

Rapport 5722.01

Oslo, 22. juni 1979

GRUNNUNDERSØKELSER OG GEOTEKNISK VURDERING
AV SETNINGSÅRSAKER PÅ BYGGET FREDRIKSGT. 3

for STATENS BYGGE- OG EIENDOMSDIREKTORAT

A/S GEOTEAM

Hovedkontor

Wm. Thranesgt. 98, Oslo 1 - Tlf. (02) 37 97 85

Tlx. 18489 gt n

Grunnundersøkelser og geoteknisk
vurdering av setningsårsaker på
bygget Fredriksgt. 3.

for Statens bygge- og eiendomsdirektorat.

INNHold

Innledning	Side 1
Grunnlagsmateriale - tidligere undersøkelser	" 1
Setningsregistreringer	" 2
Mark- og laboratoriearbeider	" 2
Grunnforhold	" 3
Fundamenteringsforhold	" 5
Generelt	" 5
Sidefløy - delvis pilarfundamentert	" 5
Hovedfløy - direkte fundamentering	" 6
Setningsutvikling av - fremtidige setninger	" 7
Omfundamentering av hovedfløyen	" 8
Konklusjon	" 8

TEGNINGER OG BILAG

Tegning 5722-1 : Situasjonsplan med borpunktplassering M 1:100
 Tegning 5722-2 og 3 : Profil 1 og 2 med borresultater M 1:100
 Tegning 5722-4-7 : Setningsregistreringer
 Tegning 5722-8 : Borprofil prøveserie
 Tegning 5722-9-11 : Ødometerforsøk

Bilag 1-4 : Fotografier av kjerner

INNLEDNING

Etter henvendelse fra oppdragsgiveren, Statens bygge- og eiendomsdirektorat v/avd. ing. S. Gil har A/S Geoteam utført en grunnundersøkelse ved Universitets bygg i Fredriksgt. 3, Oslo.

Hensikten med denne undersøkelsen var å forsøke og få klarlagt årsaken til setningene og setningsdifferansene som har påført dette bygget store skjevheter og skader, samt utarbeide eventuelle fremgangsmåter for å stoppe/begrense setningene.

Forslag til undersøkelsesprogram ble oversendt 21/3 og godkjent av oppdragsgiver ved brev av 3/4 i år.

Bygget er oppført en gang rundt 1875 og er således ca 100 år gammelt.

GRUNNLAGSMATERIALE - TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Det er tidligere utført grunnundersøkelser for Etnografisk museum på Tullinløkka av Oslo kommune geoteknisk kontor, Norges Geotekniske Institutt rapport 73016-1 av 14/3-73 og Sivilingeniør O. Kjølseth (rapport 3260 i 1971). Disse undersøkelser ligger ca. 70 og 180 m fra det aktuelle bygg og har i alt bestått av 2 prøveserier, 3 vingeboringer og 1 poretrykkmåler foruten en del fjellkontrollboringer. Resultatene herfra er også benyttet ved vurdering av årsaksforholdene for setningene på det aktuelle bygg.

Øvrig grunnlagsmateriale er tegningene fra ing. Bonde og Co, 1934 som viser plassering og utførelse av pilarer til fjell for underpinningen av vestfløyen som ble utført i 1939-40, dessuten profiler for fjelldybden i byggets lengdeakse ut fra Undergrunns-kartverket.

SETNINGSREGISTRERINGER

Fra 1953, med et opphold på tolv år fra 1955-67, er det foretatt årlige setningsnivelllement på bygget frem til 1978. Det finnes også kotehøyder for endel bolter nivellert i 1933 men dette er bare en måling (1933-34) med andre betegnelser på boltene enn for den senere registreringen, slik at det ikke er mulig å bruke disse målingene bortsett fra at setningene i størrelsesorden 3-11 mm ble målt i løpet av dette året.

De øvrige setningsmålingene, som er utført av Norges Geografiske Oppmåling er fremstilt grafisk på tegningene 5722-4-7.

Punktene plassering rundt bygget er også vist på situasjonsplanen tegning 5722-1.

Iløpet av de ca. 25 år som disse setningsmålingene har pågått er det registrert betydelige setninger og setningsdifferanser på de forskjellige deler av bygget. Således er det på vestfløyen (som er delvis underpinnet) registrert setninger i størrelsesorden ca. 5-15 mm, mens hovedfløyens setninger har variert betraktelig mer, ca. 20-70 mm. De jevnt opptrukne setningskurver er utjevnet fra de plottede setningsresultater som viser til dels store svingninger p.g.a. unøyaktigheter i målingene.

Sammenholdes setningsobservasjonene med fjellldybdekartet fremgår det, med unntak av noen punkter at setningenes størrelse øker med fjellldybdene.

MARK - OG LABORATORIEARBEIDER

For å kartlegge byggets fundamentering, herunder tilstedeværelsen av pilarer, eventuelle tømmerflåter under fundamentene og grunnforhold i området der de største setninger var registrert m.m., ble det utført 5 diamantboringer med kjerneopptak samt tatt opp 1 serie

uforstyrrede prøver av løsmassene med N.G.I. 54mm. prøvetaker-utstyr.

