

Tittel:			
Analyse av lokale vindforhold Kvartal 25 i Bodø			
Oppdragsgiver:		Klassifisering:	
Gnist Arkitekter AS Postboks 765, 8001 Bodø		Begrenset til kunde	
Oppdragsgivers ref.:		Utført av/ansvarlig:	
Eirik Martin Tollåli (eirtol@gnistark.no)		Per-Arne Sundsbø	
		Rapportnr.: 151-20	Revisjon: 0
		Status: Endelig	
Utgave:	Dato:	Antall sider:	
0	02.04.2020	15	
		Dato:	
		02.04.2020	

1 SAMMENDRAG OG KONKUSJON

Det er utført en lokal vindanalyse med hensyn til utbyggingsforslag for Kvartal 25 i sentrum av Bodø, basert på de lokalt fremherskende vindretninger fra **N**, **V**, **VSV** og **Ø**. Vind fra østlig sektor er den mest fremherskende lokale vindretningen i Bodø, som også oppstår med relativt store vindstyrker. Vind fra Vest-Sørvest er ofte nedbørsførende og lokalt fremherskende med hensyn til store vindstyrker.

Den omliggende sentrumsbebyggelsen vil virke delvis dempende i forhold til fremherskende vind, men vind vil bli kanalisert gjennom omliggende gateløp og noe vindnedslag kan komme fra nærliggende høyhus. Utbyggingsforslaget medfører ikke endring i gateløpene og følgelig vil det ikke oppstå store endringer i den kanaliserte vindbelastningen.

- De høyeste vindhastighetene i gatene rundt Kvartal 25 vil oppstå som ved vind fra **N** og **VSV**. Dette som følge av vindnedslag fra Kvartal 21 og kanalisering av vind langs gateløpene. Disse vil imidlertid ikke være så store og de vil oppstå i gatene der det er lavest krav til komfort.
- Økte vindhastigheter rundt Kvartal 25 skyldes i stor grad ikke utbyggingsforslagets design og utforming.
- Omliggende bebyggelse og terreng vil virke skjermende i forhold til fremherskende vind fra østlig- og vestlig sektor.
- De høyere delene av fasadene på Kvartal 25 vil være mer vindutsatte enn sonene på bakkeplan. Dette omfatter takarealer, fasadeflater og eksponerte bygningshjørner.

Forslag til avbøtende tiltak med hensyn til vindbelastning

- Eventuell utforming av lukkede/delvis lukkede balkonger i utsatte soner. Skjerming av utsatte terrasesoner, med bruk av relativt høye, vind-skjermende rekkverk.

1	SAMMENDRAG OG KONKUSJON	1
2	INNLEDNING	3
3	VINDKLIMATISKE FORUTSETNINGER	4
3.1	Fremherskende vindforhold.....	4
4	ANVENDT METODE	7
4.1	Beregningsteknikk.....	7
4.2	Representasjon av arkitektur og terreng.....	7
4.3	3D modell av arkitektur og terreng.....	8
5	VINDEFFEKTER RUNDT BYGNINGER OG STRUKTURER	9
6	VINDPÅVIRKNING - KOMFORT OG SIKKERHET	10
6.1	Mekanisk vindpåvirkning.....	10
6.2	Termisk vindpåvirkning.....	10
6.3	Komfortkriterier.....	11
6.4	Relativ vindhastighet i uteoppholdssoner.....	11
6.5	Opptredende vindhastighet i uteoppholdssoner.....	11
7	VINDFORHOLD I UTBYGGINGSOMRÅDET - PLANFORSLAG	12
7.1	Fremherskende vindeffekter rundt utbyggingsforslag.....	12
7.2	Vindbelastning i personhøyde rundt utbyggingsforslag.....	13
7.3	Vindbelastning mot tak og fasadeflater.....	14
	REFERANSER	15

2 INNLEDNING

Outdoor Environment Technology AS (OET) er engasjert av **Gnist Arkitekter AS** for å utføre en analyse av lokale vindforhold rundt utbyggingsforslag for Kvartal 25 i sentrum av Bodø.

Vindanalysen utføres for å kartlegge planlagt bebyggelses virkning på lokale vindforhold, og vurdere virkning av vind på fotgjengere i nærliggende gateløp og opphold på uteoppholdsareal.

