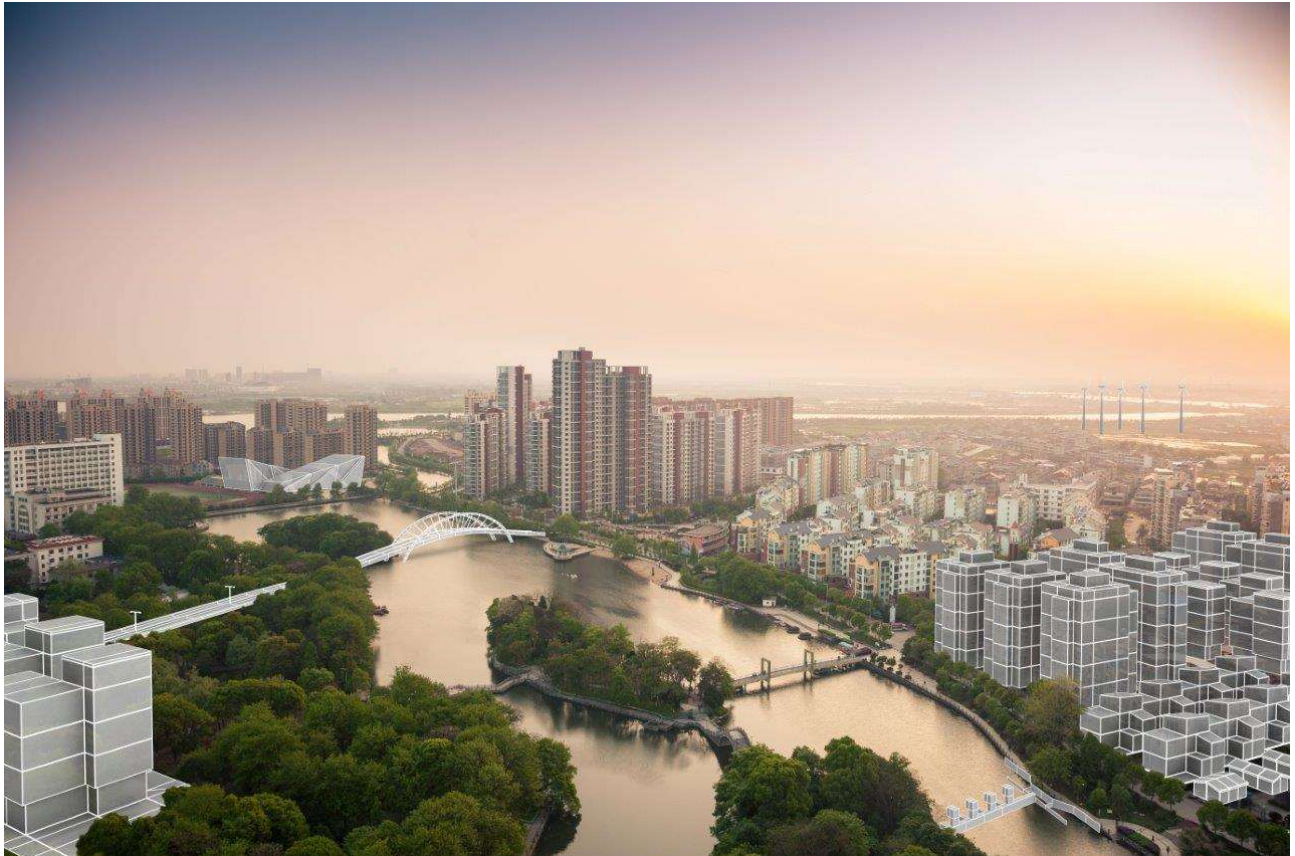

RAPPORT

Mindemyren – kvalitetsprogram vind



Kunde: Bergen Kommune BME

Prosjekt: Infrastrukturplan Mindemyren

Prosjektnummer: 10215521-01

Dokumentnummer: 0106

Rev.: 01 (15.09.2020)

Sammendrag:

For mest effektiv og økonomisk gunstig tilpasning av uteområder til vind, bør dette gjøres så tidlig som mulig i planfasen; gunstig plassering av bygg og konstruksjoner kan enkelt fjerne behov for omgripende avbøtende tiltak som blir avdekket først sent i prosessen.

