

BT5-DS1 BYBANEN BERGEN SENTRUM- ÅSANE:

Innledende rapport arkeologi og miljøovervåking, boringer 2022.

Dunlop, A.R., Soldal, J., Henninge, L.B. & Hind, H.





Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)
 Storgata 2, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo
 Telefon: 23 35 50 00
www.niku.no

Tittel BT5-DS1 Bybanen Bergen sentrum-Åsane: Innledende rapport arkeologi og miljøovervåking, boringer 2022.	Rapporttype/nummer NIKU Rapport 213	Publiseringsdato [Publiseringsdato] 8.8.2023
	Prosjektnummer 1022358	Sider 149
	Avdeling Arkeologi	Tilgjengelighet Åpen
Forfatter(e) Dunlop, A.R., Soldal, J., Henninge, L.B. & Hind, H.	ISSN 2703-7797 ISBN 978-82-8101-359-9	Oppdragstidspunkt / periode utført 2022-2023
	Forsidebilde Riggen ved punkt DS1-013. Dunlop, NIKU, 2022.	

Prosjektleder Dunlop, A.R.
Prosjektmedarbeider(e) -
Kvalitetssikrer Martens, V.V.

Oppdragsgiver / finansiert av Bergen kommune

Sammendrag Sommeren 2022 undersøkte en arkeolog fra NIKU distriktskontor Bergen 13 naverboringer utført på Bryggen og langs Sandbrogaten i Middelalderbyen Bergen i forbindelse med prosjektering av BT5-DS1 Bybanen til Åsane. Boringene ga gode resultater. Det ble konstatert at automatisk fredede kulturminner var til stede i seks av borepunktene: DS1-016 and DS1-026 på Bryggen; og DS1-017, DS1-018, DS1-020 og DS1-021 i Sandbrogaten. I tillegg ble sjøbunnslag fra tidlig middelalderstid dokumentert i to andre borepunkter: DS1-013 og DS1-014, begge to på Bryggen. Og ellers har undersøkelsen bidratt med en god del supplerende opplysninger om naturtopografien i nærområdene. 19 botaniske prøver (rapport som vedlegg), 17 karbondateringsprøver og 18 jordkjemiske/jordfysiske prøver ble analysert. Ut fra dataene vurderes bevaringsforholdene stort sett som gode. Prosjektet er et samarbeid mellom NIKU, COWI AS og Cautus Geo AS, og miljøovervåkingsdata er tilgjengelig i nettportalen Cautus Web.
Abstract In the summer of 2022, an archaeologist from the Bergen office of the Norwegian Institute for Cultural Heritage Research (NIKU) investigated 13 auger drillings in connection with preliminary investigations for the Bergen Light Railway's planned extension northwards to Åsane. Archaeological remains under statutory protection were uncovered in six of the boreholes, and sea-bed deposits from the Early Middle Ages were recorded in two other boreholes. Botanical and geochemical analyses (both soil and water) were also carried out on a great number of samples; a separate report on the botanical analyses is appended. The work is carried out in collaboration between NIKU, COWI and Cautus Geo, and the monitoring data will be accessible through the web portal Cautus Web. See the English summary also.

Emneord Sandbrogaten, Bryggen, grunnundersøkelser, botanikk, karbondatering, bevaringstilstand, moderne, etterreformatorisk, middelalderisk, geologiske lag, fjell, kaifront, mudring, miljøovervåking, miljøbrønner
Keywords Sandbrogaten, Bryggen, auger drillings, botany, radiocarbon, state of preservation, modern, post-medieval, medieval, Viking period, Bronze Age, geological deposits, bedrock, quayfront, dredging, environmental monitoring, monitoring wells

Avdelingsleder
 Johansen, Lise-Marie B.

Prosjektinformasjon

Saksnummer hos forvaltningsmyndighet	20/11439-107
Kulturminne-ID	89049
Lokalitetsnavn	Bryggen, Sandbrogaten
Gnr/bnr.	167/895, -1540, -1565, -1574
Adresse, kommune, fylke	Bryggen og Sandbrogaten, Bergen, Vestland
Aksesjonsnummer	2022/76
Museumsnummer	BRM1278
Intrasis-prosjektnummer	NIKU Bybanen boringer 2022
Foto-/filmnummer	Bf30067
Tilstedeværelse av automatisk fredede kulturminner	Ja
Askeladden, registrerte prosjekter	f.o.m. 555 t.o.m. 567

Forord

Miljøløftet/Bergen kommune takkes for oppdraget, og Norconsult AS for praktisk bistand. Oppdraget er en del av et større utredningsarbeid for BT5-DS1 Bybanen fra Bergen Sentrum til Åsane.

Om forfatterne: Dunlop er fra NIKU distriktskontor Bergen; Soldal og Henninge er fra COWI AS; Hind er fra Cautus Geo AS.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	9
2	Problemstillinger	12
3	Metoder.....	12
4	Resultater fra det arkeologiske feltarbeidet.....	12
4.1	Generelle forklaringer	12
4.2	Naverboringene: observasjoner	13
4.2.1	Borepunkt DS1-012	13
4.2.2	Borepunkt DS1-013	14
4.2.3	Borepunkt DS1-014	15
4.2.4	Borepunkt DS1-015	18
4.2.5	Borepunkt DS1-016	18
4.2.6	Borepunkt DS1-025	23
4.2.7	Borepunkt DS1-026	24
4.2.8	Borepunkt DS1-027	26
4.2.9	Borepunkt DS1-017	27
4.2.10	Borepunkt DS1-018	28
4.2.11	Borepunkt DS1-020	31
4.2.12	Borepunkt DS1-021	33
4.2.13	Borepunkt DS1-023	34
5	Datering & funn.....	35
5.1	DS1-013.....	35
5.1.1	Karbondatering	35
5.2	DS1-014.....	35
5.2.1	Karbondatering	35
5.2.2	Arkeologisk dateringsmateriale	35
5.3	DS1-016.....	35
5.3.1	Karbondateringer	35
5.4	DS1-026.....	36
5.4.1	Karbondateringer	36
5.5	DS1-017.....	36
5.5.1	Karbondatering	36
5.6	DS1-018.....	36
5.6.1	Karbondateringer	36
5.7	DS1-020.....	36
5.7.1	Karbondateringer	36
5.8	DS1-021.....	36
5.8.1	Karbondateringer	36
5.8.2	Arkeologisk dateringsmateriale	37
5.9	Datering: konklusjoner.....	37
5.9.1	Bryggen	37
5.9.2	Sandbrogaten	37
6	Resultater fra de botaniske analysene	38
6.1	Borepunkt DS1-013	38
6.2	Borepunkt DS1-014	38
6.3	Borepunkt DS1-016	38
6.4	Borepunkt DS1-026	38
6.5	Borepunkt DS1-017	38
6.6	Borepunkt DS1-018	38
6.7	Borepunkt DS1-020	38
6.8	Borepunkt DS1-021	38
7	Kulturhistoriske tolkninger	39
8	Resultater fra de jordkjemiske og jordfysiske analysene	40
8.1	Innledning	40
8.1.1	Borepunkt DS1-014	40
8.1.2	Borepunkt DS1-016	41
8.1.3	Borepunkt DS1-017	42
8.1.4	Borepunkt DS1-018	42
8.1.5	Borepunkt DS1-020	43

8.1.6	Borepunkt DS1-021	43
8.1.7	Borepunkt DS1-026	44
9	Resultater fra de første vannprøveanalysene	46
10	Bevaringstilstand	48
11	Innledende miljøovervåking	51
12	Konklusjoner	52
13	Summary	53
14	Henvisninger	54
15	Dokumentasjon (NIKU)	55
15.1	Fotoliste, og foto fra borepunktene	55
16	Vedlegg	76

1 Innledning

Det vises til Riksantikvarens vedtak datert 27.5.2022 (saksnummer 20/11439-107). Tiltakshaver var Bergen kommune/Miljøløftet, BT5 Bybanen til Åsane.

I forbindelse med prosjektering av BT5-DS1 Bybanen Bergen Sentrum til Åsane (det såkalte «dagsalternativet over Torget og Bryggen») gjennomførte Norconsult AS på vegne av Miljøløftet, Bergen kommune en rekke grunnboringer innenfor områdeavgrensning til kulturminnet *Middelalderbyen Bergen*, som er fredet iht. Lov om kulturminner av 9. juni 1978. Områdene som ble berørt av tiltaket ligger i Sandbrogaten, langs Bryggen, og på Torget, Fisketorget og Nedre Torgallmenningen. Formålet med grunnundersøkelsene var å bekrefte tidligere observasjoner, samt gi et bedre grunnlag for å vurdere ulike problemstillinger knyttet til etablering av bybane.

Arkeolog fra NIKU foretok overvåking/undersøkelse ved 13 borepunkter (se Figur 1); det ble boret gjennom kulturlagene og ned til geologiske lag i de fleste borepunktene. Det arkeologiske feltarbeidet ble foretatt sommeren 2022. Installasjon av multiparametersensorer i de fem miljøbrønnene ble foretatt i uke 8, 2023.

Formålet med det aktuelle arkeologiske oppdraget var å sikre det arkeologiske kildematerialet, og resultatene vil danne en del av grunnlaget i forbindelse med Riksantikvarens videre håndtering av saken. All den informasjonen som man kunne få fra disse boringene ville være av stor verdi, ikke minst i sammenheng med fremtidige prosjekteringsarbeider.

Formålet med miljøovervåkingsprogrammet er å kartlegge forholdene i grunnen og å følge med i eventuelle endringer over tid.

Dette oppdraget var det fjerde i en serie med grunnundersøkelser forbundet med prosjektering av Bybanen fra Bergen Sentrum til Åsane. De tre foregående oppdragene er ferdigrapportert (Dunlop 2022a; Dunlop 2022b; Dunlop 2022c).



Figur 1. Borepunktene på Bryggen: oversikt.



Figur 2. Borepunktene i Sandbrogaten: oversikt.

2 Problemstillinger

Tiltaksområdet dekket sentrale deler av *Middelalderbyen Bergen* (kulturminne-ID 89049). Det var ikke aktuelt med en detaljert gjennomgang av det eksisterende kunnskapsgrunnlaget vedrørende hvert enkelt borepunkt.

I henhold til Riksantikvarens satsingsområder i *Faglig program for middelalderarkeologi* (Johannessen & Eriksson 2015), skulle undersøkelsene kunne knyttes til emner som tidlig bebyggelse, havneområdet, bygrensen samt topografi. Den overordnede problemstillingen var å trekke ut så mye kulturhistorisk informasjon som mulig fra hvert borepunkt, som et bidrag til forståelsen av det enkelte områdets utvikling over tid.

