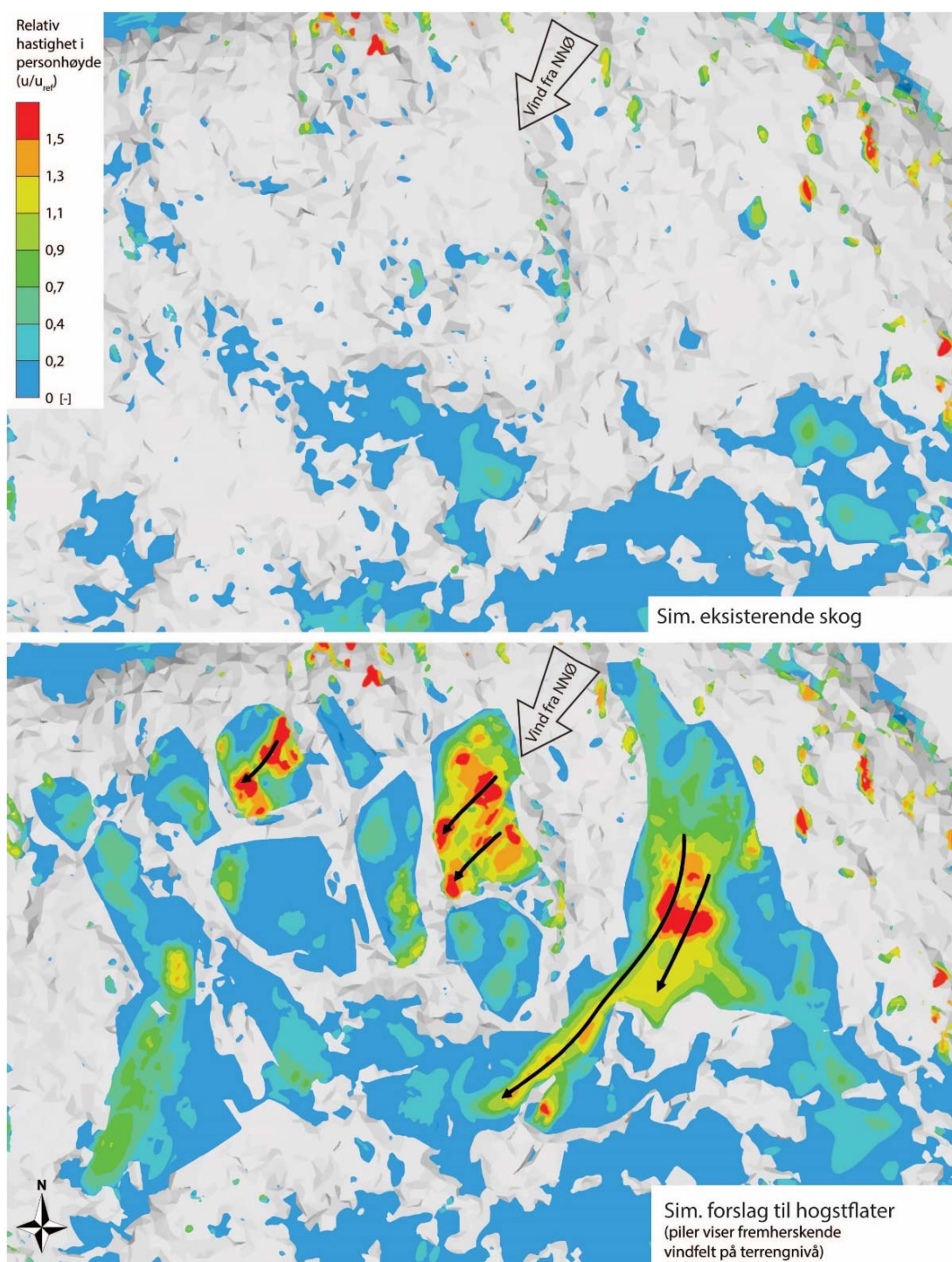
I noen tilfeller kan det være hensiktsmessige å utføre lokale vind-vurderinger med hensyn til opptrendene middelvind eller typiske opptredende vindstyrke, som for eksempel frisk bris. Det er også enklere å forholde seg til opptrendene vindstyrker som følge av, og representert i form av, m/s eller Beaufort skala. Det foreligger ofte noe usikkerhet med hensyn til lokalt opptredende vind og da vil vurderingsmetoden kunne være tilstrekkelig for å kunne vurdere eventuelle behov for avbøtende tiltak. **Som for relativ hastighet, benyttes absolutt vindhastighet først og fremst for å studere strømningsmønsteret, for å få en bedre forståelse for hvor vindforsterkning og levirkninger oppstår, og hvilke bygninger og strukturer som gir forsterkning av vind eller le.**

Typisk ligger kriterier for vindkomfort for normal ferdsel på 5 til 6 m/s og hensyn til vindsikkerhet gjør seg gjeldende fra ca. 15 m/s.

