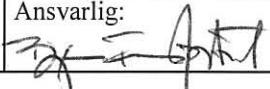


NGU Rapport 2009.074

Hydrogeologisk kartlegging av verneområdet  
"Middelalderbyen" i Gamlebyen i Oslo

Rapport nr.: 2009.074	ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Hydrogeologisk kartlegging av verneområdet "Middelalderbyen" i Gamlebyen i Oslo		
Forfatter: Hans de Beer		Oppdragsgiver: NGU, Riksantikvaren
Fylke: Oslo		Kommune: Oslo
Kartblad (M=1:250.000) Oslo		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) OSLO, 1914 IV
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 39 Pris: 425 kr Vedlegg: 10 (vedlegg 4 og 5 digital på CD)
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 18.02.2010	Prosjektnr.: 326800
		Ansvarlig: 

#### Sammendrag:

Forskningsprosjektet "Grunnvann og arkeologi" har som hovedmål å øke kunnskapen om sammenhengen mellom hydrogeologiske og geokjemiske forhold, og in-situ bevaring av vannmettede arkeologiske avsetninger (organiske kulturlag), samt å utvikle metoder for å beskytte disse kulturminner. En av hovedaktivitetene i forskningsprosjektet er en hydrogeologisk kartlegging basert på gjennomgang av relevant arkivmateriale - og feltstudier i vernede kulturminneområder i Norges storbyer. Denne rapporten beskriver de første resultatene fra den hydrogeologiske kartleggingen i verneområdet "Middelalderbyen" i Gamlebyen i Oslo.

Det er utført arkiv- og feltundersøkelser for å fremskaffe hydrogeologiske opplysninger. Det arbeidet viser at det finnes en god del data om grunn- og grunnvann i Oslo kommunes arkiver, men at opplysningene ikke er organisert på en strukturert og entydig måte etter nedleggelse av det geotekniske kontoret i 2006. Det er satt ned i alt seks miljøbrønner i Middelalderbyen, hvorav 4 er utført av NGI etter krav fra Riksantikvaren i forbindelse med prosjektet Midgardsormen utført i regi av Oslo kommune.

De naturlige løsmassene under kulturlag og andre fyllmasser består i hovedsak av svært finkornige masser som leire og silt. Grunnvannets regionale strømningsretning er fra øst til vest. Grunnvannspeilet faller forholdsvis raskt vest for Oslogate, særlig i den nordlige delen av området. Ut fra massenes sammensetning forventes det en relativ dårlig permeabilitet og lav strømningshastighet. Grunnvannstanden i de øverste meter forventes til å ha en beskjeden sesongvariasjon grunnet massenes dårlige infiltrasjonskapasitet og permeabilitet. Overflateavrenning forventes å være forholdsvis stor i denne sammenheng.

Pågående landhevingen etter siste istid er i dag målt til cirka 3 til 4 mm per år i Oslo området. Setningsmålingene fra tidligere og nyere geotekniske anlegg i området ved Bjørvika viser derimot at det pågår betydelig setninger i grunnen i Middelalderbyen, særlig i områder med tykke løsmasseavsetninger (silt/leire).

Det kan i denne tidlige fase i kartleggingsprosjektet ikke trekkes entydige konklusjoner i forhold til relasjonen mellom grunnvann og bevaringsforhold i kulturlagene. Ut fra historiske dataene ser det imidlertid ut at undergrunnen rundt Oslogate, og særlig direkte vest for Oslogate, kan ha en betydelig umettet sone, og dermed ha forholdsvis dårlige bevaringsforhold.

Emneord:	grunnvann	arkeologi
bevaringsforhold	hydrogeologisk kartlegging	kulturminner
landheving	nedbryting	setning

## **INNHOLD**

1.	INNLEDNING.....	4
2.	ARKIVUNDERØKELSER.....	5
2.1	Innledning .....	5
2.2	Resultater .....	5
3.	FELTUNDERØKELSER .....	6
4.	HYDROGEOLOGI.....	6
4.1	Terrengforhold.....	6
4.2	Kvantærgiologi .....	7
4.3	Landheving og setning.....	7
4.4	Grunnvann .....	8
4.5	Umettet sone .....	8
5.	GRUNNVANN OG ARKEOLOGI.....	9
5.1	Innledning .....	9
5.2	Kulturlag .....	9
5.3	Foreløpig tolkning relasjon grunnvann og kulturlag .....	10
6.	VIDERE ARBEID .....	11

## **FIGURER**

Figur 1	Oversiktskart Middelalderbyen Oslo.....	4
---------	---	---

## **TABELLER**

Tabell 1	Oversikt miljøbrønner. Koordinater i Euref89, Sone 32N.....	6
----------	---	---

## **VEDLEGG**

1. Oversikt resultater grunnundersøkelser og overvåkningspunkter grunnvann
2. Arkivregistreringer prøvepunkter
3. Arkivregistreringer borepunkter
4. NGI Rapport 20081387-1, Grunnundersøkelser Midgardsormen
5. NIKU / Bioforsk rapport nr. 7 2009, Bevaringstilstand og bevaringsforhold i kulturlag fra Oslogate 6 og Sørenga, Oslo
6. Høydekart Oslo Middelalderby
7. Kvartærgiologisk kart Oslo Middelalderby
8. Indikativ kart grunnvannsforholdene Oslo Middelalderby
9. Indikativ kart umettet sone Oslo Middelalderby
10. Oversiktskart registrerte kulturlag Oslo Middelalderby (etter Eriksson, 2007)

## 1. INNLEDNING

Forskningsprosjektet "Grunnvann og arkeologi" har som hovedmål å øke kunnskapen om sammenhengen mellom hydrogeologiske og geokjemiske forhold, og in-situ bevaring av vannmettede arkeologiske avsetninger (organiske kulturlag), samt å utvikle metoder for å beskytte disse kulturminner. Det vises til St. Meld. 16 (2004-2005) "Leve med kulturminner", og St. Meld. 26 (2006-2007) "Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand", kap. 7 "Bevaring og bruk av kulturminner", som beskriver overordnede, nasjonale mål med hensyn til bevaring og forvaltning av kulturminner.

