

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Delplan for Sjøområdet, Longyearbyen</b>	DOKUMENTKODE	10200667-NOT-RIMT-001
EMNE	Lokalklimatiske virkninger (vind og snø)	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Svalpro AS</b>	OPPDRAAGSLEDER	Tom Langeid
KONTAKTPERSON		SAKSBEHANDLER	Jan Potac
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10235042 Marint miljø og havbruk Nord

## SAMMENDRAG

I forbindelse med konseptutvikling og planlegging av nybygg i Sjøområdet i Longyearbyen, Svalbard, ønsker man å vurdere konsekvenser av lokalklima (vind og snø) i området.

Den forenklede analysen av klima (vind og snø) er basert på klimatiske data fra nærmeste værstasjonen Svalbard Lufthavn. Den hyppigste vindretning i området er sørøst og påvirker lokalklima i stor grad. Vindforsterkning kan forventes i veien som ligger orientert sørøst-nordvest, parallelt med vindretningen. Dominerende vindretning om sommeren er fra sørvest, men vind herfra har grunnet fjellene omkring begrenset styrke. Den planlagte bebyggelsen langs hovedvegen vil ha en skjermende effekt som er positivt for lokalklimaet i uterommet.

Vind, nedbør og terrengetopografi påvirker oppbygging av lokale snøfonner. Den totale snøtransporten i området er ca. 80 t/m og klassifiseres som moderat ihht. litteraturen. Elveleiet til Longyearelva øst for planområdet skaper et naturlig området for snødeponering, noe som vil redusere snøtransporten inn i planområdet. Et snøgjerde i tilknytning til elveleiet vil redusere snøtransport inn til tomten ytterligere. Lokale snøfonner kan forventes rundt bygningene.

En detaljert vindklima og snøfordeling kan beregnes ved hjelp av numeriske simuleringer når bygningsvolumene er bestemt.

00	30.01.2018	Lokal klimatiske virkninger, vind og snø	Jan Potac	Thomas K. Thiis	Tom Langeid
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

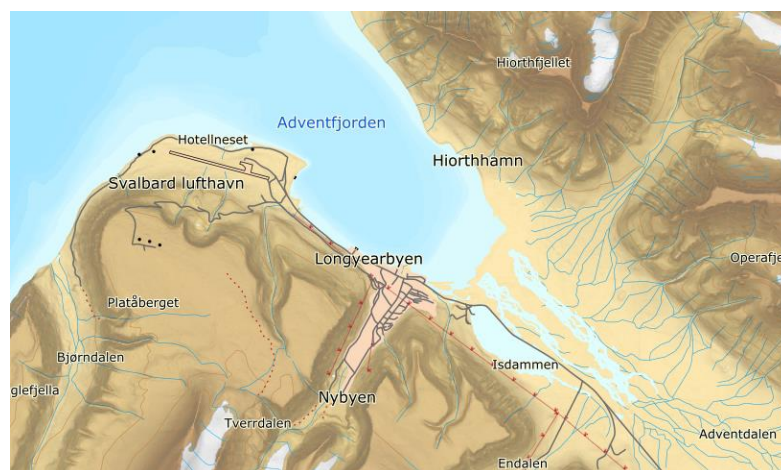
I forbindelse med konseptutvikling og planlegging av nybygg på Sjøområdet i Longyearbyen, Svalbard, ønsker man å vurdere konsekvenser av lokalklima (vind og snø) for planlagt nybygg i området. Det planlegges å utvikle flere boligområder i lokaliteten, over flere faser. Multiconsult Norge AS har fått i oppdrag å gjennomføre en forenklet vurdering av lokalklimatiske virkninger i området med hovedfokus på vind og snø.

### 1.2 Situasjon på tomten og planlagt utvikling

Planområdet ligger nord-vest for sentrum av Longyearbyen. Tomten ligger i området der Longyeardalen møter den mye større Adventdalen. Hele landskapet i området har veldig kompleks topografi med høye og bratte fjell fra sør til vest og sjø (Adventfjorden) fra nordvest til nordøst (se Figur 1).

Figur 2 viser detaljert utsikt til byområdet. Planområdet ligger på vestsiden av Longyearelva. Området er relativt flatt. Den nåværende bruken av området er industrisone med forskjellige typer av lave bygninger. Generelt kan man si at området er utsatt til vind og snødrift

Den planlagte utvikling i området består av flere felter som skal utbygges over flere faser. En skisse av planområdet med feltene er vist i Figur 3. I felt A, planlegges det å bygge flere blokker av 4 etasjer boliger. En konseptbilde for felt A er vist i Figur 4.



Figur 1 Kart over Adventfjorden med Longyearbyen og Svalbard Lufthavn.



Figur 2 Kart over Longyearbyen og bilde til planområde markert i rødt.



Figur 3 Aktuell bilde av planområde og planområde med boligfeltet (Link Arkitektur).

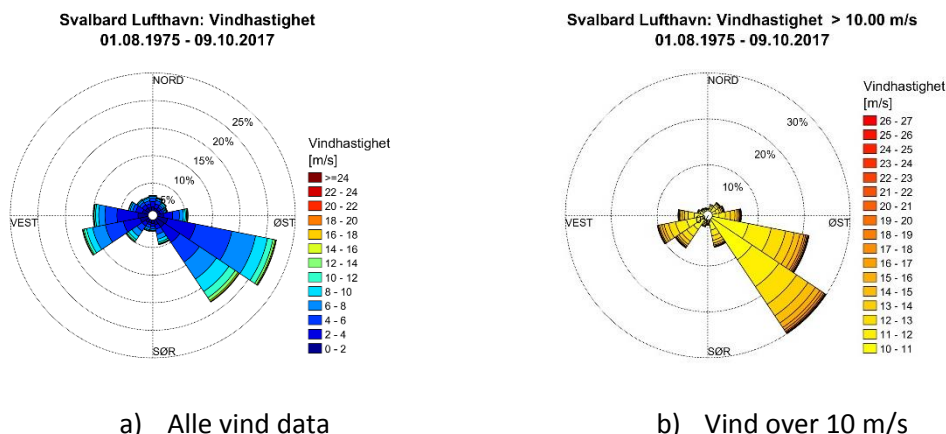


Figur 4 Skisse av boligfelt A (Link Arkitektur).

