

STATENS BYGGE- OG  
EIENDOMSDIREKTORAT

15141\*30. 9.77

Metallurgiske institutt

Statens Bygge- og Eiendomsdirektorat

UNIT-NTH

Nybygg ved Bergavdelingen.

Orienterende fundamenteringsteknisk  
vurdering og foreløpig vurdering for  
utgraving og oppstøtting av byggegrube.

o.2460-2

29. september 1977

Bilagsfortegnelse:

Bilag 1 : Situasjonsplan M=1:500

" 2 og 3 : Snitt i akse D og K, mot kulvert. M=1:50

## INNLEDNING OG SAMMENDRAG.

Denne delrapport omfatter orienterende fundamenteringsteknisk vurdering for Bergavdelingens byggeprosjekt, kap. 4 (kfr. situasjonsplanen i bilag 1), og foreløpig vurdering for arbeidene med utgraving og oppstøtting av byggegrube, kap. 5.

Vurderingene baserer seg på fremlagte planer fra arkitekt og bygn.tekn. konsulent, samt de grunnundersøkelsesresultater som er oversiktlig og detaljert presentert i delrapport o.2460-1.

*Belyst*  
De prosjekterte bygg kan fundamenteres direkte på såler, med bærevnemessig tillatt såletrykk av størrelse 200 kN/m<sup>2</sup> brutto. De beregnede setninger ved denne fundamentering er små, og skulle ikke være betenkelige hverken totalt sett eller med hensyn til differansesetninger.

Utgraving og oppstøtting av byggegruben omfatter p.g.a. tilstøtende bygningskonstruksjoner tildels kompliserte arbeider med spunting, undergraving og understøping av eksisterende fundamenter. Problemene er nærmere belyst i kap. 5, med alternative løsninger, og forutsettes vurdert nærmere av byggets arkitekt og bygn.tekn. konsulent før endelig utførelse avgjøres.

Evt. detaljspørsmål i forbindelse med fundamenteringsprosjekteringen forutsettes vurdert nærmere der slikt behov opptrer. Endelige planer for utgraving og oppstøtting av byggegrube vil bli utarbeidet etter nærmere avtale og presentert i egen rapport. *nr. 3*

## 4. FUNDAMENTERING.

### Planer.

Blokk A: Grunnflate 200 m<sup>2</sup> i 5 etg. + kjeller, laveste gulvplan: kote +44,3. Total bygningsvekt jevnt fordelt ca. 60-70 kN/m<sup>2</sup>.

Skal bygges inntil eks. Inst. for Gruvedrift, som har laveste gulvplan kote +48,3.

$$0,7 \cdot 6 = 4,2$$

Blokk E: Grunnflate  $530 \text{ m}^2$  i 6. etg. + kjeller, laveste gulvplan kote +44,3. Total bygningsvekt jevnt fordelt ca.  $70\text{--}80 \text{ kN/m}^2$ . Skal sammenbygges med eks. kontorbygg for Metallurg.Inst., som har laveste gulvplan kote +45,85 og må rives i en lengde av vel 8 m for å gi plass.

Blokk F: Grunnflate  $360 \text{ m}^2$  i 1. etg. (hall) + delvis kjeller med gulvplan kote +44,3, forøvrig gulvplan kote +47,7. Skal bygges inntil eks. hallbygg for Oppredningslab., som har laveste gulvplan kote +51,1, lokalt kote +48,3.

Blokk H: Grunnflate  $260 \text{ m}^2$ . Utføres som kjeller med gulvplan kote +44,3. Dekket over kjelleren skal være ubebygd trafikkareal.

#### Bæreevne - Såletrykk.

Sett bort i fra sammenbygningsspartiet mellom blokk F og eks. hallbygg for Oppredningslab., vil fundamenteringsnivå for de prosj. bygg variere mellom ca. kote +42,9 og +43,7, dvs. i de fast lagrete sand- og siltavsetninger ca. 5 m over grunnvannspeilet. Samtlige bygg kan her fundamenteres direkte på såler, med bæreevnemessig tillatt såletrykk  $\sigma_v' = 200 \text{ kN/m}^2$  brutto, dvs. totallast (bruksgrensetilstand) fordelt på effektivt fundamentareal (reduisert ved evt. eksentrisitet). Horisontale belastningskomponenter, fra f.eks. jordtrykk, som overstiger ca. 20% av vertikallasten, kan imidlertid redusere bæreevnen og i slike tilfelle forutsettes tillatt såletrykk vurdert ut fra nøyere lastoppgaver.

