

## NOTAT

OPPDRAK	<b>Hedrumsgate 6, Tønsberg</b>	DOKUMENTKODE	10218260-RIG-NOT-001
EMNE	Vurdering av fundamenteringsmetode ifm regulering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAKSGIVER	<b>Tønsberg kommune</b>	OPPDRAGSLEDER	Marina Jansen
KONTAKTPERSON	Svein Wensaas	SAKSBEHANDLER	Marina Jansen
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10112011 GEO BVT

## SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Tønsberg kommune for vurdering av fundamenteringsmetode for nybygg på eiendommen Hedrumsgate 6 i Tønsberg. Vurderinger er utført ifm reguleringen. Det presiseres at presenterte løsninger må detaljprosjekteres i senere fase.

Det er vurdert fundamentering på rammede og borede peler samt direkte fundamentering. Direkte fundamentering er en rimelig fundamenteringsmetode som ser ut til å være gjennomførbar. Endelig valg av fundamenteringsmetoden avklares etter detaljert gjennomgang av laster og differensialsetninger.

### 1 Innledning

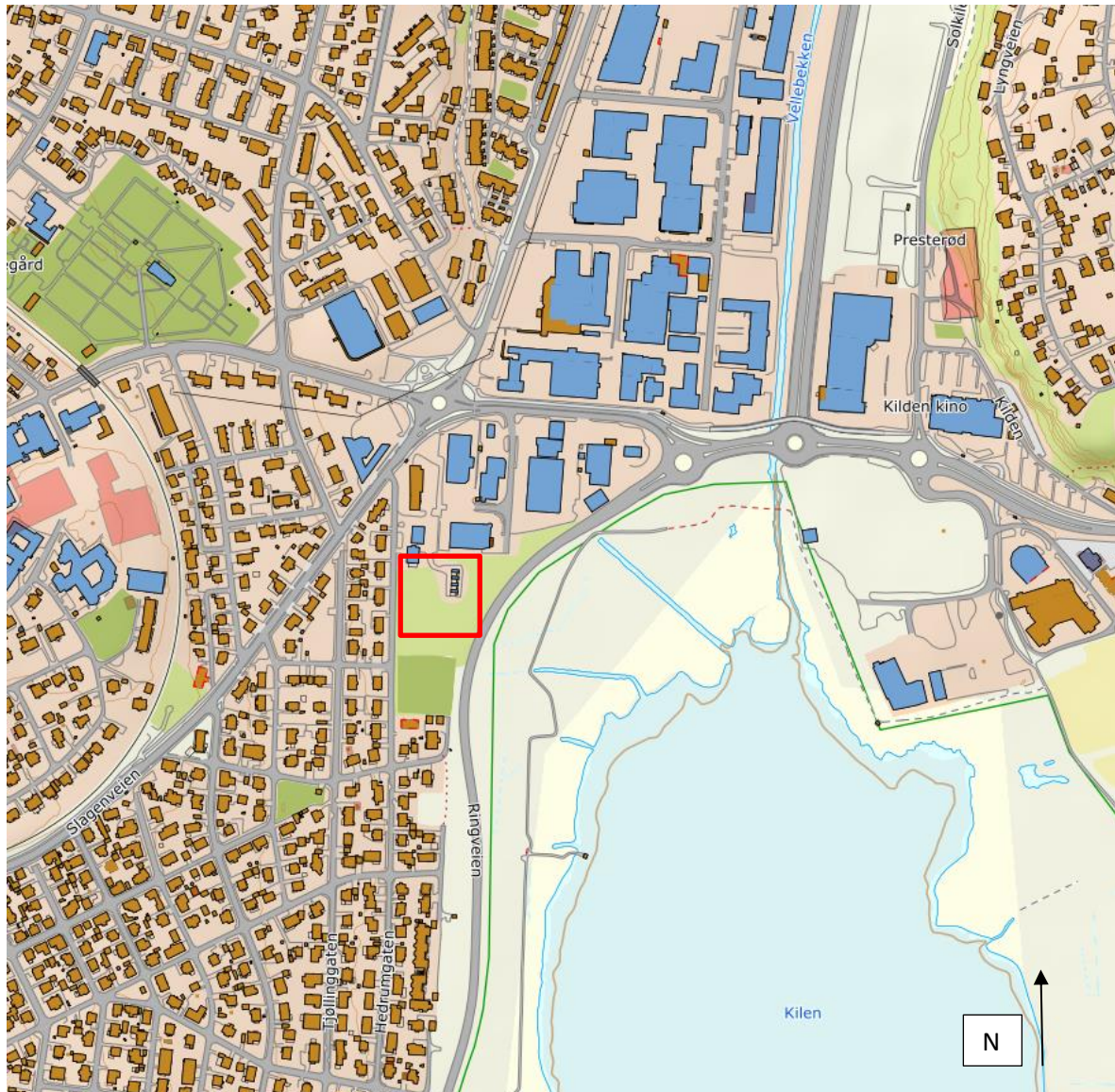
I forbindelse med regulering av eiendommen Hedrumsgate 6 i Tønsberg er Multiconsult Norge AS engasjert som geoteknisk rådgiver for vurdering av fundamenteringsmetoden.