## 2 Meteorologiske data

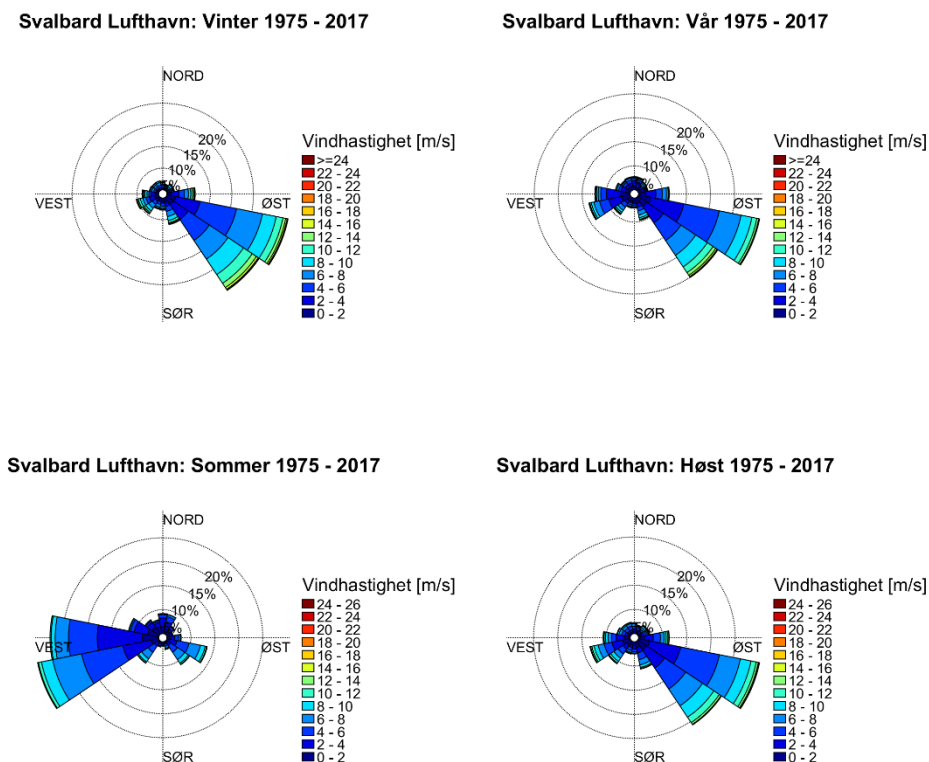
### 2.1 Vind

Den nærmeste meteorologiske målestasjonen ligger på Svalbard Lufthavn cirka 4 km mot nordvest (eKlima, 2017). Målestasjonen har vært i drift siden 1964. Vindroser fra målestasjonen for hele perioden er vist i Figur 5a). Vindrosen viser at de hyppigste vindretningene er sørøst og vestlig. Figur 5b) viser vindrosen med vindhastighet over 10 m/s. Den sterkeste vinden kommer fra sørøst og vest.



Figur 5 Vindroser for Svalbard lufthavn.

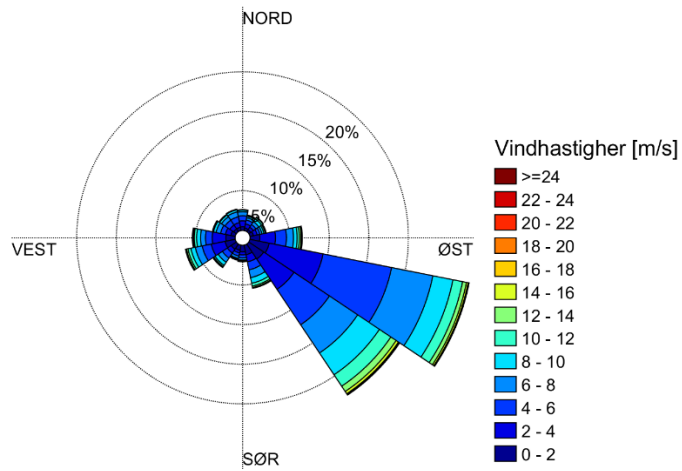
Figur 6 viser at vind varierer over årstider. Sørøstlig vind er fremherskende om høsten, vinteren og vår, vestlig vind om sommeren.



Figur 6 Vindroser for fire årstider for Svalbard lufthavn.

Figur 7 og Tabell 1 viser vindfordeling over perioder med lufttemperatur < 1°C. Denne perioden er karakteristisk for redistribusjon av snøpartikler.

Svalbard Lufthavn: Vind med temperatur < 1 degC  
1975 - 2017



Figur 7 Vindroser for Svalbard lufthavn for perioder med lufttemperatur < 1°C.

Tabell 1 Distribusjon av vindhastighet med lufttemperatur &lt; 1°C, Svalbard Lufthavn.

