

OVERSIKT

OSLO KOMMUNE  
GEOTEKNISK KONTOR



OSLO KOMMUNE  
Geoteknisk kontor

1  
Kingos gt. 22,  
0457 Oslo 4  
Tlf.: (02) 35 59 60

Saksbehandler: H. Sem

RAPPORT OVER  
BJØRVIKA BYUTVIKLINGSOMRÅDE

R-2110-01

9. april 1985

Del 1: Oversikt over grunnforhold og fundamenteringsforhold

INNHOLDSFORTEGNELSE:

SIDE:

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| INNLEDNING.....                       | 2 |
| TIDLIGERE UTFYLLINGER I BJØRVIKA..... | 2 |
| GRUNNFORHOLD.....                     | 3 |
| SETNINGSFORHOLD.....                  | 4 |
| FUNDAMENTERINGSFORHOLD.....           | 5 |
| Klassifisering av området.....        |   |
| Fundamenteringsmetoder.....           |   |
| Spesielle problemer.....              |   |
| Utfylling i Bjørvika.....             |   |
| SLUTTBEMERKNING.....                  | 8 |

Tegningsoversikt:

Tegn. nr. 2110-1 Oversiktskart M:1/2500  
" " 2110-2 Undergrunnskart M:1/1000



## OSLO KOMMUNE

Geoteknisk kontor

Kongens gt. 22,  
0457 Oslo 4  
Tlf.: (02) 35 59 60

### INNLEDNING

Etter anmodning fra Byplankontoret ved brev av 22. februar 1985, har geoteknisk kontor utarbeidet en oversikt over grunnforhold og fundamenteringsforhold i Bjørvika-området. I forbindelse med dette arbeidet blir det også utarbeidet nye undergrunnskartblad for deler av området og forøvrig ajourført eldre undergrunnskartblad.

Innen for oppdragets beskjedne rammer har det ikke vært rom for å utarbeide detaljert oversikt over løsmassene i området. Ei heller fullstendig oversikt over målte setninger og sig i løsmassene.

### TIDLIGERE UTFYLLINGER I BJØRVIA

Bjørvikabassenget utgjør i dag bare en liten del av det areal Bjørvika dekket da byen Kristiania ble grunnlagt år 1624. Akerselva hadde den gang sitt utløp i nærheten av Vaterlands bru og Bjørvika-bassenget strakte seg fra Dronningens gate i vest til langt opp mot Grønlandsleiret i øst. Store deler av Bjørvika var et gruntvannsområde som etter hvert ble tørrlagt både p.g.a. landhevningen og en gradvis oppfylling. De store mengder sagflis Akerselva førte med seg fra sagbrukene lenger oppover langs elva ga et vesentlig bidrag til oppfyllingen.

Mye av de store gruntvannsområdene i nordre del av Bjørvika var allerede tørrlagt i 1770. På dette tidspunkt lå kystlinjen ved Østbaneområdet. Det areal som inngår i den foreslåtte rammeplan for Bjørvika er således i det alt vesentlige utfyllt etter denne tid.

Oppgrunningen ved Akerselva's utløp vanskeliggjorde havnetrafikken. For å lede sagflismassene som elva førte med seg ut på dypt vann, ble det bygget skjermes utenfor elveutløpet. Bak disse skjermene ble det etter hvert foretatt oppfyllinger. Dette var begynnelsen til dannelsen av Bjørvikautstikkeren som i det alt vesentlige ble utfyllt i perioden 1770 - 1860.

Området nord for Bjørvikautstikkeren mellom Akerselva og den tidligere Jernbana var for en stor del oppfylt allerede i 1770. Tilliggende areal på østsiden av Akerselva ble i det alt vesentlige oppfylt i perioden 1800 - 1850.

Fra Dronningens gate skjedde det alt tidlig på 1600-tallet en gradvis utfylling i området mellom Karl Johans gate og Rådhusgata. Bryggene ble opp gjennom årene gradvis forflyttet lenger ut i Bjørvika, og fyllingen etter hvert ført frem til nåværende kailinje.

