

NOTAT

OPPDRAAG	Fosnavåg fiskerihavn - Strandkantdeponi	DOKUMENTKODE	10214519-RIG-NOT-004
EMNE	Setninger og setningstid i deponi	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Herøy kommune	OPPDRAAGSLEDER	Christian R. Havnegjerde
KONTAKTPERSON	Andreas Chr. Nørve	SAKSBEHANDLER	Christian R. Havnegjerde
KOPI	Ole Magne Rotevatn/Herøy kommune	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

1 Innledning

Multiconsult er engasjert av Herøy kommune i forbindelse med planlagt etablering av deponi for urensede sedimenter i indre havn i Fosnavåg. I den forbindelse er det behov for å klargjøre forhold rundt setninger i deponiet og hvor lang setningstiden vil være.

Dette notatet forsøker å gi så grundige svar på forhold rundt setninger og setningstid som mulig på dette stadiet i prosjektet. Alle kostnadsestimater gitt i dette notatet er eks. mva. og med en usikkerhet på 20 %.

2 Grunnforhold

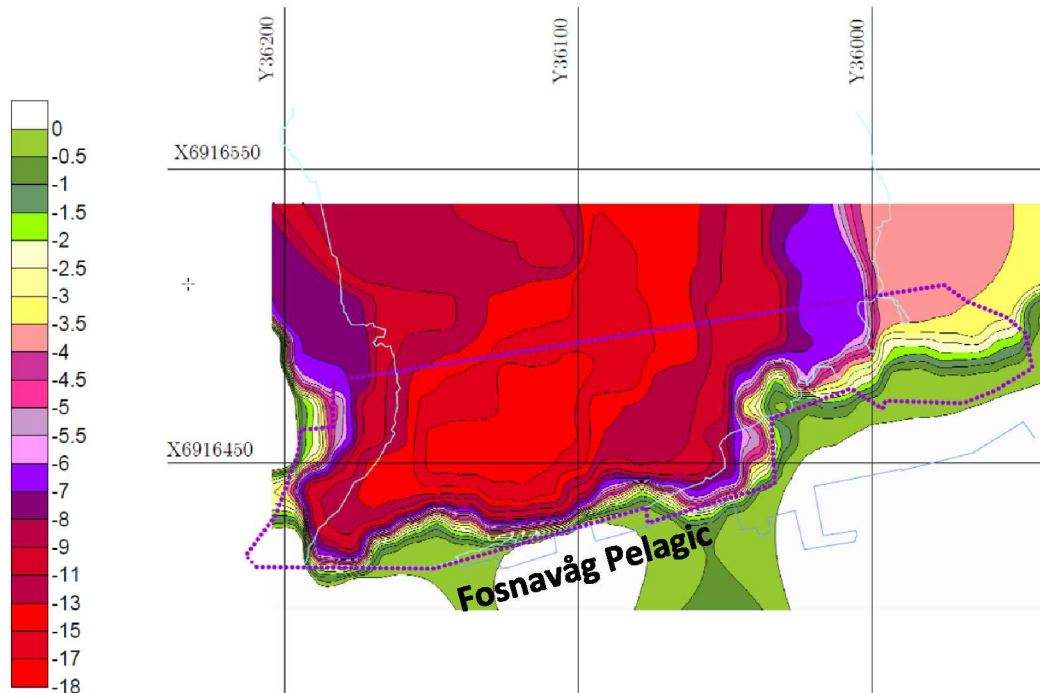
For å forstå setninger og setningstid trengs det noe informasjon om grunnforholdene og variasjonen i disse.