Bevaringsforholdene til særlig naturlig, nedbrytbart arkeologisk materiale er sterkt avhengig av vannkjemi og spesielt grunnvannsnivået. En av hovedårsakene til økt nedbrytning av kulturlag er grunnvannssenkning, ofte som følge av tekniske installasjoner i undergrunnen (tunneler, grøfting, drenering etc.). Grunnvannssenkningen fører til mekaniske setninger i løsmassene samt økt tilførsel av oksygen og økt nedbrytning av organiske materialet. Kulturlagene forvitrer, og dermed også de bærende lag og konstruksjoner til overliggende bygningene. For å oppnå en bedre forståelse av bevaringsforhold og utvikle beskyttelsestiltak for kulturlag, kreves det at enhver arkeologisk lokalitet blir betraktet som del av dens omliggende naturlige miljø. En inngående forståelse av den naturlige hydrologiske balansen, og mulige endringer som kan påvirke denne balansen - enten av naturlige årsaker eller påført av menneskelig aktivitet, er essensielt i denne sammenheng.

En av hovedaktivitetene i forskningsprosjektet er en hydrogeologisk kartlegging basert på gjennomgang av relevant arkivmateriale samt feltstudier i vernede kulturminneområder i storbyer i Norge. Denne rapporten beskriver resultatene av den hydrogeologiske kartleggingen i verneområdet Middelalderbyen i "Gamlebyen" i Oslo. Verneområdet er valgt ut som forskningsområde i samarbeid med Riksantikvaren, som bidrar med tilskudd til forskningsprosjektet. Området er angitt i figur 1.



Figur 1 Oversiktkart Middelalderbyen Oslo

## **2. ARKIVUNDERSØKELSER**

### **2.1 Innledning**

Det er gjennomført en arkivstudie etter hydrogeologiske opplysninger relatert til Gamlebyen. Oslo kommunen har opplyst at Vann og Avløpsetaten Oslo (VAV) i en lang periode har hatt geoteknisk/geologisk kompetanse som blant annet omfattet, i et meget begrenset omfang, oppfølging av grunnvannssituasjon i Oslo by. Denne virksomheten ble nedlagt 1. januar 2006, og oppfølgingen av systemet har opphört utenom innenfor et begrenset område utenom Gamlebyen, i forbindelse med en planlagt rehabilitering av en avløpstunnel. VAV har pr. i dag ingen oppfølging av grunnvannsforhold i Gamlebyen, men Geografisk informasjonsseksjonen ved VAV vedlikeholder en undergrunnsdatabase med opplysninger om grunnforhold. Denne databasen omfatter frivillig innrapporterte borer utført av konsulenter, jernbaneverket eller det tidligere kommunale geoteknisk kontoret. Geografisk informasjonsseksjonen opplyser at innrapporteringen til undergrunnsdatabasen har gått ned i de siste årene, og at enkelte (store) konsulenterselskaper ikke (lenger) innrapporter geotekniske data.

### **2.2 Resultater**

Innen og i nærområdet til det vernede området Gamlebyen er følgende opplysninger hentet ut fra undergrunnsarkivet hos VAV ved Oslo kommune:

- 1042 borepunkter: 189 totalsonderinger, 1 løsmasseboring, 221 fjellkontrollboringer, 3 dreisonderinger, 29 dreetrykksonderinger, 28 enkle sonderinger og 571 spesifiserte borepunkter.
- 266 prøvepunkter: 9 prøvegropes, 149 prøveserier, 52 skovlboringer, 44 vingeboringer og 12 poretrykkmålere.

Jernbaneverket (JBV) opplyser at Utbyggingsseksjonen hos JBV utfører geotekniske grunnundersøkelser og stedvis overvåking av poretrykk-/grunnvannsnivå.

Utbyggingsseksjonen utfører disse undersøkelser i prosjekterings- og anleggsfasen spesielt i forbindelse med etablering av tunneler, og overdrar deretter en eventuell permanent overvåking til regionalkontoret hos JBV. Undergrunnsarkivet inneholder 7 borepunkter og 42 prøvepunkter i undersøkelsesområdet som er utført (i regi av) NSB/JBV.

En oversikt over bore- og prøvepunkter hentet fra undergrunnsarkivet er fremstilt i vedlegg 1. Registreringer utført ved prøvepunktene er vist i vedlegg 2. Undergrunnsarkivet inneholder kun begrensede opplysninger om borepunkter, som boredybde og dyp til fjell, samt en del administrative registreringer. Registreringene ved borepunkter er fremstilt i vedlegg 3.

Det har det kommet fram opplysninger at det finnes cirka 1.000 piezometre i Oslo som tidligere har blitt brukt for overvåkning av grunnvannstanden (pers. med. Ulf Fredriksen, Oslo VAV, 7. oktober 2009). Piezometre er av forskjellig karakter, varierende fra åpne peilerør til forskjellige typer trykksensorer. Det ble også opplyst at det finnes en grunnvannsdatabase ved siden av undergrunnsarkivet, men at den ikke er tilrettelagt for generelt bruk i kommunen, og derfor kun brukes i enkelte prosjekter. Disse opplysningene følges opp i sammenheng med et initiativ fra Analyse & Strategi / Multiconsult AS som går på å starte opp et forprosjekt på grunnvannsovervåking i forbindelse med setningsproblematikken ved murgårdsbebyggelsen i Oslo. Dersom det kommer fram relevante opplysninger for verneområdet Middelalderbyen gjennom dette forprosjektet, vil disse tas med i oppfølgende rapporteringer i forskningsprosjektet.

### 3. FELTUNDERSØKELSER

I forbindelse med planlagt etablering av en kommunal avløpsledning gjennom deler av Gamlebyen (Midgardsormen), har NGI i mars 2009 på oppdrag for Oslo kommune gjennomført geotekniske grunnundersøkelser. Grunnundersøkelser ble etter krav fra Riksantikvaren utvidet med plassering av 4 overvåkingsbrønner for grunnvann, samt arkeologisk registrering av boringene i henhold til Riksantikvarens standard for miljøovervåking. Geoteknisk rapport (NGI rapport 20081387-1, 17. september 2009) er i sin helhet vedlagt i vedlegg 4. Vedlegg 1 viser beliggenhet til boringene og overvåkingsbrønnene. Ved en feltbefaring den 21. august 2009 viste det seg at miljøbrønn 14 var fjernet, trolig grunnet hærverk. Denne brønnen har blitt reetablert i november 2009 (pers. med. Thomas Hartnik, Bioforsk). Den arkeologiske dokumentasjonen som er utført i denne sammenheng er fortsatt under utarbeidelse ved NIKE.