#### Setninger

Utgravingsdybden i forhold til dagens terrengnivå vil for de tyngste bygg (blokk A og E) være ca. 4,0 m. Dvs. en netto avlastning av størrelse  $80 \text{ kN/m}^2$ , hvilket tilsvarer noe mere enn total bygningsvekt jevnt fordelt over grunnflaten. Denne vektsmessige kompensasjon innebærer at det ikke vil oppstå konsolideringssetninger i de dypere lag under byggene, men utelukkende setninger av elastisk karakter lokalt under de enkelte fundamenter i de øvre jordlag.

~~8564/6~~

*Samling  
prognose*

De elastiske setninger er beregnet med grunnlag i resultater fra utførte in-situ kompressibilitetsmålinger. P.g.a. de nedtrengningsproblemer som oppsto under disse forsøk, ble omfanget av målinger endel begrenset. De fremkomne modultall for kompressibiliteten av de øvre jordlag er uvanlig høye (liten kompressibilitet) tatt i betraktning de noe finkornige jordarter. Tidligere undersøkelser (NGI i 1956) indikerer lav porøsitet,  $n \sim 37\%$  og høy romvekt  $\gamma \sim 2,05 - 2,10 \text{ t/m}^3$ . Dette, samt det at lagene ligger over grunnvannspeilet, er forhold som kan forklare årsaken til den lave kompressibilitet. De registrerte modultall spenner over området  $m \sim 240-690$ , i middel  $m \sim 500$ . Spredningen synes i seg selv ikke urimelig, og skulle gi grunn til å regne middelveiden som representativ for de øvre jordlag. En finner likevel riktig å basere vurderingene på anvendelse av et noe lavere modultall, forsiktigvis ikke satt høyere enn  $m=300$ , fordi omfang av målinger er såvidt begrenset at evt. lokale variasjoner over området kan tenkes ikke å være innfanget. Videre er ved setningsberegningene antatt setningsgivende last tilsvarende 80% av max fundamentlast, og beregningene omfatter den fundamentplan som er vist på tegn. nr. 480-01 dat. 9.2.77 og 480-20 dat. 15.8.77 fra siv.ing. A. Myklebust.

Med disse forutsetninger fremkommer beregningsmessige totalsetninger i området  $\delta \sim 0,5 - 2,0 \text{ cm}$ , da i nedre del fundamenter med små totalaster (gavlveggbanketter) og i øvre del fundamenter med de større totallaster. Med såvidt små totale størrelser skulle de normalt medfølgende setningsdifferanser ikke bli av konstruksjonsmessig betydning.

$$\frac{2}{1200} = \frac{1}{600} \quad \text{konstruktive skader ved differensial} \quad \frac{1}{150} \gg \frac{1}{600}$$

Setningene må for en stor del forventes å påløpe i takt med bygningsvekt. Da blokk A og E ikke har felles bærekonstruksjoner og neppe vil bli oppført parallelt, tilrås disse bygg skilt med gjennomgående fuge som tillater mindre relativbevegelser, også mot eks. bygg som disse skal sammenbygges med. Også blokk H og F bør frigjøres med fuge fra blokk A. En antar at blokk F, som har felles bankett med blokk H, vil bli oppført senest av de aktuelle bygg. Dekket over blokk H skal utføres frittstående og innspent med momentopptak via pilastre langs oppleggene. Ved vurdering av oppleggsmomentene kan en da medregne at setningsbidraget på fellesbanketten, når denne senere får bygningsvekt fra blokk F, neppe vil overstige ca. 1 cm.