Vindhastighet distribusjon [%]																
Hastighet [m/s]	N	NNØ	NØ	ØNØ	Ø	ØSØ	SØ	SSØ	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV
1	0.13	0.10	0.10	0.15	0.30	0.47	0.52	0.41	0.36	0.26	0.28	0.33	0.27	0.15	0.12	0.11
2	0.34	0.24	0.19	0.30	0.94	2.01	1.74	0.82	0.47	0.40	0.51	0.98	0.91	0.42	0.29	0.31
3	0.41	0.24	0.20	0.25	1.04	2.92	2.06	0.51	0.18	0.17	0.28	0.98	1.00	0.38	0.30	0.31
4	0.32	0.28	0.19	0.23	0.92	4.03	2.55	0.41	0.19	0.17	0.29	0.80	0.71	0.32	0.29	0.30
5	0.35	0.27	0.20	0.17	0.76	4.68	2.79	0.48	0.19	0.19	0.35	0.64	0.47	0.32	0.37	0.33
6	0.29	0.22	0.20	0.18	0.63	4.13	2.59	0.55	0.21	0.21	0.41	0.53	0.38	0.30	0.36	0.40
7	0.29	0.16	0.20	0.14	0.54	3.14	2.21	0.55	0.15	0.17	0.34	0.48	0.31	0.32	0.30	0.35
8	0.22	0.14	0.23	0.13	0.35	2.17	2.08	0.45	0.11	0.14	0.30	0.41	0.31	0.26	0.23	0.28
9	0.14	0.12	0.21	0.13	0.26	1.53	1.87	0.38	0.07	0.07	0.27	0.34	0.28	0.22	0.16	0.17
10	0.07	0.07	0.21	0.13	0.19	1.05	1.43	0.34	0.05	0.05	0.20	0.23	0.22	0.11	0.13	0.11
11	0.03	0.06	0.14	0.08	0.14	0.76	1.02	0.23	0.04	0.04	0.10	0.20	0.17	0.08	0.05	0.04
12	0.02	0.05	0.06	0.08	0.13	0.48	0.71	0.14	0.03	0.02	0.08	0.17	0.13	0.04	0.03	0.02
13	0.01	0.04	0.04	0.04	0.11	0.31	0.48	0.10	0.02	0.02	0.06	0.11	0.08	0.02	0.01	0.01
14	0.00	0.01	0.02	0.03	0.11	0.19	0.32	0.07	0.01	0.01	0.04	0.08	0.05	0.01	0.00	0.01
15	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.12	0.21	0.05	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.01	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.09	0.13	0.03	0.00	0.00	0.01	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.07	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## 2.2 Nedbør

Klimadataene fra Svalbard Lufthavn viser at gjennomsnittlig nedbør om perioder ved lufttemperatur under  $-1^{\circ}\text{C}$  er  $119\text{ mm}$ . Dette tilsvarer  $119\text{ cm}$  snø med densitet  $100\text{ kg/m}^3$  (nysnø, tettheten øker til  $2\text{-}300\text{ kg/m}^3$  når den pakkes). Temperatur- og nedbørnormaler er vist i Tabell 2.

Tabell 2 Temperatur- og nedbørnormaler for Svalbard Lufthavn, 1961 - 1990 (met.no).

	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	År
Nedbør [mm]	15	19	23	11	6	10	18	23	20	14	15	16	190
Lufttemperatur [ $^{\circ}\text{C}$ ]	-15.3	-16.2	-15.7	-12.2	-4.1	2	5.9	4.7	0.3	-5.5	-10.3	-13.4	-6.7

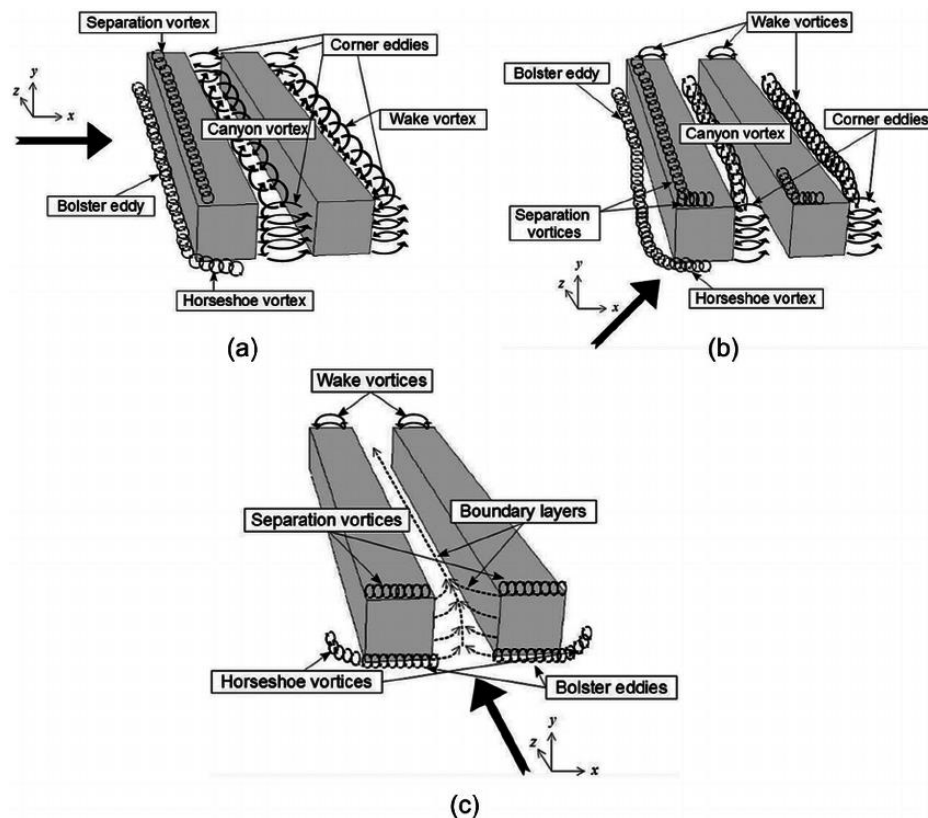
### 3 Evaluering av lokal klima

#### 3.1 Vind

I tett bebyggelse vil vindmønsteret rundt bygningene være avhengig av bygningenes innbyrdes plassering, orientering og utforming. Man ønsker vanligvis å unngå høye vindhastigheter i områder der mennesker oppholder eller beveger seg. I et komplekst bygningsmønster må man derfor vite hvilke faktorer som bidrar positivt og negativt i forhold til vindklimaet.

