

VEDLEGG

Del av områdereguleringsplan for Kristiansholm, Sandvikstorget og Rosegrenden

NEUMANNTOMTEN

- Vannkvalitet kanal

Oppdragsgiver: **OBOS Nye Hjem**

Oppdragsnr.: **5209593** Dokumentnr.: **1**

Til: Kristine Lileng Holene

Fra: Arne E Lothe

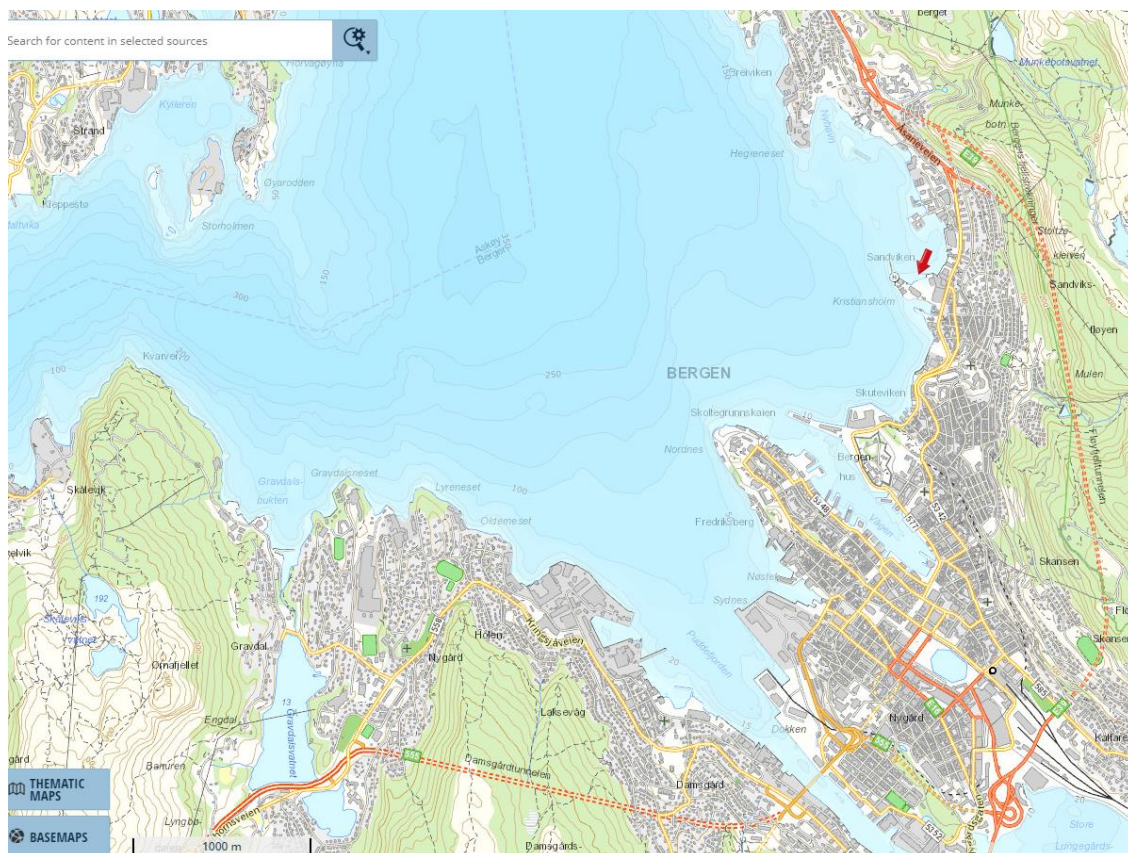
Dato 2021-04-15

► Vannkvalitet i foreslått kanal ved Kristiansholm, Bergen

INNLEDNING

OBOS Nye Hjem AS prosjekterer en utbygging av boliger ved det området som kalles Kristiansholm i Sandviken i Bergen. Stedet var opprinnelig en holme som har vært befestet, men holmen er senere gjort landfast og det har vært drevet ulike former for industri og handel på tomte. Prosjektet er vist i Figur 1 - Figur 3.