## 5. UTGRAVING OG SAMMENBYGGING.

Praktisk talt hele det prosj. bygningskompleks omfatter utgraving til nivå mellom ca. kote +44,0 (u.k. golv) og ca. kote +42,9 (dypeste fundament), fra dagens terrengnivå varierende mellom ca. kote +48,1 og +50,3 på tomten.

Inntil disse dybder består gravemassene i hovedsak av jordfuktig siltige og sandige friksjonsmasser, som utlagt og komprimert på fornuftig vis vil kunne være godt brukbare til f.eks. oppfylling av byggegrunn for lettere bebyggelse.

Av hensyn til tilstøtende eksisterende bygg og konstruksjoner må utgravingen på større partier avstives for å forebygge skader på disse, som i det vesentligste er fundamentert grunnere enn de prosjekterte bygg.

Til oversikt beskrives nedenfor aktuell utførelse og avstivnings-tiltak ved utgravningens begrensning. Detaljerte planer og beregninger for aktuelle støtteveggskonstruksjoner vil bli fremlagt i egen rapport.

### Byggelinje mot Øst. (Akse 17 og 21)

Utgravingen langs denne byggelinje skulle, etter evt. nødvendig omlegging av tilstøtende kabler i grunnen, kunne utføres med fri graveskråning. Med plasttildekket skråningsoverflate som beskyttelse mot erosjon (nedbør) bør graveskråningen kunne graves med hellning 1:1,3-1,5. Det forutsettes av stabilitetshensyn ikke deponert gravemasser på denne side (ut mot Idrettsplassen/Høgskoledalen).

### Byggelinje mot Nord. (Akse A)

Mellom akse ca. 5/6 og 17 kan utgravning på de samme forutsetninger som ovenfor utføres med fri skråning med samme hellning.

Mellom akse 1 og 5 skal blokk E sammenbygges med eks. Metallurg. Inst., hvorav ca. 8 m må rives for å gi plass. Ytterveggbanketter

og innvendige søyler i det eks. bygg har u.k. nivå h.h.vis +45,3 og 45,2 og o.k. kjellergolv kote +45,85. De tilstøtende fundamenter i blokk E er prosjektert med u.k. på nivå mellom kote +43,2 og +43,7, dvs. ca. 1,5 - 2,0 m lavere fund.nivå enn eks. bygg. P.g.a. trappeforbindelsen mellom byggene på kjellerplanet antas det nødvendig å rive <sup>del</sup> det eksisterende bygg ytterligere ca. 3,2 m nord for akse A. Den videre gang bør trolig være å ramme støttevegg av stålspunt langs denne rivningslinje i full bredde av eks. bygg. Ved å grave med jevn skråning foran støtteveggen ned til fund. nivå for blokk E i akse A skulle en under visse forutsetninger (overdimensjonert profil og nedrammingsdybde) ikke behøve å avstive spuntveggen, som etter gjenoppbygging av kjelleren i sammenbygningsseksjonen også skulle være mulig å gjenvinne. En utelukker ikke at fri graveskråning (uten støttevegg) på dette parti kan være gjennomførbart, stabilitetsmessig sett, men faren for uønskede deformasjoner på tilstøtende del av eks. bygg vil da være større enn med støttevegg. Dette spørsmål vil bli vurdert nøyere på senere tidspunkt.

Byggelinje mot Vest. (Akse 1)

Utenfor parallellt denne byggelinje passerer i dag en nedgravd betongkulvert med oppgitt innvendig tverrmål ca. 2,2 x 2,2 m. Vegg og taktykkelse i kulverten er oppgitt til 0,2 m, og tykkelse av bunnplaten 0,1 m. Veggene står på egne såler, som stikker 0,1 - 0,2 m ut fra vegglivet, med 4 sementrør lagt inntil ved u.k.

Undertegnede har foretatt en orienterende kartlegging av kulvertens beliggenhet i plan og høyde i forhold til de eksisterende bygg:

Fra kulvertens innvendige veggliv (østvegg) er avstanden til yttervegg på eks. Metallurg. Inst. ca. 2,10 m ( $\pm$  5 cm). Tilsvarende avstand til yttervegg på eks. Inst. for Gruvedrift er ca. 1,80 m ( $\pm$  5 cm). Avstanden er målt ved hovedinngang på de nevnte bygg, og kulverten løper i planet rettlinjert imellom. O.k. bunnplate stiger jevnt fra kote +45,49 v/Sydenden av Metallurg.Inst. til kote +45,77 v/Nordenden av Inst. for Gruvedrift.