I mellomrommet mellom bygninger som står normalt på vindretningen er det vanlig at vindhastigheten øker. Dette skjer fordi arealet normalt på vindretningen snevres inn samtidig som mengden luft som presses gjennom arealet er konstant. Det oppstår da en trakteffekt som gir høyere vindhastighet mellom bygningene.

Vindhastigheten øker vanligvis med høyden over bakkenivå, slik at høye bygninger er utsatt for kraftigere vind enn lave. På lesiden av en bygning kan det oppstå en virvel der vind med høy hastighet presses ned mot bakkenivå. Når bygningens høyde øker, øker også hastigheten på den nedgående luftstrømmen. Figur 8 viser dette prinsippet.



Figur 8 Vindforsterkning i gate for forskjellige vindretninger (Kva, 2015)

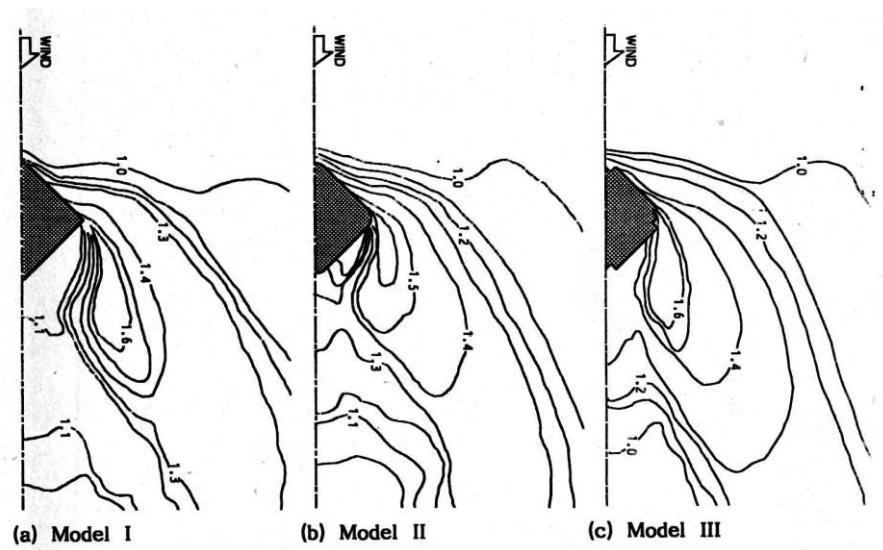
Forstyrrelser i strømningsmønsteret som skapes av terrenget, bygninger eller andre hindringer kan gi virvler i luftstrømmen. Slike virvler omtales som turbulens og vil gi variasjoner i vindhastigheten som kan følge strømningsmønsteret. Økt turbulensintensitet betyr i praksis at vinden får mer preg av kastevind. Rundt bygninger og andre hindringer øker vanligvis turbulensintensiteten.

I le av bygninger skapes det vanligvis en såkalt levirvel, der vindhastigheten er lavere enn vinden omkring bygningen.

Vindhastigheten øker vanligvis når luften passerer et hushjørne. Dette skyldes trykkforskjellen som er mellom lo- og leside, hvor vi har henholdsvis et over- og et undertrykk. Vi kan oppnå en lavere



hastighetsendring ved hushjørner dersom de utformes avrundet eller stumpe ( $> 90^\circ$ ). Figur 9 viser hvordan utformingen av et hjørne påvirker vindhastigheten. Konturene angir vindforsterkningen rundt hjørnet hvor a) er  $90^\circ$ , b) er avrundet og c) er avtrappet.



Figur 9 Hastighetsendring ved hjørner med ulik utforming.

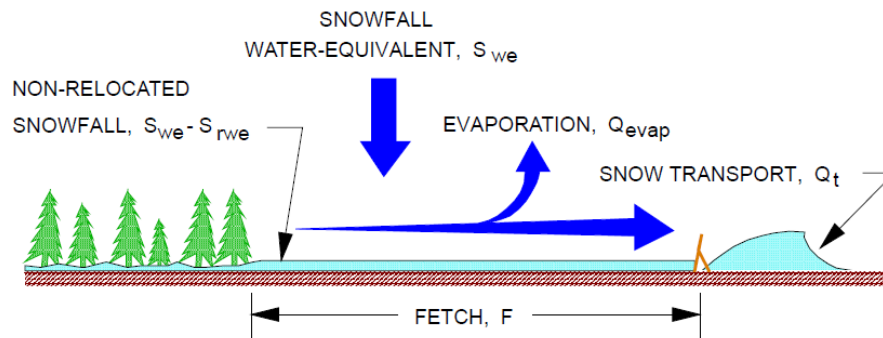
### 3.2 Topografi og snøfokk

Nedbør i form av snø vil, dersom vind er til stede, avsettes på bakgrunn av strømningsforholdene ved bygningen. Forholdet mellom snøpartiklenes fallhastighet og vindens hastighet vil føre til at flere partikler vil kunne avsettes i områder hvor det er mer le enn i områder uten særlig le. Ved kraftigere vindhastigheter vil det dessuten dannes aerodynamiske skyggeområder eller separasjonszoner hvor den gjennomsnittlige vindhastigheten er betraktelig lavere og hvor større mengder snøpartikler kan avsettes.