Bygg og volumer som krever ekstra oppmerksomhet er de med stor uskjermet fasade mot fremherskende vindretning, de som rager vesentlig over omkringliggende, tilhørende passasjer, utkrager, overbygg og underganger, samt kun moderate innsnevring i gatetverrsnitt som går langs nord-sør-akse.

Det anbefales å gjøre CFD-vindsimulering av vind for noen spesielt utsatte områder på Mindemyren: bybanestopp, bebyggelse ved nordre del av Kristianborgvannet og Solheimsvatnet, og delvis åpne torg med grense mot bybanetrasé.

Utbyggere anbefales å utrede at egne utendørsområder har tilfredsstillende vindkomfort.

Det anbefales å bruke vindkomfortskala «Lawson LDDC» for å vurdere menneskelig aktivitet opp mot de faktiske vindforhold over tid. Eventuell vindstatistikk (vindretning) f.eks målt på Florida eller Flesland må justeres for å gjenspeile faktiske vindforhold i Bergensdalen.

Rapporteringsstatus:

- Endelig
 Oversendelse for kommentar
 Utkast

Utarbeidet av: Kjetil Birkeland Moe	Sign.: KBM
Kontrollert av: Øyvind Vik Nygard	Sign.: ØVN
Prosjektleder: Karl-Magnus Forberg Eikeland	Prosjekteier: Hilde Nilsen

Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
01	15.09.2020		KBM	OVN

Innholdsfortegnelse

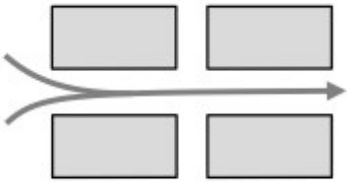
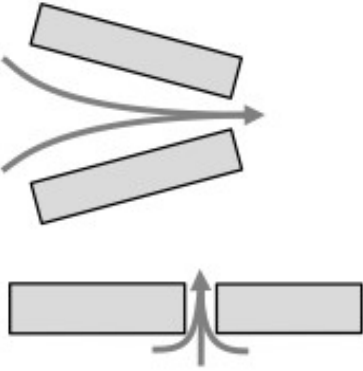

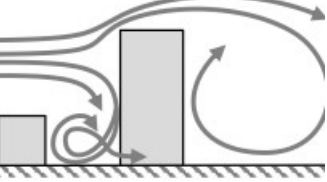
1	Bakgrunn	4
2	Generelle krav	5
2.1	Problemvind	6
2.2	Luktspredning.....	6
2.3	Gjennomføring av vindanalyser	6
2.4	Analyser av vindkomfort.....	7
2.5	Detaljerte vindanalyser.....	7
3	Krav til offentlige areal	8
3.1	Krav til parker og naturområder	8
3.2	Skjermende tiltak.....	9
4	Sjekkliste	12
4.1	For vindkomfort	12
4.2	Numeriske analyser:	12

1 Bakgrunn

Vind er en faktor som har mye å si for menneskers komfort og bruk av uteområder i det daglige. Det er også en ytre faktor som i visse situasjoner medfører skader på infrastruktur. Å sikre gode vindforhold er viktig for byliv og en forutsetning for menneskers anvendelse av utendørs kvaliteter over tid.

Vind påvirkes av topografi, terreng, vegetasjon og bebyggelse, den tar alltid letteste vei og «kan føle» dette lenge i forveien – lufttrykket forplanter seg med lydets hastighet, selv om det blåser kun flau vind. Vind er kompleks i den forstand at den griper om seg, og lar seg påvirke langt unna der den faktisk virker inn.

Tidlig planlegging skal hensynta fremherskende vindretninger, og sikre gunstig plassering av bygg og oppholdssoner. Avbøtende vindtiltak som blir identifisert i etterkant av bygging er som hovedregel fordyrende og går gjerne på bekostning av estetikk og andre eksisterende kvaliteter.