Langkaia og den tidligere Tollbubrygga var ferdigbygget ca. år 1900.

Sør fra Rådhusgata skjedde det ikke noen nevneverdig oppfylling før ca. år 1800.

I siste del av 1950-årene ble området fra Havnegata og frem mot eksisterende Palékaia utfyllt. Den tidligere Slusa ble gjenfylt i 1965. Ytre del av området langs Palékaia ble utfyllt i 1968. Utfyllingen på Revierhavna fra Festningskaia til ny Revierkai ble utfyllt i perioden 1977 - 1981.

Massene som er utfyllt i Bjørvika etter 1950, består i det alt vesentlige av sprengstein. Massene som ble utfyllt før århundreskiftet er av mer varierende art.

Oversiktskartet, tegn. nr. 2010-1 viser hvilke områder som sist ble oppfylt.





# OSLO KOMMUNE

Geoteknisk kontor

Kingos gt. 22,  
0457 Oslo 4  
Tlf.: (02) 35 59 60

## GRUNNFORHOLD

Arealet som ligger innenfor det foreslåtte rammeplanområdet for Bjørvika har meget varierende grunnforhold. Det aller meste av dette området er fra tidligere oppfylt og fyllmassene kan variere fra noen få meter med byfyll og sagflis til 25m med sprengstein. Fyllingenes alder varierer fra noen få år til flere hundre år. Innenfor det aktuelle området varierer dybden til fjell fra noen få meter ved Strandgata til vel 60m ved underkjøringen innenfor Palékaia. Dybden til fjell er større enn 30m over storparten av området.

Oversiktskartet, tegn. nr. 2010-1 gir en grov oversikt over fjelloverflatens nivå i området. Tegn. nr. 1020-2 gir detaljerte opplysninger om fjelloverflatens beliggenhet ut fra de borerer som er utført i området.

I Bjørvikabassenget er vanndybden stort sett 7-9m. På bunnen av bassenget er det et slamlag av gytje som går over i en gytjig leire. Under disse massene ser det ut til å være leiravsetninger til fjell. Leira inneholder lokale sand- og gruslag. På stor dybde ser leira ut til å være sand- og grusig. De øvre leirlagene har et vanninnhold på ca. 50% og leira kan her karakteriseres som bløt til meget bløt. Vanninnholdet avtar gradvis til 30-35% i ca. 20m dybde under sjøbunnen og leira kan her karakteriseres som middels fast.

Bjørvikautstikkeren er som nevnt anlagt ved lang tids oppfylling ved Akerselva's munning. Sagflis som i sin tid ble fraktet med elva finner vi nå igjen som et mer eller mindre sammenhengende flislag over hele Bjørvikautstikkeren. Langs den sentrale delen av utstikkeren er tykkelsen på flislaget opptil 8-10m. Flislaget er mer eller mindre leirblandet. Over flislaget er det lagt ut diverse fyllmasser (byfyll) med varierende tykkelse. I fyllmassene forekommer også stålelementer etter det tidligere skipsverftet som lå her. Under sagflislaget er det stort sett middels fast lite sensitiv leire. På stor dybde antas leira å være sand- og grusholdig. Dybdene til fjell varierer stort sett fra ca. 30m under nordre del av Bjørvikautstikkeren til 40-50m under søndre del.

Ved trafikkmaskinen og det nordenforliggende området er det også flisavsetninger under et øvre lag oppfylling av blandingsmasser. Tykkelsen på flislaget ser her jevnt over ut til å være noe mindre enn ute på Bjørvikautstikkeren. Leiravsetningene under flislaget er stort sett som beskrevet for Bjørvikautstikkeren. Dybden til fjell er ca. 30m ved Akerselva og øker på vestover til vel 60m ved den sentrale del av underkjøringen.