Direkte fundamentering ser ut til å være gjennomførbar, men endelig valg av fundamenteringsmetoden avklares etter detaljert gjennomgang av laster og differensialsetninger.

Det er planlagt 2-etasjes bygg uten kjeller med 1. etasje ca. i nivå med eksisterende terreng. Byggets fotavtrykk er ca. 375 m<sup>2</sup>.

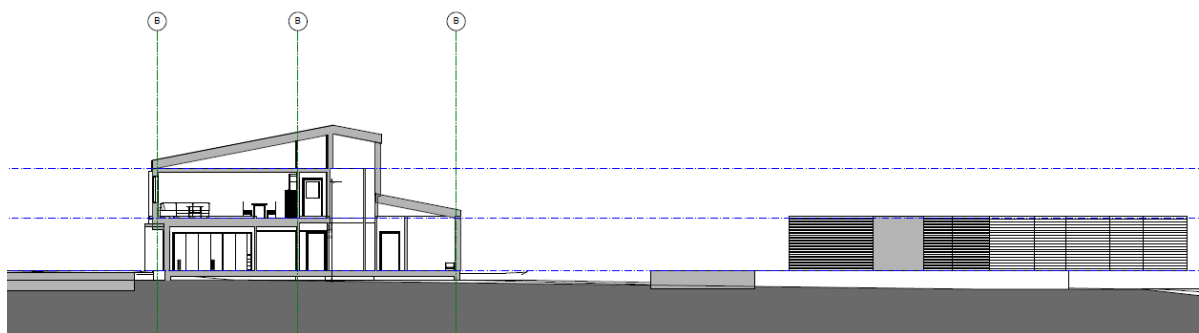
Tiltaksområdet er vist i Figur 1-1.

00	15.04.2020	Utarbeidet	Marina Jansen	Jan Finstad	Marina Jansen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Figur 1-1: Tiltaksområdet, kilde: norgeskart.no

Situasjonsplan og snitt av bygget er vist i etterfølgende figurer:



Figur 1-2: Snitt, kilde: tegninger mottatt fra Tønsberg kommune



Figur 1-3: Situasjonsplan, kilde: tegninger mottatt fra Tønsberg kommune

## 2 Området og topografi

Området består i dag av trær og annen vegetasjon, og fire boliger lengst nord. Terrenget er relativt flatt med kotenivå på mellom ca. +1 til +3, og heller slakt ned mot sjøen i øst.

## 3 Grunnforhold

Det er gjennomført grunnundersøkelser av Multiconsult i februar-mars 2020, ref. rapport 10216748-RIG-RAP-001 *Geoteknisk datarapport Hedrumsgate 6*, datert 06-03-2020.

Det ble boret 8 totalsonderinger hvorav 3 av disse er utført til antatt berg (det presiseres at det ikke er utført sikker bergpåvisning som forutsetter innboring i berg 2-3 m). Registrert dybde til antatt berg varierer mellom ca. 20 og 35 m i de tre borpunktene som er boret til antatt berg. Koter for antatt bergnivå varierer mellom ca. -17 og -32. Totalsonderingene indikerer at det er store lokale forskjeller i dybde til antatt berg, med variasjoner på opptil 15 meter innenfor en radius på ca. 80 meter. Det er registrert størst dybde til berg i den nordlige delen av tomten, mens de grunneste registreringene er gjort helt i sør. Ettersom flere av boringene er avsluttet uten stopp i antatt fjell, er det ikke mulig å trekke noen konklusjoner om antatt bergoverflate utover dette. Det er registrert morene over berg i ett punkt.

Alle totalsonderingene indikerer mulig sprøbruddmateriale eller kvikkleire. Fra hvilken dybde sprøbruddmaterialet inntreffer varierer. Bormannskapet har notert at det er et topplag av torv/myr på ca. 0,5-1,0 meter tykkelse i flere av borpunktene. Prøveserie ved punkt 6 viser fastere masser ned til ca. 2-3 m over materiale som kan karakteriseres som sprøbruddmateriale.

## Vurdering av fundamenteringsmetode

Det er registrert grunnvannstand i terreng i punkt 2. Poretrykk ser ut til å være hydrostatisk.