Målsetting for vindklimatisk tilpasning i reguleringsarbeidet

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

Oppdragsbeskrivelse

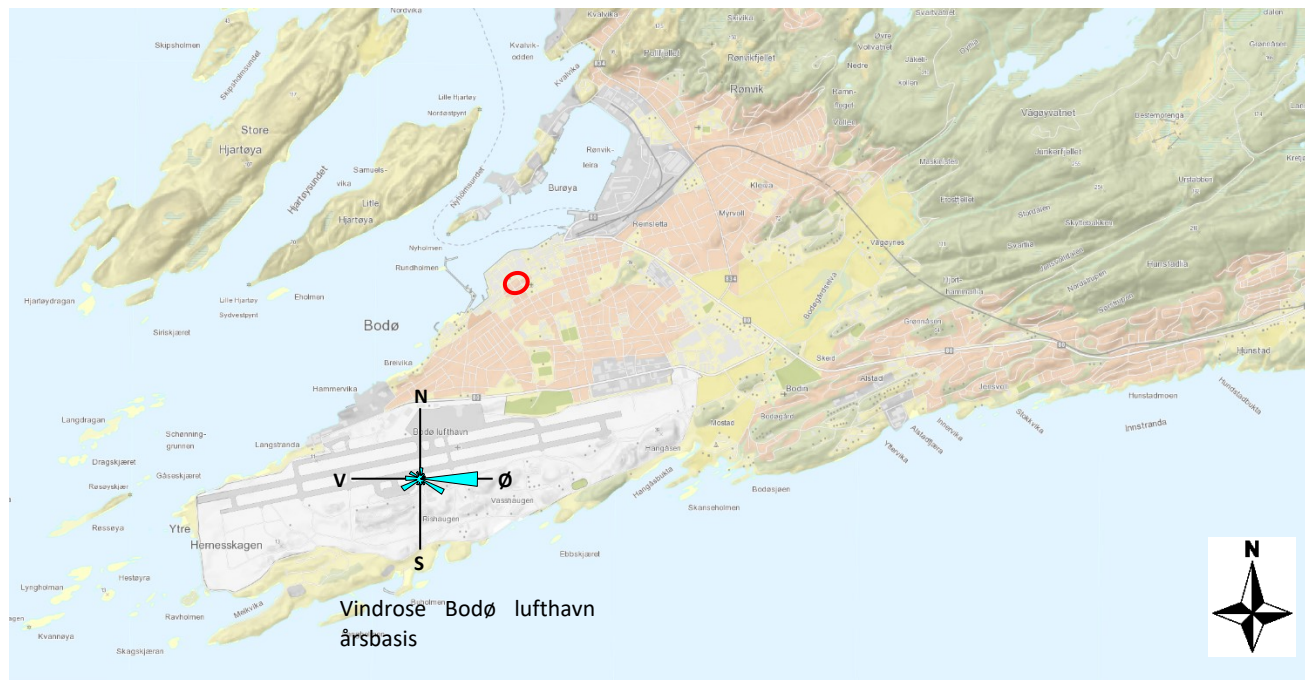
- Oppbygging av 3D simuleringsmodell med terreng & bygningsvolumer ut fra digitale data fra oppdragsgiver.
- Numeriske simuleringer av vindfelt rundt aktuelle bygningsvolumer, som følge av fremherskende vindretninger. Resultatene fra simuleringene angir hovedtendenser i vindmønsteret.
- Analyse av resultatene fra de numeriske simuleringer i forhold til planlagt/tilsiktet disponering av bygninger og omkringliggende utearealer.
- Eventuelle forslag til løsninger/avbøtende tiltak og analyse for å dokumentere virkning av disse.
- Dokumentasjon i form av en kort rapport med illustrasjoner og analyse (oversendes i pdf-format).

Vindanalysen dekker ikke effekter fra bygningsdetaljer, mindre strukturer, lavere vegetasjon, variasjoner i terrengruhet, frost, tine/smeltesykluser eller eventuelle fonner fra snørydding. Høye vindhastigheter vil kunne oppstå fra andre retninger enn de som er angitt som fremherskende.