På oppdrag fra Riksantikvaren har det i 2008 blitt etablert 2 miljøbrønner på tomtene ved Oslogate 6 (MB1) og i Middelalderparken på Sørenga, rett nord for Vannspeilet (MB2). Beskrivelsen av de arkeologiske og kulturhistoriske forhold er beskrevet i NIKE rapport Nr. 7 2009 (Bioforsk Vol 4 Nr. 8 2009) fra 30. januar 2009 som er i sin helhet vedlagt i vedlegg 5. Dokumentasjonen er utført på grunnlag av Riksantikvarens standard for miljøovervåking, og det er utført en vurdering av bevaringstilstand og bevaringsforhold. Plassering av miljøbrønnene er vist i vedlegg 1.

Det utføres også borer for prosjektet Follobanen av Rambøll AS for Jernbaneverket, Utbyggingsseksjonen, og for Østre Tangent for Statens vegvesen Vegdirektoratet. Her vil det trolig komme fram relevante hydrogeologiske opplysninger for det videre arbeidet med kartlegging av grunnvannsforholdene. (pers. med. P. Molaug, NIKE).

Tabell 1 gir en oversikt over eksisterende overvåkingspunkter for grunnvann i Gamlebyen.

Miljøbrønn	X	Y	Z (m NN1954)	filter fra (m)	filter til (m)
<b>MB1</b>	6642362	598913	13,86	11,86	9,86
<b>MB2</b>	6642293	598569	3,79	1,79	-0,21
<b>NGI-4</b>	6642176	598629	4,88	2,80	0,80
<b>NGI-6</b>	6642106	598677	5,17	3,06	1,03
<b>NGI-9</b>	6642044	598725	6,33	3,73	2,13
<b>NGI-14</b>	6641957	598541	5,24	2,08	1,13

**Tabell 1** Oversikt miljøbrønner. Koordinater i Euref89, Sone 32N. Plassering vist på kart i vedlegg 1

### 4. HYDROGEOLOGI

#### 4.1 Terrengforhold

Terrenget i verneområdet Middelalderbyen varierer fra cirka kote +1 m ved Sørenga til kote +24 m i området rundt St. Halvards gate. Terrenget faller forholdsvis jevnt fra øst mot vest, og fra sør til nord. Oslogate, som deler Middelalderbyen om lag i midten fra nord til sør, ligger på en høyde som varierer fra cirka kote +6 m i nord til cirka kote +14 m i sør (Mosseveien). Terrenget faller noe mer fra Osloveien mot Middelalderparken, hvor terrenget flater ut mot Bispevika. Terrenghøyder er basert på 20 m høydegrid fra Statens kartverk. Vedlegg 6 viser høydekartet.

## 4.2 Kvartærgeologi

Det finnes et kvartærgeologisk kart tilgjengelig over verneområdet, på målestokk 1:50.000 (Nordahl-Olsen, T., 1993: OSLO 1914 IV, NGU). Det er imidlertid ikke gjennomført en mer detaljert kartlegging over kvartærgeologiske forhold i Oslo. Kartet er fremstilt i vedlegg 7 og er digitalt tilgjengelig gjennom NGUs nettsider. Kartet viser at den sørvestlige delen av Middelalderbyen er kartlagt som uspesifiserte elve- og bekkeavsetninger, mens den østlige delen av verneområdet er kartlagt som stedvis tykt, sammenhengende hav- og fjordavsetninger. Øvrige deler er kartlagt som fyllmasser, hvor løsmassene ved menneskenes inngripen enten har blitt fjernet, erstattet eller tildekket på en slik måte at de opprinnelige avsetningsformene, som gjenspeiler naturens prosesser, ikke lenger er synlig. Hav og fjordavsetninger har blitt dannet kontinuerlig siden nedsmeltingen av den store innlandsisen som startet cirka 9.000 - 10.000 år siden, og dannes fortsatt ved at silt og leire felles ut på fjordbunn. Mektigheten av avsetningene varierer, avhengig av de topografiske forholdene og tilførselen av finkornig materiale. Under landhevingen ble silt og leire vasket ned fra høyeliggende til laveliggende områder. Stedvis i disse finkornige hav- og fjordavsetningene er det påvist kvikkleire. Sammensexningen av elve- og bekkesedimenter kan variere sterkt alt etter hvilke avsetninger elvene har erodert i under landhevingen. Elveavsetningene som er kartlagt i verneområdet Middelalderbyen er tolket som en del av Akerselva sine avsetninger og er vesentlig bygd opp av sand avsatt over silt og leire.

En sammenligning med innsamlede data fra arkiv og felt viser ikke en klar avgrensning mellom hav- og fjordavsetninger og elveavsetninger i Middelalderbyen. De naturlige løsmassene under kulturlag og andre fyllmasser består i hovedsak av svært finkornige masser som leire og silt, med enkelte usammenhengende lag av grovere sand og grus.

## 4.3 Landheving og setning

Landhevingen etter siste istid er i dag cirka 3 til 4 mm per år i Oslo området. Der hvor det finnes store mektigheter av løsmasser, som blant annet i Middelalderbyen, pågår det setninger i stedet for landheving. Setning kan være forårsaket av naturlige komprimeringsmekanismer som drenering av organiske jordlag, kjemisk oppløsning, oksidasjon av organiske lag og teleliv. I tillegg er antropogene årsaker, særlig grunnvannsuttak (bevisst eller ubevisst), en signifikant årsak til setningskader. Naturlig og antropogen setning er en geofare som kan bli identifisert, overvåket i en del tilfeller motvirket.

I 2003 gjennomførte NGU i samarbeid med Oslo kommune og Jernbaneverket et forsøk med bruk av satellitmålinger (radar interferometri, PSInSAR) til kartlegging av setninger i Oslo regionen (NGU rapport 2003.105). Det ble fokusert på setninger som oppsto som følge av etableringen av Romeriksporten, men også sentrum av Oslo ble undersøkt for å gi grunnlag for behovet for framtidig overvåking av setningsforløpet.

Ovennevnte rapport viser gjennom sammenligning av høydemålinger (GPS og nivellering) med satellitmålingene at radar interferometriske målinger er en god metode for overvåking av terreng- og bygningsbevegelser. Metoden gir en meget stor tetthet av målepunkter og kan dermed brukes som et overvåkingsinstrument. For Oslo- området finnes det satellitmålinger siden 1993.