Det gjøres oppmerksom at det kan bli behov for flere grunnundersøkelser ifm detaljprosjektering. Dette må bestemmes av geotekniker i senere fase.

## 4 Belastninger

Det er per dags dato ikke kjent laster fra bygget. Det er forutsatt last på 10 kN/m<sup>2</sup> per etasje, inkludert egenvekt og nyttelast.

## 5 Geotekniske vurderinger

### 5.1 Begrensninger og forbehold

Det foreligger per i dag ikke detaljerte tegninger av bæresystem eller fundamentplan og heller ikke laster på fundamentnivå. Våre vurderinger er basert på foreløpig grunnlag fra oppdragsgiver oversendt den 17. mars 2020.

### 5.2 Prosjekteringsforutsetninger

Tomta er relativt flat. Det er registrert forekomster av sprøbruddmateriale i området.

Planlagte arbeider omfatter fundamentering på peler til berg eller direkte på grunn.

Arbeidene anses som konvensjonelle, uten unormal risiko.

**Foreløpig** kan følgende klassifisering av prosjektet legges til grunn:

- Geoteknisk kategori 2
- Pålitelighets- og konsekvensklasse CC/RC 2
- Tiltaksklasse 2 iht. Plan- og bygningsloven
- Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK/UKK 2

Klassifisering må vurderes på nytt av geoteknisk prosjekterende i forbindelse med søknad om rammetillatelse/ igangsetting.

## 6 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske arbeider som skal gjennomføres innebærer hovedsakelig fundamentering av bygget (på peler eller direkte på grunn).

Generelt vil geotekniske problemstillinger hovedsakelig gjelde:

- Lokal og global stabilitet
- Fundamentering
- Opptak av horisontallast
- Hensyn til nabobebyggelse

Disse er ikke varetatt i foreliggende notat, unntatt fundamentering.

Det gjøres oppmerksom på at tiltaket ligger i eksisterende kvikkleiresone. Dersom det ikke er utredet påvirkning av tiltaket på områdestabilitet i tidligere regulering av området, må det utredes ifm reguleringen nå, ref. NVEs Veileder 7/2014.

## 7 Vurdering fundamentering

I prinsipp foreligger to fundamenteringsalternativer, enten på pelar eller direkte på grunnen.

### 7.1 Fundamentering på pelar til berg

#### 7.1.1 Borede løsninger

Fundamentering på pelar til berg forutsettes å være en sikker fundamenteringsmetode mye brukt i Norge.

Det anbefales å bruke borede løsninger, for. eks. stålkjernepelar. Stålkjernepelar er en skånsom metode sammenlignet med for eksempel betongpelar. Dette gjelder spesielt for fundamentering i kvikkleire/ sprøbruddmateriale da etablering av betongpelar kan føre til oppbygging av poretrykk, omrøring av omkringliggende kvikkleire og følgelig svekke stabiliteten.

Det forutsettes også at både bærende konstruksjoner (søyler og vegger) og bunnplate fundamenteres på pelar.

Eksempel på installert kapasitet for utvalgte stålkjernepelar er vist i Tabell 7-1:

Tabell 7-1: Installert pelekapasitet for stålkjernepelar

Stålkjerne, mm	Foringsrør, mm	Min trykkapasitet, N <sub>i</sub> , kN
Ø50	114,3x4	564
Ø70	114,3x4	1072
Ø90	139,7x4	1718
Ø110	168,3x4,5	2403
Ø120	168,3x4,5	2860

Pelekapasiteter i Tabell 7-1 er kun orienterende. Pelene må dimensjoneres for bl. annet knekking i detaljprosjekteringsfase, og i bløte grunnforhold som her, vil normalt knekningskapasitet være dimensjonerende.

Fundamentering på stålkjernepelar er også mer skånsom metode mhp. støy, vibrasjoner og rystelser, noe som kan være aktuelt da bygget grenser mot et forholdsvis tett bebyggt område.

Bruk av stålkjernepelar er spesielt gunstig der det kan forventes skrått berg og der det kan forekomme morene over berg.

Stålkjernepelar er imidlertid en kostbar fundamenteringsmetode, spesielt tatt i betraktning at planlagt bygg er forholdsvis lite. Det må gjøres detaljert vurdering kost/nytte i senere faser.

#### Borede stålrørspelar

Borede stålrørspelar til berg, eksempelvis RD-pelar, er et alternativ til stålkjernepelar. Pelene er spissbærende og er godt egnet for boring i bratt berg. Metoden er skånsom mhp. vibrasjoner og støy. Peletypen er også godt egnet for opptak av horisontale laster i tillegg til vertikale.