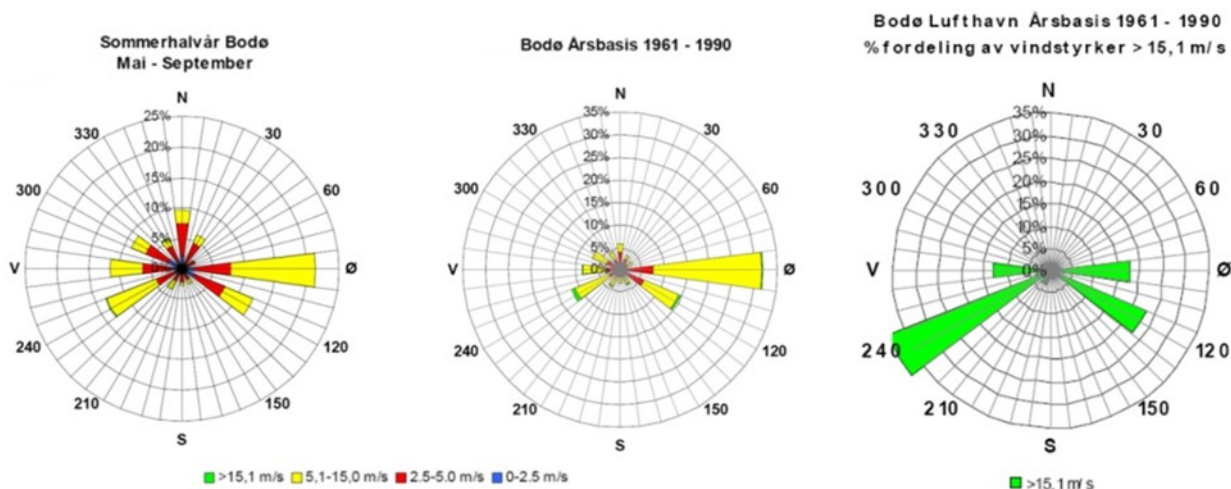
3 VINDKLIMATISKE FORUTSETNINGER

3.1 Fremherskende vindforhold

Det foreligger ingen tilgjengelig vind- eller værobservasjoner ved Kvartal 25 i Bodø sentrum og nærmeste værobservasjoner er utført ved Bodø Lufthavn. Vinddata fra Bodø Lufthavn er representative for Kvartal 25 og på årsbasis er landvind fra østlig sektor fremherskende.



Figur 1. Lokalisering av det aktuelle utbyggingsfeltet (rød ring) i sentrum av Bodø i forhold til Bodø Lufthavn, her markert med årsmiddelsrose (Kartkilde: Kartverket).

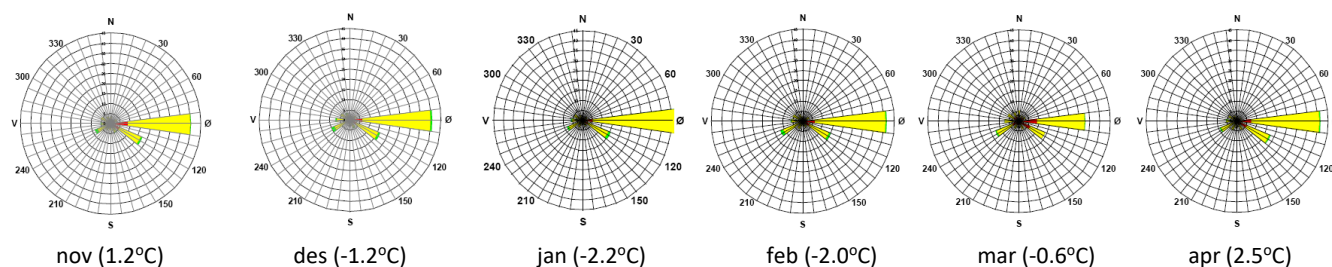


Figur 2. Vindroser fra meteorologisk stasjon på Bodø Lufthavn, BODØ VI 1961-1990 (kilde DNMI).

Vind i vintersesongen

Vindrosene fra Bodø Lufthavn for månedene november til april indikerer et forholdsvis ensartet vindmønster, se figur under. Vinteren er i stor grad dominert av landvind fra sektoren **Ø-ØSØ**, men det blåser også noe fra sektor **VSV**. Fremherskende vindretning i vinterhalvåret for ytre deler av havneområdet vil være tilnærmet lik den ved lufthavnen, selv om vinden på grunn av terreng og bebyggelsesstruktur vil dreie svakt mot nord.

Fremherskende vintervindretning kommer mot det aktuelle utbyggingsområdet fra Stormyra i en sektor fra **Ø** dreierende mot **ØSØ**. Denne dreiningen blir styrt av terrengformene mellom Hunstad og Rønvik, markert med svart pil i figuren under.

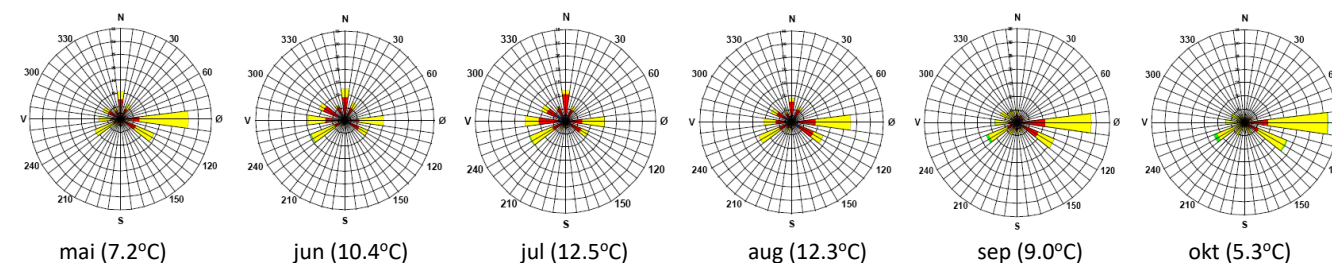


Figur 3. Vindroser og middeltemperaturer fra meteorologisk stasjon på Bodø Lufthavn, BODØ VI 1961-1990, for vintermånedene november-april (kilde DNMI).

