

NOTAT

OPPDRAAG	Områderegulering Bjørn, Dønna kommune	DOKUMENTKODE	10225533-01-RIMT-NOT-001
EMNE	Vindanalyse	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Helgeland Havn IKS	OPPDRAAGSLEDER	Gry Eva Michelsen
KONTAKTPERSON		SAKSBEHANDLER	Jan Potac
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10235042 Marint miljø og havbruk Nord

SAMMENDRAG

I forbindelse med områderegulering på Bjørnsøya i Dønna kommune, ønsker man å vurdere konsekvensene av endringer i terreng for lokalt vindklima i området. Det vurderes terrengendringer, dvs. fjerning av steinmasser for å utvide et relativt flatt område over hele Bjørnsøya.

Den nærmeste meteorologiske målestasjonen ligger på Sandnessjøen lufthavn cirka 15 km mot sør-sørvest. Den gjennomsnittlige vindhastigheten ved lufthavn er ca. 3 m/s i 10 meters høyde Vindmålingene viser at de hyppigste vindretningene er sør og nordøst.

I forhold til dagens situasjon vurderes det at den planlagte topografiendringen vil påvirke vindklima i området i mindre grad. Generelt konkluderes det at den nye topografien vil ikke forverre lokalt vindforhold på tomten.

00	30.06.2021	Vindanalyse	Jan Potac	Thomas K. Thiis	Gry E. Michelsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

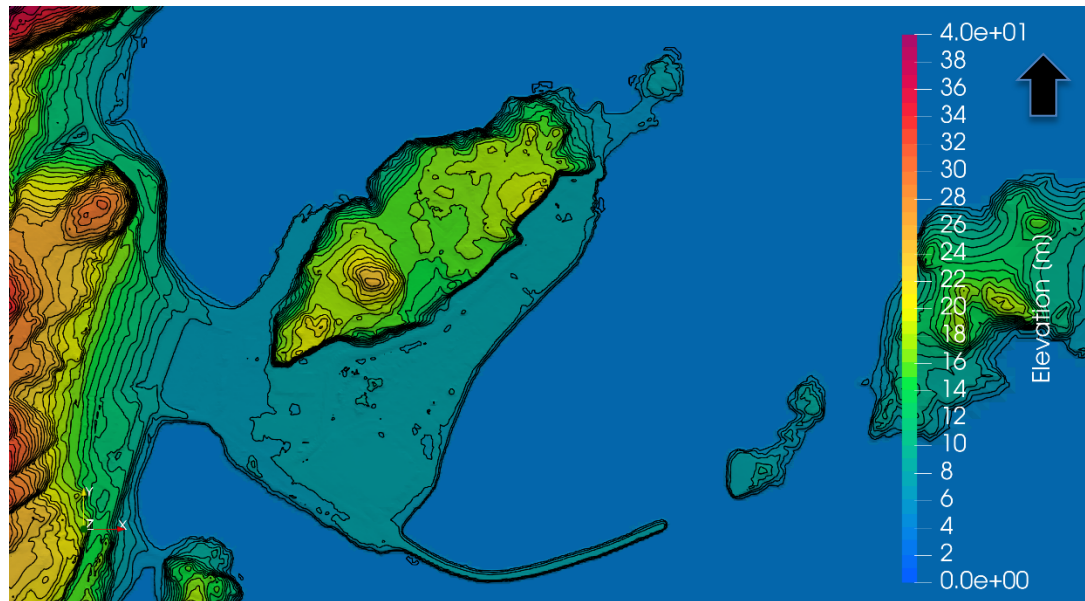
I forbindelse med områderegulering på Bjørnsøya i Dønna kommune, ønsker man å vurdere konsekvensene av endringer i terreng for lokalt vindklima i området. Det vurderes terrengendringer, dvs. fjerning av steinmasser for å utvide et relativt flat området over hele Bjørnsøya, Figur 1. Multiconsult Norge AS baserer denne lokalklimaanalysen på meteorologiske måledata og numeriske simuleringer av strømming over tomten.