Dagens sjøbunn ligger i all hovedsak ca. på kote -7,0 til -8,0 i deponiområdet utenfor Fosnavåg Pelagic, mens sjøbunnen stiger opp mot kote -4,0 øst for anlegget til Fosnavåg Pelagic. Registrert løsmassemektighet i deponiområdet utenfor Fosnavåg Pelagic er registrert å variere mellom ca. 4,5 til 10,5 m. Øst for Fosnavåg Pelagic er det dokumentert langt mindre variasjon i løsmasser, her varierer løsmassemektighet mellom ca. 0,5 til 4,0 m. I området utenfor Fosnavåg Pelagic er det i opptatte prøver (BP. 19 og BP. 21) dokumentert organisk materiale med skjellrester i 3-4 meters dybde, over bløt organisk leire med høyt vanninnhold. Under ca. 4,0-6,0 m er det funnet leire med lavere vanninnhold og enkelte silt- eller sandlag. På ca. 5,0 - 8,0 m under dagens sjøbunn er det overgang til et fastere lag med friksjonsmasser før overgang til berg. For mer inngående detaljer rundt grunnforhold henvises det til 417849-RIG-RAP-001_rev01 datert 6.6.2017

I Figur 1 er et bergkotekart basert på utførte sonderinger presentert, koter referert til LAT. På figuren er omtrentlig deponiplassering markert, og man ser at bergnivået utenfor anlegget til Fosnavåg Pelagic primært varierer mellom ca. kote -11,0 til kote -18,0.

00	8.7.20	Første gangs utsendelse	C.R. Havnegjerde	Håvard Narjord	Håvard Narjord
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Setninger og setningstid i deponi

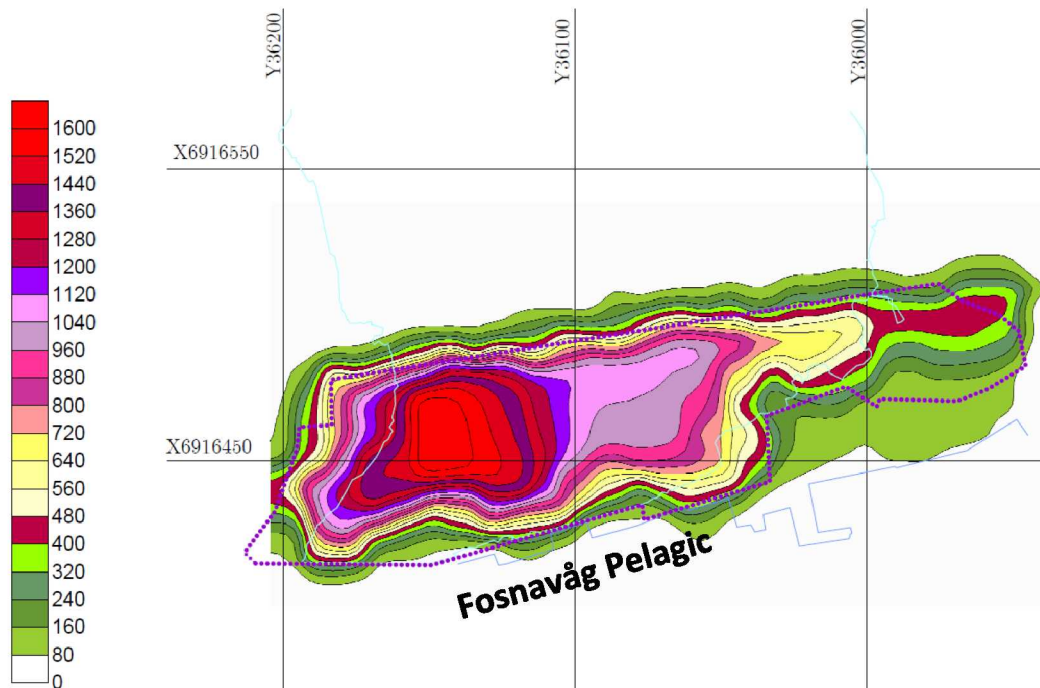


Figur 1: Bergkote kart basert på sonderinger, koter refererer til LAT

3 Setninger

Størrelsen på setninger i deponiet vil variere over området på grunn av variasjoner i løsmassemektighet og i mektighet av innfylling av deponimasser.