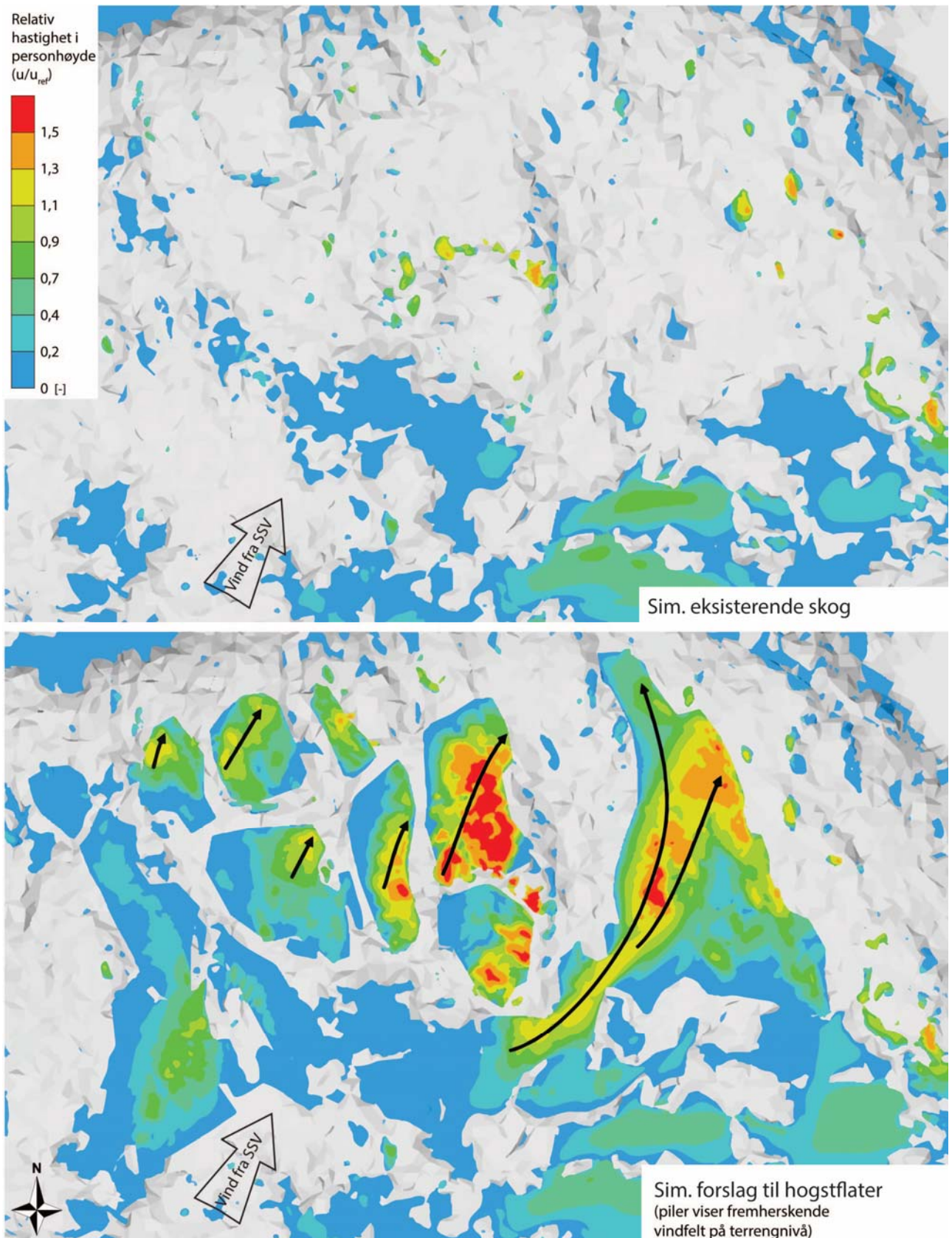
7 VINDFORHOLD SOM FØLGE AV FORSLAG TIL HOGST/UTBYGGINGSMØNSTER

Det er utført numeriske simuleringer av vind rundt Martineåsen med hensyn til gjeldende utbyggingsforslag og fjerning av skog på, fra de lokalt fremherskende vindretningene **SSV** og **NNØ**. Presentasjon og analyse av resultater er gjort med vekt på vindeffekter i uteareal og avskogingens virkning på lokale vindforhold.