Området mellom Havnegata og nåværende Palékai som ble utfylt i 1950-årene, består øverst av 12-14m sprengsteinfylling. De underliggende leiravsetninger er i sterk grad konsolidert slik at vanninnhold og fasthetsegenskaper i betydelig grad er endret. Det er fremdeles poreovertrykk i de dypere leirlag og konsolideringsprosessen vil således fortsette også i tiden fremover. Området krysses av en nordøst-sørvest-gående dypsone hvor det er vel 60m til fjell.

Innenfor Langkaia og de tidligere kailinjene for Tollbubrygga og Palébrygga er dybden til fjell begrenset til ca. 20m. Fjellet stiger på vestover og fra Børsen nordover langs Strandgata er dybden til fjell begrenset til noen få meter. Løsmassen innenfor ovennevnte område består øverst av oppfylte masser av varierende art og tykkelse. Tømmerkister og andre tidligere kaikonstruksjoner inngår i disse fyllingene. Grovere sprengsteinfylling kan også forekomme. Under fyllmassene kan det stedvis forekomme bløt leire. Den dominerende delen av leiravsetningene vil imidlertid trolig kunne klassifiseres som middels fast.





## OSLO KOMMUNE

Geoteknisk kontor

Kingos gt. 22.  
0457 Oslo 4  
Tlf.: (02) 35 59 60

Utfyllingen på Revierhavna ble utført for få år siden. Innenfor det ferske fyllingsområdet varierer dybden til fjell stort sett mellom 15 og 30m.

Oppfyllingen kombinert med mudring ble her utført på en slik måte at det langt på vei ble oppnådd fullstendig masseutskifting for det meste av dette fyllingsområdet. Kontrollboringer viser således at sprengsteinmassene på Revierhavna ligger i 20-25m dybde. Under sprengsteinmassene er det stort sett middels fast leire med antatt tykkelse på opptil ca. 10m i sørøstre del av fyllingsområdet.

### SETNINGSFORHOLD

I Bjørvika-området er det stor dybde til fjell de fleste steder og kompresible leiravsetninger. Tilleggsbelastning på disse leiravsetninger i form av oppfylling eller bebyggelse medfører langtidssetninger. Det er som nevnt foretatt utfylling i Bjørvika gjennom flere hundre år, og de pågående terrengsetninger er i høy grad avhengig av fyllingens alder. I områdene langs Akerselva, spesielt på Bjørvikautstikkeren, er det avsatt store mengder sagflis som også i seg selv er kompresibel.

Sannsynligvis pågår det i større eller mindre grad terrengsetninger over det aller meste av det foreslåtte rammeplanområdet for Bjørvika.

På Bjørvikutstikkeren pågår det for tiden trolig bare meget små terrengsetninger, men belastningsforsøk viser at det her oppstår betydelige setninger i flisavsetningene når disse belastes.

I området ved trafikkmaskinen ble det foretatt en del oppfyllinger i forbindelse med veioppbyggingen i siste del av 60-årene. Denne oppfyllingen gir antagelig fremdeles en del setningsbidrag i dette området.

Oppfyllingen mellom Havnegata og eksisterende Palékaia i siste del av 50-årene har medført meget store terrengsetninger. Setningsobservasjoner på terminalbygget ved Palékaia viser at terrengsetningene under dette bygget har vært ca. 1,5 - 2,5m i perioden 1959 - 1985. Disse store terrengsetningene har flere ganger nødvendiggjort oppjustering av kaiområdet og dette har igjen medført ytterligere setningsbidrag. Setningene på terminalbygningen er for tiden av størrelsesorden 2-3cm pr. år.

Underkjøringen innenfor Palékaia er fundamentert på massive stålpeler til fjell. De pågående terrengsetninger på begge sider av underkjøringen medfører et vedvarende vedlikeholdsproblem for de kryssende veibaner. Målinger som er utført på underkjøringen, tilsier at terrengsetningene har en horisontalkomponent og at fyllmassene gjennomgående beveger seg ut mot havnebassenget.