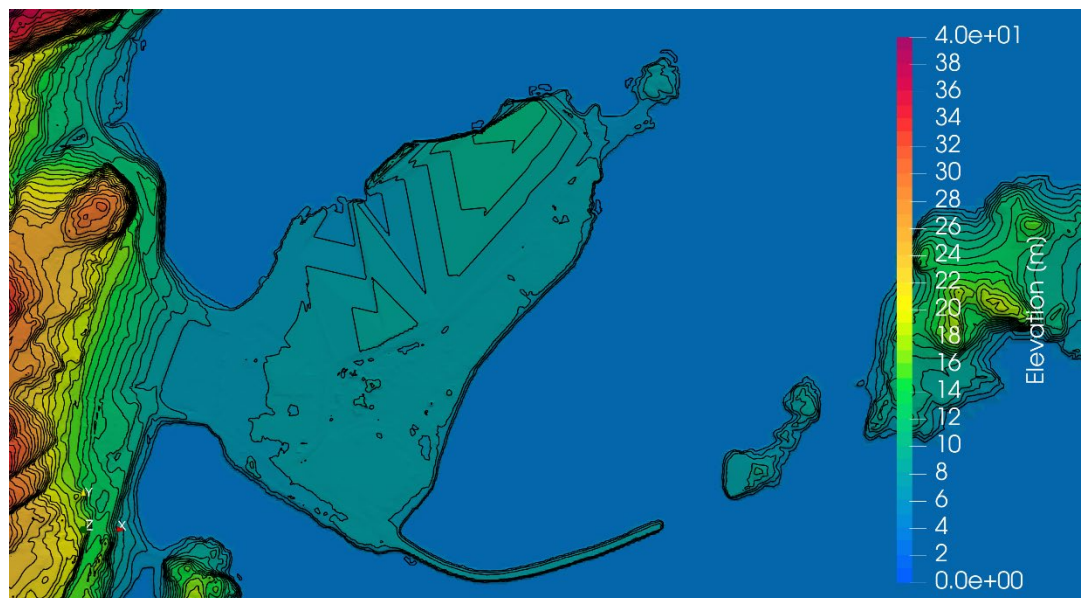
Figur 1 Dagens situasjon i området. Rød sirkel markerer plassering av hovedendringene i terrenget på Bjørnsøya.

2 Tomten og planlagte endringer i terreng

Landskapet på Bjørnsøya kan karakteriseres som en kombinasjon av et flatt industriområde i sør og en 21 m høy ås i nord. Figur 1 viser dagens situasjon på tomten. Rød sirkel markerer området med planlagte terrengendringer. Generelt er området skjermet av Dønna for vind fra sør til nordøst. En 1-m høyoppløsning terrengmodell ble hentet fra høydedata.no. Figur 2 og Figur 3 viser dagens og planlagt topografi på Bjørnsøya.



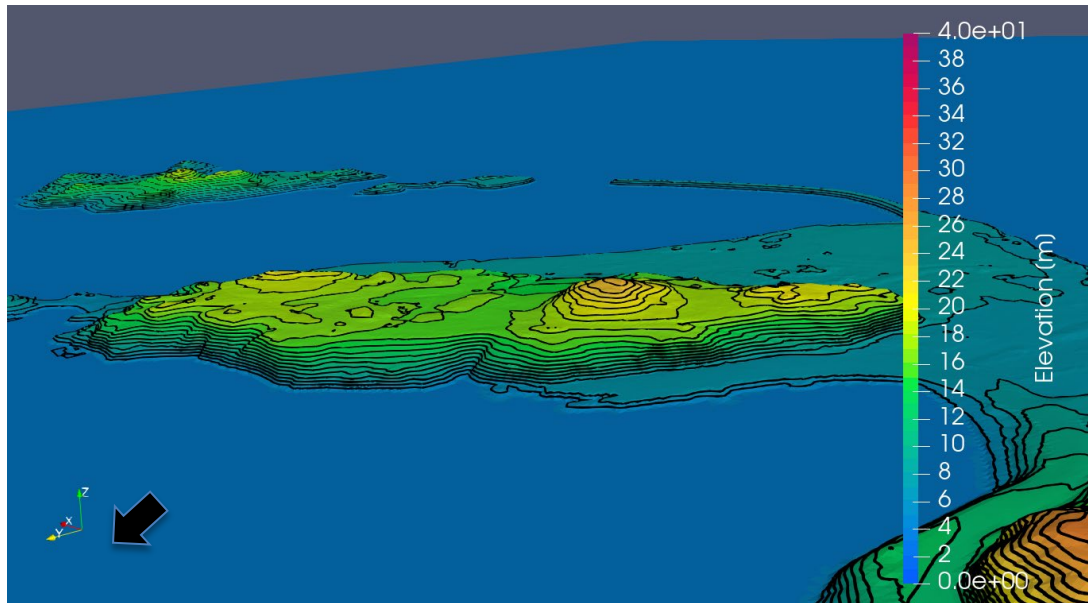
a) Dagens situasjon.