Opptegnede snitt, kfr. bilag 2 og 3, viser at kulvertens beliggen-

het i høyde og plan i forhold til de prosj. bygg A og E nærmest umuliggjør anvendelse av fri graveskråning langs bygge-  
linjen for disse.

Enklest bør en her i hele lengden (Akse A-N) medregne å frigrave kulverten på østsiden ned til veggbankettens o.k. Fra dette nivå kan stålsputtvegg rammes tett opptil bankettens sidekant, til nødvendig dybde som uavstivet støttevegg. Deretter kan videre utgraving for blokk A og E fullføres.

Utenfor vestveggen i blokk E er det mellom dennes utstikkende deler (lysgrav og søylefundament) ca. 1,0 m klaring til kulvertens nærmeste bankettkant.

Utenfor vestveggen til blokk A stikker prosj. lysgrav ca. 1,3 m ut fra vegglivet, og gjenstående avstand til nærmeste kulvertbankett er da neppe større enn 0,1 - 0,2 m. Av hensyn til spuntstålets dimensjoner vil det kunne bli nødvendig å redusere lysgravens utstikkende bredde ca. 0,1 - 0,3 m der denne ligger lavere enn kulverten. Videre kunne en tenke seg å la kulvertveggen inn-  
gå som øvre del av lysgravens vegg. Ved de skisserte løsninger skulle det være mulig å gjenvinne spuntstålet etter at nedre del av kjellervegg og lysgrav (som avstives) i de prosj. bygg er fullført.

P.g.a. de tilstøtende lysgravarrangementer vil kulverten bli vesentlig mere utsatt for frostnedtrengning og tele under vegg og gulv enn tidligere. Med grundig isolering, evt. i kombinasjon med varmekabel, skulle dog teleproblemer kunne forebygges.

Byggelinje mot Syd. (Akse N og Q)

Mellom akse 21 og 18 støter i byggelinjen blokk F inntil eks. hallbygg (shed) for Oppredningslaboratoriet. Hallens laveste gulvnivå er kote +51,1 og uk. eks. veggbankett i byggelinjen er kote +47,75. Blokk F skal utføres med kjellergolv på kote +44,3 inntil 3 m foran byggelinjen, hvor det parallelt denne er planlagt kjellerbakvegg opp til gulvplan kote +47,7 videre frem til byggelinjen. Her skal blokk F utføres med egen veggbankett u.k.

kote +47,0 ved understøping av eks. veggbankett.

Trolig bør eks. grunnmur i byggelinjen, p.g.a. jordtrykk bak (oppfylt til kote +51,0), stagforankres (injiserte løsmassestag) under frigraving ned til kote +48,0 for å forhindre horisontale forskyvninger. Dessuten rammes stålsputtvegg ca. 1 m bak prosj. kjellerbakvegg (stålet kan gjenvinnes), evt. i vegglinjen for innstøping i bakveggen. Spuntveggen må stagforankres før utgraving under ca. kote +47 på forsiden til fundamentnivå for bakveggen kan fortsette. Uk. heisgrube er ikke oppgitt. Bakveggen må dimensjoneres for jordtrykk.

Understøping av eks. bankett i byggelinjen må skje seksjonsvis i bredde max ca. 2 m. En bør først fullføre seksjoner i akse 21-20-19-18 før de mellomliggende felt påstartes. Eks. bankett må i denne fase avlastes mest mulig, og en forutsetter at all nytte- last på eks. hallgulv fjernes i en avstand av minst 5 m bak bygge- linjen.