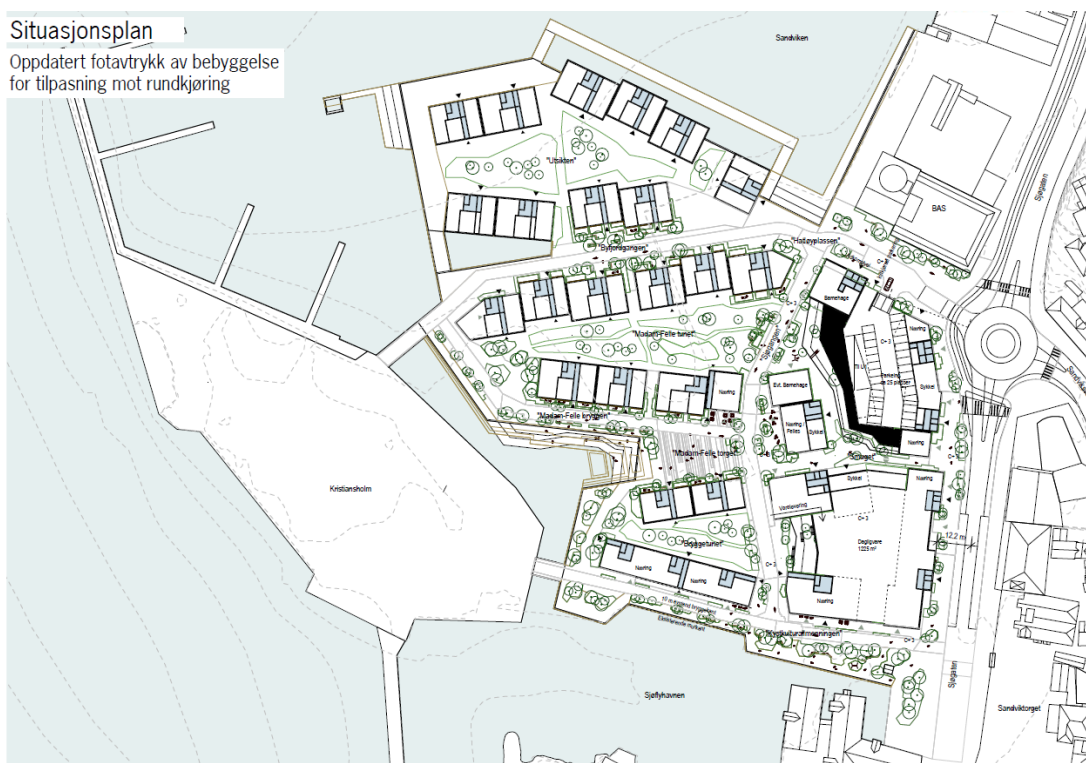
Den opprinnelige holmen skal re-etableres ved at det skal graves ut en kanal mellom boligområdet og holmen, og det skal etableres et friluftsområde på holmen. Kanalen som dermed skapes, inngår i friluftsarealet. Bergen kommune har via OBOS Nye Hjem bedt om en vurdering av mulige strømforhold i kanalen, og spesielt bedt om at kanalen formes slik at man sikrer god gjennomstrømming og sirkulasjon, og akseptabel badevannskvalitet. En slik vurdering er gitt nedenfor.



Figur 1 Bergen sentrum med Sandviken og Kristiansholm markert



Figur 2 Skisse av områdeutbyggingen. Prosjektet omfatter bare halvøya og holmen, ref. Figur 3



Figur 3 Plan for utbygging av området. Kristiansholm som holme re-etableres ved at det graves ut en kanal mellom boligområdet og planlagt friområde på holmen. Utstikkerne i det nordre bassenget er flytende piler/utriggere. Den piren som går fra søndre del av holmen og sørover (ut av bildet) forutsettes å være en flytende konstruksjon med liten dypgang (størrelse 0.5 – 0.7 m)

STRØMFORHOLD

Tidevannstrøm

Ved stigende vannstand vil Byfjorden først fylles opp sørfra av vann som strømmer inn gjennom Korsfjorden og under Askøybrua. Senere vil det også komme en innstrømming fra nord, og disse to vannstrømmene vil møtes et sted i Byfjorden som sannsynligvis ligger nærmere Herdlafjorden. Vi tror derfor at innstrømmingen mot Kristiansholm vil komme fra vest, og at utstrømmingen vil gå i motsatt retning. Det betyr at strømmen vil treffe begge sider av holmen omtrent samtidig, og at det følgelig ikke vil oppstå noen vesentlig gradient i vannspeilet som kan drive strømmen gjennom kanalen.