Et generelt bilde av terrengbevegelsene viser at det finnes store områder i sentrum av Oslo som er påvirket av setning, og det registreres særlig store setninger i Bjørvika-området. Noen av de høyeste setningshastighetene måles ved Middelalderparken. Ut fra årsakene til setningene, er det klart at setningspotensialet er størst i områder som har betydelige løsmassemektigheter, og særlig i områdene med høyt organisk innhold i løsmassene. Dette

bekreftes i NGU-rapporten, som viser en sterk sammenheng mellom løsmassetykkelse og setningshastighet.

#### 4.4 Grunnvann

Arkivundersøkelsene har gitt et meget begrenset antall opplysninger om grunnvannstand og poretrykk i Middelalderbyen. En gjennomgang av innsamlede data fra undergrunnsarkivet i kommunen ga opplysninger om grunnvannstand på 22 lokaliteter spredt over verneområdet. Det er i de fleste tilfeller grove registreringer fra prøvegropes og skovlboringer, som kun gir en indikasjon på grunnvannsnivået da utgraving eller boring ble foretatt. Det ble ikke funnet langtids overvåkingsserier av grunnvannstand, med unntak av 2 serier med poretrykksmålinger over en periode av et år. Poretrykksmålingene ble utført i 1966 av Oslo kommune, geoteknisk kontor, i forbindelse med uventet store setninger ved broprosjektet over Loenga i 1964/65, ved Vestre lenke (Oslo kommune, 1967).

Alle registreringer av grunnvannsstanden i Middelalderbyen har blitt tegnet inn på et kart og tolket i romlig sammenheng der det finnes nok grunnlagsdata. Kartet er fremstilt i vedlegg 8. Siden grunnvannsregistreringene er fra en lang tidsperiode og hovedsaklig er engangs-målinger i hvert målepunkt, bør tolkningen betraktes som indikativ og retningsgivende. Tross denne usikkerheten rundt registreringene, er det likevel god sammenheng mellom de registrerte grunnvannsnivåene. En regional strømningsretning fra øst til vest kommer tydelig fram fra tolkningen, samt at grunnvannet faller forholdsvis raskt vest for Oslogate, særlig i den nordlige delen av området. Ut fra massenes sammensetning forventes det en relativ dårlig permeabilitet (kapasitet til vanngjennomstrømning), og dermed forholdsvis begrenset strømningshastighet. Den freatiske grunnvannstanden (overflaten i undergrunnen hvor porevannstrykket er atmosfærisk) forventes også til å ha en meget beskjeden sesongvariasjon grunnet massenes dårlige infiltrasjonskapasitet og permeabilitet. Dette blir stedvis bekreftet av grunne poretrykksmålingene fra 1966 ved Vestre lenke, som viser en årlig variasjon på bare 20-30 cm.

Poretrykket fra grunnvannstanden (freatisk) til 15-17 meters dyp er hydrostatisk. Derifra øker det til cirka 1 m overtrykk ned mot fjelloverflaten. Poretrykket i løsmassene i overgangen mot fjelloverflaten viser en sterkere sesongmessige variasjon enn poretrykksmåleingen i de øverste lagene, med en markert økning i mai-juni og i november-desember (Oslo kommune, 1967). Iflg. rapporten fra Oslo kommune antas dette å skyldes et økt tilsig av vann i fjellgrunnen som følge av snøsmelting og høstregn. Det tyder på at de dypere lagene har forholdsvis god kommunikasjon langs fjellet med overflatevann. Overflatevannet trenger sannsynligvis ned i en betydelig avstand fra målestedet ved Vestre lenke. Det er også mulig at overflatevann infiltrerer gjennom sprekker i åsen sør for området.

Rapporten om setningene ved Vestre lenken konkluderer med at det er mest sannsynlig at den mest fremtredende årsak til setningene i 1965 har vært en reduksjon av poretrykkene ved fjelloverflaten pga. en vertikal (oppadgående) drenering langs pelene som ble rammet ned i 1961. At den registrerte hurtige setningsøkningen ikke inntraff rett etter at pelen ble rammet skyldes mulig en prøvekjøring av anlegget for katodisk korrosjonsbeskyttelse, iflg. rapporten fra Oslo kommune.

#### 4.5 Umettet sone

Ut fra de tolkede grunnvannsforholdene og topografisk kart er det utarbeidet en indikativ kart over den umettede sone i de områder der det finnes nok grunnlagsdata. Kartet er fremstilt i vedlegg 9 og bør, i likhet med kartet over grunnvannsforholdene, kun betraktes som retningsgivende. Kartet viser at en kan forvente en umettet sone som i store områder av

Middelalderbyen er tykkere enn 2 m, og opp til mer enn 4 m tykkelse i det høyereliggende området rundt Oslo gate.

## 5. GRUNNVANN OG ARKEOLOGI

### 5.1 Innledning

Opplysningene om arkeologiske forhold er hentet fra "The Monitoring Manual" (Riksantikvaren og NIKU, 2007) og reguleringsplan Bjørvika. For nærmere beskrivelse av kulturminner og kulturmiljøer i Gamlebyen henvises det til konsekvensutredningen for temaene kulturminner og kulturmiljøer i forbindelse med bebyggelsesplan for Kulturhistorisk Museum utført av NIKU i oppdrag av Statsbygg (Molaug, 2007), og videre referanser som nevnes i denne konsekvensutredningen.

Ut fra arkeologiske funn tror en at den eldste bebyggelsen i Oslo kan dateres til cirka året 1000 og at denne var lokalisert i nedre dele av Alnaelva deltaet. De eldste rester av urban bebyggelse finnes nær Clemenskirken og stammer fra cirka år 1030. Området sør for Bispegata var dominert av småbusker og trær før byen vokste fram, mens området nord for Bispegata har vært landbruksareal som er datert fra 10. århundre og tidligere. Etter en storbrann i 1624 fikk ikke Oslos innbyggere lov til å gjenoppbygge husene, men måtte flytte til det nye Christiania. Mesteparten av den gamle byen ble til landbruksareal fram til siste delen av 19. århundre, da Jernbaneverket overtok store deler for å etablere nye jernbanelinjer og bygninger. I denne perioden ble det også bygd en rekke hus med kjellere, samt store kaier og terminaler for godshandel. Fra 1950-1995 ble området dominert av omfattende trafikkutbygging.