	<p>Kanaliserende vind kan oppstå i åpne kanaler mellom bygg. Tverrgående åpninger i bygningsmassen vil være godt skjermet, så vindhastighet i eksponert kanal vil relativt sett oppleves som høy.</p>
	<p>Trakteeffekt mellom bygg kan samle vind og føre til akselererende vindhastighet etterhvert som avstanden mellom byggene reduseres.</p> <p>Noe av den samme effekten kan observeres når vind som treffer fasade(r) vendt mot vindretningen, og tvinges gjennom en åpning/passasje.</p>
	<p>Vind akselererer rundt hjørner, og utforming av hjørnet har mye å si på strømningsforholdene. På lesiden av hjørnet vil det være mye turbulens.</p>
	<p>Fallvind fra høye bygg som stikker opp over generell bebyggelse vil gi høyere vindhastighet på bakkeplan i området foran og til siden for bygget. I bakkant av høye bygg vil det også kunne dannes turbulente vindforhold.</p>

Figur 1-1 Figurer hentet fra Outdoor Environment Technology AS

2 Generelle krav

Det skiller videre mellom vindkomfort og problemvind.

Vindkomfort er hvordan vind oppleves for mennesker, typisk på bakkeplan, hvor man eksempelvis for uteservering eller sittegrupper i parker har en lavere terskel for vind enn ved f.eks. som fotgjenger.

Problemvind er typisk sterk uskjermet vind som kan opptre også nær bakken, men som kan medføre andre uheldige konsekvenser enn kun å være til bry for mennesker; høy vindhastighet, og i noen tilfeller også akselerert vind, kan medføre skader på bygg og infrastruktur, eller være til annen vesentlig ulempe for anvendelsen av området.

En CFD (Computational Fluid Dynamics) vindkomfortanalyse vil gi enkle og tydelige indikasjoner på vindutsatte områder, bør utføres i en tidligfase, og resultatene krever lite forkunnskaper å tyde.

Vindkomfortanalyse må utføres:

- Hvis bygghøyde rager 2,5 m høyere enn nabobebyggelse.
- Ved uteservering/sitteplasser langs Kanalveien, eller i sidegater direkte knyttet til denne og inntil 50m unna.
- For uteplasser og grøntområder med direkte åpning/innsyn til Kanalveien.
- For offentlige gaterom, torg, allmenninger, skolegård, lekeplasser, parker (se temakart Byliv)

En slik analyse bør gjøres for alle S-områder og torg for å bekrefte at hensynet til ferdsel og opphold på bakkeplan blir ivaretatt. Merk – en vindkomfortanalyse er seg selv ikke egnet til å avdekke selve årsakene til problemvind.

Kravene til eventuelle skjermingstiltak skal være gjennomførbare og ikke urimelige for utbyggere, samtidig som de skal se til at utendørsområdet oppnår god nok vindkomfort til tiltenkt bruk.

For vindkomfort anbefales det å ta utgangspunkt i komfortkravene «Lawson LDDC», se Figur 2-1 under.

Vindkomfort og oppholdssoner henviser til «Lawson LDDC» komfortkrav A-D:

A	> 2.5 m/s	< 5%	Frequent Sitting
B	> 4 m/s	< 5%	Occasional Sitting
C	> 6 m/s	< 5%	Standing
D	> 8 m/s	< 5%	Walking
E	> 8 m/s	> 5%	Uncomfortable
S	> 15 m/s	> 0.022%	Unsafe

Lawson LDDC comfort criteria categories

Figur 2-1: Lawson LDDC vindkomfortkriterier.

2.1 Problemvind

Under vises det til situasjoner som vil være tydelig relevante for utbyggingen på Mindebyen, basert på erfaring fra lignende områder. Det kan riktignok tenkes at det er flere tilfeller enn disse som kan forårsake vindproblemer, og det anbefales å gjøre en helhetlig vurdering av dette for de enkelte tilfellene eller S-områdene.