Tidevannet vil derfor ikke være en dominant årsak til strøm i kanalen.

Vind og bølgedrevet strøm

En annen mulig årsak til strøm er vind og bølger. Vind vil skyve på det øverste laget i vannsøyla og generere en svak, men tydelig strøm.

Vind-drevne bølger vil generelt ha samme retning som vinden, og gir også opphav til strøm. På fri sjøoverflate er denne strømmen svak, og vanskelig å skille fra den vind-drevne strømmen. Strøm som følge av bølger er tydeligst i strandsonen og ved land. Bølger som bryter mot land eller en strandsone genererer en lokal vannstrøm som bygger opp en svak heving av vannspeilet. Dette vannet vil normalt strømme langs land og finne et sted å strømme ut igjen på dypt vann.

Annen sirkulasjon

Sirkulasjon kan også foregå ved andre prosesser. En tydelig prosess er omveltning på grunn av temperatur-enderinger. I kalde perioder vil overflatevannet kjøles ned og bli så kaldt at det synker til bunnen. Dermed tvinges varmere bunnvann opp, og vi får en vertikal sirkulasjon. Men hvis bunnen har en helning, vil det kalde overflatevannet følge bunnhelningen nedover og flytte seg horisontalt bortover, og det gir opphav til en horisontal sirkulasjon når nytt vann strømmer inn for å erstatte vannet som synker langs bunnen. Denne typen sirkulasjon er væravhengig, og vil typisk skje med lange mellomrom.

Menneskelig aktivitet kan også gi et visst bidrag til sirkulasjon, men det vil oftest være en vertikal blanding av topplag og bunnlag. Når båter passerer grunne farvann, vil det oppstå en blanding av lagene. Den aktuelle kanalen ved Kristiansholm ventes imidlertid i være stengt for motorisert ferdsel, og dette behandles derfor ikke videre.

BETINGELSER

Utformingen av kanalen er på dette tidspunkt ikke endelig bestemt, men vi benytter mål som vist i Figur 3.