Diamantboringene ble utført med en elektrisk drevet maskin for opptak av \varnothing 56 mm. kjerner og vannspyling. Det ble boret for pilarer 5, 9 og 11 i vestfløyen samt i 2 punkter gjennom antatt fundament for ytterveggene i hovedfløyen, vist på situasjonsplanen. Opptatte kjerner fra alle 5 hull ble lagt i kasser og fotografert, bilag 1-4. I punkt 1 i hovedfløyen ble det etter avslutningen av kjerneopptaket i løsmassene under fundamentet slagsondert til fjell der dybden stemte bra overens med fjellkotekartet.

På situasjonsplan er også tegnet detaljsnitt av pilarer og fundamenter hvor beskrivelse av kjernene er angitt. Prøveserien ble tatt opp fra gårdsplassen nær byggets nordøstre hjørne med hydraulisk borvogn. (plasseringen er angitt på situasjonsplanen).

Terrenghøyden her er ikke nivellert men kun interpolert ut fra kartmatriale og kan derfor være unøyaktig.

Prøvene har foruten standard analyseprogram også gjennomgått ødometerprøving for kontroll av leirmaterialets kompressibilitet (setningsegenskaper) i forskjellige dybder under fundamentene.

GRUNNFORHOLD

Den opptatte prøveserie, tegning nr. 5522-8 sammenholdt med tidligere prøveserier viser at grunnen ved det aktuelle bygg består av leiravsetning til fjell. Øverst finnes et tørrskorpelag med relativ jevn tykkelse på 3,0 meter. Dette er en siltig og til dels humusholdig fast leire med vanninnhold i området 20-30 %. I dybde 2,0-2,2 m. under terreng, dvs. nær fundamentnivå, er angitt planterester.

Under tørrskorpen er det registrert et 3,0 m. tykt overgangslag av middels fast, organisk leire, dvs. med utstrekning til 6 m. under terreng. I denne leira er målt organisk innhold i størrelsesorden ca. 1,5-2,2 vektprosent (tørrvekt) organisk innhold som må karakteriseres som relativt mye. Vanninnholdet som ligger rundt 40 % og over flytegrensen ($w_L = 34$ %) bekrefter likeledes massenes organiske innhold. Den relativt lave romvekten i dette sjiktet som ligger 3-5 m. under terreng er en tredje indikasjon på organikkinnholdet.

Fra ca. 6 m. under terreng og til fjell, som ved denne prøveserien lå ca. 15 m. under terreng, finnes bløt/middels fast kvikkleire med noe organisk innhold, ca. 1 %. Ødometerforsøkene tegning nr. 5522-9-11 som er utført på prøver hentet fra henholdsvis 4.3, 7.3 og 11.3 m. dybde under terreng viser at leiravsetningen er normalkonsolidert, kompressibel og tett med hensyn til drenering. Disse forhold indikerer at man måtte vente relativt store og langvarige primærsetninger og senere også betydelige sekundærsetninger i første rekke som følge av massenes organiske innhold. Dette er da også bekreftet ved setningsmålingene og skadene på bygget.

Fjelldybden som er hentet fra Undergrunnskartverket viser jevnt økende fjelldybder fra ca. 6 m. ved venstre gavl til ca. 17-18 m. ved østre gavl.

Grunnvannstanden er registrert å ligge ca. 3 m. under terreng dvs. i overgangen under tørrskorpen.

FUNDAMENTERINGSFORHOLD

Generelt

Som det framgår av det foregående vurderer vi grunnforholdene å være av en slik karakter at en direkte fundamentering på såler i leiravsetningen ikke skulle vært benyttet på et bygg av denne størrelse og vekt på denne tomten av hensyn til differansesetningene.

Bygget er med sin lengde på ca. 55 lm og tykke vegger og dekker som representerer stor last og relativt stort grunntrykk på smale fundamentstriper svært følsomt for skjevsetninger.

Sidefløy - delvis pilarfundamentert

Som følge av setningsutviklingen fra oppføringen rundt 1875 og frem til 1930-årene, utarbeidet ingeniørene Bonde & Co. plan for omfundamentering av den vestligste del av bygget (vestfløyen) på ø 130 cm. pilarer til fjell. (tegn. 98-72 17.12.1934).

Av de 3 pilarer, nr. 5, 9 og 11 som det var mulig å komme til og få kontrollert etter denne tegning fant vi pilar 5 og 11 mens det ikke ble registrert noen der pilar nr. 9. Det er ut fra disse resultater er det ting som tyder på at pilarantallet ble redusert noe under utførelsen i forhold til planene, men hvilke som eventuelt er kommet til utførelse er det ikke mulig å få opplysninger om uten å bore for hver enkelt.

Vestfløyen er således i et visst omfang omfundamert til fjell og dette forklarer de betydelig mindre setninger som er påført denne del av bygget i løpet av måleperioden fra 1953 til i dag, uten at disse er stoppet helt opp. Dybdene til fjell under denne fløyen

varierer i området 3 - 8 meter som er gunstige og økonomiske dybder for rågravde pilarer.