På de vestre områdene som ligger innenfor Langbrygga og de tidligere kailinjene langs Tollbubrygga og Palébrygga, antas det nå å være ubetydelige eller meget moderate terrengsetninger.

Innen det meste av det ferske oppfyllingsområdet på Revierhavna er det allerede forholdsvis moderate terrengsetninger. På den sørøstre del av denne fyllingen pågår det derimot betydelige setninger.

Ved ytterligere utfylling over de dype partier i Bjørvika vil det her påløpe meget store terrengsetninger som vil utvikles gjennom mange 10-år.



## FUNDAMENTERINGSFORHOLD

I det følgende gis en generell klassifisering av byggegrunnen, angivelse av ulike fundamenteringsprinsipper og diskusjon av en del spesielle problemer tilknyttet utnyttelse av området. Det er her ikke tatt sikte på noen inngående diskusjon og anbefalinger. Hensikten er å legge et grunnlag for videre diskusjon og undersøkelser.

### Klassifisering av området

Fundamenteringsforholdene innen området varierer i meget stor grad, og vi finner det hensiktsmessig å dele byggegrunnen inn i 3 kategorier.

#### 1.\_ Områder med moderat løsmassemekthet, inntil 20-30m over fjell.

Dette gjelder deler av randsonen til området. I disse områdene antas i dag forholdsvis beskjedne bevegelser i løsmassene, og fundamenteringsforholdene karakteriseres som relativt gode.

#### 2.\_ Oppfylte områder med stor løsmassemekthet, inntil 60-70m over fjell.

Her pågår fortsatt betydelige setninger i løsmassene, angitt til 2-3cm pr. år ved terminalbygget innerst i Bjørvika. Målinger og observasjoner tyder på at det i den del av dette området som ligger nærmest havnebassenget har inntruffet, og trolig også pågår horisontalbevegelser i løsmassene. Tatt også i betraktning at det i området finnes fyllmasser i betydelig mektighet og av vidt forskjellig art og kvalitet, må fundamenteringsforholdene her karakteriseres som vanskelige.

#### 3.\_ Planlagt utfylt del av havnebassenget i Bjørvika

Her er det også tildels meget stor løsmassemekthet, og det må ved evt. oppfylling forventes meget store setninger og bevegelser i løsmassene over lang tid. Fundamenteringsforholdene karakteriseres som meget vanskelige.

### Fundamenteringsmetoder

Nedenfor gis en generell oversikt over ulike fundamenteringsmetoder sett i relasjon til fundamenteringsforholdene i området.

#### 1.\_ Direkte fundamentering i løsmassene

Anses ikke aktuelt for noe av den relativt tunge bebyggelse som tenkes plasser i området.

Veier og ledningsanlegg kan i deler av området fundamenteres på/i løsmassene.

#### 2.\_ Kompensert fundamentering

Det anses lite aktuelt med fullt kompensert fundamentering i noen del av området. Der det er små eller moderate dybder til fjell anses fundamentering til fjell i alle fall mest hensiktsmessig.



# OSLO KOMMUNE

Geoteknisk kontor

Kingos gt. 22,  
0457 Oslo 4  
Tlf.: (02) 35 59 60

Der det er stor løsmassemektighet er det såvidt store bevegelser i løsmassene, spesielt i de senest oppfylte områdene nærmest havnebassenget, at fundamentering til fjell i alle fall peker seg ut.

Det kan imidlertid tenkes å finnes interessante løsninger, spesielt ved fundamentering i havnebassenget, hvor oppdrift utnyttes til å redusere belastninger på fundamentene. Økonomien i dette avhenger selvsagt av den anvendelse dype kjellerarealer kan få.

### 3. Betongpeler til fjell

Aktuell i randsonen med moderate dybder til fjell (kategori I). På større dyp vil påhengskrefter medføre problemer. Fyllmasser og konstruksjonsrester kan stedvis medføre problemer for nedtrenging av pelene og resultere i mye brekasje.