Aktuelle generelle problemstillinger å avklare var:

- karakteren, alderen og bevaringstilstanden til avsetninger
- nivået til overgangen til middelalderske kulturlag
- nivået til overgangen til geologiske lag

Mer spesifikt ville boringene i Sandbrogaten gi informasjon om utfyllingen av lagunen Veisan samt om middelaldersk utnyttelse av det nordlige Dreggen-området og til dels Koengen-området. Boringene lokalisert ut mot den moderne kaifronten langs Bryggen ville gi informasjon om omfanget av mudringen foretatt i forbindelse med anleggelsen av kaien. Boringen DS1-016 var forventet å gi informasjon om bl.a. den middelalderske utfyllingen av Vågen. Og DS1-026 ville gi informasjon om omfanget av byggegropen til bygningene oppført tidlig på 1900-tallet samt om den middelalderske utfyllingen av Vågen.

3 Metoder

Borearbeidet ble utført av Norconsult AS, med arkeolog fra NIKU distriktskontor Bergen som ansvarlig for det arkeologiske registreringsarbeidet. Boringen ble utført som naverboring med beltegående borerigg under tilsyn av arkeolog, som fortløpende gransket lengdene tatt opp med naverboret og registrerte jordlagssekvensene i henhold til Norsk Standard NS9451:2009 (Standard Norge 2009) i utgangspunkt.

Når det gjelder prøver og gjenstander, ble det samlet inn følgende:

- 17 prøver til karbondatering
- 18 prøver til jordkjemisk og jordfysisk analyse
- 19 botaniske prøver
- ingen gjenstander

De botaniske prøvene og karbondateringsprøvene er registrert i MUSIT-systemet under museumsnummer «BRM1278».

Innmåling av borepunktene ble foretatt av Norconsult AS. Forkortelsen «moh» står for «meter over havet» (med utgangspunkt i referansesystemet NN2000); nivåer under havoverflaten er angitt med minustegn foran.

4 Resultater fra det arkeologiske feltarbeidet

4.1 Generelle forklaringer

Resultatene er presentert hovedsakelig i tabellform, og da kan det trengs et par forklaringer. Nummerering av sjiktene – Bergenskontoret bruker «sjikt» istedenfor «lag» som betegnelsen for den stratigrafiske enheten i grunnboringer – er generert i dokumentasjonssystemet Intrasis. Kolonnen med overskrift «Bev» inneholder angivelse av det enkelte sjiktets bevaringstilstand i henhold til SOPS-tabellen i NS9451:2009. Vær- og lysforholdene under feltarbeidet var bra.

4.2 Naverboringene: observasjoner

NIKU var med og undersøkte følgende borepunkter (nummereringen er i henhold til Norconsult AS sitt nummereringssystem):

Bryggen

- DS1-012 ca. 4 meter innenfor Bryggens moderne kaikrone, nesten helt ved kaiens sørøstre ende
- DS1-013 ca. 9 meter innenfor den moderne kaikronen, ytterst i veibanen utenfor Nordre Holmedalsgården
- DS1-014 ved sørøstre ende av drosjeholdeplass utenfor Nordre Holmedalsgården, ca. 20 meter innenfor den moderne kaikronen – borepunktet måtte flyttes fra tiltenkt plassering ved Nikolaikirkeallmenningens nedre ende på grunn av for stor konflikt med infrastruktur
- DS1-015 ved sørvestre kanten til fotgjengerfeltet lokalisert ved Slottsgatens sørøstre ende, ca. 7 meter innenfor den moderne kaikronen i Dreggehopen
- DS1-016 i fortau like utenfor nedre ende av Dreggsallmenningen
- DS1-025 ca. 6,5 meter innenfor Bryggens moderne kaikrone, nesten helt ved kaiens sørøstre ende
- DS1-026 helt mot nordvest i parkeringslommen utenfor Bryggen 5
- DS1-027 ca. 10 meter innenfor den moderne kaikronen, ytterst i veibanen utenfor Svensgården

Sandbrogaten

- DS1-017 i gaten utenfor Sandbrogaten 5
- DS1-018 i Sandbrogaten like ved fotgjengerfeltet utenfor Thon Hotel Orion, rett sørvest for krysset med Øvre Dreggsallmenningen
- DS1-020 i det nordvestre fortauet i Sandbrogaten, et stykke nordøst for krysset med Øvre Dreggsallmenningen
- DS1-021 i det nordvestre fortauet i Sandbrogaten, utenfor Museumsbygningen, Koengen, og ca. 15 meter sørvest for det store treet som vokser midt i gaten
- DS1-023 helt mot nordøst i Sandbrogaten

Punktene presenteres etter område: først Bryggen, deretter Sandbrogaten. Det henvises til kapittel 10 Dokumentasjon for bilder av borelengdene.

Borepunkt DS1-010 ble sløytet på grunn av konflikt med infrastruktur. Borepunkt DS1-011 og DS1-024 ble boret om natten og følgelig ble ikke undersøkt av arkeolog. Borepunkt DS1-019 og DS1-022 lå i umiddelbar nærhet av steder undersøkt arkeologisk tidligere og ble valgt fra for undersøkelse i forbindelse med dette oppdraget.

BRYGGEN

4.2.1 Borepunkt DS1-012

Borepunktet lå ca. 4 meter innenfor Bryggens moderne kaikrone, nesten helt ved kaiens sørøstre ende. Dets koordinater var N6701124,732/Ø297567,869, og dagens asfaltoverflate lå 1,80 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
1,80	-2,30	112			Mod	D0	Moderne overflate (asfalt) over moderne rubbel (sand, grus, pukk-/steinholdige masser med noen røde og gule teglstykker) – vanskelig å komme igjennom med naverboret. Det må være masser lagt ned i forbindelse med

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
							anleggelsen av den moderne kaien. Fra -0,20 til -1,20 moh var det lite på boret pga vann og rystelser. Ved -1,80 moh var det en hindring som det måtte slagbores igjennom. På -2,30 moh ble det bomstopp for naverboret – kanskje morene, kanskje en stor stein som er del av fundamentet for den moderne kaien.
-2,30							Naverboring avsluttet.
-4,50							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Det ble ikke påtruffet kulturlag.

Sjiktolkning

Sjikt 112 må være masser lagt ned i forbindelse med anleggelsen av den moderne kaien.

4.2.2 Borepunkt DS1-013

Borepunktet lå ca. 9 meter innenfor den moderne kaikronen, ytterst i veibanen utenfor Nordre Holmedalsgården. Dets koordinater var N6701210,923/Ø297490,097, og dagens asfaltoverflate lå 1,70 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
1,70	-4,30	182			Mod	D0	(Stedvis lite materiale på boret – ble vasket/rystet av.) Moderne overflate (asfalt) over moderne rubbel (sand, grus, puk-/stein-holdige masser med noen røde og gule teglstykker). Det må være masser lagt ned i forbindelse med anleggelsen av den moderne kaien.
-4,30	-8,45	183			Mod	D0	Det må være steinholdige masser lagt ned i forbindelse med anleggelsen av den moderne kaien, og det var så hardt at det måtte brukes slagboring for deretter å komme igjennom med naverboret.
							Lengden fra -8,30 til -9,30 moh var delvis

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
							dårlig, fordi boret satte seg veldig fast nede mot -9,30 moh, og det var en hard jobb å få det løs igjen.
-8,45	-8,60	184			Mid.	C-	Brungrålig, noe gytjeaktig, men blandet med materiale fra høyere oppe. Umulig å angi bevaringstilstand
-8,60	-8,80						Intet materiale på boret
-8,80	-9,15	185		BRM1278/36 ¹⁴ C-prøve (gytje) fra -9,10 moh BRM1278/35 botanisk prøve 013-1 fra -9,05 til -9,15 moh	AD 1033-1053 og 1061-1157	C-	Kompakt til veldig kompakt, tørr, mørkebrun gytje med lite av makroskopisk organisk materiale; noen stykker av blåskjell. Svak H ₂ S lukt; ingen mørkning. Umulig å angi bevaringstilstand egentlig.
-9,15	-13,30	186			Forhistorisk	C0	(Lite på boret fra -9,15 til -10,30 moh.) Øverst naturavsetning. Løs, lysegrå, våt skjellsand.
-10,30							Arkeologisk undersøkelse avsluttet.
-13,30							Trolig morene (fra totalsonderingen like ved).
-15,70							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Det ble ikke påtruffet egentlige kulturlag.

Sjiktolkning

Sjikt 182 og 183 må være masser lagt ned i forbindelse med anleggelsen av den moderne kaien.

Sjikt 184 var noe gytjeaktig, men blandet med yngre materiale.

Sjikt 185 var gytje.

Sjikt 186 var et sjøbunnslag (skjellsand).

4.2.3 Borepunkt DS1-014

Borepunktet lå ved sørøstre ende av drosjeholdeplass utenfor Nordre Holmedalsgården, ca. 20 meter innenfor den moderne kaikronen. Dets koordinater var N6701253,508/Ø297471,684, og dagens asfaltoverflate lå 1,50 moh.

En miljøbrønn ble anlagt i borepunktet; filteret er fra -1,50 til -2,50 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
1,50	-0,50	172			Mod	D0	Moderne overflate (asfalt) over pukk/steiner

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
							som måtte slagbores igjennom.
-0,50	-7,50	173			Mod	D-	<p>(Lite på boret på noen lengder – materialet ble vasket og rystet av.)</p> <p>Fra -0,50 til -1,50 moh: ganske kompakt, mørkegrå, moderne sand-, grus-, småstein-, stein- og teglholdige masser. Sterk lukt av diesel.</p> <p>Fra -1,50 til -2,50 moh: lite på boret – en del lysegrå sand, grus og småsteiner og noe moderne treverk; lukt av diesel.</p> <p>Fra -2,50 til -3,50 moh: mørkegrå, moderne sand-, grus-, småstein-, stein- og teglholdige masser, og litt redeponert kulturlagsmateriale, og moderne treverk ned mot -3,50 moh; lukt av diesel, men også svak H₂S lukt.</p> <p>Fra -3,50 til -5,50 moh: mer redeponert kulturlagsmateriale, men fremdeles betydelig innhold av steiner og teglstykker; en del stykker av blåskjell; et skår etterreformatrisk rødgoods ved -4,40 moh; lukt av diesel, men også middels H₂S lukt.</p> <p>Fra -5,50 til -6,50 moh: boret satt lenge fast nede ved -6,50 moh, så det mistenkes at alt som kom opp på boret var materialet fra høyere oppe; et skår etterreformatrisk rødgoods ved -6,20 moh.</p> <p>Fra -6,50 til -7,50 moh: lite på boret – boret satt lenge fast nede ved -7,00 moh, så det mistenkes at alt som kom opp på boret var materialet fra høyere oppe.</p>

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
							Kan hende det var treverk fra -6,30 til -7,00 moh, men det var lite som kom opp. Kanskje var det mer sand/grus/steiner fra -7,00 til -7,50 moh. Det er vanskelig å tolke situasjonen – se mer diskusjon nedenfor.
-7,50	-8,20	174		BRM1278/14 ¹⁴ C-prøve (nøtt) fra -8,00 moh BRM1278/32 botanisk prøve 014-1 fra -7,85 til -7,95 moh Jordkjemisk prøve 014-1 fra -7,95 til -8,05 moh	AD 1027-1053, 1061-1067 og 1075-1157	C-	Kompakt, tørr, ganske homogen brun gytje med en del dårlige bevarte, vannrette små treflis og enkelte nøtter, og et par strimler lær; noen tynne linser med stykker av blåskjell. Middels H ₂ S lukt; middels-rask mørkning. Umulig å angi bevaringstilstand egentlig.
-8,20	-9,50	175			Forhistorisk	C0	Øverst naturavsetning. Lysegrå(brun)lig, ganske fin og homogen, fuktig skjellsand.
-9,50	-11,00	176				C0	Trolig morene – naverboret bomstoppet i toppen av sjiktet.
-9,50							Naverboring avsluttet.
-11,00							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Det ble ikke påtruffet egentlige in-situ kulturlag.