Vind i vår-, sommer- og høstsesongen

Figuren under viser vindroser fra Bodø Lufthavn for månedene som har gjennomsnittlige månedstemperaturer over 3°C. Endring i vindmønsteret fra april til mai viser mindre landvind og økning i vind fra **VSV** til **N**. Dette er en trend som forsetter ut over sommeren, mens landvind fra østlig sektor avtar. Vind fra sektoren **VSV-V** bringer ofte nedbør i form av regn, mens vind fra **VNV** til **N** oppleves ofte som en kald sommervind.

Vind fra en sektor rundt **VSV** medfører høyere vindhastigheter enn fra **V** og **VNV**. Det er også en viss frekvens med nordlig vind på sommeren, men denne vinden er i dette området normalt representert med lavere vindhastigheter



Figur 4. Vindroser og middeltemperaturer fra meteorologisk stasjon på Bodø Lufthavn, BODØ VI 1961-1990, for månedene mai-oktober (kilde DNMI).

Fremherskende vindretninger for det aktuelle utbyggingsområdet

Meteorologisk Institutt's målestasjon på Bodø lufthavn er lokalisert relativt vindeksponert ute på Bodøhalvøya. Det er grunn til å anta at vindhastighetene ved Bodø lufthavn er noe høyere og vinden mindre styrt av lokale terrengformasjoner, enn nede i sentrum av Bodø.

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

- Vind fra N** Oppeles ofte som kald vind i månedene mai-aug (relativt lave vindstyrker)
- Vind fra V** Ofte nedbør i form av regn/sludd
- Vind fra VSV** Ofte nedbør i form av regn/sludd (relativt høye vindstyrker)
- Vind fra Ø** Fremherskende vindsektor i Bodø, gir kald landvind i vintersesongen

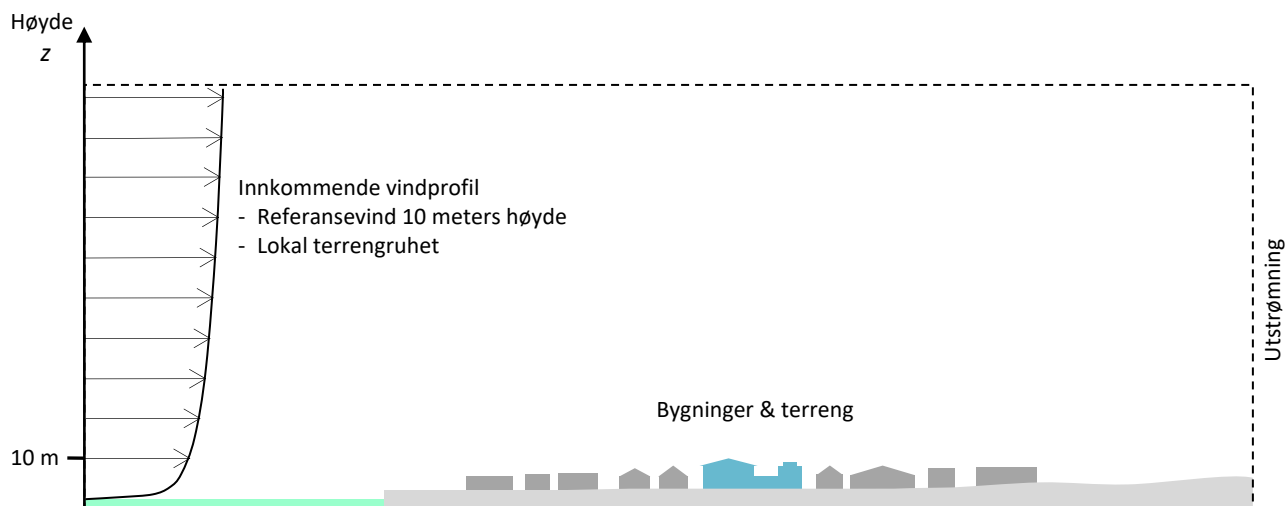
Andre vindretninger vil tidvis kunne oppstå og føre til uheldige vindeffekter i det aktuelle utbyggingsområdet, men fremherskende vindretninger antas her som viktigst.

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 randsonebetingelser. 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 randsonebetingelser 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.