Mellom\_akse\_18\_og\_5 er i byggelinjen eks. hallbygg utført med kjellerplan på kote +48,3, og eks. veggbankett faller fra u.k. kote +47,75 v/akse 18 til +46,70 midtveis med konstant høyde videre fram til akse 5. Blokk F har uendret utførelse. På denne strek- ning innebærer dette at understøpning ikke skulle være påkrevd lengere enn ca. 2 m fra akse 18 mot vest, og at behovet for for- ankring av eks. grunnmur reduseres. Likevel vil det nok mest praktisk være å føre spuntveggen bak prosj. bakvegg helt fram til akse 5, og videre langs denne fram til byggelinjen, dog med red- usert fotdybde og forankringskraft.

Mellom\_akse\_5\_og\_1 skal blokk A sammenbygges med eks. Inst. for Gruvedrift, som inntil byggelinjen er utført med laveste golv på kote +48,3 og fallende gavlveggbankett fra u.k. kote +46,7 i akse 5 til +45,60 i akse 1 (tilsv. u.k. kulvert). I flg. de frem- lagte planer skal blokk A utføres med kjellerplan på kote +44,3 helt inntil byggelinjen og med fundamentnivå mellom kote +43,2 og +43,7 langs denne.

For utgraving og sammenbygging på dette parti kan en tenke seg

detaljert. ha RIB Langhu v/forprosjekt.

- 9 -

2 alternative løsninger som skissert nedenfor. Alt. a) gir god risikokontroll men er trolig vesentlig mindre økonomisk i utførelse enn alt. b).

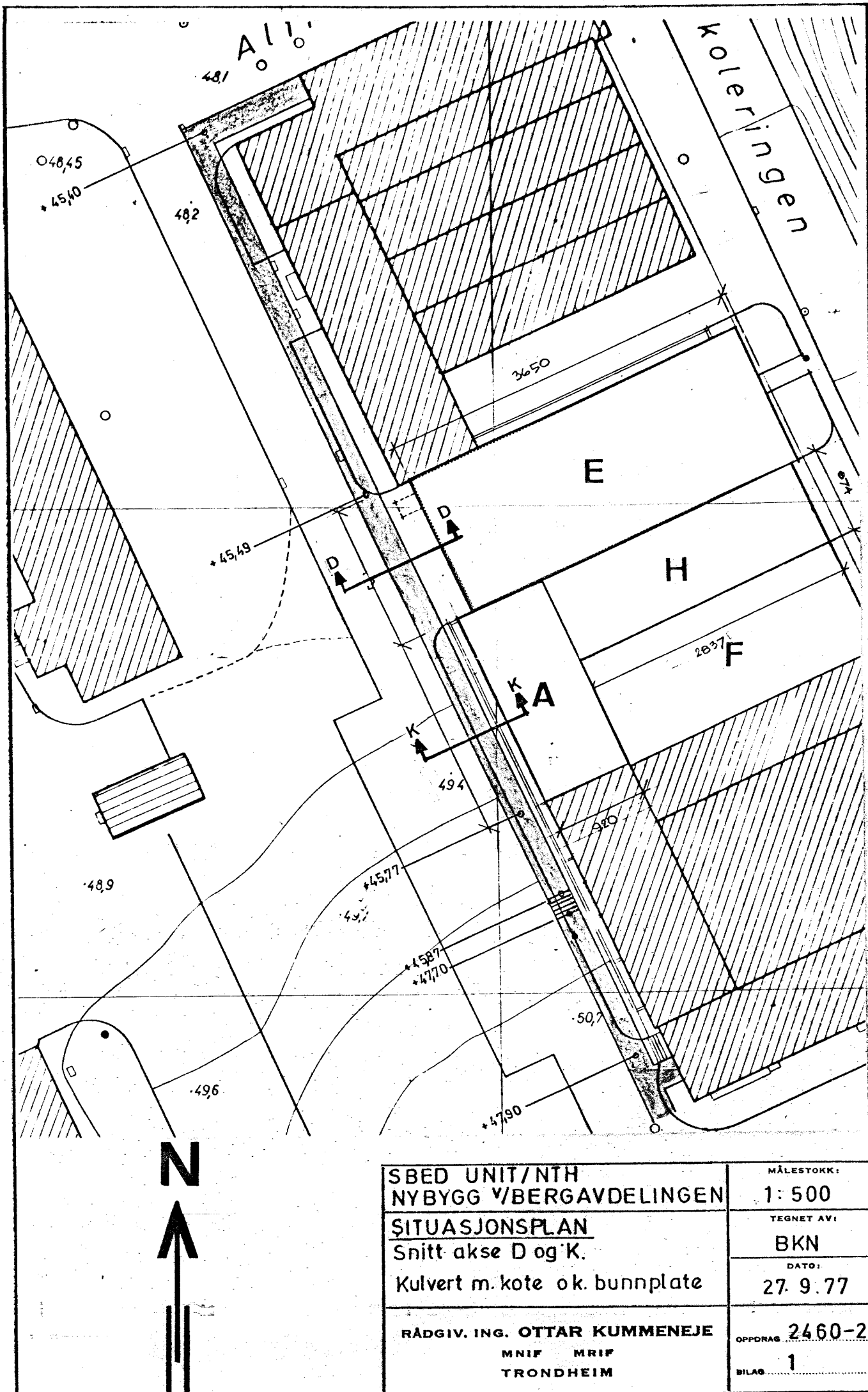
Alternativ a) baserer seg på kjeller utgraving for blokk A foran stagforankret spuntvegg i full bredde mot Inst. for Gruvedrift, hvis veggbanketter ligger mellom 2 og 3 m høyere enn tilstøtende fundamenter for blokk A. Spuntveggen medfører, avhengig av om denne ønskes gjenvunnet eller innstøpt i kjellerveggen, h.h.vis ca. 1,5 og 1,0 m permanent forkortelse av kjelleren i blokk A i forhold til foreliggende planer. Metoden gir imidlertid minimal risiko for setningsskader på eks. Inst. for Gruvedrift, og gir utførelsesmessig minst komplisert sammenbygging med dette.