Middelalderparken er et tyngdepunkt for det historiske Oslo, og skal utvikles som en del av "Oslo Middelalderby". Parken viser rester etter middelalderens Oslo og viser blant annet hvor den gamle strandlinjen gikk. Parken skal videreutvikles som kulturminne og for rekreasjon som en del av et større Middelaldersenter og middelalderminnene skal synliggjøres i bybildet. Utviklingen av området skal bidra til å skape gode forbindelser mellom gamle Oslo, den nye bydelen og fjorden. Som et stort og åpent byrom markerer Middelalderparken overgangen mellom den nye og den gamle byen.

### 5.2 Kulturlag

Arealdekningen til selve byen fra middelalderen er cirka 270.000 m<sup>2</sup>, mens det fredete området "Oslo Middelalderby" er mye større, cirka 480.000 m<sup>2</sup>. I den nordøstre delen av det fredete området er kun få eller ingen kulturlag. Det finnes derimot også kulturlag i havnen fra middelalderen utenfor det fredete området. Mesteparten av den om lag 270.000 m<sup>2</sup> gamle byen har ikke noe kulturlag igjen, og i deler av det opprinnelige urbane området har det sannsynligvis kun eksistert meget tynne kulturlag. Mange lag har blitt fjernet i moderne tid som følge av:

1. jernbanelinjer og tunneler;
2. bygninger til jernbaneverket;
3. boliger med kjeller fra sen 19. århundre;
4. fundamenter for gater, inkl. peler for broer;
5. grøfter og utgravinger for kloakk, vann, gass, elektrisitet osv.;
6. kjellere, gravde brønner fra 16. og 17. århundre.

I dag finner man post-middelalder og moderne lag (fyllmasser) med minst 0,5 meters mektighet og i mange tilfeller over 1 m tykkelse. Kulturlagene fra middelalder periode under disse moderne lag varierer betraktelig i tykkelse fra 5 cm til mer enn 3 m.

Bevaringsforhold og bevaringstilstand i kulturlagene varierer sterkt, fra klassifisering "utmerket" til "elendig" (klassifisering konform NS 9451:2009). Vedlegg 10 viser en oversiktskart over registrerte kulturlag i Middelalderbyen (Eriksson, 2007). Kulturlagene er delt i 7 soner basert på tykkelse og bevaringsforhold. De øvre kulturlag har generelt dårlige bevaringstilstand. Det er konstatert at dypereliggende kulturlag har en stedvis dårligere bevaringstilstand enn grunnere kulturlag. Dette kan muligens være forårsaket av dreningsforhold og grunnvann med relativt høy oksygeninnhold som strømmer i mer permeable naturlige avsetninger direkte i eller under kulturlagene.

#### **Området sørøst for den tidlige Alnaelva (1).**

Generelt lite kulturlag og dårlige bevaringstilstand. Tykkelsen av kulturlag 0 til 0,30 m.

#### **Øra området med Mariakirken, Slottet, Clemenskirken og arealet østover (2).**

Delvis dårlige bevaringstilstand og -forhold grunnet jernbanelinjer på begge sider. Tykkelsen av kulturlagene er mellom 0,8 og 1,8 m.

#### **Havneområdet og Sørenga, fra Bispegata sørover samt litt nord for Mariakirken (3).**

Gode til utmerkede bevaringsforhold grunnet høy vannstand. Kulturlagene er dekket av leireavsetninger under vann. Betraktes som lite sårbar, med unntak av øvre lag. Kulturlagtykkelsen er 1,5 til 4,5 m, for det meste naturlige leireavsetninger med rester fra middelalderen. Kulturlagene nord for Bispegata har sannsynligvis blitt fjernet.

#### **Området øst for Sørenga og jernbanelinjene, under og sør for Bispegata, nord for Clemenskirken (4)**

Generelt god bevaringstilstand, med unntak av øvre lag. Lokalt dårligere bevaringstilstand- og forhold. Det beskrives et mulig problem i arealet under den tidlige Sørenga bro mot vest og jernbanelinjene. Det nevnes lokale dreneringsforhold ved bygninger øst for Oslogate og terrengefallet mot jernbanelinjen. Tykkelsen av kulturlag cirka 1,0 til 2,0 m.

#### **Området rundt Oslogate fra Bispegate nordover til Schweigaardsgate (5)**

Generelt gode bevaringstilstand og -forhold, unntatt øvre lag. Bevaringsforholdene er mindre gunstig på begge sider av Oslogate. Kulturlagtykkelsen cirka 1,0 til 2,0 m.

#### **Hallvardskirken, området sør og nord for Korskirken og øst for område 5 (6)**

Generelt dårlige bevaringstilstand, men stedvis god bevarte gjenstander, særlig kirkegårder, brønner osv. Kulturlagene i de ytre byområdene betraktes særlig sårbar for variasjonene i grunnvannstand og drenering. Kulturlagtykkelsen varierer fra 0 til 1,5 m.

#### **Området nord for Hovinbekken (7)**

Generelt få kulturminner og dårlige bevaringsforhold. Kulturlagtykkelsen 0 til 1,0 m.

### **5.3 Foreløpig tolkning relasjon grunnvann og kulturlag**

På dette tidspunktet kan det ikke trekkes entydige konklusjoner i forhold til relasjonen mellom grunnvann og bevaringsforhold i kulturlagene. Ut fra historiske dataene ser det ut at området rundt Oslogate, og særlig vest for Oslogate kan ha en betydelig umettet sone, og dermed ha forholdsvis dårlige bevaringsforhold.

Arkeologiske registreringer tyder på at det stedvis forekommer forhold med lokal drenering av grunnvann, muligens gjennom naturlige avsetninger under kulturlagene eller på grunn av utgravinger i forbindelse med jernbanelinjene eller bygg med kjeller. Det kan ikke konkluderes med at naturlige avsetninger under kulturlag generelt har en høyere permeabilitet enn selve kulturlag, siden de naturlige massene i dette området generelt består av veldig finkornige masser med lav vannføringsevne. På enkelte steder forekommer det grovere naturlige masser (sand/grus) under kulturlag, som lokalt kan medføre en drenering av grunnvannet. Dette ser derimot ikke ut til å være et utstrekkt fenomen. Utgravinger i forbindelse med anlegg av fundamentering av jernbanelinjer vil kunne medføre en drenering av grunnvann over større områder. Per i dag er det ikke tilstrekkelig informasjon tilgjengelig for entydig å kunne bekrefte denne hypotesen, både når det gjelder langsigtig overvåking og tilgjengelige opplysninger om dagens forhold ved jernbanelinjene.