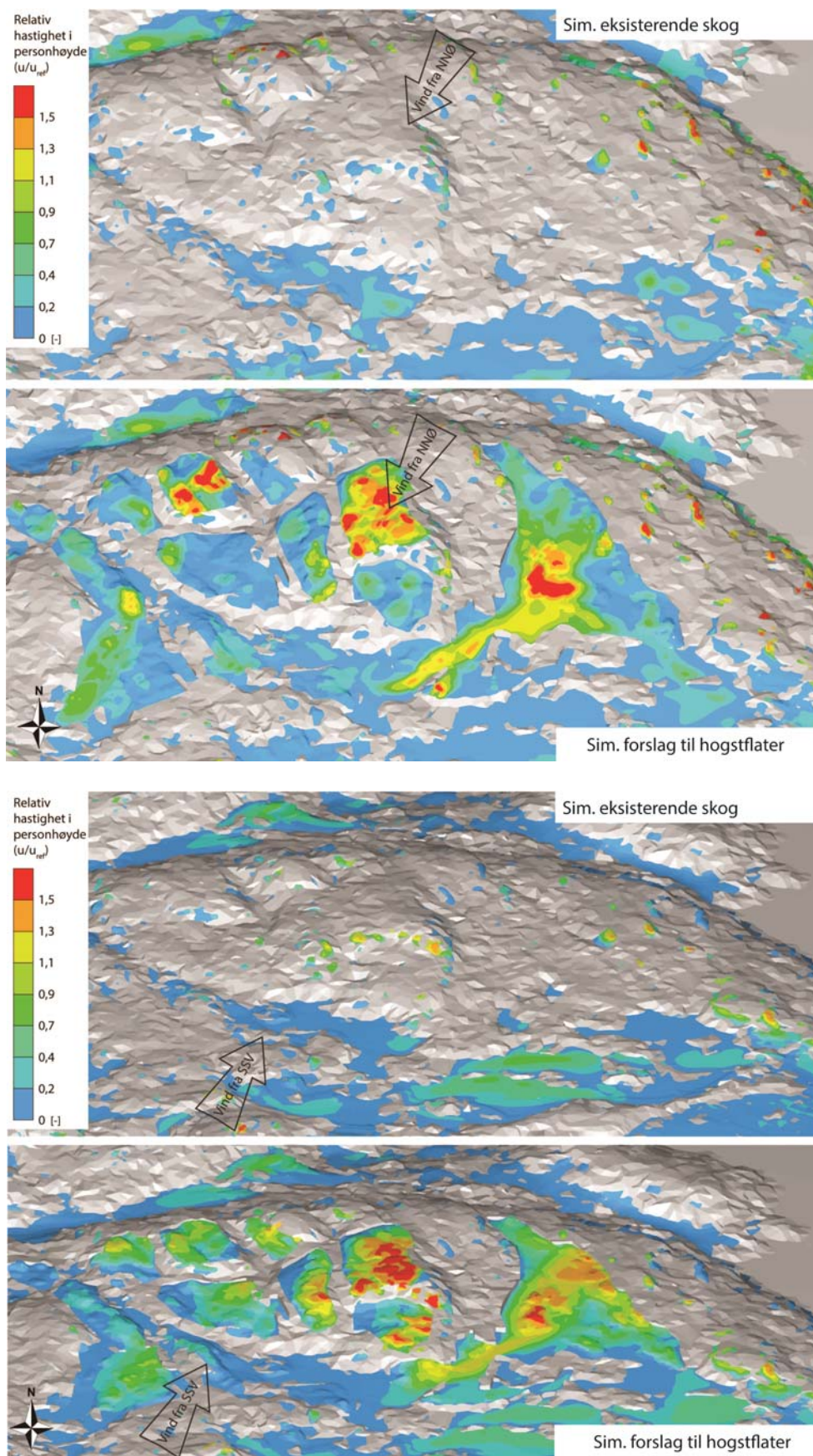
Simuleringsmodellen inkluderer foreløpig ikke opparbeidelse av terreng og veger i utbyggingssonene, og resultatene kan derfor gi noe høyere vindhastigheter på lokale forhøyninger.



Figur 11. Vindhastigheter i personhøyde for situasjonen før og etter hogst, ved vind fra **NNØ**.



Figur 12. Vindhastigheter i personhøyde for situasjonen før og etter hogst, ved vind fra SSV.



Figur 13. Vindhastigheter i personhøyde for situasjonen før og etter hogst, ved vind fra NNØ og SSV.