Alternativ b) baserer seg på mulighetene for sammenbygging etter de foreliggende planer, dvs. ubeskåret kjeller for blokk A som sammenbygges ved understøping av eks. veggbankett i 2 - 3 m høyde i byggelinjen. Av stor betydning vil da være om løsmassene på dette parti har tilstrekkelig kohesjon til, ved enkel stempling, å tillate kortvarig utgraving av små seksjoner under eks. bankett med ønskelig steil jordvegg. Dette forhold vil sikre kunne vurderes ut fra erfaringer som høstes under den øvrige utgraving på tomten. Ved dette alt. bør en også medregne behov for å avstive eks. grunnmur, ved f.eks. stagforankring i nivå o.k. bankett før utgraving og understøping utføres. En må som nevnt regne med undergraving i små seksjoner (bredde opptil ca. 2 m avhengig av forholdene), men suksessiv utførelse fra vest mot øst. Skulle det på forhånd indikeres vanskelig ved enkel stempling å oppnå stabil jordvegg som nevnt ovenfor, kan evt. stagforankret "Berlinervegg" e.l. være en brukbar løsning som egner seg for seksjonsvis utførelse.

Som det framgår bør evt. utførelse etter alt. b) vurderes nærmere når gravearbeidene er kommet i gang, og opplegget for slik utførelse mere detaljert planlegges i samarbeid med den utførende entreprenør.

OTTAR KUMMENEJE

Einar Lyche



SBED UNIT/NTH  
NYBYGG V/BERGAVDELINGEN

SITUASJONSPLAN

Snitt akse D og K.

Kulvert m. kote ok. bunnplate

RÅDGIV. ING. OTTAR KUMMENEJE  
MNIF MRIF  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:

1: 500

TEGNET AV:

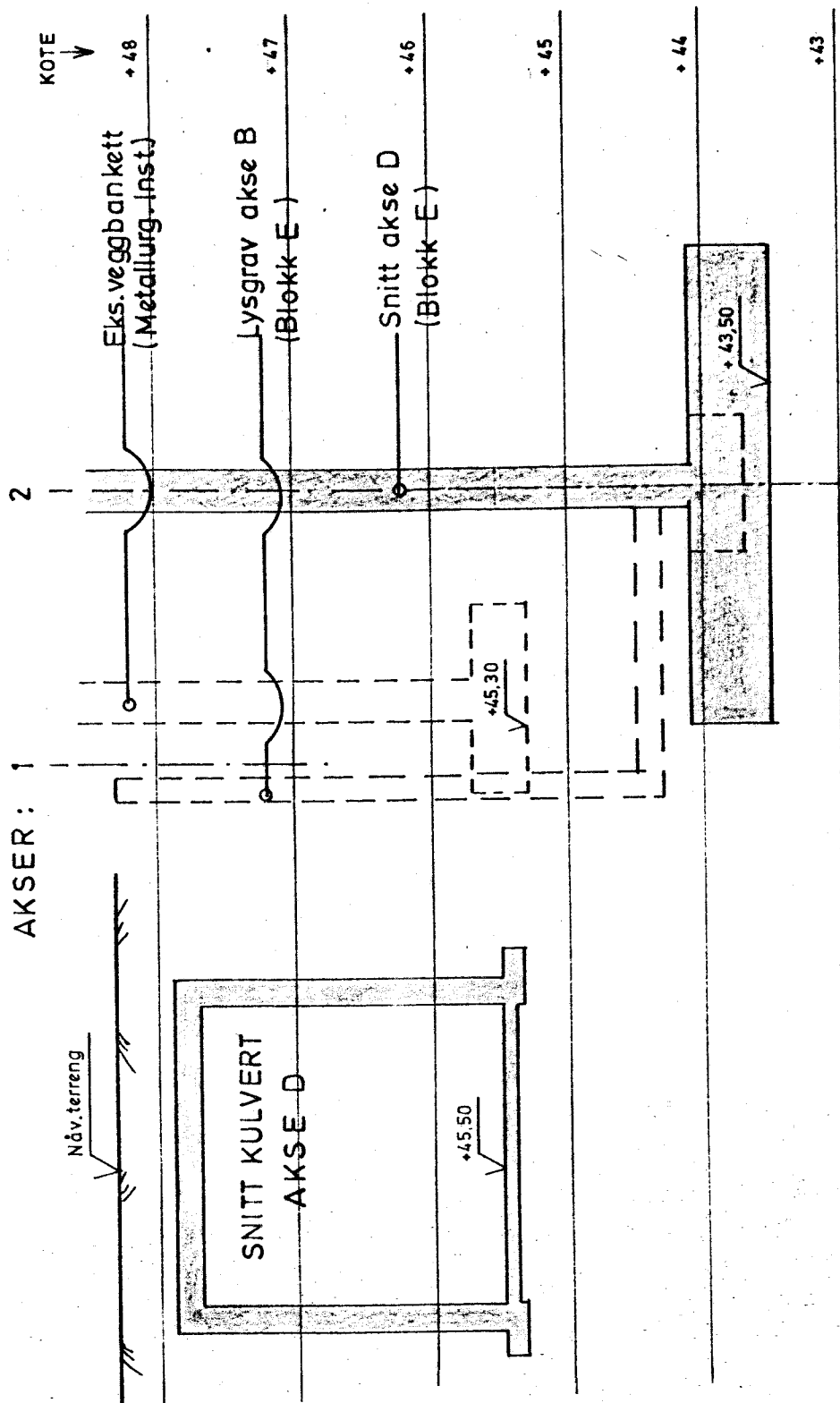
BKN

DATO:

27. 9. 77

OPPDRAG 2460-2

BILAG 1



SBED UNIT/NTH  
NYBYGG V/BERGAVDELINGEN

SNITT I AKSE D

Orientering av kulvert, prosj.  
bygg og eks. Metallurg. Inst.