Kanalens lengde: 120 m

Kanalens gjennomsnitt bredde: 12 m

Kanalens gjennomsnitt dybde: 2.0 m

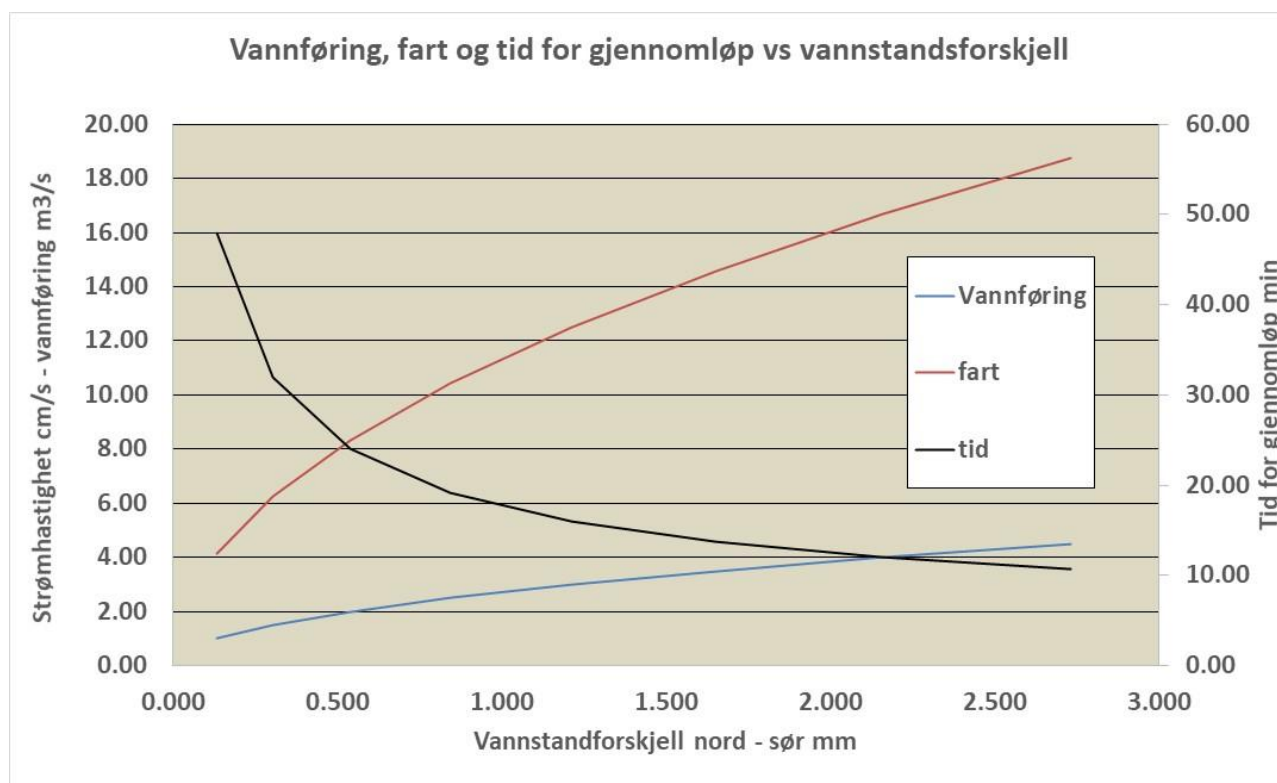
Kanalens sider: tilnærmet vertikal

Vi undersøker kanalen ved hjelp av Mannings formel, og må da anslå friksjonsforholdene i kanalen uttrykt ved Manning-tallet. Manningtallet varierer fra ca 110 for overflate av glass, til ca 28 for en steinsatt kanal. Vi benytter en verdi på $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, hvilket tar hensyn til at kanalen kan noen skarpe hjørner og kaipeler.

Figur 4 viser resultat av beregningene. Figuren viser gradienten, dvs vannstandsforskjell mellom de to endene angitt i mm på horisontalaksen. Videre vises hvilken vannføring som vil oppstå og hvilken gjennomsnittsfart vannet vil ha. Tid for gjennomløp er også vist, dvs tida det tar for en vannpartikkel å gå inn i kanalen i én ende og komme ut igjen i den andre (100 m).

Eksempelvis ser vi at dersom vannstanden i den ene enden er 1 mm høyere enn i den andre, så vil strømhastigheten som oppstår fra høyt til lavt nivå være ca 12 cm/s. Med den farten vil det ta en partikkel ca 20 minutter å reise gjennom en 120 m lang kanal. Den reelle tiden for gjennomløp fra en ende til en annen vil være noe høyere (anslått inntil ca 50 %) fordi kanalen ikke har konstant bredde. Derfor vil hastigheten være lavere i de bredeste partiene av kanalen

Figur 4 viser at det kreves en svært liten vannstandsforskjell mellom de to endene av kanalen for å få en god vannsirkulasjon og få en vannkvalitet som er like god som den som finnes i de to endene av kanalen.



Figur 4 Vannføring, fart og tid for gjennomløp vs vannstandsforskjell

SANNSYNLIGE STRØMFORHOLD

Det er nevnt over at tidevannet ikke er forventet å gi en forskjell i vannstanden i endene av kanalen. Den vertikale sirkulasjonen som kommer fra nedkjøling av overflatevannet vil være til stede, men dette vil gi en omrøring eller sirkulasjon bare noen få ganger i løpet av den kalde perioden av året.