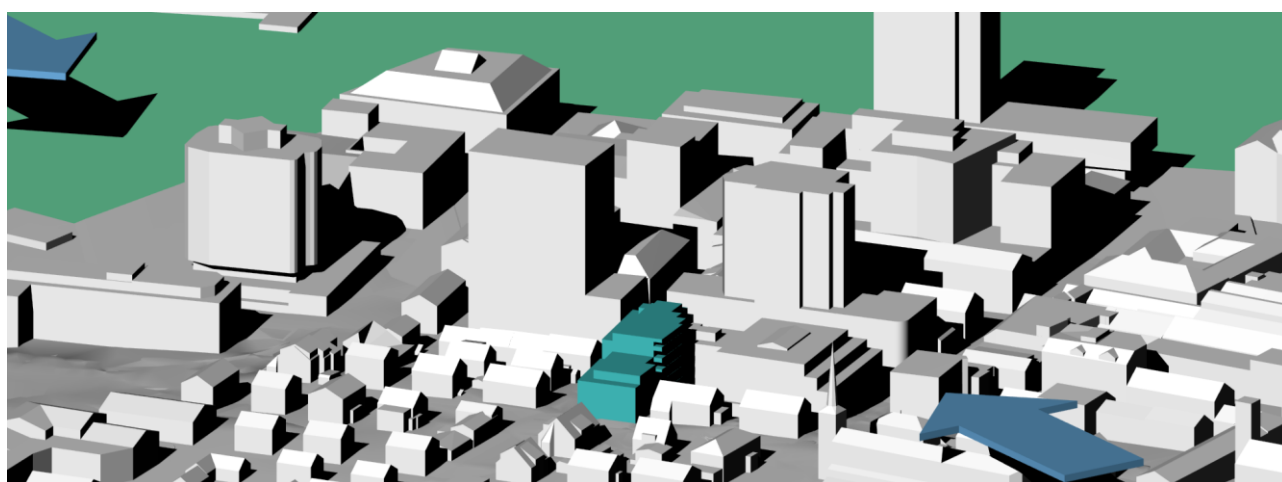
Figur 5. Prinsipp for beregningsområde rundt geometrisk modell.

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 arkitektur og terreng

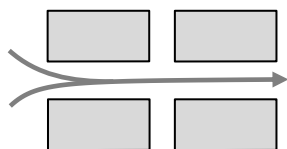
3D-modell av aktuelt utbyggingsforslag, terreng og omliggende bebyggelse er utarbeidet av OET, ut fra grunndata fremskaffet av oppdragsgiver (figur under).



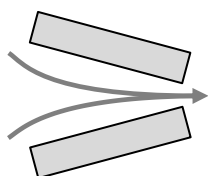
Figur 6. Simuleringsmodell av aktuelt utbyggingsforslag utarbeidet fra data fremskaffet av oppdragsgiver. Lokalt fremherskende vindretninger er markert med blå piler.

5 VINDEFFEKTER RUNDT BYGNINGER OG STRUKTURER

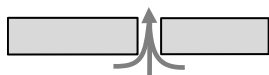
Vindfeltet rundt bygninger og konstruksjoner er ofte svært komplekst med kombinasjoner av ulike vindeffekter. Illustrasjonene under viser typiske vindeffekter rundt bygninger og kan være nyttige med hensyn til analyse av simuleringsresultatene, for å få en bedre forståelse for hvorfor vindforsterkning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



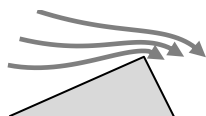
Kanalisert vindfelt i en korridor dannet av bygninger trenger nødvendigvis ikke øke vindens hastighet mellom bygningene, men i fravær av en normal blokkering av «kanalen» vil ofte medføre relativt større vindstyrker enn i omkringliggende områder. Vindhastigheten vil kunne øke dersom bygningene i korridoråpningen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



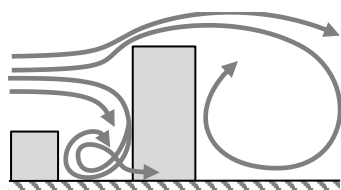
Trakteffekt mellom bygningsvolumer som er lokalisert slik de danner en traktform slik at vinden presses sammen og øker hastigheten. Trakteffekten får størst effekt for relativt høye og brede bygningsvolumer (høyde minimum 15m og lengde på åpning minst 100m).



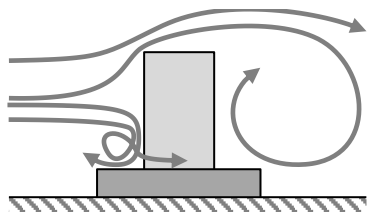
Vindforsterkning i passasje mellom bygninger eller i åpne passasjer gjennom bygningsstrukturer, som følge av trykkforskjeller mellom lo- og leside.



Vindforsterkning rundt hjørne i overgang mellom le og loside av bygning eller rundt hjørner som stikker ut i vindstrømningen. Overgangen mellom store og lave vindhastigheter er ofte svært turbulent og vindhastigheten kan føles større enn den egentlig er.



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.



Fremskutt base på høybygg kan benyttes for å redusere vindbelastningen på bakkeplan som følge av vindnedslag og rotordannelse rundt bygninger.



Strømlinjeformet og fortettet bebyggelse gir kollektiv vindskjerming.



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

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. Fra 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 bekledding. 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 normalårskorrigerings, 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 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.