Sjiktolkning

Sjikt 172 var moderne fyllmasser.

Sjikt 173 er problematisk å tolke.

Sjikt 174 var gytje.

Sjikt 175 var et sjøbunnslag (skjellsand).

Sjikt 176 var trolig morene.

Angående sjikt 173, nyere informasjon om omfanget av mudringen i forbindelse med den moderne kaien (pers. medd. Geir Atle Erslund og Arne Skivenes) tyder på at borepunkt DS1-014 ligger utenfor sonen som ble mudret tidlig på 1900-tallet. Det er da mulig at den ganske kaotisk stratigrafiske situasjonen som sjikt 173 utviser er et resultat av mudring foretatt på et tidligere tidspunkt (noe som vi vet har forekommet).

4.2.4 Borepunkt DS1-015

Borepunktet lå ved sørvestre kanten til fotgjengerfeltet lokalisert ved Slottsgatens sørøstre ende, ca. 7 meter innenfor den moderne kaikronen i Dreggehopen. Dets koordinater var N6701370,003/Ø297356,176, og dagens asfaltoverflate lå 1,50 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
1,50	-0,20	155			Mod	D0	Moderne overflate (asfalt) over puk/steiner som måtte slagbores igjennom.
-0,20	Minst -6,50	156			Mod	D0	(Lite på boret hele veien – materialet ble vasket og rystet av.) Våte, løse, moderne sand-, grus-, småstein-, stein- og teglholdige masser; deponert i forbindelse med anleggelse av den moderne kaien. Ved -2,20 moh ble det bomstopp for 100mm diameter naverboret. Derfra ble det brukt 80mm diameter naverbor, men uten bedre hell. Ved -6,20 til -6,30 moh var det så vidt tegn til noe mer gytjeaktig stoff med middels H ₂ S lukt, men det var veldig lite på boret, så sikker kan man ikke være.
-6,50							Naverboring avsluttet.
-12,50							Fjell (fra totalsondringen like ved).

Det ble ikke påtruffet kulturlag.

Sjiktolkning

Sjikt 155 og 156 må være masser lagt ned i forbindelse med anleggelsen av den moderne kaien.

4.2.5 Borepunkt DS1-016

Borepunktet lå i fortau like utenfor nedre ende av Dreggsallmenningen. Dets koordinater var N6701372,493/Ø297382,155, og dagens brosteinoverflate lå 1,35 moh.

En miljøbrønn ble anlagt i borepunktet; filteret er fra -1,65 til -2,65 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
1,35	0,05	132			Mod	D0	(Intet materiale på boret.) Moderne fortausoverflate (brostein) over tykt puk-/steinlag som måtte slagbores igjennom.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
0,05	-0,45	133		Jordkjemisk prøve 016-1 fra 0,00 til -0,10 moh	Nyere tids	C0	Nyere, halvkompakte, mørkegrå, sand-/grus-/steinholdige fyllmasser med røde og gule teglstykker, litt humus, og enkelte nedbrutte trestykker.
-0,45	-0,60	134			Nyere tids	C0	Nyere, løs, lysegrå, silt og finsand; et gult teglstykke.
-0,60	-1,30	135			Nyere tids	C0	Nyere, halvkompakte, mørkegrå, sand-/grus-/steinholdige fyllmasser med røde og gule teglstykker, litt humus, og enkelte nedbrutte trestykker.
-1,30	-2,00	136		BRM1278/9 ¹⁴ C-prøve (nøtt) fra -1,55 moh BRM1278/24 botanisk prøve 016-1 fra -1,85 til -1,95 moh Jordkjemisk prøve 016-2 fra -1,45 til -1,55 moh	AD 1665-1697, 1723-1784, 1795-1813, 1835-1881 og 1909-1950	C3/ C4	Ustrukturert, halvkompekt, brungrå, treflis, kvister, noen få hasselnøttskall, lite humus; noe sand inn i mellom; enkelte små røde teglstykker. Sterk H ₂ S lukt; ingen mørkning. God/middels bevaringstilstand.
-2,00	-2,45	137		Jordkjemisk prøve 016-3 fra -2,00 til -2,10 moh	Etterref.	C3/ C4	Ustrukturert, løs, kornete, fuktig, grålig fin til grov sand, noen steiner, en del treflis og hasselnøttskall, noen få stykker av never; noen fiske- og dyrebeinstykker, og noen blåskjellstykker inn i mellom. Svak H ₂ S lukt; ingen mørkning. God/middels bevaringstilstand.
-2,45	-2,75	138			Mid.	C4	Treverk, trolig liggende stakk. Dårlig farge, men middels lukt av kuttet furu. God bevaringstilstand.
-2,75	-2,80	139			Mid.	C-	Ustrukturert trekull, tynt sjikt: muligens et brannlag.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
-2,80	-2,95	140			Mid.	C3/ C4	Ustrukturert, løs, kornete, fuktig, grålig fin til grov sand, noen steiner, en del treflis og hasselnøttskall, noen få stykker av never; noen fiske- og dyrebeinstykker, og noen blåskjellstykker inn i mellom. Svak H ₂ S lukt; ingen mørkning. God/middels bevaringstilstand
-2,95	-3,05	141			Mid.	C4	Treverk, trolig liggende stokk. God farge, middels lukt av kuttet furu. God bevaringstilstand.
-3,05	-3,25	142		BRM1278/25 botanisk prøve 016-2 fra -3,15 til -3,25 moh	Mid.	C3/ C4	Ustrukturert, løs, kornete, fuktig, grålig fin til grov sand, noen steiner, en del treflis og hasselnøttskall, noen få stykker av never; noen fiske- og dyrebeinstykker, og stedvis mange blåskjellstykker; et rødt teglstykke ved -3,25 moh. Svak H ₂ S lukt; ingen mørkning. God/middels bevaringstilstand.
-3,25	-3,65	143			Mid.	C4	Treverk, trolig liggende stokk. Noe bast tau på toppen (middels god bevaringstilstand). God farge, middels lukt av kuttet furu. God bevaringstilstand.
-3,65	-3,95	144			Mid.	C4	Ustrukturert, halvkom-pakt, brungrå, treflis, kvister, noen få hasselnøttskall, lite humus; noe sand inn i mellom; ingen synlige teglstykker. Fra -3,65 til -3,95 moh. Middels H ₂ S lukt; ingen mørkning. God bevaringstilstand
-3,95	-4,45	145		BRM1278/26 botanisk	Mid.	C4	Ustrukturert, løs, kornete, fuktig, grålig fin til grov sand, noen

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
				prøve 016-3 fra -4,05 til -4,15 moh Jordkjemisk prøve 016-4 fra -4,15 til -4,25 moh			steiner, en del treflis og hasselnøttskall, noen få stykker av never, og noen små lommer av møkk og mose; noen fiske- og dyrebeinstykker, og stedvis en del blåskjellstykker. Østerskjell ved -4,05 moh. Umulig å dele opp i mindre sjikt. Middels H ₂ S lukt; ingen mørkning. God bevaringstilstand.
-4,45	-4,65	146			Mid.	C4	Treverk, trolig liggende stakk. God farge, middels lukt av kuttet furu. God bevaringstilstand.
-4,65	-7,45	147		BRM1278/10 ¹⁴ C-prøve (nøtt) fra -5,55 moh BRM1278/27 botanisk prøve 016-4 fra -5,05 til -5,15 moh BRM1278/28 botanisk prøve 016-5 fra -7,25 til -7,35 moh Jordkjemisk prøve 016-5 fra -5,15 til -5,25 moh	AD 1288-1323 og 1356-1392	C4	Høyorganisk, uten humus; noe varierende fra halvkompakt til veldig kompakt; brun, fuktig (men ganske tørr i sjiktets nederste meter); mange treflis, sagflis, en del kvister og stedvis mange hasselnøttskall; noen fiske- og dyrebein; noen tynne linser med mer mose og røtter; noen mindre steiner; lite sand og bare få stykker av blåskjell. Umulig å dele opp i mindre sjikt. Sterk H ₂ S lukt; sakte mørkning. God bevaringstilstand. Et stykke tau ved -5,45 moh. Et større stykke lær ved -6,55 moh.
-7,45	-7,75	148			Mid.	C2-C4	Treverk, trolig liggende stakk. Både god farge og dårlig farge, middels lukt av kuttet furu. God til dårlig bevaringstilstand.
-7,75	-8,25	149		BRM1278/11 ¹⁴ C-prøve (nøtt) fra -8,15 moh	AD 1053-1061 og 1156-1221	C4	Kompakt, mørkebrun/-grå, tørt, ganske homogent gytjeaktig lag med en del makroskopisk organisk materiale

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
				BRM1278/29 botanisk prøve 016-6 fra -8,05 til -8,15 moh			som treflis, kvister og hasselnøttskall; økende innslag av stykker av blåskjell og andre skjell med dybde. Ingen H ₂ S lukt; ingen mørkning. God bevaringstilstand.
-8,25	-10,10	150			Forhistorisk	C0	Løs, våt, lysegrå/brunlig skjellsand (fin til grov sand) med litt makroskopisk organisk materiale som treflis og hasselnøttskall i toppen av sjiktet; ikke så mange stykker av blåskjell, men mange andre hvite skjell.
-10,10	-10,65	151			Forhistorisk	C0	Øverst naturavsetning. Løs, veldig våt, lyseblå/grålig silt, fin til grov sand.
-10,65	-11,65						Trolig morene – naverboret bråstoppet i toppen av sjiktet.
-10,65							Naverboring avsluttet.
-11,65							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Den samlede kulturlagstykkelsen var på ca. 8,30 meter (sjikt 132 og sjikt 150 er ikke tatt med).

Sjiktolkning

Sjikt 132, 133, 134 og 135 var moderne/nyere tids fyllmasser.

Sjikt 136 var et avfallslag.

Sjikt 137 var et utfyllingslag/avfallslag, trolig deponert da området var åpent til sjøen periodevis.

Sjikt 138 var treverk, trolig del av bolverk.

Sjikt 139 var muligens et brannlag.

Sjikt 140 var et utfyllingslag/avfallslag, trolig deponert da området var åpent til sjøen periodevis.

Sjikt 141 var treverk, trolig del av bolverk.

Sjikt 142 var et utfyllingslag/avfallslag, trolig deponert da området var åpent til sjøen periodevis.

Sjikt 143 var treverk, trolig del av bolverk.

Sjikt 144 var et utfyllingslag/avfallslag, trolig deponert da området var åpent til sjøen periodevis.