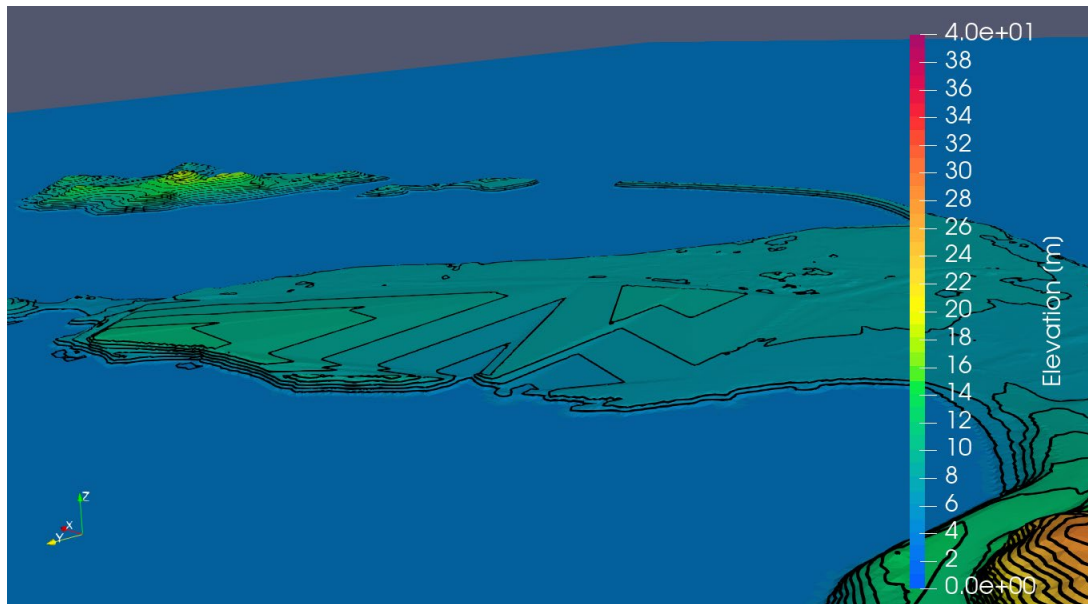
b) Planlagt situasjon.

Figur 2 Terrengkart av planlagte endringer i terreng på Bjørnsøya: (a) dagens situasjon og b) planlagt situasjon).

Vindanalyse



a) Dagens situasjon.

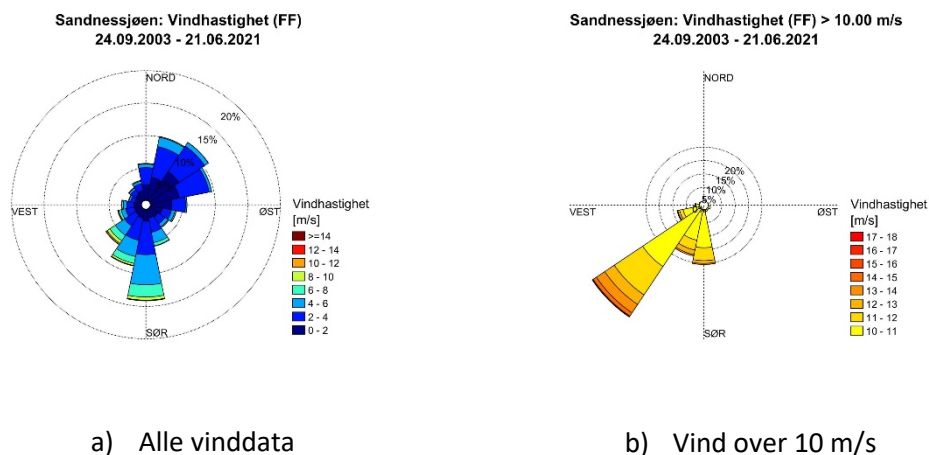


b) Planlagt situasjon.