Setningsmålingene fra tidligere og nyere geotekniske anlegg i Bjørvika-området viser at betydelig setninger foregår i Middelalderbyen, særlig i områder med tykke løsmasseavsetninger (silt/leire). En del av setningen kan forklares ut fra byggeaktivitetene og drenering, som medfører en endring av poretrykket på større dyp og dermed en økning av terrengetningene. Den observerte setningen i Bjørvika området er betydelig større (pers. med. S. Reiersøl, NGI) enn det som kan forklares ut fra ren mekanisk setning grunnet hydrostatiske trykkendringer. Det antas derfor at en del av setningen må forklares ut fra nedbryting av organisk material i de øvre lag.

Historiske poretrykksmålinger og analyser av setninger ved Loenga bro antyder at permeabiliteten i løsmassene i overgangen mot fjell er høyere enn i de øvre lagene. En kortvarig endring i poretrykket på denne dybden vil ikke medføre noen endringer i de øvre (kultur)lagene. En langvarig endring pga. for eksempel endrede infiltrasjonsforhold, drenering eller klima, vil imidlertid medføre en poretrykksendring også i de øvre lagene, men med flere år forsinkelse. Når den hydrauliske motstanden av overliggende lag blir forstyrret, for eksempel ved peling eller lignende, kan poretrykksendringer på dette dyp altså forårsake relativt raske endringer i poretrykk i øvre lag, og dermed medføre setninger. Det er derfor viktig å være observant på anlegg som kan endre den hydrauliske motstanden i løsmassene under kulturlag.

En systematisk registrering av den vertikale avgrensningen av kulturlagene i forhold til et fast referansenivå som NN1954 er trolig ikke gjennomført, noe som gjør en evaluering av omfanget og volumet til kulturlagene som ligger innenfor den umettede sonen begrenset.

## 6. VIDERE ARBEID

Det vil bli installert utstyr for automatisk overvåking av grunnvannstand og temperatur i miljøbrønnene for å kartlegge de naturlige variasjonene i grunnvannsnivå i kulturlagene og hvilken betydning dette har for bevaringsforholdene.

Prøvene og analyser fra etablerte brønner skal analyseres og tolkes i forhold til bevaringstilstand og -forhold.

Arkivundersøkelser viser at det ikke har vært utført en entydig registrering av tykkelsen til kulturlag i forhold til et fast referansenivå, som NN1954. En gjennomgang av eksisterende arkeologiske registreringer, sammen med stedvis langvarig måling av grunnvannstand, vil være nyttig for å kunne vurdere volumet av vernede kulturlag som pr. i dag befinner seg i en sårbar situasjon i med hensyn til hydrogeologiske forhold. Dermed blir en mer helhetlig

vurdering av bevaringstilstand og -forhold av kulturlagene i sammenheng med de naturlige omgivelsene mulig.

Effekten av naturlige og menneskeskapte terregnebevegelser på bevaringsforholdene i verneområdet skal vurderes gjennom videre arkivundersøkelser. Det vil også bli vurdert å benytte nye satellittmålinger i arbeidet med å kartlegge setningsutviklingen i denne delen av Oslo. Sistnevnte vil være avhengig av kostnader og tilgjengelighet av målinger.

Basert på arkiv- og feltanalyser skal det bygges opp en 3D konseptuell geologisk og hydrogeologisk modell/visualisering over undersøkelsesområdet. Dette vil øke forståelsen av kulturlagenes sammenheng og sårbarhet i forhold til den naturlige geologiske og antropogene situasjon. Målet er at visualiseringen vil kunne brukes i formidlingsformål.

## REFERANSER

- Bergersen, O., Hartnik, T., Molaug, P.B. (2009). Bevaringstilstand og bevaringsforhold i kulturlag fra Oslo gt 6 og Sørenga. Arkeologisk og jordfaglig vurdering i miljøbrønner. NIKU rapport Nr. 7 2009, Bioforsk rapport Vol 4, Nr. 8 2009.
- Dehls, J.F., Nordgulen Ø. (2003). Evaluation of the use of PSInSAR for the monitoring of subsidence in Oslo region. NGU rapport 2003.105. ISSN 0800-3416.
- Holden, J., West, L., Jared, Howard, A.J., Maxfield, E., Panter, I. & Oxley, J. (2006). Hydrological controls of in situ preservation of waterlogged archaeological deposits. Earth Science Reviews 78 (2006): 59-83.
- Molaug (2007). Konsekvensutredning nytt Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo. Delutredning kulturminner og kulturmiljø. Rapport Arkeologiske undersøkelser 2007/15, for Statsbygg.
- Norsk Standard (2009). Kulturminne. Krav til miljøovervåking av kulturlag. Norsk Standard prNS 9451.
- Nordahl-Olsen, T. (1993). OSLO 1914 IV. Kvartærgeologisk kart M 1:50.000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.
- Oslo kommune, geoteknisk konsulent (1967) Grunnundersøkelser for Gamlebyringen, Vestre Lenke. 9. del: setninger. R - 37.
- Oslo kommune, Plan og Bygningsetaten (2003). Byutvikling i Bjørvika - Bispevika - Lohavn. Reguleringsplan.
- Reiersøl, S. (2009). Midgardsormen, Middelalderparken, Grunnundersøkelser, S7-S9-S20. NGI-rapport 20081387-1.
- Riksantikvaren, NIKU (2008). The Monitoring Manual. Procedures & Guidelines for the monitoring, recording and preservation/management of urban archaeological deposits.