Sjikt 145 var et utfyllingslag, trolig deponert da området var åpent til sjøen periodevis.

Sjikt 146 var treverk, trolig del av bolverk.

Sjikt 147 var et utfyllingslag/avfallslag, trolig deponert da området var åpent til sjøen periodevis.

Sjikt 148 var treverk, trolig del av bolverk.

Sjikt 149 var et gytjeaktig sjøbunnslag.

Sjikt 150 var et sjøbunnslag (skjellsand).

Sjikt 151 var et geologisk lag.

4.2.6 Borepunkt DS1-025

Borepunktet lå ca. 6,5 meter innenfor Bryggens moderne kaikrone, nesten helt ved kaiens sørøstre ende. Dets koordinater var N6701150,984/Ø297547,080, og dagens asfaltoverflate lå 1,90 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
1,90	1,40	152			Mod	D0	Moderne overflate (asfalt) over sand/pukk som måtte slagbores igjennom. Det må være masser lagt ned i forbindelse med anleggelsen av den moderne kaien.
1,40	1,15	153			Mod	D0	Moderne sand og steiner.
1,15	Minst -3,60	154			Mod	D0	Kompakt, mørkegrå/brun moderne rubbel (sand, grus, pukk-/steinholdige masser med røde og gule teglstykker) med litt redeponert kulturlagsmateriale – vanskelig å komme igjennom med naverboret, så det var generelt lite som hang fast på boret. Det må være masser lagt ned i forbindelse med anleggelsen av den moderne kaien. Fra -0,10 til -1,10 moh var det en del fuktig, klebrig, mørkegrå humus/silt/-finsand. Fra -1,10 til -2,10 moh var det mindre jord, men mange røde teglstykker, særlig i den nedre halvmeteren av lengden; ikke så kompakt. Fra -2,10 til -3,10 moh var det lite på boret pga vann og rystelser. Ved -3,00 moh var det et kullsvart, fint lag som luktet svakt av H ₂ S, men det var neppe et kulturlag – kanskje heller gammelt kloakkutslipp, eller en annen type forurensning? Fra -3,10 til -3,60 moh var det ingen ting på boret. På -3,60 moh ble det bomstopp for naverboret – kanskje morene, kanskje en stor stein som er del av fundamentet for den moderne kaien.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
-3,60							Naverboring avsluttet.
-6,40							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Det ble ikke påtruffet kulturlag.

Sjiktolkning

Sjikt 152, 153 og 154 må være masser lagt ned i forbindelse med anleggelsen av den moderne kaien.

4.2.7 Borepunkt DS1-026

Borepunktet lå helt mot nordvest i parkeringslommen utenfor Bryggen 5. Dets koordinater var N6701165,578/Ø297558,496, og dagens asfaltoverflate lå 2,10 moh.

En miljøbrønn ble anlagt i nytt hull 1 meter sørøst for borepunktet; filteret er fra 0,35 til -0,65 moh (man kunne dessverre ikke komme lenger ned, selv med slagboring).

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
2,10	1,10	113			Mod	D0	Moderne overflate (asfalt) over tykk betong som måtte slagbores igjennom.
1,10	-1,00	114			Mod	D0	Moderne, halvkompakt rubbel/byggeavfall (sand, grus, steinholdige masser med røde og gule teglstykker og mørtelklumper) blandet med en del redeponert kulturlagsmateriale – det må være masser lagt ned i byggegropen i forbindelse med anleggelsen av de moderne bygningene. Stykker av moderne treverk ned til -1,00 moh.
-1,00	-2,10	115		BRM1278/3 ¹⁴ C-prøve (nøtt) fra -1,45 moh BRM1278/18 botanisk prøve 026-1 fra -1,20 til -1,30 moh Jordkjemisk prøve 026-1 fra -1,40 til -1,50 moh	AD 1667-1697, 1723-1782, 1796-1813, 1835-1881 og 1909-1950	C2	Typisk havneavsetning/-utfyllingslag: linser vekslende mellom mer sand/grus/stein og mer organisk materiale (sagflis, treflis, noen hasselnøttskall og enkelte stykker av bark/never); plettvis blåskjellstykker; ingen humus. De fleste komponenter lå vannrett. Middels H ₂ S lukt. Dårlig bevaringstilstand.
-2,10	-2,50	116		Jordkjemisk prøve 026-2 fra -2,40 til	Mid.	C3	Høyorganisk avfallslag: mye sagflis, treflis, hasselnøttskall, noe

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
				-2,50 moh			mose og røtter; noen bra-bevarte fiskebein; plettvis blåskjellstykker; ingen humus; tynne sandlinser. Komponenter lå på vilkårlige inklinasjonsvinkler. Sterk H ₂ S lukt. Middels bevaringstilstand.
-2,50	-2,70	117			Mid.	C4	Treverk, trolig liggende stokk. OK farge, lukt av kuttet furu. God bevaringstilstand.
-2,70	-4,55	118		BRM1278/4 ¹⁴ C-prøve (nøtt) fra -3,65 moh BRM1278/19 botanisk prøve 026-2 fra -3,60 til -3,70 moh Jordkjemisk prøve 026-3 fra -3,40 til -3,50 moh	AD 1226-1278	C4	Kompakt, høyorganisk avfallslag: mye sagflis, treflis, hasselnøttskall, noen røtter og små kvister; litt møkk ved -3,80 moh; et stykke lær; noen bra-bevarte fiskebein; stedvis mange blåskjellstykker; ingen humus; noen småsteiner; lite sand. De fleste komponenter lå vannrett. Sterk H ₂ S lukt; sakte mørkning. God bevaringstilstand.
-4,55	-4,70	119			Mid.	C3	Løst, brunlig, fint organisk materiale – usikkert hva; kanskje røtter, eller møkk? De fleste komponenter lå på vilkårlige inklinasjonsvinkler. Middels H ₂ S lukt. Middels bevaringstilstand.
-4,70	-5,00	120			Forhistorisk	C0	Øverst naturavsetning. Sjøbunnslag: løs, grå, våt, ustrukturert fin til grov sand med litt grus og en del blåskjellstykker og stykker av andre typer skjell.
-5,00	-5,90	121			Istids	C0	Trolig morene – naverboret bråstoppet i toppen av sjiktet.
-5,00							Naverboring avsluttet.
-5,90							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Grunnet en misforståelse ble materialet fra -3,90 til -4,90 moh fjernet fra boret av Norconsults folk før prøver kunne tas av arkeologen.

Den samlede kulturlagstykkelsen var på ca. 2,70 meter (sjikt 113 og 114 er ikke tatt med).

Sjiktolkning

Sjikt 113 og 114 må være masser lagt ned i byggegropen i forbindelse med anleggelsen av de moderne bygningene.

Sjikt 115 og 116 er utfyllingslag/avfallslag deponert i havnebassenget.

Sjikt 117 var treverk.

Sjikt 118 var et avfallslag.

Sjikt 119 har en usikker tolkning.

Sjikt 120 var et sjøbunnslag (skjellsand).

Sjikt 121 var trolig morene.

4.2.8 Borepunkt DS1-027

Borepunktet lå ca. 10 meter innenfor den moderne kaikronen, ytterst i veibanen utenfor Svensgården.

Dets koordinater var N6701267,257/Ø297442,088, og dagens asfaltoverflate lå 1,45 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
1,45	-0,05	157			Mod	D0	Moderne overflate (asfalt) over pukk/steiner som måtte slagbores igjennom.
-0,05	Minst -9,55	158			Mod	D0	(Lite på boret hele veien – materialet ble vasket og rystet av.) Våte, løse til kompakte, mørkegrå, moderne sand-, grus-, småstein-, stein- og teglholdige masser; deponert i forbindelse med anleggelse av den moderne kaien. Sterk lukt av diesel fra -0,35 til -0,85 moh. Avtagende diesel lukt fra -0,85 til -1,55 moh. Sterkere diesel lukt fra -1,55 til -1,95 moh. Fra -2,55 til -3,55 moh var det veldig lite på boret (pga vann og rystelser), men fremdeles en del diesel lukt. Fra -3,55 til -4,55 moh var det veldig lite på boret (pga vann og rystelser), men veldig sterk diesel lukt fra -4,35 til -4,45 moh. Fra -4,55 til -5,25 moh var det veldig lite på boret (pga vann og rystelser). Ved -5,25 moh ble det bomstopp for naverboret.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
							Derfra ble det brukt slagboring ned til -9,55 moh (11 meters dybde) uten at det var tegn til at massene ble mindre harde. Der avsluttet den arkeologiske overvåkingen.
-9,55							Naverboring avsluttet.
-16,15							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Det ble ikke påtruffet kulturlag.

Sjiktolkning

Sjikt 157 og 158 må være masser lagt ned i forbindelse med anleggelsen av den moderne kaien.

SANDBROGATEN

4.2.9 Borepunkt DS1-017

Borepunktet lå i gaten utenfor Sandbrogaten 5. Dets koordinater var N6701470,263/Ø297339,465, og dagens brosteinoverflate lå 2,80 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
2,80	1,80	100			Mod	D0	Moderne overflate (brostein) og veioppbyggingen (steinholdige masser) som måtte slagbores igjennom.
1,80	1,40	101			Mod/ nyere tids	D0	Nyere/moderne påførte masser: sand, grus, småsteiner, noen mindre steiner, noe mørkegrå humus, noen dårlig bevarte trestykker (alle vinkler); ingen synlige teglstykker.
1,40	1,10	102			1332?	A-	Brannlag, ikke in situ; trekull og aske; ingen synlige teglstykker.
1,10	0,45	103		BRM1278/1 ¹⁴ C-prøve (nøtt) fra 1,00 moh BRM1278/2 ¹⁴ C-prøve (kvist) fra 0,45 moh BRM1278/17 botanisk prøve 017-1	AD 1222-1276 AD 1035-1178 og 1192-1292	B4/ C4	Høyorganisk avfalls slag: sagflis, treflis, hasselnøttskall, noe mose og røtter; noen bra-bevarte dyrebein; plettvis blåskjellstykker; ingen humus. Middels H ₂ S lukt; sakte mørkning. God bevaringstilstand.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
				fra 0,90-0,80 moh Jordkjemisk prøve 017-1 fra 0,90-0,80 moh Jordkjemisk prøve 017-2 fra 0,55-0,45 moh			
0,45	0,20	104			Forhistorisk	C0	Sjøbunnslag: grå, fuktig, ustrukturert fin til grov sand med grus og småstein, en del blåskjellstykker, og litt organisk materiale helt i toppen.
0,20	-0,50	105				C0	Øverst naturavsetning. Plastisk, lysegrå, våt, fin/siltsand. Middels H ₂ S lukt!!
-0,50	-0,70	106					Trolig morene – naverboret bråstoppet i toppen av sjiktet.
-0,50							Naverboring avsluttet.
-0,70							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Den samlede kulturlagstykkelsen var på ca. 1,00 meter (sjikt 100 og 101 er ikke tatt med).

Sjiktolkning

Sjikt 100 og 101 var moderne/nyere tids fyllmasser.