Figur 3 3D perspektiv av planlagte endringer i terreng på Bjørnsøya: (a) dagens situasjon og b) planlagt situasjon).

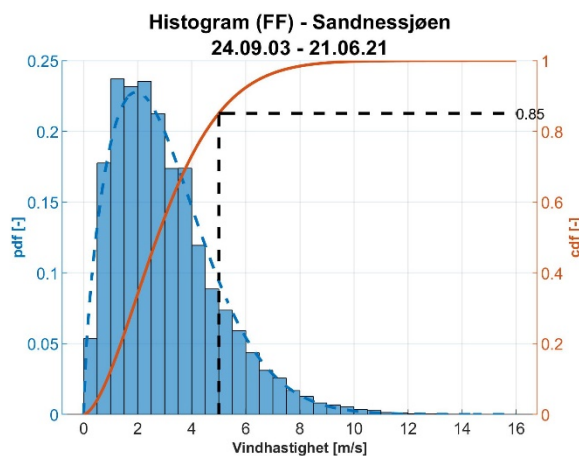
3 Meteorologiske data

Den nærmeste meteorologiske målestasjon ligger på Sandnessjøen lufthavn cirka 15 km mot sør-sørvest (eKlima, 2020). Målestasjonen har vinddata tilgjengelig siden 2003. Vindroser fra målestasjonen for perioden mellom 2003 og juni 2021 er vist i Figur 4 a). Den gjennomsnittlige vindhastigheten for perioden er ca. 3 m/s i 10 meters høyde. Vindrosen viser at de hyppigste vindretningene er sør og fra nordøst. Figur 4 b) viser vindrosen med vindhastighet over 10 m/s. Den sterkeste vinden kommer fra sørvest og sør.



Figur 4 Vindroser for Sandnessjøen lufthavn.

Weibull fordeling av vindhastigheter er vist i Figur 5. Figuren viser at målestasjonen på Sandnessjøen har relativt svak vind og i 85% av tiden er vindhastighet lavere enn 5 m/s, som representerer en referansehastighet for vindkomfort.



Figur 5 Weibull hastighetsfordeling for Sandnessjøen lufthavn.

4 METODE

4.1 CFD-simuleringer

Computational Fluid Dynamics (CFD) har vært benyttet for å analyse mikro-klimaet i urbane områder. Bakgrunn for bruk av CFD for å analyse mikro-klimaer kan finnes i f.e. (Aanen & van Uffelen, 2009) (Blocken, Janssen, & van Hooff, 2012) (Janssen, Blocken, & van Hooff, 2013) (Moonen, Defraeye, Dorer, Blocken, & Carmeliet, 2012). Anbefalinger om bruk av metoden finnes i (Franke, 2006) og (Tominaga, et al., 2008).

En tredimensjonal CAD-modell (Computer Aided Design) av bygningene implementeres i CFD programmet. Området eller domenet vi skal analysere deles opp i små volumelementer eller celler. For hver celle beregnes vindhastighetsvektor og turbulens. Programmet som er benyttet i denne utredningen er OpenFOAM versjon 7.0 (Weller, Tabor, Jasak, & Fureby, 1998).

Resultatene er gitt i form av en relativ vindhastighet, u_{rel} , i 2 meters høyde. Det vil si at vi angir resultatet som forholdet mellom vindhastigheten i aktuelt punkt og vindhastigheten slik den ville vært dersom strømningsmønsteret ikke var forstyrret av bygninger og topografi, se formel nedenfor

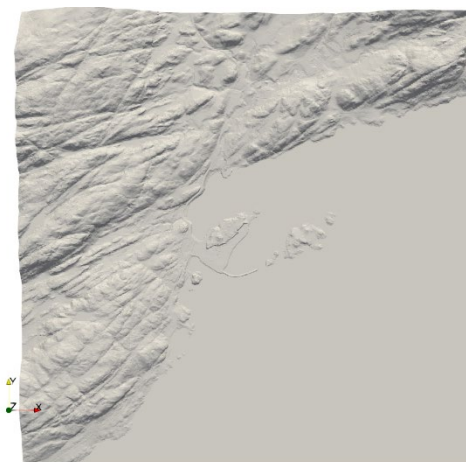
$$u_{rel} = \frac{\text{Vindhastighet i aktuelt punkt}}{\text{Vindhastighet i 2 m høyde, uforstyrret av topografi}} [-]$$