### 4. Stålrørspeler

Egnet til å føre store laster ned til store dyp. Relativt gunstig med tanke på påhengskrefter. Forholdsvis god nedtrengingsevne gjennom fyllmasser, også steinfylling.

### 5. Massive stålpeleer

God nedtrengingsevne i fyllmasser. Meget gunstig med tanke på påhengskrefter. Fleksibel, d.v.s. gunstig med tanke på horisontalbevegelse i løsmassene. Relativt kostbar ved overføring av store bygningslaster. Reiser spørsmål vedr. korrosjonsbeskyttelse.

### 6. Svevepeler (frikksjonspeler)

Anses lite aktuelt. Ved moderat løsmassemektighet er det i alle fall naturlig å føre peleer til fjell. Der det er steinfylling og relativt bløt leire i stor mektighet har svevepeler liten effekt. Hvor det er meget dårlige fyllmasser, f.eks. sagflis, kunne i prinsippet svevepeler komme på tale. Med de såvidt store setninger og bevegelser som forekommer, anses svevepeler likevel mindre aktuelt også her.

### Spesielle problemer

Sig i løsmassene nærmest havnebassenget og meget store setninger og horisontalbevegelser ved evt. ytterligere utfylling i havnebassenget representerer spesielle problemer. Bevegelserne må analyseres nærmere ut fra målinger og beregninger med hensyn til størrelse og utbredelse, og pelers evne til å tåle bevegelsene må studeres nærmere. Dette er av avgjørende betydning for de restriksjoner som evt. må legges på utnyttelsen av deler av området. I denne sammenheng er horisontalbevegelsenes variasjoner såvel i terrengnivå som i dybden av interesse.





# OSLO KOMMUNE

Geoteknisk kontor

Kingos gt. 22,  
0457 Oslo 4  
Tlf.: (02) 35 59 60

7

Som tidligere nevnt kan også gamle kaikonstruksjoner, grov steinfylling o.l. medføre problemer med tanke på ramming av peler, men vi regner med at problemer av denne art vil være håndterbare.

## Utfylling i Bjørvika

Vi har i denne forbindelse ikke gått nærmere inn på de problemer som vil knytte seg til selve fyllingsarbeidene, som f.eks. virkningen på eksisterende kaier m.v. i området. Noen momenter relatert til framtidig utnyttelse av området trekkes imidlertid fram.

### 1. Full utfylling

I de foreliggende planer er det regnet med omfattende utfylling og innvinning av nytt land i Bjørvika. På innvunnet land, spesielt i det østre området hvor løsmassemektighetene er størst og fundamenteringsforholdene ugunstigst, er det skissert tung bebyggelse. I dette området, hvor det vil inntreffe meget store setninger, må en regne med å måtte fundamentere bygninger og ledningsanlegg, evt. også adkomstveier til fjell. Andre utomhusarealer må utformes med tanke på senere justering av terrengnivå etter inntrufne setninger. De spesielle problemer, store setninger og horisontalbevegelser innebærer med tanke på pelefundamentering er allerede nevnt.

I lys av ovennevnte, og med den høye utnyttelsesgrad som er skissert for innvunnet land i Bjørvika, er det ikke uten videre gitt at full utfylling vil være den gunstigste løsning.

### 2. Delvis utfylling

Et alternativ kan være en mer beskjeden oppfylling ved at det i deler av området fylles opp til sjønivå eller et lavere nivå. Dermed reduseres nivå- og belastningsforskjellene i området, og tidligere oppfylte områder stabiliseres. Belastningene under de områder som fylles opp blir mer moderate, og det vil ikke oppstå så store setninger og sig som ved full oppfylling.

Ved en slik løsning kan også utomhusarealer for en stor del tenkes anlagt på dekker fundamentert til fjell. Det maritime preg på området kan i såfall tenkes styrket, f.eks. ved utvidet vannspeil, evt. også småbåthavn for beboerne i området.