Sjikt 102 var et ikke in-situ brannlag, kanskje fra 1702-brannen.

Sjikt 103 var et avfallslag deponert i tidevannssonen.

Sjikt 104 var et sjøbunnslag (skjellsand).

Sjikt 105 og 106 var geologiske lag.

4.2.10 Borepunkt DS1-018

Borepunktet lå i Sandbrogaten like ved fotgjengerfeltet utenfor Thon Hotel Orion, like sørvest for krysset med Øvre Dreggsallmenningen. Dets koordinater var N6701525,993/Ø297360,273, og dagens brosteinoverflate lå 4,05 moh.

En miljøbrønn ble anlagt i borepunktet; filteret er fra 1,95-0,95 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
4,05	2,35	159			Mod	D0	Moderne overflate (brostein) over pukk/steiner over kompakt, mørkegra jord med tegl og steiner.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
							Det luktet ille (ikke diesel, bare ufyselig).
2,35	1,80	160		BRM1278/12 ¹⁴ C-prøve (nøtt) fra 2,15 moh Jordkjemisk prøve 018-1 fra 2,30-2,20 moh	AD 1049-1082, 1132-1138 og 1151-1221	A2	Kompakt, mørkegrå/-brun, tørr, ustrukturert humus med en del nedbrutte treflis og et par hasselnøttskall; noe sand, grus og småsteiner; et par røde teglstykker. Middels, «varm» H ₂ S lukt; sakte mørkning. Dårlig bevaringstilstand.
1,80	1,60	161			Mid.	B4	Treverk, trolig liggende stokk. God farge, middels lukt av kuttet furu. God bevaringstilstand.
1,60	1,35	162		Jordkjemisk prøve 018-2 fra 1,55-1,45 moh	Mid.	B2	Kompakt, mørkegrå/-brun, tørr, ustrukturert humus med en del nedbrutte treflis og et par hasselnøttskall; noe sand, grus og småsteiner; et par røde teglstykker. En tynn linse med trekull – ikke nok til å kalle et brannlag. Inn i mellom var det noen pletter med renere humus. Middels, «varm» H ₂ S lukt; sakte mørkning. Dårlig bevaringstilstand.
1,35	1,15	163			Mid.	B0	Grå sand, grus, steiner.
1,15	0,40	164		BRM1278/13 ¹⁴ C-prøve (fibrer) fra 0,55 moh BRM1278/30 botanisk prøve 018-1 fra 1,15-1,05 moh BRM1278/31 botanisk prøve 018-2 fra 0,50-0,40 moh Jordkjemisk prøve 018-3	AD 994-1048, 1082-1127 og 1139-1150	C2/ C3	Plastisk, ganske homogen, rødbrun møkkaktig humus med noen fibrer og småflis, og enkelte neverstykker. Svak, «varm» H ₂ S lukt; middels-rask mørkning. Middels til dårlig bevaringstilstand. Imidlertid var lengden fra 1,15 til 0,60 moh ganske dårlig – det virket til at det meste var blitt erstattet av jord fra høyere oppe (det var bl.a. røde teglstykker).

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
				fra 0,60-0,50 moh			
0,40	0,25	165			Forhistorisk (trolig)	C0	(Lite på boret.) Løs, tørr, grå fin til grov sand med et par mindre steiner. Ingen synlige stykker av blåskjell.
0,25	0,05	166			Forhistorisk	C-	Kompakt, tørr, homogen brun gytje med lite av makroskopisk organisk materiale. Sterk H ₂ S lukt; middels-rask mørkning. Umulig å angi bevaringstilstand.
0,05	-0,35	167			Forhistorisk	C0	Øverst naturavsetning. Løs, våt, grå fin til grov sand, grus og småsteiner. Ingen synlige stykker av blåskjell.
-0,35	-0,55	168			Forhistorisk	C0	Sjøbunnslag: lysegrå, halvkompekt, fuktig skjellsand; noe brunlig silt/finsand i toppen av sjiktet.
-0,55	-0,65	169			Forhistorisk	C0	Løs, våt, lysegrå fin til grov sand, grus og småsteiner. Ingen synlige stykker av blåskjell.
-0,65	-1,95	170			Forhistorisk	C0	Klebrig, våt, lysegrå(grønn)lig silt/finsand. Ingen synlige stykker av blåskjell.
-1,95	-3,85	171			Istids	C0	Trolig morene – naverboret bråstoppet i toppen av sjiktet.
-1,95							Naverboring avsluttet.
-3,85							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Den samlede kulturlagstykkelsen var på ca. 2,00 meter (sjikt 159 er ikke tatt med).

Sjiktolkning

Sjikt 159 var moderne/nyere tids fyllmasser.

Sjikt 160 var en form for bosetningslag, trolig med et visst innhold av ekskrement.

Sjikt 161 var treverk, trolig en stakk, kanskje del av en bygning.

Sjikt 162 var en form for bosetningslag, trolig med et visst innhold av ekskrement.

Sjikt 163 var et sand-, grus og steinlag.

Sjikt 164 var en form for bosetningslag, trolig med et visst innhold av ekskrement.

Sjikt 165 var et sandlag.

Sjikt 166 var et gytjelag, trolig i lagunen Veisan.

Sjikt 167, 168, 169, 170 og 171 var geologiske lag sjikt 168 var et sjøbunnslag av skjellsand.

4.2.11 Borepunkt DS1-020

Borepunktet lå i det nordvestre fortauet i Sandbrogaten, et stykke nordøst for krysset med Øvre Dreggsallmenningen. Dets koordinater var N6701553,179/Ø297372,635, og dagens asfaltoverflate lå 4,15 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
4,15	2,65	122			Mod	D0	(Intet materiale på boret.) Moderne fortausoverflate (asfalt) over tykt pukklag: det måtte brukes slagboring for å komme igjenom med naverboret.
2,65	1,70	123			Mod	D0	Moderne steinholdige fyllmasser med røde teglstykker.
1,70	1,60	124			Mid.	B-	Grå, ustrukturert humus med noen nedbrutte treflis, enkelte trekullstykker og noen steiner; ingen synlige teglstykker. Umulig å angi bevaringstilstand.
1,60	1,15	125		BRM1278/5 ¹⁴ C-prøve (nøtt) fra 1,20 moh BRM1278/20 botanisk prøve 020-1 fra 1,35-1,25 moh Jordkjemisk prøve 020-1 fra 1,45-1,35 moh	AD 1274-1301 og 1369-1378	C3	Kompakt, rødbrun humus med noen vannrette, dårlig bevarte treflis, noen hasselnøttskall, enkelte dyrebeinsstykker og veldig trolig møkk/ekskrement. Middels, «varm» H ₂ S lukt; rask mørkning. Middels god bevaringstilstand.
1,15	0,80	126			Mid.	C0	(Lite på boret.) Løse, våte, mørkegrå sand-, grus og steinholdige masser.
0,80	0,55	127			Mid.	C4	Kompakt, rødbrun humus med noen vannrette, middels-god bevarte treflis, noen hasselnøtt-skall, enkelte dyrebein-stykker og veldig trolig møkk/ekskrement. Middels, «varm» H ₂ S lukt; rask mørkning. God bevaringstilstand.
0,55	-0,15	128		BRM1278/6 ¹⁴ C-prøve (nøtt) fra 0,35 moh	AD 1041-1107, 1115-1180 og	C5	Kompakt (bortsett fra 0,35-0,15 moh), laminert, gulgrønnlig møkk med mange fibrer/mose,

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
				BRM1278/21 botanisk prøve 020-2 fra 0,45-0,35 moh Jordkjemisk prøve 020-2 fra 0,55-0,45 moh	1188-1210		enkelte hasselnøttskall, noen små og større kvist. Østersskall ved -0,05 moh. Sterk H ₂ S lukt; rask mørkning. Utmerket bevaringstilstand.
-0,15	-0,35	129			Mid.	C0	Lysegrå, løs, fuktig finsand.
-0,35	-1,30	130		BRM1278/7 ¹⁴ C-prøve (gytje) fra -0,65 moh BRM1278/8 ¹⁴ C-prøve (gytje) fra -1,25 moh BRM1278/22 botanisk prøve 020-3 fra -0,55 til -0,65 moh BRM1278/23 botanisk prøve 020-4 fra -1,15 til -1,25 moh Jordkjemisk prøve 020-3 fra -0,45 til -0,55 moh	BC 175-45 BC 1675-1653 og 1642-1505	C-	Veldig kompakt, homogen brun gytje med noen få vannrette, bra bevarte treflis, og noen små stykker av blåskjell. Middels H ₂ S lukt; sakte mørkning. Umulig å angi bevaringstilstand.
-1,30	↓	131			Forhistorisk		Øverst naturavsetning. Sjøbunnslag: lysegrå, myk, våt skjellsand.
-1,85							Naverboring avsluttet.
-6,35							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Den samlede kulturlagstykkelsen var på ca. 2,00 meter (sjikt 122 og 123 er ikke tatt med).

Sjiktolkning

Sjikt 122 og 123 var moderne/nyere tids fyllmasser.

Sjikt 124 var en form for bosetningslag.

Sjikt 125 var en form for bosetningslag, trolig med et visst innhold av ekskrement.

Sjikt 126 var et sand-, grus og steinlag.

Sjikt 127 var en form for bosetningslag, trolig med et visst innhold av ekskrement.

Sjikt 128 var en form for bosetningslag, trolig med et visst innhold av møkk.

Sjikt 129 var et sandlag.

Sjikt 130 var et gytjelag og sjikt 131 var et sjøbunnslag (skjellsand), trolig i lagunen Veisan.

4.2.12 Borepunkt DS1-021

Borepunktet lå i det nordvestre fortauet i Sandbrogaten, utenfor Museumsbygningen, Koengen, og ca. 15 meter sørvest for det store treet som vokser midt i gaten. Dets koordinater var N6701589,493/Ø297389,333, og dagens asfaltoverflate lå 4,70 moh.