RÅDGIV. ING. OTTAR KUMMENEJE  
MNIF MRIF  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:

1:50

TEGNET AV:

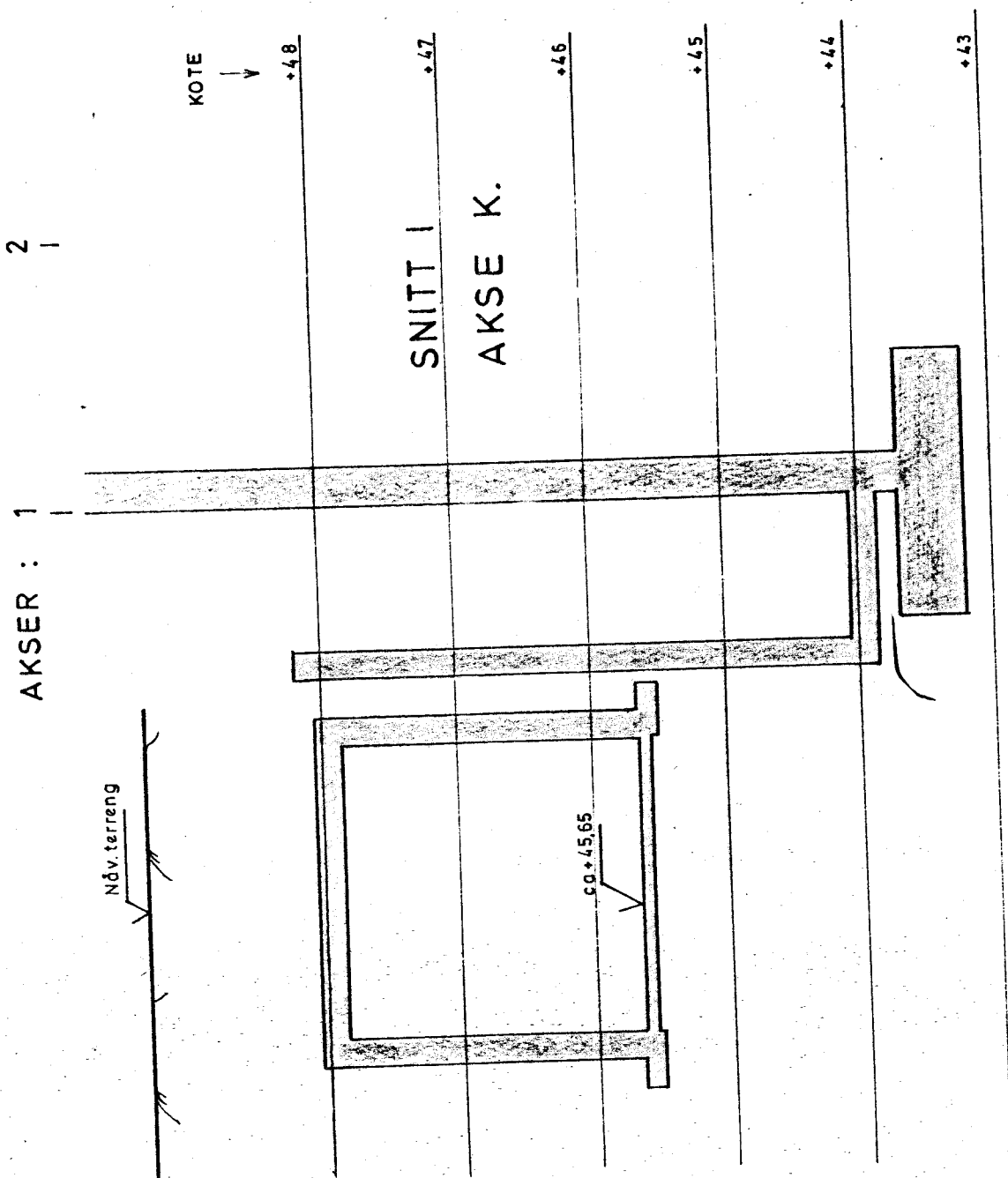
BKN.

DATO:

27.9.77

OPPDRAG 2460-2

BILAG 2



<b>SBED UNIT/ NTH</b> <b>NYBYGG V/BERGAVDELINGEN</b>  <b>SNITT I AKSE K</b> Orientering av kulvert og prosj. bygg  <b>RÅDGIV. ING. OTTAR KUMMENEJE</b> MNIF MRIF TRONDHEIM	MÅLESTOKK:
	1:50
	TEGNET AV:
	BKN.
	DATO:
	27.9.77
	OPPDRAET
	2460-2
	BILAG
	3