Vinden kan medvirke til dannelsen av snøfonner på to måter. Enten ved at det snør samtidig som det blåser eller ved redistribusjon av snøpartikler på bakken. I begge tilfeller avsettes snøen i såkalte aerodynamiske skyggeområder. I det første tilfellet kan vindhastigheten være relativt lav samtidig som det avsettes snøfonner. For at snøpartikler skal redistribueres, må vindhastigheten være betydelig høyere.

Når vinden blåser over et snødekke, kan snøpartiklene settes i bevegelse og forårsake redistribuering av snøen. Hvorvidt snøpartikler transporteres og i hvilket omfang, avhenger av vindforholdene og snøegenskapene. Snøegenskapene omfatter forhold som alder på snøen, snøtemperatur, partikkelstørrelse, o.a. En viktig størrelse er «fetch» som er avstanden fra en grense som ligger i et aerodynamisk skyggeområde til objektet som skal beskyttes mot snødrift, se Figur 10.





Figur 10 Illustrasjon av begrepet «fetch».

Et rammeverk å estimere årlig snøtransport  $Q_t \left[ \frac{kg}{m} \right]$  gis i "Controlling Blowing and Drifting Snow with Snow fences and Road Design" (Tabler, 2003). Prosedyren består av:

Beregning av potensielt snøtransport basert på vind  $Q_{upot}$

Beregning av potensiell snøtransport basert på nedbør i kombinasjon av uendelige fetch  $Q_{spot}$

Hvis  $Q_{upot} > Q_{spot}$  så kontrollerer nedbør snøtransporten og snøtransport over uendelige fetch er  $Q_{inf} = 0.5 T S_{rwe}$  hvor  $S_{rwe} = \theta S_{we}$  er redistribuert snømengde målt i vannekvivalenter [mm]. Hvis  $Q_{upot} < Q_{spot}$  da er  $Q_{inf} = Q_{upot}$

Total årlig snøtransport kalkuleres som  $Q_t = Q_{inf} \left( 1 - 0.14 \frac{F}{T} \right)$ . Hvor  $F$  [m] er fetch og  $T$  [m] er maksimal transport avstand begrenset av partikelsublimasjon (estimert til  $T = 3000$  m).

Årlig snøtransport kan klassifiseres i alvorlighetsklasser gitt i Tabell 3.

Tabell 3 Alvorlighetsklasser for årlig gjennomsnittlig snøtransport (Tabler, 1994)

Klass	Snøtransport per sesong (t/m)	Klassifikasjon
1	< 10	Svært lite
2	10 – 20	Lite
3	20 – 40	Lite til moderat
4	40 – 80	Moderat
5	80 – 160	Moderat til mye
6	160 – 320	Mye
7	> 320	Ekstremt

Potensiell snøtransport basert på vind  $Q_{upot}$  kalkuleres som  $\sum_{i,j} q_{i,j} = f_{i,j} D (86400) u_{i,j}^{3.8} / 233847$

Hvor  $i$  og  $j$  indekserer vindhastighet og vindretning.  $f_{i,j}$  er sannsynligheten av vindhastighet,  $D$  er antall dager i vinter, og  $u$  er vindhastighet.

Potensiell snøtransport basert på nedbør kalkuleres som  $Q_{spot} = 0.5 T S_{we}$ .  $S_{we}$  [mm] er snønedbør målt i vannekvivalenter [mm].  $T$  er maksimal transportavstand estimert til 3000 m.

### 3.2.1 Akkumulasjon og erosjon av snø rundt bygninger og konstruksjoner

Snøfonnene som dannes rundt en bygning kan klassifiseres i tre grupper; lofonner, lefonner og sidefonner. Disse snøfonnene utvikler seg med forskjellig hastighet, avhengig av bygningens geometri, topografien rundt og værforholdene. For at det skal kunne danne seg snøfonner må to kriterier oppfylles. Det må være snøpartikler tilstede for akkumulasjon og friksjonshastigheten  $u^*$  må være mindre enn terskelfriksjonshastigheten  $u_{*t}$ . Det er med andre ord ikke tilstrekkelig med lav vindhastighet i et område hvis ikke luften her inneholder drivsnø som kan akkumulere.

Det er størrelsen og formen av veggen som ligger mot vinden 'værveggen' som bestemmer plasseringen av lofonn og fonnene på siden av bygningen. En høy værvegg skaper større avstand mellom veggen og snøfonnen. Årsaken til dette er at det dannes en virvel ved værveggen som omkranser bygningen som en hestesko 'hesteskovirvelen'. Når værveggen er høy vil denne virvelen bli stor og føre til økt avstand til lofonn.

Ved å legge avlange bygninger langs vindretningen, vil lefonnen få et mindre volum sammenlignet med hvis bygningen er orientert på tvers av vinden. Oppbyggingen av en lefonn er betinget av at det blir transportert snøpartikler inn i lesonen. Ved lave vindhastigheter og drivsnø bare i bakkenivå, vil bygningen kunne virke som en 'snøplog' og hindre dannelsen av en lefonn. En høy vegg vil føre til at drivsnøen fraktes rundt bygningen og vil derved forhindre eller redusere dannelsen av lefonn. Lefonner dannes derfor raskest ved episoder som inkluderer vind og nedbør. I Figur 11 er snøfonndannelsen rundt en kubisk bygning vist som et eksempel.



Figur 11 Bildet viser typiske snøfonner rundt en bygning. Fotografen står på en av sidefonnene og ser mot lesonefonnen. Bak bygningen ligger lofonn.