8 AVBØTENDE TILTAK – LOKAL VINDBELASTNING

Plan og bygningsloven (PBL) krever at det i planleggingen av et foretak generelt skal tas hensyn til lokale klimaforhold. Ved utbygging skal utendørs oppholds- og aktivitetsareal utformes slik at fare for personer unngås og uteoppholdsareal skal etter sin funksjon være egnet for rekreasjon, lek og aktiviteter for ulike aldersgrupper (§8-4-1&3 Byggteknisk forskrift TEK 10). Imidlertid henvises det ikke til noen spesifikke komfortkriterier.

8.1 Vindklimatisk tilpasning av bygningsgrupper

Valg av utbyggingsområde

Naturgitte og skjermede lokaliseringer gir de beste forutsetninger for et godt vindklima. Aktuelt planområde eller lokalisering foretak er i de fleste tilfeller fastlagt.

Utvikling av planløsning

Planløsning med terrengutforming bør i utgangspunktet utformes for å redusere eventuelle uønsket lokale vindefekter forårsaket av de største strukturene. Ny bebyggelsesstruktur bør tilrettelegges slik den utnytter skjermingspotensialet fra større strukturer og samlet skjermingseffekt fra en fordelaktig strukturell organisering av bygg i terreng, med omliggende vegetasjon. Dette forutsetter imidlertid at klimatisk tilpasning inkluderes i tidlig konseptutvikling og en viss grad av designfrihet. Vindhastighetene kan øke dramatisk mellom store strukturer. Utforming og relative plassering av de største bygningsvolumene i forhold til terreng og lokalt fremherskende vindretninger, har den største innvirkning på vindklimaet i omliggende uteområder. For det aktuelle planområde eller foretak er det ofte fastlagte rammer og restriksjoner som begrenser frihet til å utforme de mest effektive vinddempende planløsningene, samt valg og omfang vindreducerende tiltak.

Endring i eksisterende planløsninger

Fordelaktige klimatiske tilpassende endringer i bebyggelsesstruktur., grunnleggende bygningsdesign eller veg/terreng utforming, kan i mange tilfeller gjennomføres innenfor prosjektets rammer.

Tilpasning i eksisterende designløsning

Endring i eksisterende designløsninger med hensyn til strukturell eller byggteknisk utforming, kan benyttes for lokal vinddempning. Funksjoner og aktivitet i uteareal bør tilpasses det lokale vindklimaet.

Vinddempende elementer/skjerming

Implementering av vinddempende elementer rundt og i, uteområdene er ofte tilstrekkelig til å oppnå tilfredsstillende lokal vinddempning. Skjermingstiltak må ikke redusere funksjon i uteområder og må derfor utformes med utgangspunkt i minimum omfang og inngrep i arkitektonisk design. Riktig valg, utforming og lokalisering av tiltak, er her en forutsetning. Ofte gir kombinasjoner av vinddempende Prosjekterte skjermingstiltak bør analyseres for å dokumentere virkning av disse.

Gjennomtrengelige strukturer, som delvis åpne skjermer eller vegetasjon, er oftest mer effektive for vindskjerming enn ikke-gjennomtrengelige strukturer. Gjennomtrengelige strukturer fungerer her ved at de delvis slipper vinden gjennom, med reduserte hastigheter nedstrøms som resultat. Rundt tette, frittstående skjermer oppstår det ofte vindnedslag og rotordannelse, fordi vinden slår over skjermen og skaper en nedstrøms virveldannelse. Særlig gjelder dette ved store vindstyrker. Frittstående skjermer med en åpningsgrad på 30-50% og åpninger i størrelsesorden 10-15cm, gir ofte den beste vinddempende effekt.

Med riktig valg av vekster, kan vegetasjon være svært effektiv for lokal demping av vind i uteområdene. Rekker med trær, såkalte «shelterbelts» har lenge vært benyttet for vindskjerming av åpent åkerland, med en skjermingseffekt tilsvarende gjennomtrengelige skjermstrukturer.

REFERANSER

Lawson, T.V. and Penwarden, A.D., 1975, The Effects of Wind on People in the Vicinity of Buildings, In: Proceedings 4th International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, Cambridge University Press, Heathrow, pp. 605–622.

Hunt, J.C.R., Poulton, E.C. and Mumford, J.C., 1976, The Effects of Wind on People: New Criteria Based Upon Wind Tunnel Experiments, Building and Environment, 11, pp. 15–28.

Sundsbo, P.A., 2015, Analyse av vind & snødrift rundt Prostneset havneterminal, OET rapport 125-15, Oppdragsgiver Bjørn Bygg AS.