# Arkivundersøkelser Gamlebyen, Oslo

## Oversikt grunnundersøkelser og overvåkingspunkter grunnvann



### Grunnundersøkelser Midgardsormen (NGI)

- ⌚ arkeologi naverboring
- ⌚ overvåkingsrør grunnvann
- ⌚ øvrige borpunkter

### Miljøbrønner Riksantikvaren

- ⌚ overvåkingsrør grunnvann

### Borpunkter

- ⌚ totalsondering
- ⌚ borpunkt uspes.
- ⌚ løsmassboring
- ⌚ fjellkontrollboring
- # dreiesondering
- V dreitykksondering
- V enkel sondering
- ⌚ fjell i dagen

### Prøvepunkter

- ⌚ prøvegrop
- R prøveserie
- ⌚ skovlboring
- ⌚ vingeboring
- ⌚ poretrykkmåler

### Kulturminner

- |                 |
|-----------------|
| Middelalderbyen |
| Havneområde     |
| Kirkested       |
| Klosteranlegg   |

Luftfoto: www.norgebilder.no

1:4 000

0 25 50 100 150 200 m



































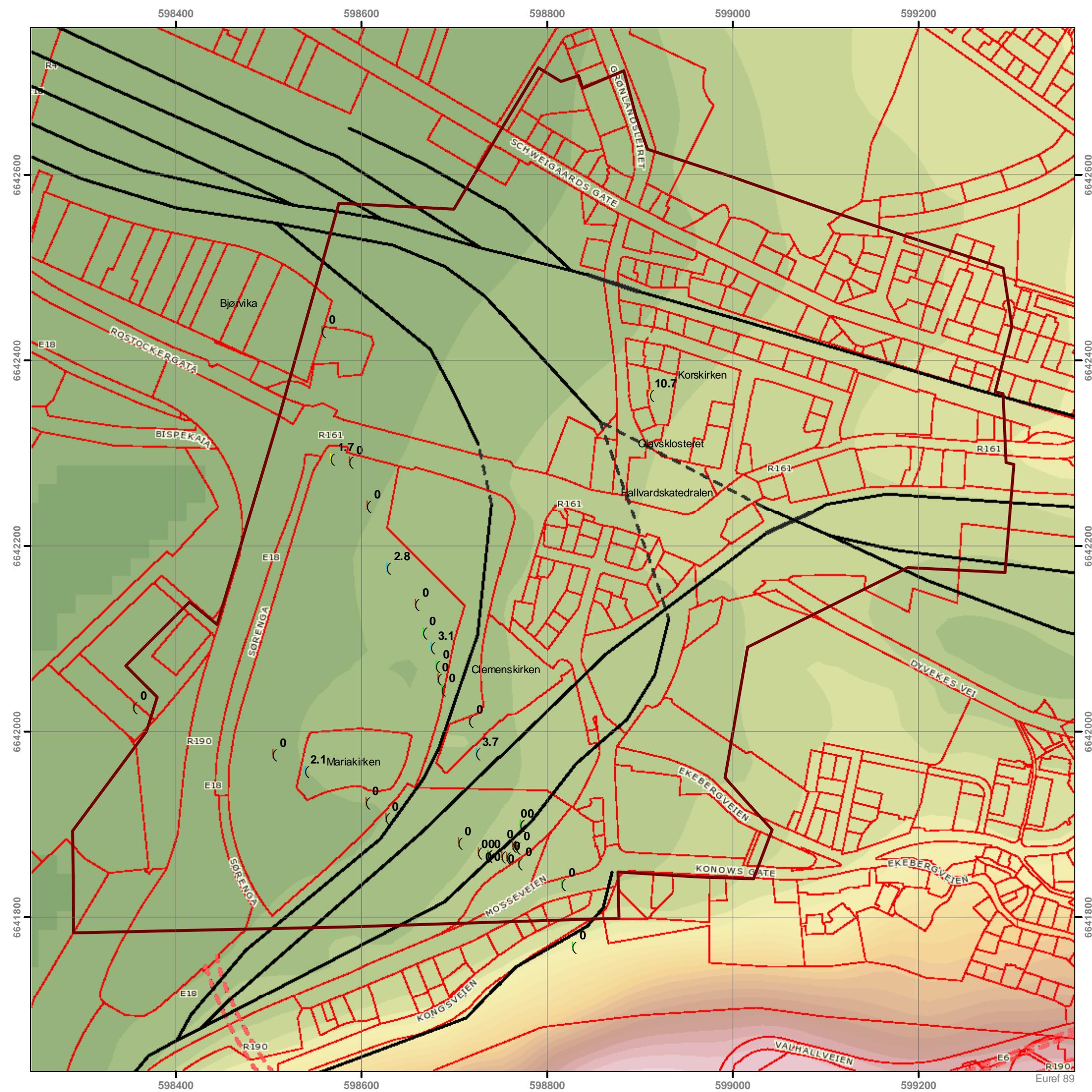








## Arkivundersøkelser Gamlebyen, Oslo terrenghøyde



### Grunnundersøkelser Midgardsormen (NGI)

- (c) arkeologi naverboring
- (t) overvåkingsrør grunnvann
- (g) øvrige borpunkter

### Miljøbrønner Riksantikvaren

- (c) overvåkingsrør grunnvann

### Kulturminner

- (■) Middelalderbyen

### Terrengr 20m grid (m)

-4 - 0	61 - 65
1 - 5	66 - 70
6 - 10	71 - 75
11 - 15	76 - 80
16 - 20	81 - 85
21 - 25	86 - 90
26 - 30	91 - 95
31 - 35	96 - 100
36 - 40	101 - 105
41 - 45	106 - 110
46 - 50	111 - 115
51 - 55	116 - 120
56 - 60	121 - 125
	126 - 130

Topografisk kart: Statens kartverk

1:4 000

0 25 50 100 150 200 m

# Arkivundersøkelser Gamlebyen, Oslo kvartærgeologi



## Grunnundersøkelser Midgardsormen (NGI)

- ( ) arkeologi naverboring
- ( ) overvåkingsrør grunnvann
- ( ) øvrige borpunkter

## Miljøbrønner Riksantikvaren

- ( ) overvåkingsrør grunnvann

## Kulturminner

- Middelalderbyen

## Kvantærgeologi

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <span style="color: blue;">■</span>   | Hav- og fjordavsetning, sammenhengende, stedvis tykt |
| <span style="color: yellow;">■</span> | Elve- og bekkeavsetning, uspesifisert                |
| <span style="color: grey;">■</span>   | Fyllmasse (antropogent materiale), uspesifisert      |
| <span style="color: pink;">■</span>   | Bart fjell   |
| <span style="color: purple;">■</span> | Forvitningsmateriale, uspesifisert                   |

Topografisk kart: Statens kartverk

1:4 000

0 25 50 100 150 200 m

## Arkivundersøkelser Gamlebyen, Oslo grunnvannstand



Topografisk kart: Statens kartverk

### Grunnundersøkelser Midgardsormen (NGI)

- (K) arkeologi naverboring
- (L) overvåkingsrør grunnvann
- (M) øvrige borpunkter
- (P) Poretrykksmålinger