Dersom den relative vindhastigheten i et område er angitt med verdien 1.3, betyr dette at vindhastigheten her er 30 % høyere enn i det uforstyrrede området. Fargeskalaen går fra 0 som er farget blått til 2.0 som er farget rødt.

4.1.1 Grid og grensebetingelser

Tredimensjonale datamodeller av geografi er konstruert på bakgrunn av CAD modeller fra kartverket. Modellene er noe forenklet for å tilpasses simuleringene. Trær og annen vegetasjon er ikke tatt med i simuleringene.

Et område ca. $3.2 \text{ km} \times 3.2 \text{ km} \times 0.8 \text{ km}$ deles opp i celler fra cirka 2 m på fokusområdet til cirka 16 m på toppen av beregningsområdet, Figur 6.



Figur 6 Beregningsområde.

Profiler av vindhastighet og turbulensparametere er definert i henhold til (Richards & Norris, 2011). Logaritmisk profil av vind hastighet defineres som

$$u(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

Vindanalyse

Hvor u_* er friksjon hastighet, κ er von Karman konstant, og z_0 er terrengruheten. Simuleringen er gjort på bakgrunn av en vindhastighet på 8 m/s i 10 m høyde.

Profilen av turbulent kinetisk energi $k(z)$, og turbulent dissipasjon $\varepsilon(z)$ er definert som

$$k(z) = \frac{u_*^2}{\sqrt{C_\mu}}$$

$$\varepsilon(z) = \frac{u_*^3}{\kappa z}$$

Hvor C_μ er en konstant av turbulens modell satt til 0.03.

4.1.2 Beskrivelse av simuleringer

Løsningsrutinen, simpleFoam og, løser Navier-Stokes ligninger for inkompressibel fluidstrømning. Standard k- ε turbulens modell er brukt å beregne turbulens transport.

For å kartlegge vindforholdene ved de planlagte nye bygningene er det utført simuleringer med vind fra 16 vindretninger, vist i Tabell 1.

Tabell 1 Simulerte vindretninger.

Retning	Forkortelse	Retning	Forkortelse
Nord	N	Sør	S
Nord-Nordøst	NNE	Sør-Sørvest	SSW
Nord-Øst	NE	Sørvest	SW
Øst-Nordøst	ENE	Vest-Sørvest	WSW
Øst	E	Vest	W
Øst-Sørøst	ESE	Vest-Nordvest	WNW
Sørøst	SE	Nordvest	NW
Sør-Sørøst	SSE	Nord-nordvest	NNW

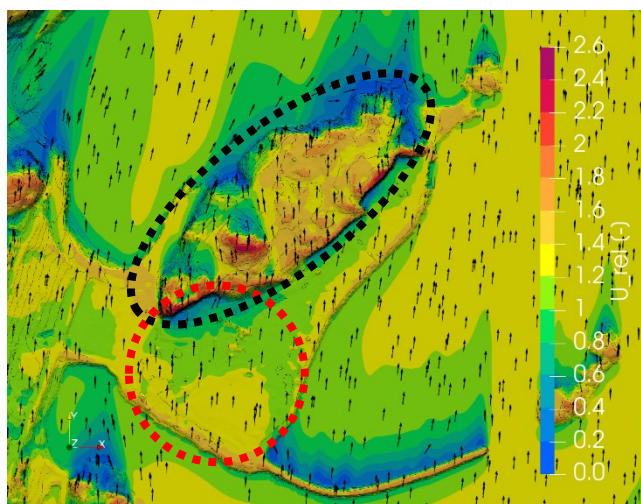
De hyppigste vindretningene er sør (S) og nordøst (NØ). Disse vindretningene er vurdert spesielt i presentasjonen av resultatene.

Resultatene fra simuleringene er vist som relativ vindhastighet i fargekart og årlig gjennomsnitt vindhastighetskart.