6.5 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 I UTBYGGINGSOMRÅDET - PLANFORSLAG

Det er utført numeriske simuleringer av vind rundt utbyggingsforslag for Kvartal 25, ut fra de lokalt fremherskende vindretninger fra **VSV**, **V**, **N** og **Ø**.

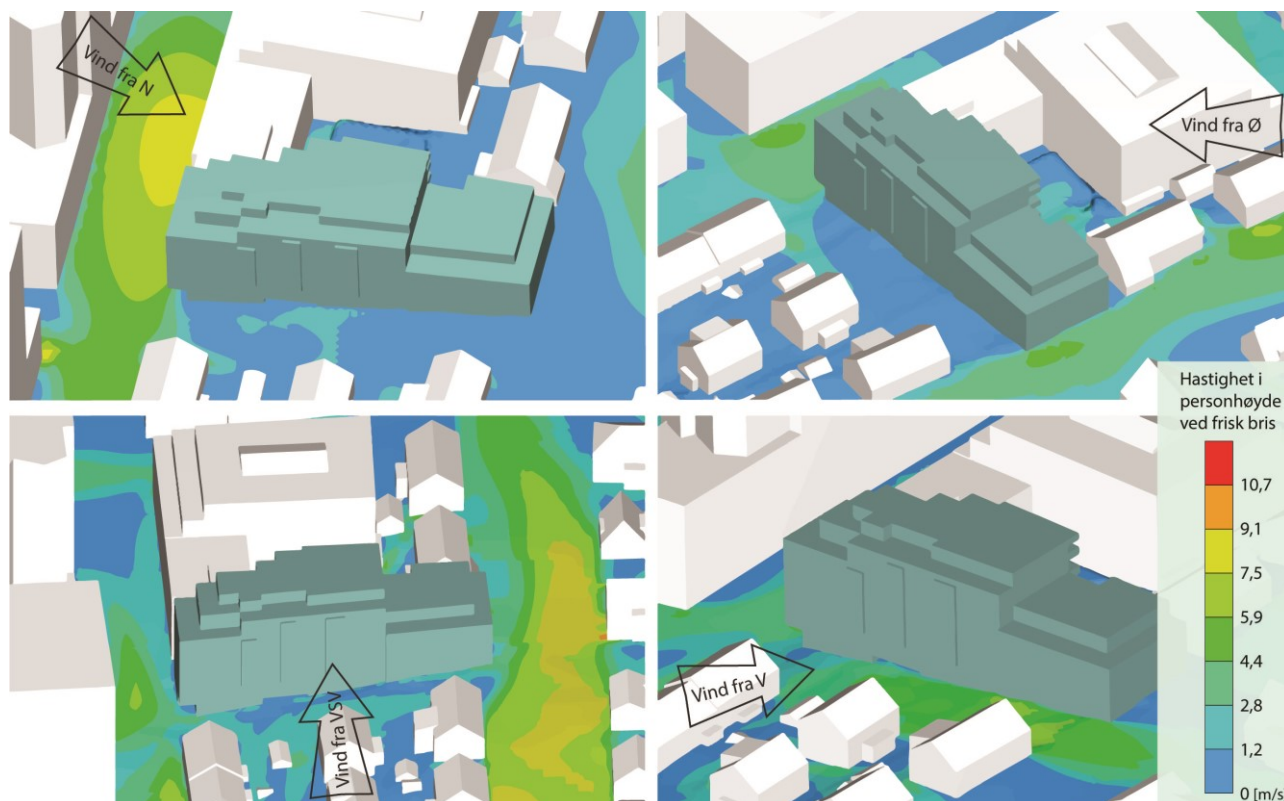
Presentasjon og analyse av resultater er gjort med vekt på vindeffekter i uteareal/gater, planforslagets virkning på lokale vindforhold og eventuell implementering av vinddempende tiltak/løsninger.

7.1 Fremherskende vindeffekter rundt utbyggingsforslag

Kvartal 25 er lokalisert i en svak skrånende tverrgate i sentrum av Bodø, på sørøstsiden av to høybygg. Utbyggingsforslaget vil i utgangspunktet være relativt godt vindskjernet av omliggende sentrumsbebyggelse. Figuren under viser vindhastigheter i utbyggingsforslagets omkringliggende utearealer og gater, som følge av frisk bris (8 m/s) fra aktuelle vindsektorer.

Simuleringene viser at det ved vind fra **N** og **VSV** vil oppstå noe vindforsterkning i Dronningens gate og langs Kongens gate. Vind fra **Ø** og **V** gir her mindre vindpåvirkning.

Simuleringene er utført uten hensyn til vinddempende vegetasjon og bygningsdetaljer, slik at vindhastighetene generelt vil kunne være antatt noe for høy.



Figur 7. Vindhastigheter i personhøyde rundt utbyggingsforslag ved vind fra fremherskende sektorer.