## 4 Vurderinger

### 4.1 Vind

Målestasjonen Svalbard lufthavn ligger på kystlinjen og er eksponert for vind fra sørøst. Den hyppige sørøstlige vindretning (Figur 5) er trolig påvirket av Adventfjorden og Adventdalens orientering. Tomten på Sjøområdet ligger også eksponert for vind som følger Longyeardalen og vinddata fra flyplassen er derfor bare delvis representative for tomten. På grunn av mangel på lokale vinddata er data fra flyplassen lagt til grunn for analysen.

I forbindelse med de planlagt boligfeltene i Figur 3 vil den sørøstlige vinden påvirke den første raden av boligfeltene (rad A, B og C) i størst grad. Denne raden vil skjerme den videre bebyggelsen. De planlagt veiene gjennom feltene og boliger kan skape vind korridorer med en vindforsterkning. Den reduserte vindkomforten dette kan medføre blir trolig oppveiet av det reduserte potensialet for snøakkumulasjon. Korridorene er markert med blå pilene i Figur 12.

Figur 13 viser felt A med planlagt boliger og markerte vindkorridorer ved vind fra sørøst. På grunn av relativ liten skjerming av tilleggende bygninger foran feltet er området utsatt for vind fra sørøst. Derfor kan man forvente et vindklima med relativ høy vindhastigheter. Pilene i figuren markerer korridorer hvor kan man forvente en vindforsterkning og verre vindforhold. I tillegg kan man forvente mer vindkast i områdene på grunn av økt turbulens. Til tross for forhøyet vindhastighet mellom bygningene vurderes lokalklimaet i uterommet som relativ moderat.

Vestlig vindretning, som er vanlig på flyplassen om sommeren vil i mindre grad påvirke tomten siden den er skjermet av fjell fra den retningen. Trolig vil vestlig vind på flyplassen påvirkes av Longyeardalen og i noen grad følge denne.





Figur 12 Veisystem (oransje) i planområdet med blå-markert vind korridorer i sørøst vindretning.



Figur 13 Vindkorridorer i det planlagt felt A.

## 4.2 Snø

Vindhastighet og nedbør er viktige parametre for hvordan snøen legger seg i et område. Tomten er utsatt for høy vindhastigheter og det er derfor snødrift som er den viktigste parameteren for hvordan snøen legger seg rundt bygningene. Denne prosessen resulterer i snøfonning og stor variasjon av snødybde. Massefluks i denne prosessen (redistribusjon) er mye større enn snøfall med lav eller null vindhastighet.

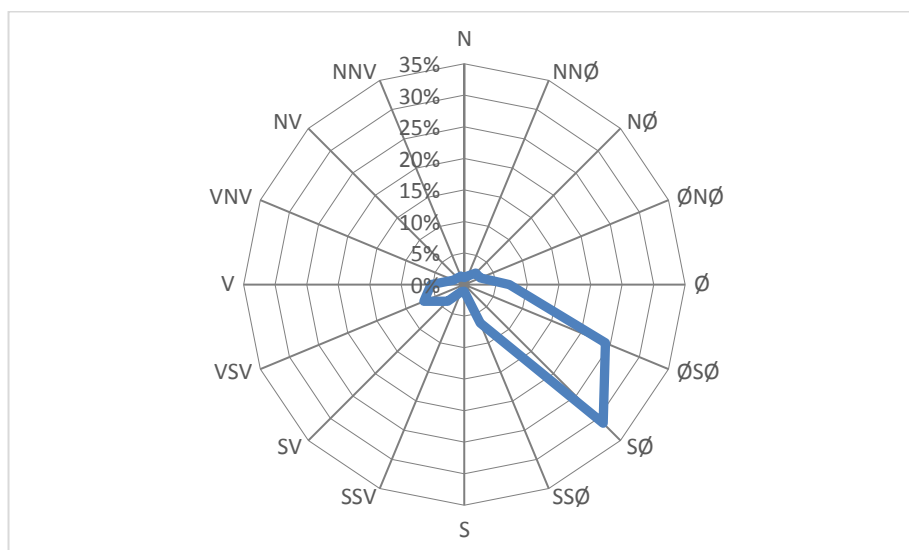
Potensialet for å stoppe drivsnø før den treffer bygningene ved vind fra sørøst («fetch») er lite. Noe av drivsnøen vil akkumuleres i elveleiet, men dette har begrenset kapasitet og vil raskt fylles. Lengden på fetch som brukes i denne rapporten er derfor satt til 3000 m.



Figur 14 Terreng sørøst av planområdet.



Figur 15 viser et rose diagram av potensiell snø transport over vinter basert på vinddata fra Svalbard Lufthavn. Figuren viser at størstedelen av snøen transporteres fra sørøstlig retning.



Figur 15 Retning av snøpartikkel transport over perioder med lufttemperatur  $< 1^{\circ}\text{C}$  for Svalbard lufthavn.