Våre innledende beregninger av setninger for deponiet, med tilsvarende egenskaper i gytjen som dokumentert for det dypeste leirlaget gav en beregnet setningsfordeling i deponiet som vist i Figur 2. Denne viser at deformasjonen innenfor deponiet vil bli ca. mellom 10 -160 cm. Fordi det var stor usikkerhet knyttet til setningsegenskapene til mudringsmassen ble det besluttet å utføre setningsforsøk i en storskala testrigg, se 417849-RIG-RAP-003 datert 23.3.2018 for flere detaljer.



Figur 2: Totale setninger i mm, oppfylling til kote +3,8 (LAT)

Setninger og setningstid i deponi

Setningsforsøkene ble utført på omrørt gytje som vil være tilsvarende som mudringsmassen som skal plasseres i deponiet.

Forsøkene viste at mudringsmassen er setningsvillig om den får god drenering og at volumet vil bli betydelig redusert (komprimert) selv ved små belastninger.

Fra utlegging av mudringsmassen til ferdig setningsforløp i laget med mudringsmasse av gytje er det forventet en deformasjon på 25 til 45 % av lagtykkelsen, her må det forventes at betydelige setninger kommer allerede som følge av innfyllingen i deponiet og at oppmot halvparten av setningene i dette laget vil være påløpt før innfyllingen i deponiet er ferdigstilt. For gytjen som ligger urørt på sjøbunnen forventes det 10 til 20 % deformasjon av lagtykkelsen og i leirlaget forventes det ca. 10 % deformasjon av lagtykkelsen. For området med størst kombinasjon av stedlige løsmasser og innfylte deponimasser (17 m) utenfor anlegget til Fosnavåg Pelagic er setninger forventet å variere mellom omtrent 220 til 350 cm. Der andelen deformasjon i selve laget med mudringsmasse er forventet å variere mellom ca. 130 til ca. 230 cm.

Den største usikkerheten her ligger i hvor mye innfylte deponimasser og gytjelaget på sjøbunnen setter seg underveis i innfyllingsprosessen og hvor fort dette skjer. Utførte setningsforsøk på denne massen tilsier at setninger i deponimassen vil gå relativt raskt, og at en betydelig andel av setningene antydnet over vil komme mens innfyllingen i deponiet pågår. Dette er noe som vurderes nærmere i detaljprosjekteringsfasen av tiltaket.

4 Setningstid

Setningstiden i deponiet vil være svært avhengig av den totale løsmassemektigheten i deponiet. Uten tiltak vil det forventes at setningstiden utenfor Fosnavåg Pelagic blir styrt av leirlaget i dybden.

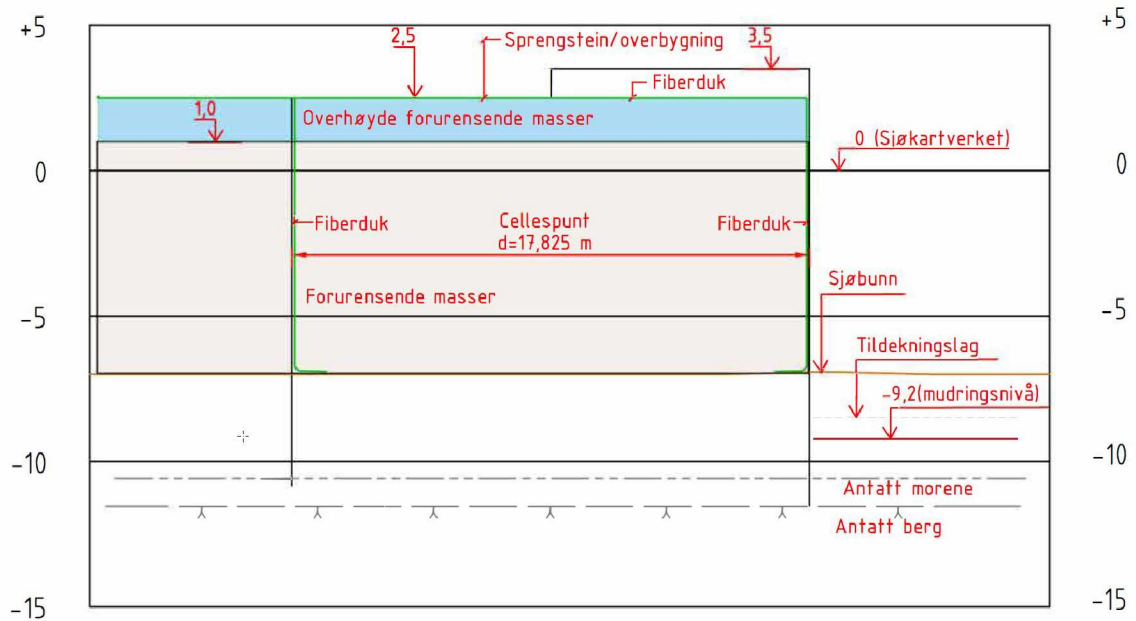
Utførte forsøk på leirlaget antyder en forventet setningstid mellom 2 til 6 år før alle setningene har påløpt uten tiltak for å fremskynde setninger. I deponiets østlige ende er det ikke påvist et leirlag av betydning, så her vil setningstiden i større grad være styrt av deponimassen som fylles inn i deponiet. På grunn av vesentlig mindre total løsmassemektighet er forventet setningstid vurdert å være lavere enn for området utenfor Fosnavåg Pelagic.