#### 7.1.2 Rammede løsninger

##### Betongpelar

Betongpelar rammes ned til berg med stopp i berg. Pelens bæreevne kan verifiseres med PDA-målinger.

## Vurdering av fundamenteringsmetode

Peledimensjoner samt antall peler i pelegruppe bestemmes i samråd med RIB avhengig av størrelse på lastene, avstand mellom bærende elementer mm.

Betongpeler er generelt rimelige sammenlignet med andre typer peler.

Eksempel på installert kapasitet for betongpel P270  $N_i=1388$  kPa med reduksjonsfaktor  $f_a=0,75$ . Dette er kun orienterende og må detaljprosjekteres senere.

### 7.1.3 Viktige og kritiske momenter ved valg av fundamenteringsmetode med betongpeler

1. Det kan være vanskelig å oppnå god innfestning i berg der berget er skrått.
2. Metoden er lite skånsom i området med kvikkleire/ sprøbruddmateriale da den kan føre til oppbygning av poretrykk og masseforstyrrelser og følgelig til forringelse av stabilitet.
3. Metoden er lite skånsom ift. rystelser og skader på nabobebyggelse i tillegg til støy under rammingen. Massefortengning kan føre til setninger på nabobebyggelse.
4. Det gjøres oppmerksom på at det er påvist morene over berg i ett punkt. Morene kan øke risiko for vrakpeler.
5. Det må dokumenteres bæreevne for pelerigg.

## 7.2 Fundamentering direkte på grunnen

Ved en slik fundamentering må det vurderes/beregnes bæreevne og setninger. Alternative betraktninger kan videre være:

- Direkte på grunnen på såler/hel plate – krever løsning som tillater setninger
- Kompensert fundamentering, dvs. avlastning tilsvarende som pålastning og tilnærmet setningsfritt
- Grunnforsterkning, f.eks. setting av kalk-sement peler for å begrense setninger

### 7.2.1 Fundamentering direkte på grunnen

Dette er noe rimelige metoden sammenlignet med stålkjernepeler.

Metoden forutsetter fjerning av topplaget med fyllmasser/ torv, da disse kan gi store setninger.

Bygget er kun planlagt med 2 etasjer og det forventes det ikke store konsentrerte laster på fundamentene, men siden kun deler av bygget har 2. etg, kan det oppstå differansesetninger. Kravet til setningsdifferansen bestemmes i samarbeid med RIB i detaljprosjektet men normalt er setningsdifferansen mindre enn  $L/300$  akseptabel.

Bygget fundamentert på helplate eller såler kan være ømfintlig for evt. grunnvanssenkninger og utgravinger ifm. potensielle utbygging i området.

Det må uansett forventes noe setninger som følge av pågående konsolideringssetninger i kvikkleire samt pga. tilleggslast på grunn.

### 7.2.2 Kompensert fundamentering

Legger man til grunn fundamentering på en hel og stiv plate med tykkelse f.eks. 300 mm, kan man overordnet anslå at belastning mot grunnen blir  $10 \cdot 2 + 24 \cdot 0,3 \approx 27$  kN/m<sup>2</sup> (jevnt fordelt, krever lastfordelende skiver etc.) Benyttes en masseutskifting med Glasopor med densitet 3,5 kN/m<sup>3</sup> (anbefalt densitet av Statens vegvesen), og forutsettes densitet 18 kN/m<sup>3</sup> på løsmassene under torv, gir det nødvendig masseutskifting på ca. 2-2,5 m. Tolkning av totalsonderingsdiagrammer viser at graving til 2 m kan delvis komme i bløte masser. Det må i så fall gjøres vurderinger mhp. lokal stabilitet samt bæreevne for evt. anleggsmaskiner i byggegrova.

### 7.2.3 Grunnforsterkning

Dette vil også innebære at alle eksisterende konstruksjoner i bakken fjernes, og at det deretter installeres kalk-sement peler i grunnen som et setningsreducerende tiltak.

Det er ikke gjort nærmere vurdering av dekningsgrad og nedboringsdybder, dette må sees på mer i detalj for å vurdere om løsningen er konkurransedyktig.

## 8 Referanser

- /1/ Multiconsult Norge AS, rapport 10216748-RIG-RAP-001 Geoteknisk datarapport Hedrumsgate 6, datert 06-03-2020
- /2/ Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler (NS-EN 1997-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-1:2004+NA:2016, nov. 2004.
- /3/ Standard Norge, «Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (NS-EN 1990:2002)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1990:2002+NA:2016/NA2010, 2002.
- /4/ MD (Miljøverndepartementet), *LOV 2008-06-27 nr 71 - Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven / PBL)*. 2008.