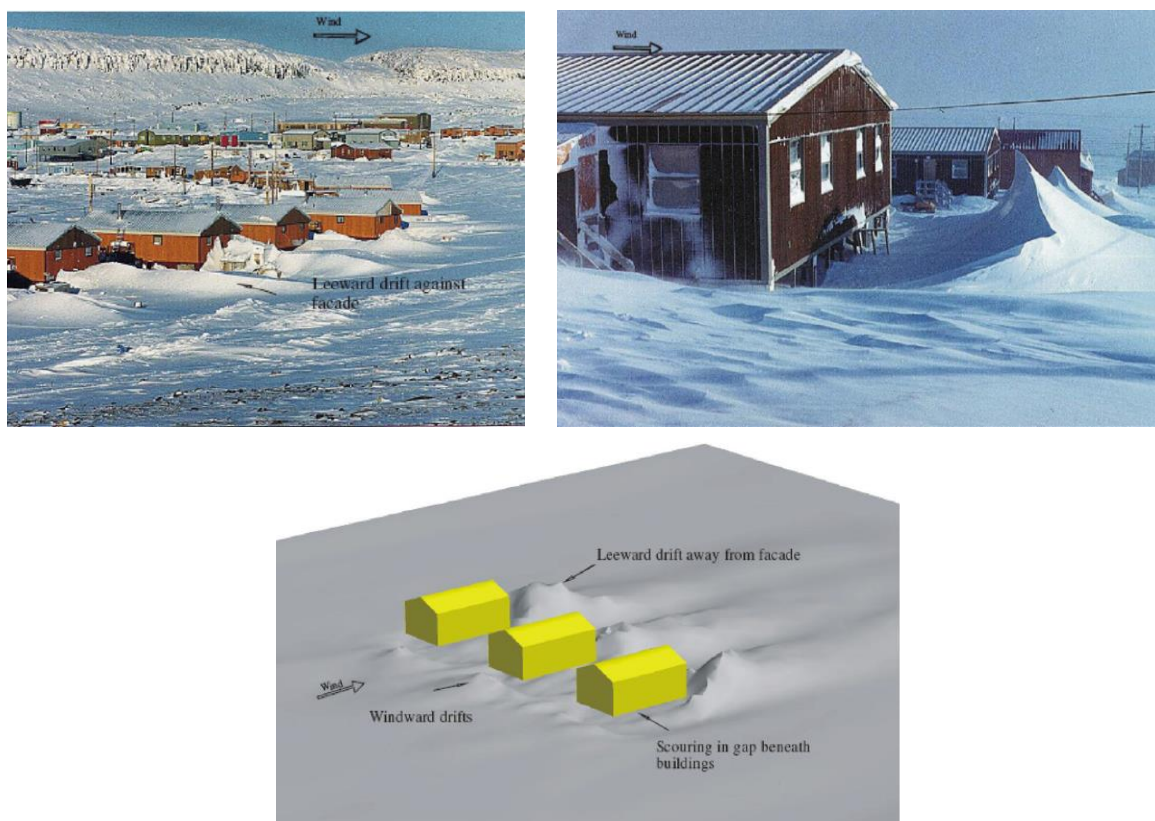
Tabell 4 viser resultater av total snøtransport over perioder med lufttemperatur  $< 1^{\circ}\text{C}$ . Med en lokal fetch på 3000 m (avstand til bygg eller konstruksjoner mot vind) er den lokale snøtransport estimert til ca. 80 t/m.

Tabell 4 Snøtransport.

$Q_{\text{upot}}$ [kg/m]	211200
$Q_{\text{spot}}$ [kg/m]	178500
$Q_{\text{inf}}$ [kg/m]	89250
$Q_{\text{t}}$ [kg/m]	76755

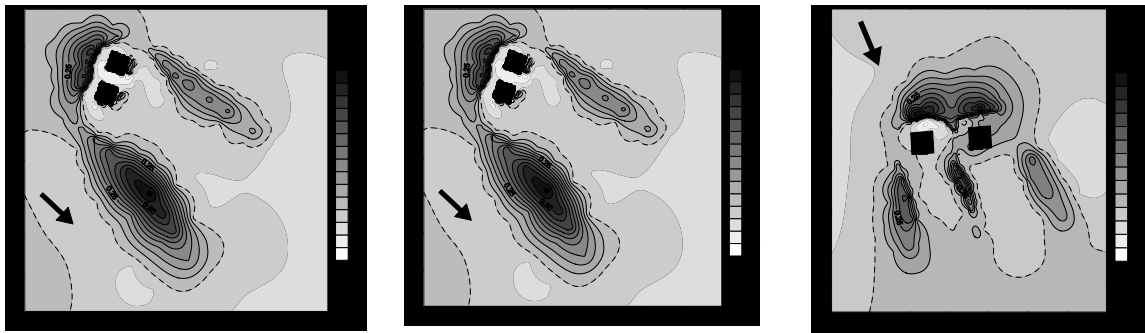
Basert på alvorlighetsklasser for årlig gjennomsnittlig snøtransport i Tabell 3, kan man karakterisere snøtransport grad som 'moderat'.

Figur 16 viser flere bilder av lefonner på bakside av bygninger. I forbindelse til planlagt felt A kan man forvente at lefonner dannes på baksiden av bygninger i noe grad som vist i Figur 18. En lofonn kan forventes også foran bygningene. Forholdet mellom høyde og avstand mellom bygningene er viktig for hvordan snøen legger seg mellom bygningene. Figur 17 viser resultater fra eksperimenter med bygninger ulik avstand utført i Adventdalen. Ved riktig utforming av bygningsmassen vil snøfonner mellom bygningene kunne unngås.



Figur 16. Observert og simulert snøfonner rundt bygninger (Beyers, 2008).