En miljøbrønn ble anlagt i borepunktet; filteret er fra 1,50-0,50 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
4,70	Ca. 2,30	177			Mod	D0	(Intet materiale på boret.) Moderne fortausoverflate (asfalt) over tykt pukklag med en del store steiner som det måtte brukes slagboring for å komme igjennom med naverboret. Fyllmasser for forhøyet fortau – forhøyet i forhold til Koengen-området.
Ca. 2,30	0,60	178			Mod	D0	Grå, tørre, veldig sand-, stein- og teglholdige masser med noen nedbrutte treflis. Laget virket veldig omdannet. Fra 1,70 til 0,60 moh: lite på boret – virket veldig blandet, og med større andel sand, grus og steiner. Krittpestilk ved 2,05/2,00 moh. Røde teglstykker nede til minst 0,80 moh. Ut fra kommunalt kart, kan det se ut til at sjikt 178 er fyllmasser langs nordvestsiden av grøften for en avløpsledning.
0,60	0,20	179		BRM1278/15 ¹⁴ C-prøve (treflis) fra 0,25 moh BRM1278/33 botanisk prøve 021-1 fra 0,35-0,25 moh Jordkjemisk prøve 021-1 fra 0,45-0,35 moh	AD 979-982 og 990-1033	A4	Kompakt, fuktig, ganske homogen gråsvart organisk lag av typen « <i>shit-in-a-swamp</i> »*; en del bra bevarte, vannrette treflis og kvister; stedvis stykker av blåskjell, og en del av en dyrekjeve. Svak H ₂ S lukt; ingen mørkning. God bevaringstilstand. * <i>den botaniske analysen tyder på at det er en ferskvannsgytje/mudder.</i>

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
0,20	0,05	180			Forhistorisk	A0/B0	Løs, fuktig, grå fin til grov sand med noe grus. Ingen synlige stykker av blåskjell.
0,05	↓	181		BRM1278/16 ¹⁴ C-prøve (gytje) fra 0,00 moh BRM1278/34 botanisk prøve 020-2 fra 0,00 til -0,10 moh	BC 394-352, 289-227 og 221-209	B-/C-	Kompakt, tørr, homogen rik-brun gytje med noen få vannrette, bra bevarte treflis; et par steiner. Ingen synlige stykker av blåskjell. Middels H ₂ S lukt; sakte mørkning. Umulig å angi bevaringstilstand.
-0,30							Naverboring avsluttet ved -0,30 moh for ikke å punktere kulturlagene (av hensyn til miljøbrønnen).
-2,30							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Den samlede kulturlagstykkelsen var på bare ca. 0,50 meter (sjikt 177 og 178 er ikke tatt med), men det mangler en god del kulturlag på grunn av grøftegraving.

Sjiktolkning

Sjikt 177 var moderne fyllmasser.

Sjikt 178 var sannsynligvis fyllmasser i en avløpsgrøft.

Sjikt 179 var trolig en form for ferskvannsgytje/mudder deponert i sumpete forhold.

Sjikt 180 var et sand- og gruslag.

Sjikt 181 var et gytjelag, trolig i lagunen Veisan.

4.2.13 Borepunkt DS1-023

Borepunktet lå helt mot nordøst i Sandbrogaten, utenfor garasjene under Nye Sandviksveien 16.

Dets koordinater var N6701627,530/Ø297427,957, og dagens asfaltoverflate lå 6,20 moh.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
6,20	5,30	107			Mod	D0	Moderne overflate (asfalt) og veioppbyggingen (pukk-/steinholdige masser) – vanskelig å komme igjennom med naverboret.
5,30	4,85	108			Mod	D0	(Lite på boret øverst.) Ymse, ustrukturerte moderne fyllmasser iblandet rivningsmateriale, med flere mindre steiner, noen røde teglstykker og et skår moderne glass.
4,85	4,75	109			Forhistorisk	A0	(Lite på boret.) Øverst naturavsetning.

Moh fra	Moh til	Sjikt-nummer	Samme som sjiktnr.	¹⁴ C-datering/-funn/-prøver	Periode	Bev	Beskrivelse av innhold
							Trolig våt, grov sand, grus og småsteiner.
4,75	4,30	110			Forhistorisk	A0	Kompakt, lysegrønn-/gul-/grålig leire og silt.
4,30	↓	111			Istids	A0	Trolig morene – naverboret bråstoppet i toppen av sjiktet.
4,30							Naverboring avsluttet.
-1,60							Fjell (fra totalsonderingen like ved).

Det ble ikke påtruffet kulturlag.

Sjiktolkning

Sjikt 107 og 108 var moderne fyllmasser.

Sjikt 109 og 110 var geologiske lag.

Sjikt 111 var trolig morene.

5 Datering & funn

Karbondateringene ble utført av 14Chrono, Belfast (se vedlegg 2).

Ingen arkeologiske gjenstander ble samlet inn.

5.1 DS1-013

5.1.1 Karbondatering

En dateringsprøve ble samlet inn.

- En prøve av gytje (tilvekstnummer BRM1278/36, lab. ref.-nr. UB-49063) fra -9,10 moh i sjikt 185 er datert til 951±20 BP, kalibrert til AD 1033-1053 og 1061-1157 (medialsannsynlighet AD 1102).

5.2 DS1-014

5.2.1 Karbondatering

En dateringsprøve ble samlet inn.

- Et hasselnøttskall (tilvekstnummer BRM1278/14, lab. ref.-nr. UB-48611) fra -8,00 moh i sjikt 174 er datert til 962±25 BP, kalibrert til AD 1027-1053, 1061-1067 og 1075-1157 (medialsannsynlighet AD 1100).

5.2.2 Arkeologisk dateringsmateriale

Det ble funnet et bukskår av alminnelig etterreformatorisk rødgoods ved -6,20 moh i sjikt 173.

5.3 DS1-016

5.3.1 Karbondateringer

Tre dateringsprøver ble samlet inn.

- Et hasselnøttskall (tilvekstnummer BRM1278/9, lab. ref.-nr. UB-48606) fra -1,55 moh i sjikt 136 er datert til 163±22 BP, kalibrert til AD 1665-1697, 1723-1784, 1795-1813, 1835-1881 og 1909-1950 (medialsannsynlighet AD 1772).
- Et hasselnøttskall (tilvekstnummer BRM1278/10, lab. ref.-nr. UB-48607) fra -5,55 moh i sjikt 147 er datert til 647±20 BP, kalibrert til AD 1288-1323 og 1356-1392 (medialsannsynlighet AD 1360).
- Et hasselnøttskall (tilvekstnummer BRM1278/11, lab. ref.-nr. UB-48608) fra -8,15 moh i sjikt 149 er datert til 875±19 BP, kalibrert til AD 1053-1061 og 1156-1221 (medialsannsynlighet AD 1187).

Det er god innbyrdes samsvar mellom de tre dateringsprøvene.

5.4 DS1-026

5.4.1 Karbondateringer

To dateringsprøver ble samlet inn.

- Et hasselnøttskall (tilvekstnummer BRM1278/3, lab. ref.-nr. UB-48600) fra -1,45 moh i sjikt 115 er datert til 159 ± 20 BP, kalibrert til AD 1667-1697, 1723-1782, 1796-1813, 1835-1881 og 1909-1950 (medialsannsynlighet AD 1774).
- Et hasselnøttskall (tilvekstnummer BRM1278/4, lab. ref.-nr. UB-48601) fra -3,65 moh i sjikt 118 er datert til 770 ± 21 BP, kalibrert til AD 1226-1278 (medialsannsynlighet AD 1260).

Det er god innbyrdes samsvar mellom de to dateringsprøvene, men det må sies at dateringen fra sjikt 115 er noe overraskende ung.

5.5 DS1-017

5.5.1 Karbondatering

To dateringsprøver ble samlet inn.

- Et hasselnøttskall (tilvekstnummer BRM1278/1, lab. ref.-nr. UB-48598) fra 1,00 moh i sjikt 103 er datert til 784 ± 25 BP, kalibrert til AD 1222-1276 (medialsannsynlighet AD 1248).
- Et stykke kvist (tilvekstnummer BRM1278/2, lab. ref.-nr. UB-48599) fra 0,45 moh i sjikt 103 er datert til 923 ± 26 BP, kalibrert til AD 1035-1178 og 1192-1292 (medialsannsynlighet AD 1103).

Det er god innbyrdes samsvar mellom de to dateringsprøvene.

Brannlaget sjikt 102 kan stamme fra brannen i 1332.

5.6 DS1-018

5.6.1 Karbondateringer

To dateringsprøver ble samlet inn.

- Et hasselnøttskall (tilvekstnummer BRM1278/12, lab. ref.-nr. UB-48609) fra 2,15 moh i sjikt 160 er datert til 885 ± 23 BP, kalibrert til AD 1049-1082, 1132-1138 og 1151-1221 (medialsannsynlighet AD 1177).
- Organiske fibrer (tilvekstnummer BRM1278/13, lab. ref.-nr. UB-48610) fra 0,55 moh i sjikt 164 er datert til 999 ± 22 BP, kalibrert til AD 994-1048, 1082-1127 og 1139-1150 (medialsannsynlighet AD 1031).

Det er god innbyrdes samsvar mellom de to dateringsprøvene.

5.7 DS1-020

5.7.1 Karbondateringer

Fire dateringsprøver ble samlet inn.

- Et hasselnøttskall (tilvekstnummer BRM1278/5, lab. ref.-nr. UB-48602) fra 1,20 moh i sjikt 125 er datert til 704 ± 20 BP, kalibrert til AD 1274-1301 og 1369-1378 (medialsannsynlighet AD 1286).
- Et hasselnøttskall (tilvekstnummer BRM1278/6, lab. ref.-nr. UB-48603) fra 0,35 moh i sjikt 128 er datert til 913 ± 20 BP, kalibrert til AD 1041-1107, 1115-1180 og 1188-1210 (medialsannsynlighet AD 1103).
- En prøve av gytje (tilvekstnummer BRM1278/7, lab. ref.-nr. UB-48604) fra -0,65 moh i sjikt 130 er datert til 2100 ± 23 BP, kalibrert til BC 175-45 (medialsannsynlighet BC 112).
- En prøve av gytje (tilvekstnummer BRM1278/8, lab. ref.-nr. UB-48605) fra -1,25 moh i sjikt 130 er datert til 3314 ± 32 BP, kalibrert til BC 1675-1653 og 1642-1505 (medialsannsynlighet BC 1578).

Det er god innbyrdes samsvar mellom de fire dateringsprøvene.

5.8 DS1-021

5.8.1 Karbondateringer

To dateringsprøver ble samlet inn.

- Et stykke treflis (tilvekstnummer BRM1278/15, lab. ref.-nr. UB-48612) fra 0,25 moh i sjikt 179 er datert til 1036 ± 22 BP, kalibrert til AD 979-982 og 990-1033 (medialsannsynlighet AD 1008).

- En prøve av gytje (tilvekstnummer BRM1278/16, lab. ref.-nr. UB-48613) fra 0,00 moh i sjikt 181 er datert til 2266 ± 20 BP, kalibrert til BC 394-352, 289-227 og 221-209 (medialsannsynlighet BC 311).

Det er god innbyrdes samsvar mellom de to dateringsprøvene.

5.8.2 Arkeologisk dateringsmateriale

Det ble funnet en krittpestilk ved 2,05/2,00 moh i sjikt 178, men funnet kan ses bort fra siden det er rimelig sikkert at sjiktet representerer fyllmasser langs nordvestsiden av grøften for en avløpsledning.

5.9 Datering: konklusjoner

5.9.1 Bryggen

I borepunkt DS1-013 er overgangen til middelalderske kulturlag på en dybde av 10,15 meter (-8,45 moh), men dette skyldes at området var mudret for den moderne kaien og de øvrige kulturlag ble fjernet og erstattet med moderne masser.

I borepunkt DS1-014 er overgangen til middelalderske kulturlag på en dybde av 9,00 meter (-7,50 moh), men dette skyldes at området var mudret for den moderne kaien og de øvrige kulturlag ble fjernet og erstattet med moderne masser.