7.2 Vindbelastning i personhøyde rundt utbyggingsforslag

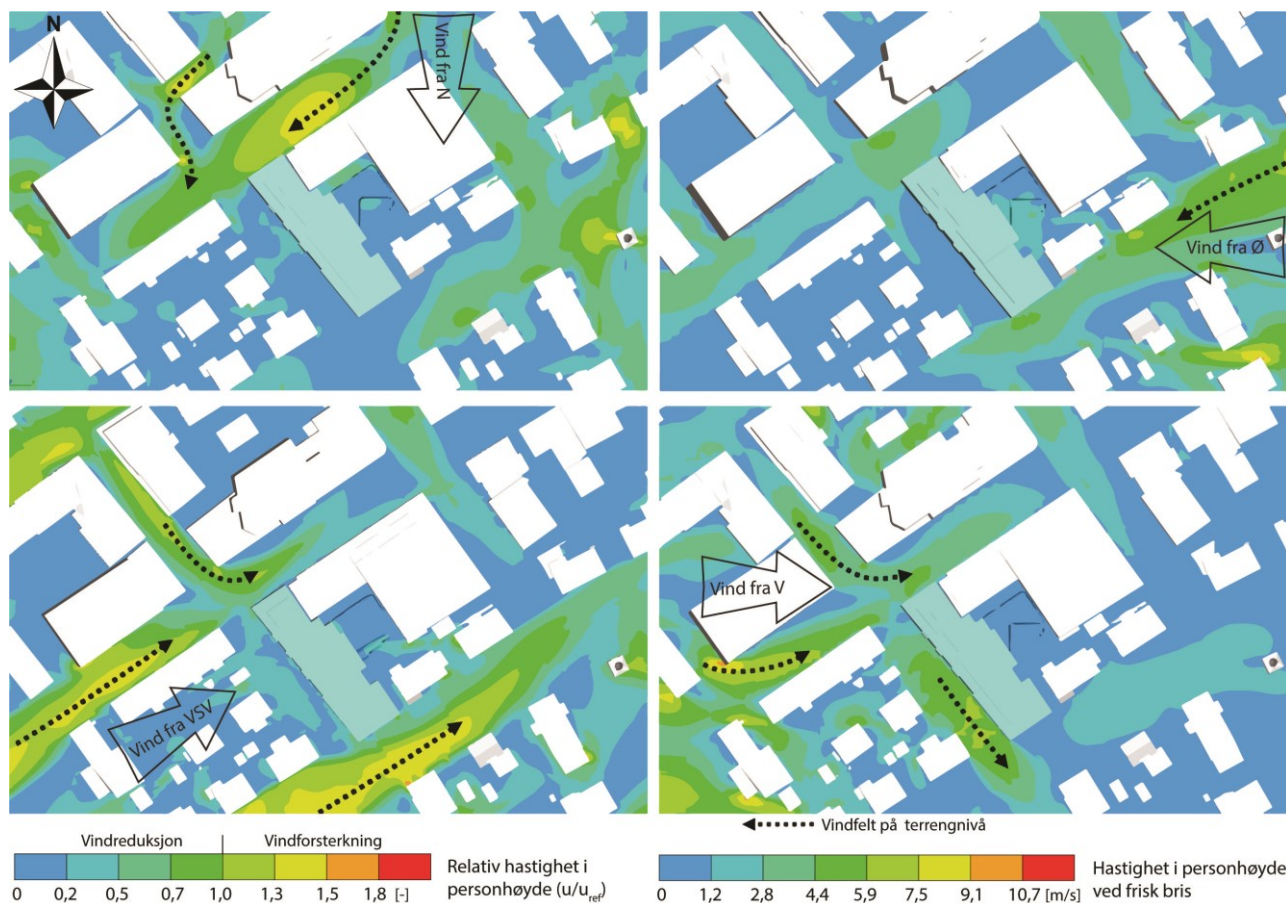
De høyeste vindhastighetene i gatene rundt Kvartal 25 vil oppstå ved vind fra **N** og **VSV**.

Nordlig vind vil kunne dreies rundt, og over Kvartal 21 og dermed føre til vindforsterkning i Dronningens gate. Dette vil være en kombinasjon av kanalisert vind gjennom Professor Schyttes gate og nedslagsvind over nærliggende høybygg. Vind fra **VSV** vil bli kanalisert opp langs Dronningens gate og Kongens gate.

Vindforsterkningene som følge av vind fra **N** og **VSV**, vil være under 1.5 og ikke så alt for omfattende i utstrekning. De økte vindsonene vil komme i gatene der det er lavest krav til komfort.

Skjerming fra omliggende bebyggelse og terreng medfører at fremherskende vind fra østlig- og vestlig sektor gir mindre vindbelastning rundt Kvartal 25.