5 Tiltak

Deponikapasitet og setningsstørrelser

Siden vi vet at setningene blir store og at volumet som mudres blir mindre i deponiet med setninger, planlegges det en optimalisering av deponiet der deponiet fylles med overhøyde og det gjøres tiltak for å fremprovosere setninger før bærelaget legges ut. Det planlegges per nå med en overhøyde på ca. 1,5 meter (til nivå med eksisterende kaier) med gytje og en tilsvarende underkapasitet i deponiet for å unngå å havne i situasjonen der man må etterfylle for å oppnå et gitt nivå.

Setninger og setningstid i deponi



Figur 3: Gjeldende prinsipp for innfylling i deponi

For å fremskynde setninger i innfyllingsfasen kan man benytte en vibrerende stav som stikkes ned i et rutemønster, erfaringsmessig gir dette inntil 5 % deformasjon av lagtykkelsen av deponimassene. Dette vil være spesielt godt egnet i selve cellene da man i faser vil ha ventetid på peleriggen som følge av rekkefølgebestemmelser for utførelse. Men det er også aktuelt å gjennomføre i deponiet bak cellene for å fremskynde setninger og gi mulighet for større innfylling i deponiet.

Fylling med overhøyde og metode for å fremskynde setninger i innfyllingsfasen som beskrevet over vil ta høyde for ca. 2 meter av de forventede setningene, samtidig vil det også påløpe noen setninger i innfyllingsfasen.

I detaljprosjekteringen må det vurderes om deponiet skal etableres med en større underkapasitet enn det som kan fylles inn på grunn av innfylling med overhøyde, her vil en vurdering av størrelse på setninger i innfyllingsfasen være sentral for hvilken størrelse deponiet dimensjoneres med.

I detaljprosjekteringen må man ta en risikovurdering av forholdet mellom å dimensjonere ett deponi med garantert stor nok kapasitet og mulige kostnader til etterfylling av deponiet for å oppnå det nødvendige nivået. Dette må vurderes opp mot å dimensjonere et deponi der man risikerer at det må legges inn ventetid i innfyllingen for å gi tid til setningsutvikling, tid til setningsfremmende tiltak og i verste fall bortkjøring av mudringsmasser til eksternt deponi av hensyn til fremdrift.

Setningstid

I områdene med størst forventet setningstid vil installasjon av vertikaldren være et godt alternativ for å redusere setningstiden betydelig, dette kan for eksempel være aktuelt i cellene for å få fremskyndet setningene og dermed oppnå en raskere etablering av kai på deponifronten og på områder som planlegges bebygget. Ved å installere vertikaldren vil setningstiden reduseres betraktelig.

Setningstiden vil være avhengig av senteravstanden av drenene. Normalt er denne 1- 3 m. Settes drenene med 3 m avstand er setningstiden forventet å ligge mellom ca. 0,5 til 1,5 år, settes drenene med 1 m senteravstand er setningstiden forventet å være mindre enn et halvt år fra siste utlegging av bærelag eller forbelastning.