I borepunkt DS1-016 ser det ut til at overgangen til middelalderske kulturlag ligger på en dybde av 3,80 meter (-2,45 moh).

I borepunkt DS1-026 ser det ut til at overgangen til middelalderske kulturlag ligger på en dybde av 4,20 meter (-2,10 moh).

5.9.2 Sandbrogaten

I borepunkt DS1-017 ser det ut til at overgangen til middelalderske kulturlag ligger på en dybde av 1,40 meter (1,40 moh).

I borepunkt DS1-018 ser det ut til at overgangen til middelalderske kulturlag ligger på en dybde av 1,70 meter (2,35 moh).

I borepunkt DS1-020 ser det ut til at overgangen til middelalderske kulturlag ligger på en dybde av 2,45 meter (1,70 moh).

I borepunkt DS1-021 ser det ut til at overgangen til middelalderske kulturlag ligger på en dybde av 4,10 meter. Imidlertid er denne store dybden resultatet av tilstedeværelsen av en dyp avløpsledningsgrøft.

6 Resultater fra de botaniske analysene

Det henvises til vedlagt rapport fra QUEST (Morandi et al. 2022; vedlegg 1).

6.1 Borepunkt DS1-013

BRM1278/35 botanisk prøve 013-1 fra -9,05 til -9,15 moh gytje i sjikt 185

6.2 Borepunkt DS1-014

BRM1278/32 botanisk prøve 014-1 fra -7,85 til -7,95 moh gytje i sjikt 174

6.3 Borepunkt DS1-016

BRM1278/24 botanisk prøve 016-1 fra -1,85 til -1,95 moh i sjikt 136

BRM1278/25 botanisk prøve 016-2 fra -3,15 til -3,25 moh i sjikt 142

BRM1278/26 botanisk prøve 016-3 fra -4,05 til -4,15 moh i sjikt 145

BRM1278/27 botanisk prøve 016-4 fra -5,05 til -5,15 moh i sjikt 147

BRM1278/28 botanisk prøve 016-5 fra -7,25 til -7,35 moh i sjikt 147

BRM1278/29 botanisk prøve 016-6 fra -8,05 til -8,15 moh i sjikt 149

6.4 Borepunkt DS1-026

BRM1278/18 botanisk prøve 026-1 fra -1,20 til -1,30 moh i sjikt 115

BRM1278/19 botanisk prøve 026-2 fra -3,60 til -3,70 moh i sjikt 118

6.5 Borepunkt DS1-017

BRM1278/17 botanisk prøve 017-1 fra 0,90-0,80 moh i sjikt 103

6.6 Borepunkt DS1-018

BRM1278/30 botanisk prøve 018-1 fra 1,15-1,05 moh i sjikt 164

BRM1278/31 botanisk prøve 018-2 fra 0,50-0,40 moh i sjikt 164

6.7 Borepunkt DS1-020

BRM1278/20 botanisk prøve 020-1 fra 1,35-1,25 moh i sjikt 125

BRM1278/21 botanisk prøve 020-2 fra 0,45-0,35 moh i sjikt 128

BRM1278/22 botanisk prøve 020-3 fra -0,55 til -0,65 moh i sjikt 130

BRM1278/23 botanisk prøve 020-4 fra -1,15 til -1,25 moh i sjikt 130

6.8 Borepunkt DS1-021

BRM1278/33 botanisk prøve 021-1 fra 0,35-0,25 moh i sjikt 179

BRM1278/34 botanisk prøve 020-2 fra 0,00 til -0,10 moh i sjikt 181

7 Kulturhistoriske tolkninger

Borepunkter DS1-012, DS1-013, DS1-015, DS1-025 og DS1-027 inneholdt fyllmasser dumpet etter mudringen foretatt i forbindelse med anleggelsen av den moderne kaien.

Borepunkt DS1-014 ser ut til å ligge utenfor området som ble mudret tidlig på 1900-tallet, men mesteparten av massene er av nyere dato.

Borepunkter DS1-016 og DS1-026 viser typiske kulturlagssekvenser forbundet med utfyllingen av havneområdet, med en stor andel av organiske sjikt og – særlig for DS1-016 – sjikt med treverk som bør være stokker i bolverkskar. At den samlede kulturlagstykkelsen i DS1-016 er mye større enn i DS1-026 skyldes at førstnevnte ligger i havneområdet hvor det fantes en markant marbakke.

Gytjelaget registrert i borepunkter DS1-013, DS1-014 og DS1-016 er ikke et egentlig kulturlag, men det er datert til den tidlige middelalderen og følgelig kan inneholde informasjon om bosetning på land. Det må tolkes som et sjøbunnslag akkumulert i Vågen, i havnebassenget utenfor kaifronten langs Bryggen.

Borepunkt DS1-017 inneholdt kulturlag tilknyttet bosetning i Dreggen, den nordvestre delen av Bryggen-området.

Borepunkter DS1-018, DS1-020 og DS1-021 inneholdt kulturlag avsatt dels i forbindelse med utfyllingen av lagunen Veisan og dels i forbindelse med etterfølgende bosetning i det som kan regnes for den nordligste delen av Dreggen-området.

Borepunkt DS1-023 inneholdt bare moderne masser over geologiske lag.

8 Resultater fra de jordkjemiske og jordfysiske analysene

8.1 Innledning

I forbindelse med boringer for Bybanen i 2022 ble det tatt jordprøver av NIKU v/ Rory Dunlop fra syv borepunkter, totalt 18 jordprøver. Jordprøvene ble overlevert til COWI for håndtering og forsendelse til analyse. Jordprøvene er analysert for pakkene S1 og S2 (ihht. NS9451:2009) hos det akkrediterte laboratoriet Eurofins.

Analyseresultatene er vist i Tabeller 1-5. Vurdering av bevaringsforhold er vist i Tabell 6 og er basert på NS9451:2009.

Litt generelle utgangspunkt for vurderingene er at mye ammonium i prøven kan indikere økt mikrobiell aktivitet lokalt i jordlaget. Det kan også indikere at organiske forbindelser i kulturlaget blir raskere nedbrutt.

Høy sulfidkonsentrasjon tyder på reduktive forhold i grunnen og fravær av oksygen både i form av løst O₂, men også fra nitrat, noe som tilsier gode bevaringsforhold.

Økt mengde av siktemasse <5mm indikerer at strukturen og prøven er nedbrutt (med mindre prøven inneholder mye uorganisk materiale eller sandpartikler). I slike sammenhenger er det viktig å vurdere organisk innhold (glødetap) av prøven i tillegg til andel siktemasse <5mm for å illustrere mulig bevaring av organiske gjenstander i kulturlaget. Økt karbon-nedbrytning som er resultat av økt mikrobiell aktivitet, vil gi mye mindre partikkelstørrelser i jordpartikler.

8.1.1 Borepunkt DS1-014

Det er tatt en jordprøve i dette borepunktet. Resultatene er vist i Tabell 2 og viser en svakt basisk pH og lav konduktivitet, som indikerer at det ikke er korrosive forhold.

Det er en relativt høy ammoniumkonsentrasjon, og nitratkonsentrasjonen er under deteksjonsgrensen. Siden det ikke er noe nitrat i prøven, kan det tyde på at det har vært nitratreducerende bakterier til stede.

Konsentrasjonene for Fe (II) er under deteksjonsgrensen og total jernkonsentrasjon er på 13 000 mg/kg. Dette indikerer at mesteparten av jernet enten er bundet som mineraljern, sulfider eller treverdige jernoksider.

Sulfatverdien er 180 mg/kg og sulfidverdien er 230 mg/kg. Dette viser at det er tilstrekkelig med sulfat til stede for sulfiddannelse. Innholdet av sulfid indikerer reduktive forhold i jordlaget noe som er positivt for bevaringsforholdene.

Fraksjonen <5mm er 100 %. Prøven inneholdt relativt mye organisk materialet, som kan tyde på strukturen og prøven er nedbrutt. Dette tyder på at bevaring av organisk materialet tidligere har vært mindre gode.

Prøven har høy sulfidkonsentrasjon og lav nitratkonsentrasjon som illustrerer at både organisk og uorganisk materiale har gode bevaringsforhold. Resultatene fra nitrat, ammonium og partikkelstørrelse kan tyde på at det tidligere ikke har vært like bra forhold.

Vurderingen av bevaringsforholdene er vist i Tabell 6.

Tabell 1. Jordanalyser fra borepunkt DS1-014.

Parameter	Enhet	DS1-014-1
Prøvedybde	moh	-7,95 til -8,05
pH		8,1
Konduktivitet	µS/cm	230
Sulfat	mg/kg	180
Sulfid	mg/kg	230
Ammonium-N	mg/kg	110
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/kg	< 0,23
Jern (Fe)	mg/kg	13 000
Jern (Fe (II))	mg/kg	<1
Prøvepreparering (<5mm sikting)	%(w/w)	100,0
Total tørrstoff glødetap	% TS	32,8
Total tørrstoff	%	44,8

8.1.2 Borepunkt DS1-016

Det er tatt fem jordprøver i dette borepunktet. For to av prøvene ble det ikke analysert for konduktivitet og nitrat, grunnet for lite prøvematerialet. Resultatene er vist i Tabell 2.

I den øverste prøven er pH 8, mens i de dypere liggende prøvene er pH fra 6,8 til 6,0. Dette indikerer svakt basiske forhold i øverste prøven og svakt sure forhold i de dypere lagene. Dersom pH er < 6 vil forholdene kunne være korrosive for metallgjenstander. Konduktiviteten varierer fra 420 til 670 µS/cm.

I tre av prøvene er ammoniumkonsentrasjonen under deteksjonsgrensen, og det er påvist lave konsentrasjoner i to av prøvene, 6,2 og 12 mg/kg. Nitrat er påvist i alle prøver i økende grad nedover i borepunktet. Nitrat kan benyttes som oksygenkilde for nitratreduserende bakterier.

Konsentrasjonene for Fe (II) er under deteksjonsgrensen i alle prøver. Totale jernkonsentrasjoner varierer fra 1 100 til 19 000 mg/kg. Den laveste konsentrasjonen er i prøvepunkt 2. Dette indikerer at mesteparten av jernet enten er bundet som mineraljern, sulfider eller treverdige jernoksider.

Sulfatverdiene er høye i alle prøvene varierende fra 1 500 til 5 500 mg/kg. Dette viser at det er tilstrekkelig med sulfat til stede for sulfiddannelse. Resultatene viser også høye sulfidkonsentrasjoner varierende fra 110 til 500 mg/kg. Sulfidkonsentrasjonen indikerer reduktive forhold og fravær av oksygen i løst form. Prøvene inneholder noe nitrat som kan benyttes som oksygenkilde av nitratreduserende bakterier.

Fraksjonen <5mm er varierende i profilet. I de to øverste prøvene utgjør fraksjonen 32 og 23 %, mens i de dypere massene utgjør fraksjonen mellom 50 og 60 %. Det organiske innholdet i prøvene er middels i prøve 1 og 4, mens det er høyt i de øvrige prøvene. Basert på dette kan bevaringen av organisk materialet betegnes som gode og middels.