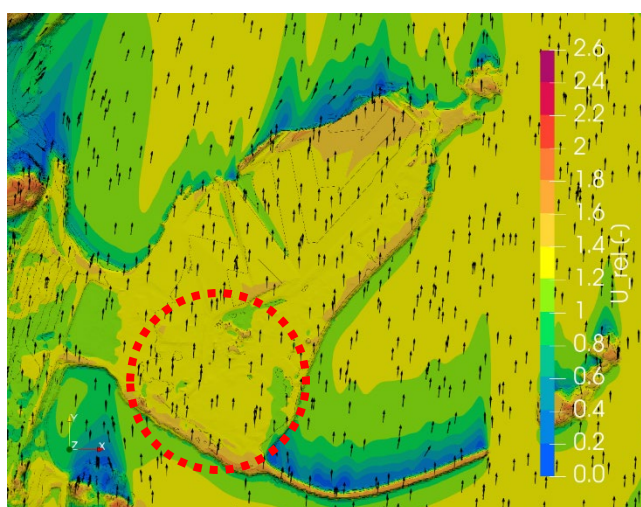
5 Resultater og konklusjoner

Vindrosen vist i Figur 4 viser at den sterkeste og hyppigste vinden kommer fra sør og fra nordøst. Derfor er disse vindretningene beskrevet i detalj. Effekten av vind for alle vindretningene vises i årlig gjennomsnittvindhastighet i Figur 9.

Figur 7 viser vindmønsteret over Bjørnsøya ved vind fra sør. Relativ vindhastighet er vinden i det aktuelle området delt på referansevinden. På den aktuelle tomten, i Figur 7 a), er vindhastigheten påvirket mest i stigninger i terreng og terrengkanter. Den eksisterende åsen påvirke lokale vindhastigheter slik at den høyeste lokale vindforsterkningen er ca. 2.2. (svart sirkel). Sammenlignes den eksisterende situasjon i Figur 7 a) med den planlagte situasjonen i Figur 7 b) kan det observeres at fjerning av åsen vil påvirke lokale vindhastighetene i noe grad. Resultatene for vind fra sør viser at for den planlagte situasjonen kan man forvente litt høyere vindhastigheter i området av det eksisterende industriområdet i sør av Bjørnsøya, markert i rød sirkel. Generelt indikerer resultatet at fjerning av åsen vil ha begrenset effekt på lokalt vindklimaet på Bjørnsøya. Imidlertid vil enkelte skjermede soner forsvinne når terrenget flates ut. Likeledes vil den kraftige vindforsterkningen på toppen av øye forsvinne.



a) Dagens situasjon.

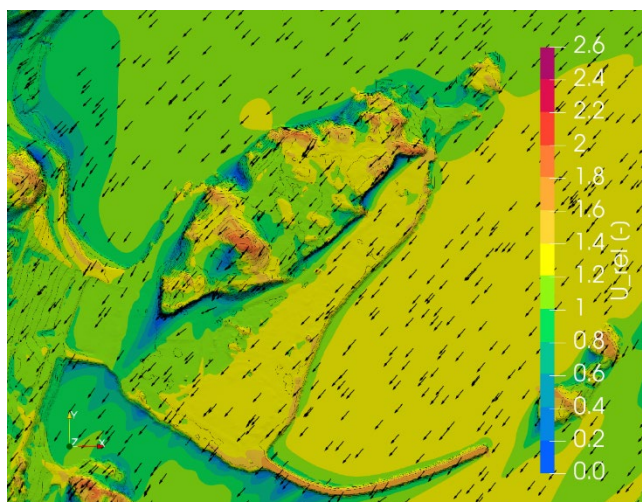


b) Planlagt situasjon.