- a. For åpne plasser/torg:
 - Ved jevn bygghøyde (h) rundt plassen oppnår man gunstige vindforhold på bakkeplan ved $\text{Areal} < 5 \cdot h^2$.
 - Hvis byggehøyde avviker vesentlig i nordlig eller sørlig ende av plassen, og dersom plassen er mindre innelukket enn $\frac{3}{4}$, vil dette utløse krav om dedikert CFD-analyse for å avdekke konsekvens, knyttet til bruk av området.
- b. Passasjer, undergang, overbygg, utkraging:
 - Kombinert med nærliggende stor innsnevring, traktformasjon, eller stor fasade vendt mot fremherskende vindretning, er nevnte passasjer spesielt utsatt for høye vindhastigheter, og bør utredes.
- c. Stor nord-/sørvendt fasade/vegg *uten* vesentlig hindring i forkant:
 - Kan medføre stor ulempe for betjening av dører pga over-/undertrykk (maks 30Pa).
 - *Identifiser vindsoner* med akselerasjon eller lite skjerming, og utrede at dette ikke innebærer risiko for avriving av plater, himling, løse gjenstander, o.l.
- d. Ragende bygg, vesentlig høyere enn omkringliggende bebyggelse, f.eks en minimum rektangulær flate med mål 3m høyde(forskjell) x 5m bredt:
 1. Kjent tilfelle at ragende strukturer medfører økt vind på bakkeplan. Kan forhindres ved jevnere høyde, designforbedringer, vindskjerming på fasade, o.l.
- e. Hjørner, og innsnevring på tvers av bybanetraséen:

Det er sannsynlig at vind vil føres langs Kanalveien, hvor det er åpent og uskjermet over relativt lange strekk. Plutselige hindringer som innsnevring og hjørner langs denne traséen vil tvinge vind inn i sidegater og/eller akselerere vinden lokalt.

2.2 Luktspredning

Identifisere lokale avfallskonteinere, gjenvinningskonteinere, avkast fra storkjøkken, og annen konsentrert kilde til luftforurensing, og vurdere vindtransporten av dette basert på typisk strømlinjer fra f.eks vindkomfortanalysen. Hensyn skal gjøres med tanke på å redusere vindtransport til 1) friskluftinntak, 2) oppholdssoner på bakkeplan, inkl. kollektivpunkter, 3) barnehager/grøntområder.

2.3 Gjennomføring av vindanalyser

Vinddata bør baseres på et statistisk grunnlag på minst 15 år men maks 30 år tilbake i tid.

2.4 Analyser av vindkomfort

Vindkomfortanalysene er egnet til å si noe om generell komfort på bakkeplan. Alle S-områder skal gjennomføre CFD vindkomfortanalyse, for å bekrefte at planforslagene er gjennomførbare med faktiske vindforhold.

Vindkomfort skal utføres med statistiske værdata for hele året.

Til forskjell fra vanlig praksis vil det på grunn av terrenget i Bergensdalen ikke være nødvendig med et høyt antall ulike vindretninger for å gjennomføre vindkomfortanalyse. Vind vil bevege seg i hovedsak langs aksen nord-sør. Leverandører av vindkomfortanalyser må gjøre oppmerksom på dette. Vindrosen for Florida vil gi en god indikasjon på statiske vindhastigheter for Mindemyren, men vindretningen på Mindemyren er antagelig dreid anslagsvis 25° medurs – altså mer rettet nord-sør. Det vil for Mindemyren være meningsløst å beregne et høyt antall ulike vindretninger fordelt likt mellom 0 og 360 grader. Det vil gi mest mening å fordele vindsektorer mellom typisk 110-190° og 280-360°, ihht Figur 2-2 under, og gradekorrigere disse som antydnet etter retningen på Bergensdalen.

Vindkomfortanalyser bør bruke en meshopløsning på maksimum 0,5m.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- >13
- 9.8-13
- 6.6-9.8
- 3.4-6.5
- 0.1-3.2

Stille (%)

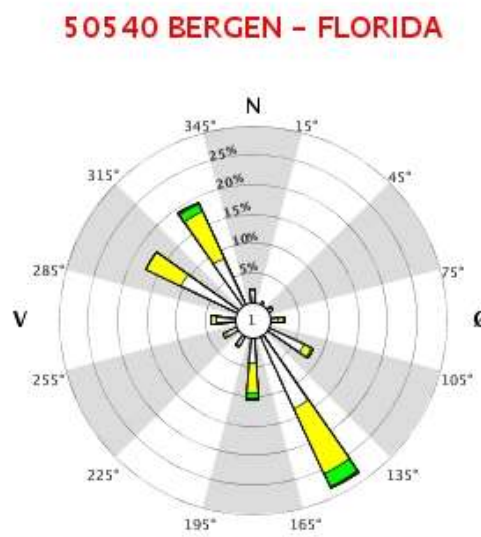
1



År: 1999 - 2019

apr, mai, jun, jul, aug, sep

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)



Figur 2-2: vindrose for Florida.