Økte vindhastigheter rundt Kvartal 25 skyldes i stor grad ikke utbyggingsforslagets design og utforming.



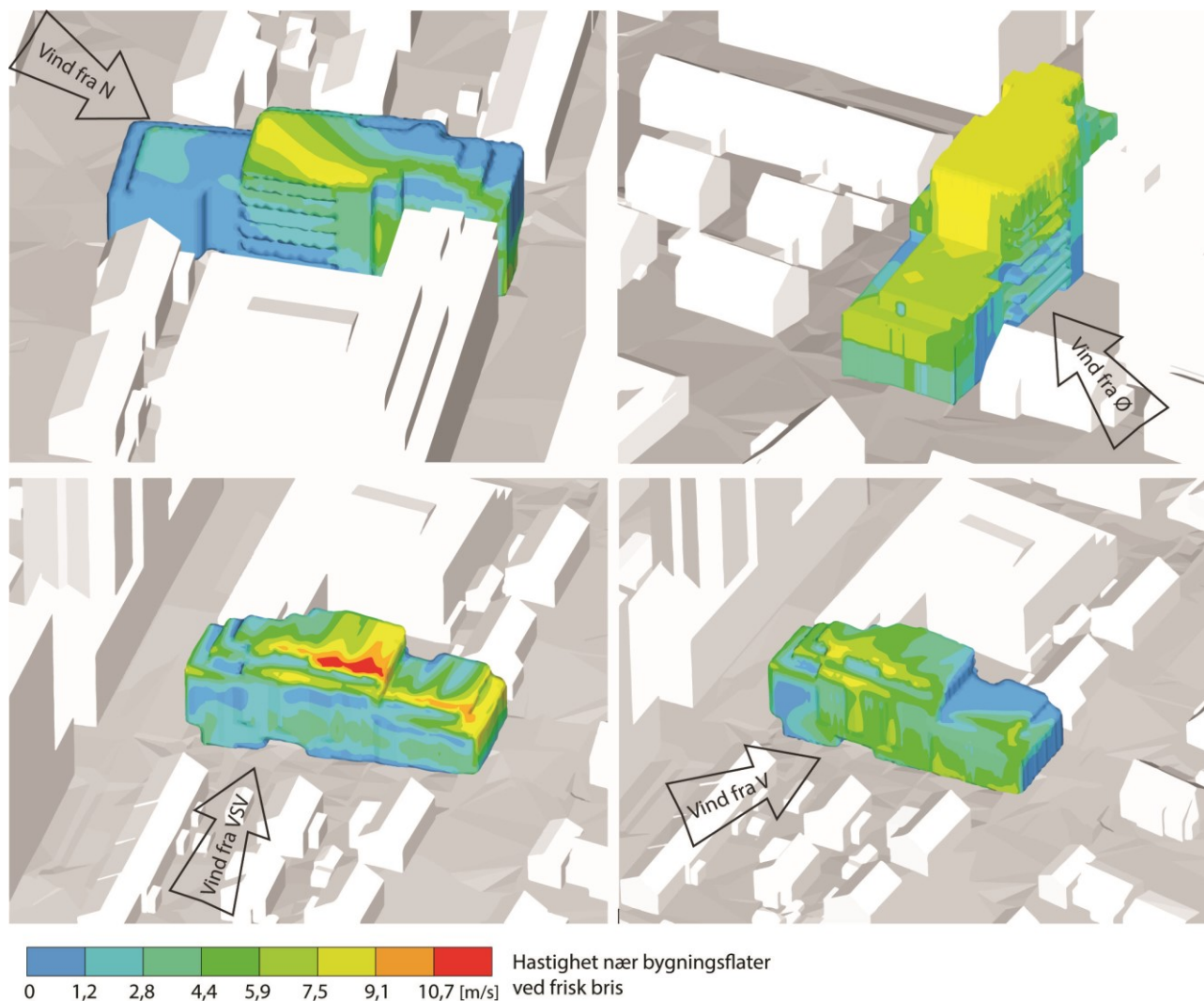
Figur 8. Vindhastigheter i personhøyde rundt utbyggingsforslag ved vind fra fremherskende sektorer. Vindreduksjon og vindforsterkning er gitt i forhold til uforstyrret vind i åpent landskap.

7.3 Vindbelastning mot tak og fasadeflater

De høyere delene av fasadene på Kvartal 25 vil være mer vindutsatte enn sonene på bakkeplan. Dette omfatter takarealer, fasadeflater og eksponerte bygningshjørner.

Vind fra **N** vil kunne medføre noe nedfallsvind og vindrotorer fra Kvartal 21 og ned mot nærliggende terrassesoner.

Avbøtende tiltak bør iverksettes med hensyn til eventuelle eksponerte balkonger og terrasser bør ha vindskjermende rekkverk.



Figur 9. Vindhastigheter nær bygningsflater ved vind fra fremherskende sektorer.

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.