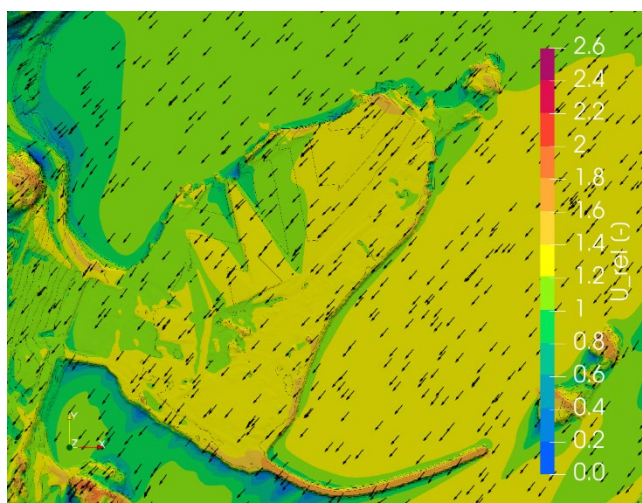
Figur 7 Relativ vindhastighet, vindretning S: a) Dagens situasjon, b) Planlagt situasjon.

Vindanalyse

Figur 8 viser relativ vindhastighet ved vindretning fra nordøst for dagens og planlagt situasjon. Figuren viser at åsen skaper lokale vindforsterkninger. Generelt kan man si at for vind fra nordøst vil fjerning av åsen påvirke lokale vindforhold i liten grad.



a) Dagens situasjon.

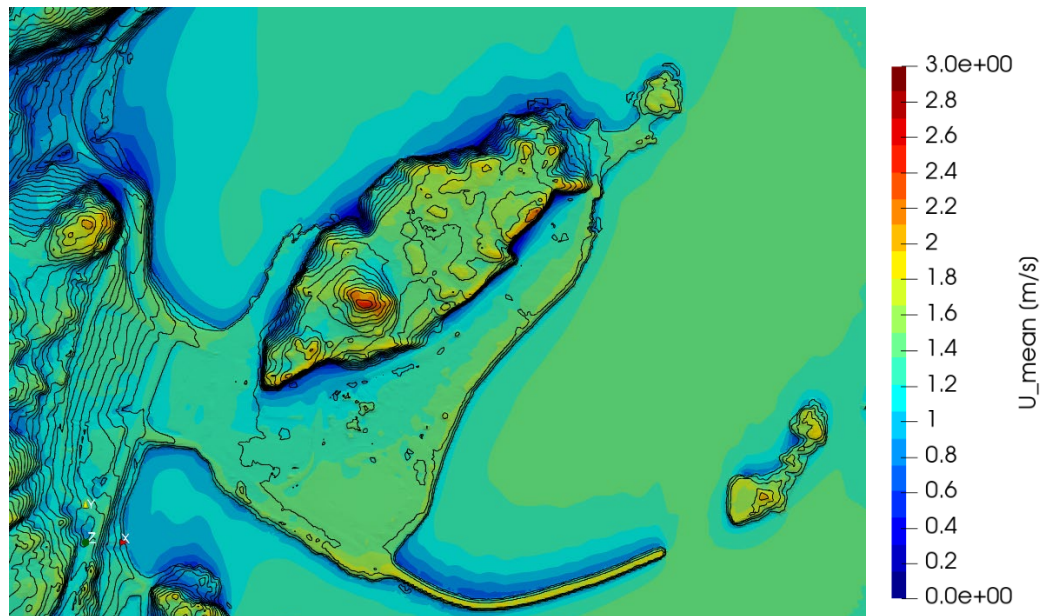


b) Planlagt situasjon.