Den viktigste driveren for vannstandsforskjeller og gradienter mellom nord og sør er derfor vind. Referanse 1 angir en formel for hvor mye vannoverflaten i en ende av et basseng hever seg når det blir utsatt for en konstant vind.

$$\Delta = \frac{0.5 F C_w \rho_A U^2}{\rho_w g d}$$

der

F = lengden av bassenget (fjorden)

C_w = friksjonsfaktor, 0.0008 – 0.003, økende med vindhastighet

ρ_A, ρ_w = tetthet for hhv luft og vann

U = vindhastighet

d = typisk vanddybde

g = tyngdens akselerasjon

Med en lengde på ca 5000 m på tvers over Byfjorden og 20 m/s vind fra vest eller nordvest gir det en overflateheving ved Kristiansholm på 5 – 7 mm. Kartet i Figur 5 viser at Kristiansholm deler hele den store bukta i to. Det finnes ett basseng på nordsiden mellom Kristiansholm og Måseskjæret, der det nordre innløpet til kanalen ligger, og ett basseng mellom Kristiansholm og Skuteviken, der det søndre innløpet ligger.

Forskjellen på disse to bassengene er at det nordre bassenget er delvis lukket, mens det søndre er åpent.

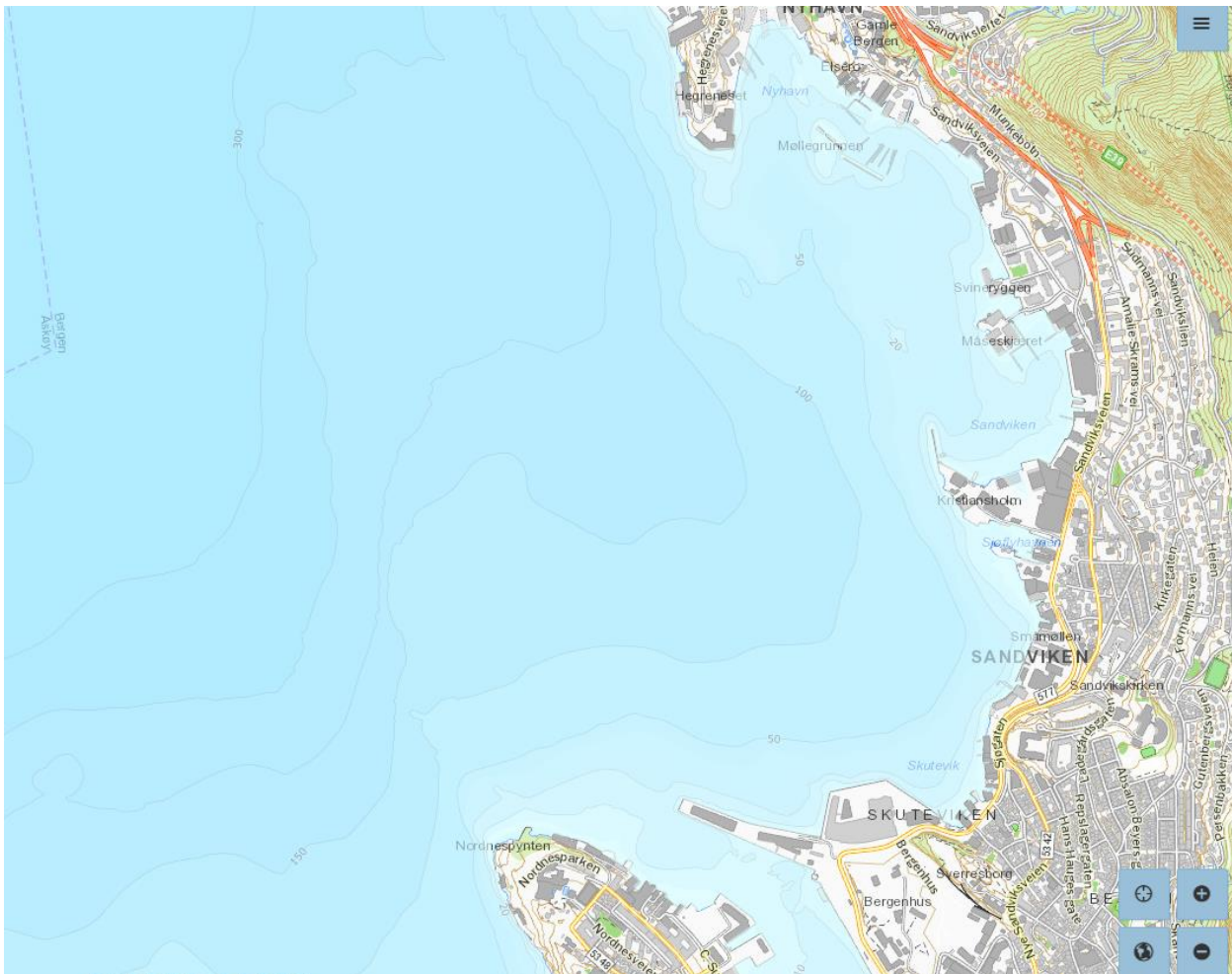
Ved nordvest vind vil vinden presse vann inn mellom Kristiansholm og Måseskjæret, der vannet blir «fanget» av moloen som går ut fra Kristiansholm. På sørsiden av Kristiansholm er det åpent skrått nedover mot Skuteviken, og vannet vil lettere kunne strømme langs land og videre sørover.