En ulempe med tanke på selve fyllingsarbeidene er at utfylling for en stor del kan måtte utføres fra lekter.

### 3. Ingen utfylling

Dette kan også være et alternativ, samtidig som bebyggelse oppføres på "lokk" ut i eksisterende havnebasseng. Dette gir langt på vei de samme muligheter og begrensninger som i punkt 2 ovenfor. Den mulige stabiliserende virkning på tidligere oppfylt område tapes imidlertid. Det vil også bli sterkere restriksjoner m.h.t. evt. senere oppfylling i tilstøtende områder.

**OSLO KOMMUNE**

Geoteknisk kontor

Kings gt. 22,  
0457 Oslo 4  
Tlf.: (02) 35 59 60**SLUTTBEMERKNINGER**

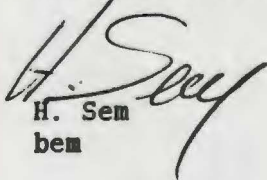
Med de sterkt varierende grunnforhold og til dels meget vanskelige fundamenteringsforhold som finnes i planområdet, bør arbeidet med utarbeidelse av rammeplan og bebyggelsesplan foretas i nært samråd med geoteknisk sakkyndige.

Det bør skaffes til veie detaljert oversikt over målte setninger og bevegelser av løsmassene i tidligere oppfylte områder, evt. også foretas ny avlesning av inklinometerkanaler for registrering av horisontalbevegelser ved underkjøringen i Bjørvika.

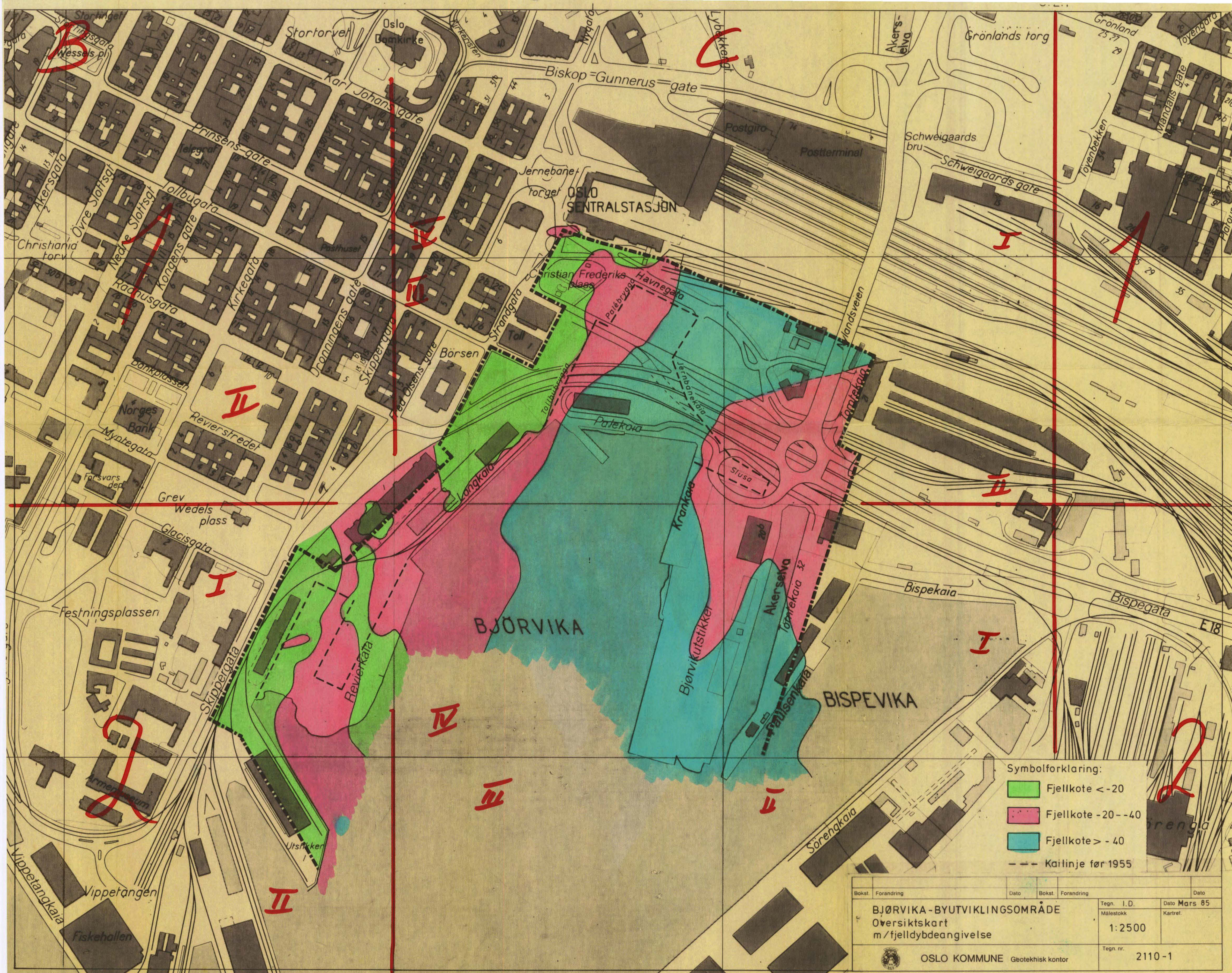
Når oversikt over disse målinger foreligger, bør en overveie å sette i verk nye målinger i området med tanke på å få fram resultater til hjelp under videre planlegging og bygging.