2.5 Detaljerte vindanalyser

Ønsker man å avkrefte potensielle problemvindsituasjoner, f.eks om man får høy uskjermet vind ved åpne plasser eller under fasader, skal man gjøre en egen analyse av dette med finere oppløsning, og typisk ved en forhåndsbestemt vindretning og høyeste registrerte 10 minutters vindhastighet siste 30 år. Meshopløsningen er opp til utførende rådgiver å bestemme, men bør typisk være i størrelsesorden maksimum 0,1-0,2m langs overflater og kanter, med minst 3 prismatiske lag langs overflater (inflation), og maks ~0,3m sidelengder for volumceller, nær fokusområder.

Numeriske analyser skal være godt oppløst og ha nøyaktig gjengivelse av terreng. Analysen trenger ikke inneholde vegetasjon. Grensebetingelser skal være tilpasset omgivelsene utenfor simuleringsdomenet, f.eks at vindprofilen er fullt utviklet, og at bakke har relevant ruhet.

Problemvind er vind som på grunn av utforming av bygg, terrengforming og omgivelser generelt, vil kunne gi spesielt ugunstige vindsituasjoner, til fare for mennesker og/eller bygg:

Ved å gi føringer til nybygg knyttet til vindproblematikk unngår man reduksjon av utendørskvaliteter på grunn av vindforhold, redusert bruk av utendørsarealer på grunn av vindforhold, skader på mennesker og faste installasjoner og unødvendige økonomiske belastninger og tvistesaker for utbyggere og beboere som følge av store avbøtende vindtiltak i etterkant av utbygging og eventuelle vindrelaterte ulykker.

3 Krav til offentlige areal

Offentlige områder som kan kreve tilpassing og skjerming for vind, er i hovedsak torg, gaterom, bybanestopp og grøntområder.

Spesielt utsatte områder på Mindemyren regnes å være bybanestopp, bebyggelse ved nordre del av Kristianborgvannet og Solheimsvatnet, og delvis åpne torg med grense mot bybanetrasé. Disse har stor usikkerhet rundt faktiske lokale vindforhold, og bør utredes nærmere.

Vedvarende langsgående strekk øker vanskeligheten med å skjerme vind. Dette har med bevegelsesmengde å gjøre; en passende analogi er tog, hvor et langt godstog i god fart krever vesentlig mer krefter (tiltak) for å stoppe, enn et togsett med bare to vogner. Hvis man tillater vinden kun å bevege seg i korte rette strekk av gangen, vil man mer effektivt kunne hindre vind å bygge seg opp.

Se Figur 2-1 for detaljer om Lawsons vindkomfortkriterier.

Vindkomfortkrav for offentlige områder:

- a. Lekeplasser og (sitte)benker skal tilfredsstillende **A**.
- b. Utendørs servering skal tilfredsstillende **A**.
- c. Oppholdssoner, parker generelt skal overholde **C**.
- d. Gangveier skal tilfredsstillende **D**.
- e. Aktivitetsområder skal tilfredsstillende **D**.

3.1 Krav til parker og naturområder

For bygninger og inngangspartier kan det være spesielt viktig å se til at betjening av disse ikke blir hindret av vind – det kan både være vindpåtrykk, og vindundertrykk (f.eks. dører som rives opp kun ved betjening av dørhåndtak) som følge av høy vindhastighet på utsiden. I tillegg vil det være aktuelt å vurdere vindbelastningen på balkonger, spesielt de som er på utsatte nord-sør-fasader, eller vendt inn mot Kanalveien.

Et justert sett med vindkomfortkrav er beskrevet under, med tillegg for inngangspartier, private hager og balkonger. Dette må sees i sammenheng med kriteriene «Lawson LDDC», som vist i.