### Miljøbrønner Riksantikvaren

- (Y) overvåkingsrør grunnvann

### Prøvepunkter

- (P) prøvegrop
- (R) prøveserie
- (S) skovlboring
- (V) vingeboring
- (W) poretrykkmåler

### Kulturminner

Middelalderbyen

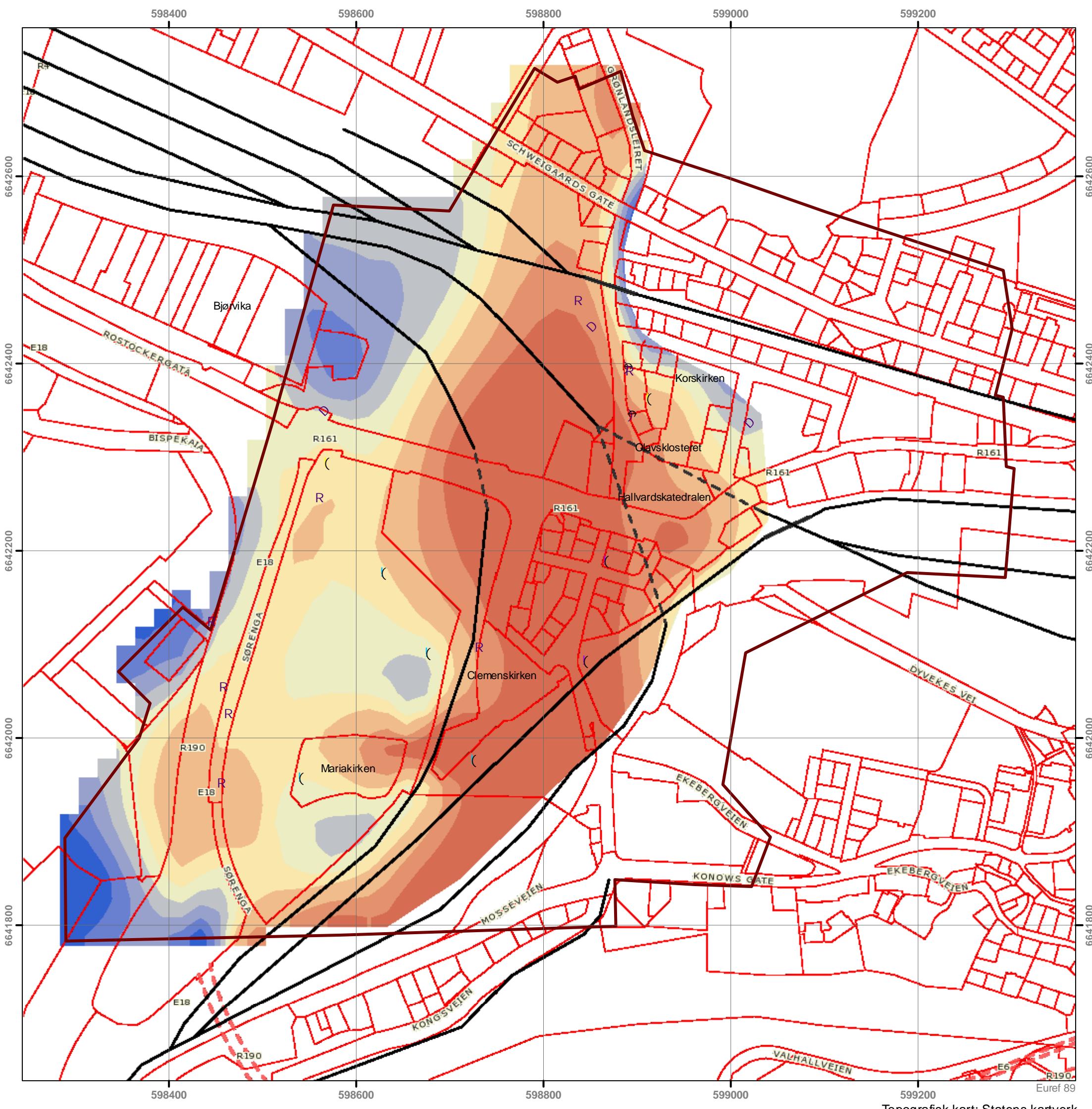
### Grunnvannstand (m)

	0 - 1
	1 - 2
	2 - 3
	3 - 4
	4 - 5
	5 - 10
	10 - 15
	> 15

1:4 000

0 25 50 100 150 200 m

# Arkivundersøkelser Gamlebyen, Oslo umettet sone



Topografisk kart: Statens kartverk

## Grunnundersøkelser Midgardsormen (NGI)

- (C) arkeologi naverboring
- (C) overvåkingsrør grunnvann
- (C) øvrige borpunkter
- (C) Poretrykksmålinger

## Miljøbrønner Riksantikvaren

- (C) overvåkingsrør grunnvann

## Prøvepunkter

- P prøvegrop
- R prøveserie
- E skovlboring
- D vingeboring
- II poretrykksmåler

## Kulturminner

- Middelalderbyen

## Umettet sone (m)

- |           |
|-----------|
| < 0.5     |
| 0.51 - 1  |
| 1.1 - 1.5 |
| 1.6 - 2   |
| 2.1 - 2.5 |
| 2.6 - 3   |
| 3.1 - 4   |
| 4.1 - 5   |
| 5.1 - 10  |
| > 10      |

1:4 000

0 25 50 100 150 200 m

Vedlegg 9  
NGU Rapport 2009.074

# Arkivundersøkelser Gamlebyen, Oslo oversikt registrerte kulturlag (etter Eriksson, Riksantikvaren, 2007)



## Grunnundersøkelser Midgardsormen (NGI)

- ( ) arkeologi naverboring
- ( ) overvåkingsrør grunnvann
- ( ) øvrige borpunkter

## Miljøbrønner Riksantikvaren

- ( ) overvåkingsrør grunnvann

## Kulturminner

- ( ) Middelalderbyen

## Kulturlag

- |     |                              |
|-----|------------------------------|
| ■   | kulturlag under vann < 5.5 m |
| ■   | < 5.5 m (område 3)           |
| ■   | < 3 m (områder 4 og 5)       |
| ■   | < 2.8 m (område 6)           |
| ■   | < 2.5 m (område 7)           |
| ■   | < 1.6 m (område 2)           |
| ■   | < 0.9 m (område 1)           |
| ■■■ | mektighet ikke bestemt       |

1:4 000

0 25 50 100 150 200 m