Horisontalbevegelser i løsmassene nærmest havnebassenget bør studeres dels teoretisk og dels ut fra foreliggende målinger. Ut fra dette må det utføres parameterstudier m.h.t. pelers evne til å tåle bevegelsene. Dette har avgjørende betydning for de begrensninger som må legges på utnyttelsen av området, og på planer for evt. ytterligere utfylling i havnebassenget.

Avslutningsvis opplyses at ajourførte undergrunnskart i M:1/500 finnes ved vårt kontor. Kartkopier, evt. scalemaster av disse kart kan leveres. Fjellkoter og boredata foreligger også på separat folie, og kan evt. samkopieres med andre situasjonskart.

**GEOTEKNISK KONTOR**  
H. Sem  
ben






- Symbolforklaring:
- Fjellkote < -20
  - Fjellkote -20 -- -40
  - Fjellkote > -40
  - Kailinje før 1955

| Bokst.   | Forandring | Dato | Bokst. | Forandring | Dato         |
|--|------------|------|--------|------------|--------------|
| <b>BJØRVIKA - BYUTVIKLINGSOMRÅDE</b><br>Oversiktskart<br>m/fjelldybdeangivelse |            |      |        |            |              |
|  |            |      |        | Tegn. I.D. | Dato Mars 85 |
|  |            |      |        | Målestokk  | Kartret.     |
|  |            |      |        | 1:2500     |              |
|  |            |      |        | Tegn. nr.  | 2110-1       |
| OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor   |            |      |        |            |              |





| Bokst.  | Forandring | Dato | Bokst.  | Forandring | Dato |
|---|------------|------|---|------------|------|
| <b>BJØRVIKA - BYUTVIKLINGSOMRÅDE</b>  |            |      |   |            |      |
| Tegn. iF  |            |      | Dato April 85   |            |      |
| Målestokk   |            |      | Kartref. SO:  |            |      |
| 1:1000  |            |      | B1 <sup>II</sup>   C1 <sup>I</sup>   C1 <sup>II</sup> |            |      |
|   |            |      | B2 <sup>I</sup>   C2 <sup>I</sup>   C2 <sup>II</sup>  |            |      |
| Tegn. nr.   |            |      | 2110-2  |            |      |
|  <b>OSLO KOMMUNE</b> Geoteknisk kontor |            |      |   |            |      |