Se Figur 2-1 for detaljer om Lawsons vindkomfortkriterier

Anbefalte vindkomfortkrav for private utbyggingsareal:

- Lekeplasser og (sitte)benker bør tilfredsstillende **A**.
- Utendørs servering bør tilfredsstillende **A**.
- Oppholdssoner, parker generelt bør overholde **C**.
- Gangveier bør tilfredsstillende **D**.
- Aktivitetsområder bør tilfredsstillende **D**.
- Inngangspartier, private hager og balkonger bør tilfredsstillende **B**.

3.2 Skjermende tiltak

I de fleste tilfeller med oppføringer av bygg vil det også være nødvendig med lokal skjerming for å gi tilfredsstillende kvaliteter i oppholdssoner. I beste fall klarer man å utforme gode permanente løsninger i samarbeid mellom arkitekt, landskapsarkitekt og vindspesialister – dette kan være utsmykning, beplantning, skiltvegger, osv. Disse bør i størst mulig grad plasseres og utformes for å også gi en skjermingseffekt.

Skal man utforme egne elementer kun til bruk for skjerming, er det som hovedregel best å bruke noe som er permeabelt; helt tette vegger gir erfaringsmessig dårligere skjerming, og forskyver problemene mer enn å fjerne dem.

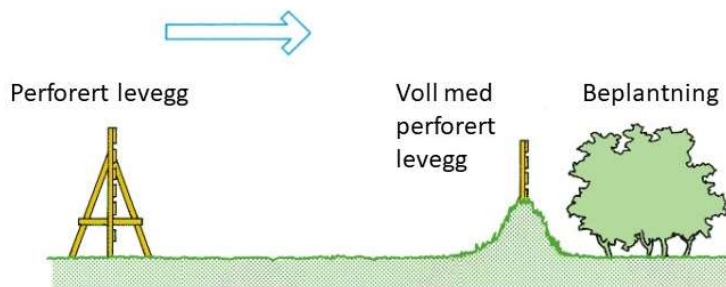
Vinden vil gå «letteste vei», så felles for skjermingstiltak er å øke motstanden for vinden der vi ønsker stille soner. Permeable vegger/beplantning etc. vil gjøre to ting, øke strømningsmotstanden slik at vinden kan ledes utenom, samt øke dissipasjon av energien i vinden slik at vinden lokalt ebber ut.

1) Strømlinjeformet bebyggelse



Figur 3-1 Kilde: Outdoor Environment Technology AS

2) Prinsipp for skjermingstiltak



Figur 3-2 Figur fra Byggforsk 311.110, «Arealdisponering og vernetiltak i værharde utbyggingsområder, 2005»