Hovedfløy - direkte fundamentering

Det er likevel i hovedfløyen og da særlig i østre del av denne at fjelldybden og setningene må ha vært størst også i perioden før vestfløyen ble omfundamentert. Grunnen til at denne del av bygget ikke ble omfundamentert samtidig må vel i første rekke skyldes at en tilsvarende metode med rågravde pilarer ikke kan benyttes ved de fjelldybder man har her og at løsninger med underpinning på stålpeiler på 1930-40 tallet var relativt lite utprøvd og dyre å gjennomføre.

Denne del av bygget har derfor beholdt sin opprinnelige fundamentering på fundamenter lagt direkte i leira. De boringer som er utført i pkt. 1 og 2 tyder ikke på at fundamentene er satt på tømmerflåter som vanlig var før i tiden og setningene kan derfor ikke skyldes forråtnelse av slike men kun setninger som skyldes grunnforholdene og da i første rekke massenes organiske innhold og mulige grunnvannsendringer.

I rommet ved pkt. 1 under inngangspartiet synes det som om det er foretatt en forsterkning/oppstivning av fundamentet på et senere tidspunkt da differansesetningene og setningsskadene her har vært spesielt store.

Setningsutvikling - fremtidige setninger

Slik som bygget er fundamentert i dag, delvis på fjell og delvis på løsmasser vurderer vi den å være uheldig med tanke på differansetninger og oppsprekning idet betydelige setninger av hovedfløyen også må forventes i fremtiden.

Vi har foretatt beregninger av setningsforløpet basert på ødometerforsøkene samt endel tilleggsvurderinger ut fra organikkinnholdet i massene. Disse viser en varighet av primærsetningene fra 20-120 år for henholdsvis 6 m. og 18 m. leiremektighet. Etter dette kommer man inn i setningenes sekundærfase der organikkinnholdet, leiras geologiske historie, og grunnvannsendringers innflytelse er de vesentligste faktorer for setningsforløpet. Det kan i denne forbindelse nevnes at området rundt studenterlunden har jevne egensetninger i størrelsesorden 2-3 mm- pr. år avhengig av løsmassemektighet, samt at grunnvannstanden i Oslo's sentrale områder er senket betydelig p.g.a. forskjellige fundamenteringsarbeider i de seneste 30 år.

Våre beregninger av sekundærsetningenes forløp viser at disse, uten ytterligere yttre påvirkninger, vil ligge i størrelsesorden minst 60-70 mm. pr. 25 år (ca. 2,5-3,0 mm/år) for den dypeste del av avsetningen også i fremtiden.

Det vil således bli et rettlinjett setningsforløp i meget lang tid fremover (teoretisk sett i uendelig tid).

Omfundamentering av hovedfløyen

Ut fra de analyser av fundamenteringsforholdene som er beskrevet vurderer vi grunnlagsmaterialet dithen at en omfundamentering ved full underpinning av den resterende del av bygget som ikke står på fjell som eneste alternativ for å hindre ytterligere store skader på bygget.

Dette bygget er allerede i en slik spenningstilstand at ytterligere deformasjoner på fundamentene direkte vil føre til sprekke-dannelser på bygget da materialenes elastiske egenskaper forlengst er utnyttet.

Til underpinningen kan benyttes stålprofiler med liten massefortrengning gjennom løsmassene til fjell, muligens kan betongpeler benyttes, men dette vil eventuelt kreve mer vurdering med hensyn til poretrykksforholdene i kvikkleira ved eventuell nedramming av denne type peler med stor massefortrengning.

Vi vil få komme tilbake til en detaljert løsning av et slikt underpinningsarbeide dersom denne blir valgt her.

KONKLUSJON

Grunnundersøkelsene viser at den vestlige delen av bygget (vestfløyen) er omfundamentert på Ø 130 cm pilarer til fjell, antakeligvis etter en reduksjon av antatt pilarer i forhold de utarbeidede planer. (tegning 98-72, 17/12-1934 ing. Bonde & Co.).

Resten av bygget er direkte fundamentert på fundamenter satt rett på leira, det er ikke noe som tyder på at fundamentene står på tømmerflåter.

Leireavsetningen varierer i tykkelse fra ca. 4-5 meter ved vestre gavl, jevnt økende til 17-18 meter ved østre gavl, og den inneholder relativt store mengder organikk.


Beregningene for primær- og sekundærsetningsforløpet viser at den setningsutvikling som er målt i en periode på 25 år fra 1953 også kan ventes uten særlig store endringer forutsatt at drenasjeforholdene i grunnen og eventuelt andre ytre påvirkninger ikke inntreffer.

Ut fra dette grunnlag mener vi at den resterende del av bygget fundamenteres ved underpinning på peler til fjell dersom ytterligere skader på bygget skal unngås i fremtiden.

Oslo, 22. juni 1979

for A/S G E O T E A M


Egil N. Rolfsen


Knut Espedal