Når vi vet at vinden ved en moderat vindhastighet på 20 m/s kan sette opp en overhøyde på 5 – 7 mm på fastlands-siden, og at det bare kreves en gradient mellom nord og sør på i størrelsesorden én mm for å sette opp en strøm som gir god sirkulasjon i kanalen, kan vi anta at vindforholdene vil sørge for god sirkulasjon i kanalen.

Vind fra retningene 270°, 300° og 360° utgjør til sammen ca 20 % av vindobservasjonene ved Flesland, og det vil at det relativt hyppig vil oppstå vær-situasjoner som genererer strøm i kanalen.

Det er mulig at man vil se et omvendt mønster med hevet vannspeil i sør ved vinder fra retningene 210° og 240°, men her finnes det ikke en så tydelig effekt av molo som sperrer for sirkulasjonen, og nordgående strømhastighet blir sannsynligvis lavere.

Vanndybden i kanalen er antatt lik 2.0 m. Vi anbefaler at vanndybden varieres slik at kanalen er grunnest ved ca halve lengden fra hver ende, og har en helning mot hvert utløp i nord og sør. På den måten kan en sikre at tungt og kaldt bunnvann renner ut i hver ende, og ikke blir stående inne i kanalen.



Figur 5 Kart som viser ulikeheten mellom bassengene nord og sør for Kristiansholm

KONKLUSJONER

1. Det er foretatt vurderinger og beregninger av sirkulasjon i den foreslåtte kanalen mellom Kristiansholm og fastlandet i Sandviken i Bergen.
2. Den foreslåtte kanalen er så kort at det kreves en gradient mellom hver ende i størrelsesorden 1 mm for å sette opp en strøm i kanalen som vil sikre god utskifting og sirkulasjon.
3. Den viktigste faktoren som kan sikre at det oppstår en slik gradient i vannspeilet mellom nord og sør er vind fra vest og nordvestlig sektor. Tidevannet antas å spille liten rolle.
4. Sirkulasjonen i kanalen vil bli tilstrekkelig til å sikre god utskifting av vannet, og en vannkvalitet tilsvarende det som finnes nær overflaten i området Skuteviken - Sandviken - Nyhavna
5. Ved utforming av kanalen bør en søke å lage et høybrekk midt mellom nordre og søndre ende for å sikre at tungt bunnvann kan dreneres ut, og ikke blir stående i kanalen. Det bør ikke finnes groper eller nedsenkninger i kanalen.

REFERANSER

1. Manual on the use of Rock in Coastal and Shoreline Engineering, CUR Centre for Civil Engineering Research and Codes, 1991

2	2021-04-15	Endelig notat	AEL	Synne Hoggen Nybø	AEL
1	2021-04-13	Utkast	Arne E Lothe		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.