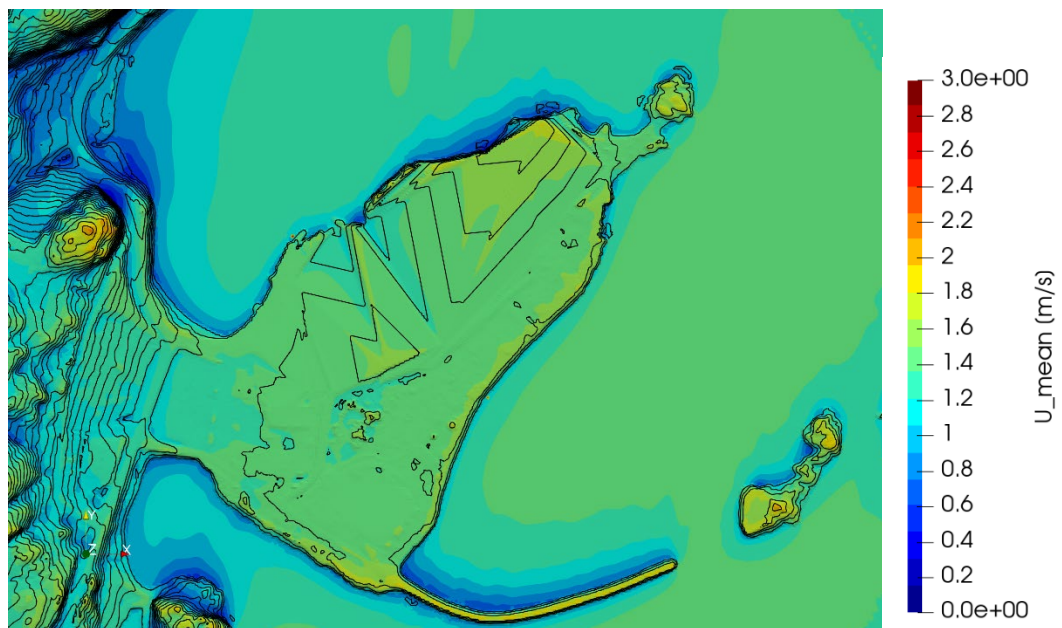
Figur 8 Relativ vindhastighet, vindretning NØ: a) Dagens situasjon, b) Planlagt situasjon.

Årlig gjennomsnittlig vindhastighet over hele området kan beregnes fra sannsynlighetsfordeling av vindhastighet (meteorologiske data) og simuleringer av vind for 16 vindretningene. Figur 9 viser årlig gjennomsnitt vindhastighet i 2 m høyde over hele Bjørnsøya for dagens og planlagt situasjon.

I forhold til dagens situasjon vist i Figur 9 a) vurderes det at den planlagte topografiendringen vil påvirke vindklima i området i liten grad. Generelt konkluderes det at den nye topografien ikke vil forverre lokale vindforhold på tomten. Enkelte soner som i dag er skjermet for vind vil være mer utsatt når terrenget flates ut samtidig som vindforsterkningen på toppen av øya elimineres.



a) Dagens situasjon.



b) Planlagt situasjon.

Figur 9 Årlig gjennomsnittlig vindhastighet på Bjørnsøya i 2 m høyde: (a) dagens situasjon og b) planlagt situasjon.

6 Referanser

- Aanen, L., & van Uffelen, G. M. (2009). The evolution of the application of CFD on pedestrian wind comfort in engineering practice, a validation study. *5th European and African Conference on Wind Engineering, Firenze University Press*.
- Blocken, B., Janssen, W., & van Hooff, T. (2012). CFD simulation for pedestrian wind comfort and wind safety in urban areas: General decision framework and case study for the Eindhoven University campus. *Environmental Modelling & Software*, 30, 15-34. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815211002647>
- eKlima (2020). Hentet fra www.eklima.no
- Franke, J. (2006). Recommendations of the COST action C14 on the use of CFD in predicting pedestrian wind environment. *The Fourth International Symposium on Computational Wind Engineering (CWE2006), Yokohama*.
- Janssen, W., Blocken, B., & van Hooff, T. (2013, #jan#). Pedestrian wind comfort around buildings: Comparison of wind comfort criteria based on whole-flow field data for a complex case study. *Building and Environment*, 59(0), 547-562. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132312002776>
- Moonen, P., Defraeye, T., Dorer, V., Blocken, B., & Carmeliet, J. (2012). Urban Physics: Effect of the micro-climate on comfort, health and energy demand. *Frontiers of Architectural Research*, 1(3), 197-228. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095263512000301>
- Richards, P., & Norris, S. (2011, #apr#). Appropriate boundary conditions for computational wind engineering models revisited. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 99(4), 257-266. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167610510001418>
- Tominaga, Y., Mochida, A., Yoshie, R., Kataoka, H., Nozu, T., Yoshikawa, M., & Shirasawa, T. (2008). AIJ guidelines for practical applications of CFD to pedestrian wind environment around buildings. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 96, 1749-1761. Hentet fra <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167610508000445>
- Weller, H. G., Tabor, G., Jasak, H., & Fureby, C. (1998). A tensorial approach to computational continuum mechanics using object-oriented techniques. *Comput. Phys.*, 12(6), 620-631.