Vi har i 417849-RIG-RAP-003 datert 23.3.2018 estimert kostnaden for vertikaldren på hele deponiet til ca. 2,0 millioner inkludert rigg og drift. Om man begrenser dette til området foran Fosnavåg

Setninger og setningstid i deponi

Pelagic og der man skal etablere kai, kan man legge til grunn en kvm pris på 140,- inklusive rigg og drift for et oppsett med senteravstand 2,0 meter. For et totalt areal mellom 5000 – 8000 kvm med dette tiltaket gir dette en forventet kostnad mellom 0,7 – 1,2 millioner.

Forbelastning

Vi anbefaler at deponiet forbelastes for å fremskynde setninger for forventet bruk, dette mener vi vil være en meget effektiv løsning sammen med vertikaldren. Etter fullført forbelastning vil direktefundamentering på grunnen være meget godt egnet. Siden forbelastning er nødvendig av hensyn til bruken av områdene utenfor et bygg vil kostnadene til pelefundamentering komme i tillegg til dette.

Hvor omfattende en forbelastning er avhenger av hvilken nyttelast som ønskes benyttet på området. Ønskes det et område som kan belastes med en generell flatelast på 20 kN/m² må det legges ut en forbelastning på ca. 2,0 m tykkelse, det dobbelte om det ønskes en generell flatelast på 40 kN/m². For å dekke hele deponiet er det derfor behov for mellom ca. 32 000 til 64 000 m³ fyllmasser avhengig av hvilken nyttelast som ønskes benyttet på området. Multiconsult tror at en tilnærming der man forbelastet en mindre del, f. eks. ¼ av arealet i kombinasjon med vertikal dren er det som raskest gir byggeklar grunn i kombinasjon med en akseptabel kostnadsramme. Forbelastning av ca. ¼ av deponiet i gangen utgjør 8000 – 16000 m³ med forventet kostnad mellom 2,5 til 6 millioner avhengig av nivå på flatelasten som ønskes oppnådd, dette inkluderer forflytning av massene på deponiet. Deler av denne kostnaden kan refunderes ved salg av stein/masser til andre prosjekt ved avslutning av prosjektet. Anslått til 1 til 2 millioner.

Når hele deponiet er ferdig forbelastet for aktuelle belastninger kan steinmassene selges videre og kan med fordel benyttes til andre utviklingsprosjekter i regi av kommunen i Fosnavåg/Herøy kommune.

Direkte fundamentering

For å kunne direkte fundamenterer ett bygg på deponiet må det legges ut en forbelastning tilsvarende vekten av planlagt bebyggelse og planlagt nyttelast på arealet utenfor bygget.

Pelefundamentering

I rapport 417849-RIG-RAP-003 datert 23.3.2018 ble kostnaden for et næringsbygg på 2000 kvm over 2 etasjer estimert til ca. 2,3 millioner inklusive rigg og drift. Dette forutsatte 100 betongpeler til berg med en gjennomsnittlig lengde på 16 m. Tomteområdet og areal utenomhus må forbelastes før pelefundamentering for å unngå setningsdifferanser mellom bygg og terreng. Alt av tekniske installasjoner inn og ut av bygget må dimensjoneres særskilt for å unngå brudd som følge av deformasjoner.

6 Konklusjon

Gjennom detaljprosjekteringen må det prosjekteres tiltak som håndterer de forventede setningsstørrelsene på en god måte slik at risikoen for tilleggskostnader reduseres til et minimum.

Nøkkelord i den forbindelse vil være deponistørrelse, innfylling med overhøyde og setningsfremmede tiltak. Setningsfremmede tiltak vil være meget aktuelt både i innfyllingsfasen og på ferdig innfylt deponi.

Gjennom detaljprosjekteringen må det prosjekteres løsninger som totalt gir en anleggstid som er så kort som overhodet mulig, dette inkluderer utvikling av setninger slik at kai og planlagte bygninger kan etableres innen et rimelig tidsperspektiv.