Lebeplantning

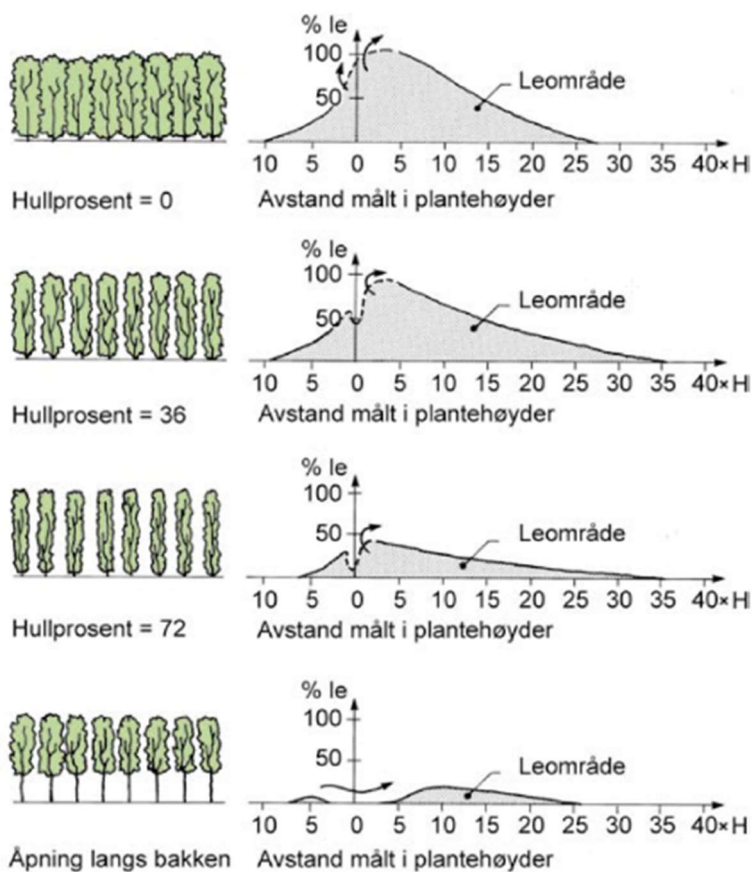


Fig. 222
Levirkning av belter av trær med forskjellig tetthet. Beltene er omtrent ti ganger så lange som de er høye. Kilde: [822]

Figur 3-3 Figur fra Byggforsk 311.110, «Arealdisponering og vernetiltak i værharde utbyggingsområder, 2005»

3) Vernesone:

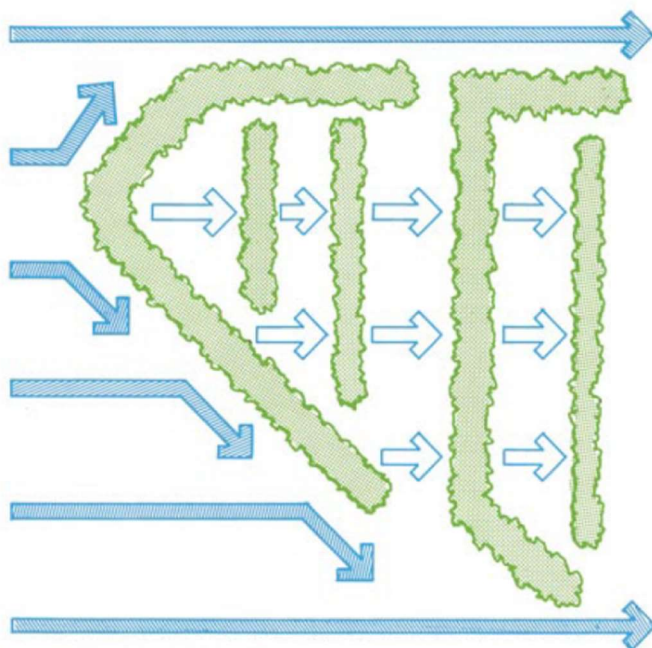


Fig. 223

Vernesone utformet som system av belter av trær på tvers av framherskende vindretning. Systemet har et bredere omsluttende belte lagt på skrå i randsonen på losiden for å kanalisere vinden ut forbi det vernede området.

Figur 3-4 Figur fra Byggforsk 311.110, «Arealdisponering og vernetiltak i værharde utbyggingsområder, 2005»

4 Sjekkliste

- Er bygninger plassert optimalt med tanke på sine fordelaktige vindskjermende effekter for uteplasser, spesielt ut ifra nord-sør-vind?
- Er det identifisert store uskjermede fasader som står uhindret mot nord-sør-vindretning?
- Har bygninger rundt torg lik høyde?
- Er torg skjermet nok av bebyggelse rundt til at det gir god vindkomfort på bakkeplan for tiltenkt bruk?
- Er det planlagt høyhus eller annen ragende bebyggelse, som gir forverret vindkomfort på bakkeplan?

4.1 For vindkomfort

- Brukes det en fast 360-graders vindrose som utgangspunkt, eller er den tilpasset den faktiske vinden i Bergensdalen? (Det vil gi mest mening å fordele vindsektorer mellom typisk 110-190° og 280-360°, ihht, og gradekorrigere disse som antydnet etter retningen på Bergensdalen (~25° medurs).)
- I vindkomfortanalyser, er det en volummeshopløsning på maksimum 0,5m?

4.2 Numeriske analyser:

- Minimum antall vindretninger? (Både nord og sør.)
- Har vinddata mellom 15 og 30 års observasjonsperiode?
- Er grensebetingelser tilpasset omgivelsene utenfor simuleringsdomenet f.eks at vindprofilen er fullt utviklet, og at bakke har relevant ruhet?