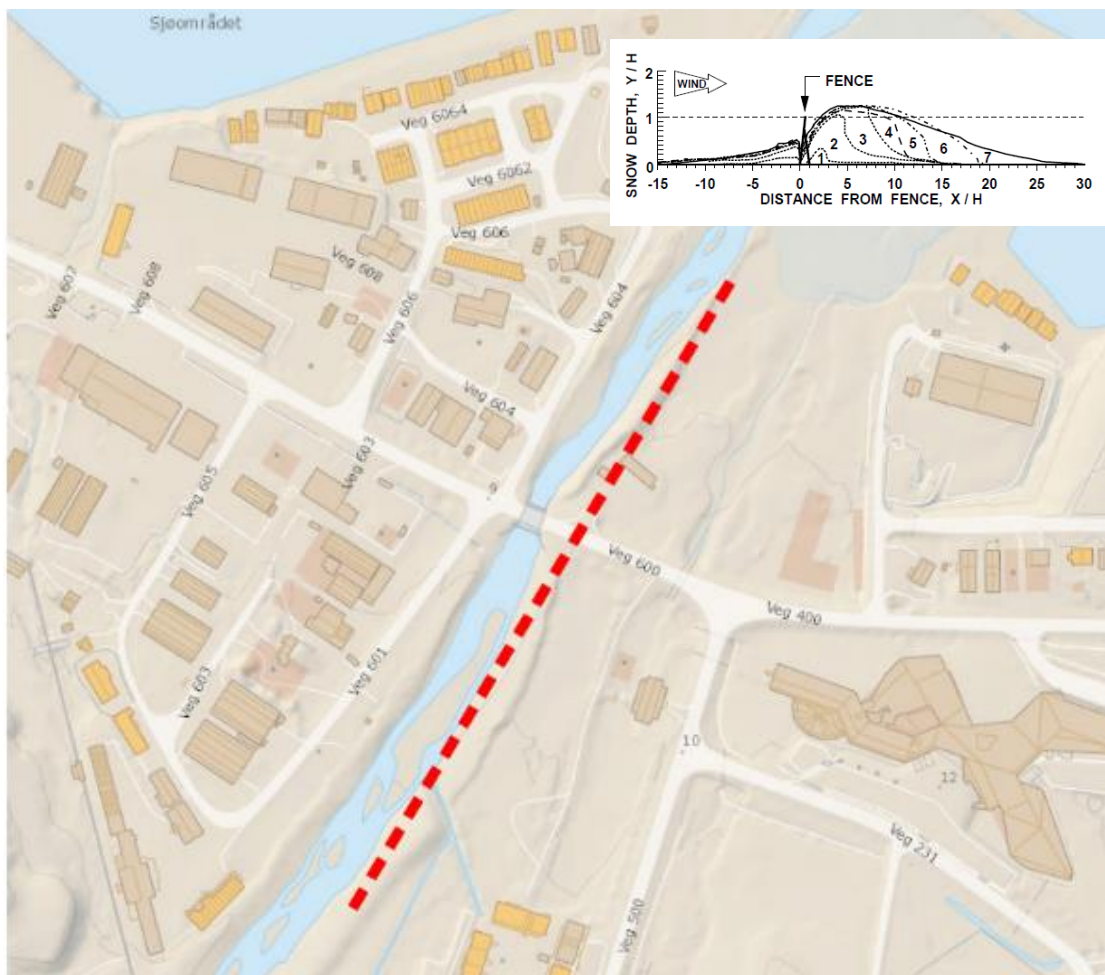
Figur 17. Effekt av ulike avstand mellom bygninger.



Figur 18. Lefonner forventet på baksiden av nybygg i felt A.



Snøtransporten inn til planområdet kan reduseres med bruk av snøgjerder plassert på østsiden av Longyearelva. Se Figur 19. Snøgjerdet vil skape en lefonn i elvebasseng og da redusere snøtransport til planområde. Dette vil dessuten forbedre snøforholdene i scooterløypen som vanligvis går i elveleiet. Lagringskapasitet av snøgjerde er avhengig av porøsitet og høyde. For 50% porøsitet kan kapasiteten beregnes som  $Q_c = 8.5H^{2.2}$  (Tabler, 2003). Et snøgjerde på 2-3 m vil dermed stoppe mye av snøen før den kommer inn i planområdet.



Figur 19. Snøgjerde på høyre siden av Longyearelva.

## 5 Konklusjoner

Den forenkla analysen av klima (vind og snø) i Sjøområdet i Longyearbyen er basert på klimatiske data fra nærmeste værstasjonen Svalbard Lufthavn.

Den hyppigste vindretning i området er sørøst og påvirker lokalklima i stor grad. Vindforsterkning kan forventes i veien som ligger orientert sørøst-nordvest, parallelt med vindretningen, særlig i første rad på felt A, B og C. Dominerende vindretning om sommeren er fra sørvest, men vind herfra har grunnet fjellene omkring begrenset styrke. Den planlagte bebyggelsen langs hovedvegen (kf felt A) vil ha en skjermende effekt som er positivt for lokalklimaet i uterommet.

Lokalt vindklima, vindforsterkning og vindkomfort kan beregnes ved hjelp av numeriske simuleringer basert på mer detaljerte planer for området.

Vind, nedbør og terrenstopografi påvirker oppbygging av lokale snøfonner. Den totale snøtransporten i området er ca. 80 t/m og klassifiseres som moderat ihht. litteraturen. Elveleiet til Longyearelva øst for planområdet skaper et naturlig område for snødeponering, noe som vil redusere snøtransporten inn i planområdet. Et snøgjerde i tilknytning til elveleiet vil redusere snøtransport inn til tomten ytterligere. Lokale snøfonner kan forventes rundt bygningene. En detaljert snøfordeling kan beregnes ved hjelp av numeriske simuleringer når bygningsvolumene er bestemt.

## 6 Referanser

eKlima (2017). Hentet fra [www.eklima.no](http://www.eklima.no).

Kwa, S. M., & Salim, S. M. (2015). Numerical Simulation of Dispersion in an Urban Street Canyon: Comparison between Steady and Fluctuating Boundary Conditions. *Engineering Letters*, 23(1), 55-64.

Met.no. Hentet fra <https://www.webcitation.org/65uEVSo44>

Tabler R. D., 1994. Design Guidelines for the Control of Blowing and Drifting Snow, SHRP-H-381.

Tabler R. D., 2003. Controlling Blowing Snow and Drifting Snow with Snow Fences and Road Design, Final report NCHRP Project 20-7(147).