Alle lag har høy sulfidkonsentrasjon og det er fremdeles sulfat til stede for videre sulfatreduksjon. Resultatene for nitrat, ammonium og partikkelstørrelse kan tyde på at det er oksygen i massene, men det er fortsatt lite materiale i fraksjonen <5mm og mye organisk masse. Dette kan tyde på at massene har vært godt bevart.

Vurderingen av bevaringsforholdene er vist i Tabell 6.

Tabell 2. Jordanalyser fra borepunkt DS1-016.

Parameter	Enhet	DS1-016-1	DS1-016-2	DS1-016-3	DS1-016-4	DS1-016-5
Prøvedybde	moh	-0,00 til -0,10	-1,45 til -1,55	-2,00 til -2,10	-4,15 til -4,25	-5,15 til -5,25
pH		8,0	6,1	6,3	6,8	6,0
Konduktivitet	µS/cm	420		600	670	
Sulfat	mg/kg	1500	5500	2800	2900	1100
Sulfid	mg/kg	110	280	290	500	190
Ammonium-N	mg/kg	<1,4	6,2	<2,8	<1,8	12
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/kg	1,4		34	70	
Jern (Fe)	mg/kg	11000	1100	6300	19000	7300
Jern (Fe (II))	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1
Prøvepreparering (<5mm sikting)	%(w/w)	31,6	22,8	60,2	49,6	52,1
Total tørrstoff glødetap	% TS	11,4	34,5	31,4	16,5	60,8
Total tørrstoff	%	64,4	30,5	39,4	52,7	29,2

8.1.3 Borepunkt DS1-017

Det er tatt to jordprøver i dette borepunktet, se resultatene i Tabell 3. I den høyere prøven er det pH 5,7 og i den dypere 7,1. Det betyr at det er sure og korrosive forhold øverst og nøytral pH dypere i massen. Konduktiviteten er fra 880 til 1 400 µS/cm, med den høyeste verdien i den dypere prøven.

Ammoniumkonsentrasjonene er begge under deteksjonsgrensen, mens det er nitrat til stede i prøvene. Nitrat kan benyttes som oksygenkilde for nitratreducerende bakterier som vil kunne danne ammonium. Dette har ikke skjedd her.

Konsentrasjonene for Fe (II) er under deteksjonsgrensen i alle prøver. Total jernkonsentrasjon er størst i den høyere prøven, 12 000 mg/kg og lavere i den dypere prøven, 6 500 mg/kg. Dette indikerer at mesteparten av jernet enten er bundet som mineraljern, sulfider eller treverdige jernoksider.

Sulfatverdiene er høye, med konsentrasjoner på 4 400 og 12 000 mg/kg. Dette viser at det er tilstrekkelig med sulfat til stede for sulfiddannelse. Resultatene viser moderate konsentrasjoner av sulfid i prøvene.

Fraksjonen <5mm er 100 % i den høyere prøven og 51 % i den dypere prøven. Det er høyt organisk innhold på i overkant av 50 % i begge prøver. Dette kan tyde på at organiske masser er nedbrutt, spesielt i øverste laget, og basert på dette kan bevaringen av organisk materiale betegnes som mindre gode.

Begge lag har høye sulfidkonsentrasjoner, men fravær av ammonium og tilstedeværelse av nitrat. Nitrat kan benyttes som oksygenkilde for bakterier. Resultatene fra nitrat, ammonium og partikkelstørrelse kan tyde på at det ikke har vært og ikke er gode bevaringsforhold i massene.

Vurderingen av bevaringsforholdene er vist i Tabell 6.

8.1.4 Borepunkt DS1-018

Det er tatt tre jordprøver i dette borepunktet. pH i alle prøvene er mellom 7,4 til 7,7, som vil si at det er nøytrale til svakt basiske forhold noe som er positivt for bevaringsforholdene. Det er relativt moderat konduktivitet fra 200-360 µS/cm. Resultatene er vist i Tabell 3.

Det er relativt lave ammoniumkonsentrasjoner, men de er høyere enn nitratkonsentrasjonene i alle prøver. Dette kan tyde på at det skjer eller har skjedd nitratreduksjon i massene.

I de to øverste prøvene er det lave sulfatkonsentrasjoner og tilstedeværelse av sulfid. I den dypeste prøven er sulfatkonsentrasjonen høyere enn sulfidkonsentrasjonen. Tilstedeværelse av sulfat tilsier at det fremdeles kan foregå sulfatreduksjon. Sulfid til stede indikerer reduktive forhold i jordlagene.

Fraksjonen <5mm er 100 % i alle prøvene og lavt til middels innhold av organisk materiale. Dette tyder på at organiske masser er nedbrutt, og basert på dette kan bevaringen av organisk materiale betegnes som mindre god.

De to øverste prøvene har høyere sulfidkonsentrasjoner enn sulfat, det er også generelt lave konsentrasjoner av ammonium og tilstedeværelse av nitrat i prøvene. Tilstedeværelsen av sulfid indikerer reduktive forhold som er bra mht. bevaring.

Vurderingen av bevaringsforholdene er vist i Tabell 6.

Tabell 3. Jordanalyser fra borepunkt DS1-017 og DS1-018.

Parameter	Enhet	DS1-017-1	DS1-017-2	DS1-018-1	DS1-018-2	DS1-018-3
Prøvedybde	moh	0,90-0,80	0,55-0,45	2,30-2,20	1,55-1,45	0,60-0,50
pH		5,7	7,1	7,5	7,7	7,4
Konduktivitet	µS/cm	880	1 400	360	200	310
Sulfat	mg/kg	4 400	12 000	50	21	65
Sulfid	mg/kg	290	390	60	78	240
Ammonium-N	mg/kg	<3,5	<3,2	7,7	4,4	21
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/kg	64	84	0,42	0,35	<0,21
Jern (Fe)	mg/kg	12 000	6 500	7 600	9 800	13 000
Jern (Fe (II))	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1
Prøvepreparering (<5mm sikting)	%(w/w)	100	51,2	100,0	100,0	100,0
Total tørrstoff glødetap	% TS	54,2	52,4	36,4	14,3	32,9
Total tørrstoff	%	30,3	28,6	45,7	63,3	38,1

8.1.5 Borepunkt DS1-020

Det er tatt tre jordprøver i dette borepunktet, se resultatene i Tabell 4. pH er svakt sur i de to øverste prøvene og nøytral i den dypeste. Konduktiviteten også ganske lik i de to øverste, 230-260 µS/cm og høyere i den dypeste, 750 µS/cm.

Alle ammoniumkonsentrasjonene er under deteksjonsgrensen, mens nitratkonsentrasjonen øker nedover i massene, fra 150 til 850 mg/kg. Nitrat kan benyttes som oksygenkilde for nitratreduserende bakterier, men fravær av ammonium tyder ikke på en slik reaksjon i disse lagene.

Det er høye sulfatkonsentrasjoner og lave sulfidkonsentrasjoner i alle prøvene. Alle verdier øker nedover i borepunktet. Dette tyder på at det er sulfat tilgjengelig for videre sulfiddannelse, og tilstedeværelsen av sulfid indikerer at det er gode bevaringsforhold i massene.

Fraksjonen <5mm er høy i alle prøver og økende dypere i massene, konsentrasjoner fra 78 til 100 %. Det er høyt organisk innhold i den midterste prøven og middels i den øverste og nederste. Dette indikerer at organisk materiale er brutt ned og at bevaringen kan betegnes som mindre god.

Alle lag har tilstedeværelse av sulfid, noe som indikerer gode forhold. Den høye fraksjonen <5mm indikerer også at det tidligere har skjedd en nedbrytningsprosess av organisk materiale.

Vurderingen av bevaringsforholdene er vist i Tabell 6.

8.1.6 Borepunkt DS1-021

Det er tatt en jordprøve i dette prøvepunktet. pH er 8,1 som vil si at det er svakt basiske forhold. Konduktiviteten er på 160 µS/cm. Resultatene er vist i Tabell 4.

Ammoniumkonsentrasjonen er relativt høy, og det er nitrat til stede med en lav konsentrasjon på 0,36 mg/l. Dette tyder på at nitrat har vært benyttet som oksygenkilde og det er dannet ammonium via nitratreduksjon.

Konsentrasjonen for Fe(II) er 4 mg/kg og total jernkonsentrasjon er 70 000 mg/kg. Fe(II) konsentrasjonen er rett over deteksjonsgrensen, så dette tyder på at mesteparten av jernet er bundet som mineraljern, sulfider eller treverdige jernoksider.

Fraksjonen <5mm er 100 % og det er middels organisk innhold. Dette indikerer at strukturen og prøven er delvis nedbrutt. Økt karbonnedbrytning som er et resultat av økt mikrobiell aktivitet vil gi mye mindre partikkelstørrelser i jordpartiklene. Basert på dette kan bevaringen av organisk materiale betegnes som mindre gode.

Det er påvist lave konsentrasjoner av nitrat og Fe(II), begge konsentrasjonene er rett over deteksjonsgrensen. Høye verdier av ammonium og sulfid indikerer at det er reduktive og gode bevaringsforhold i massene, men den høye fraksjonen <5mm indikerer at det tidligere har vært mindre gode bevaringsforhold.

Vurderingen av bevaringsforholdene er vist i Tabell 6.

Tabell 4. Jordanalyser fra borepunkt DS1-020 og DS1-021.

Parameter	Enhet	DS1-020-1	DS1-020-2	DS1-020-3	DS1-021-1
Prøvedybde	moh	1,45-1,35	0,55-0,45	-0,45 til -0,55	0,45-0,35
pH		6,2	6,4	7,2	8,1
Konduktivitet	µS/cm	230	260	750	160
Sulfat	mg/kg	900	1 100	6 100	140
Sulfid	mg/kg	96	200	530	1 400
Ammonium-N	mg/kg	<2,1	<3,9	<2,9	100
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/kg	150	460	850	0,36
Jern (Fe)	mg/kg	11 000	4 100	15 000	70 000
Jern (Fe(II))	mg/kg	<1	<1	<1	4,0
Prøvepreparering (<5mm sikting)	%(w/w)	77,8	96	100	100
Total tørrstoff glødetap	% TS	34,0	73,4	28,2	40,1
Total tørrstoff	%	41,5	24,0	32,3	36,8

8.1.7 Borepunkt DS1-026

Det er tatt tre jordprøver i dette borepunktet, se resultatene i Tabell 5. pH er nøytral til svakt basisk i de to øverste prøvene og svakt sur i den nederste prøven. Konduktiviteten i prøvene er fra 810 til 1 600 µS/cm.

Alle ammonium prøvene er under deteksjonsgrensen, det er påvist nitrat i den øverste og nederste prøven, men den er under deteksjonsgrensen i den midterste prøven. Det er generelt lite nitrat tilgjengelig for reduserende prosesser.

Konsentrasjonen av Fe(II) er under deteksjonsgrensen i alle prøver og total jernkonsentrasjon er høy i alle prøver. Dette tyder på at mesteparten av jernet er bundet som mineraljern, sulfider eller treverdige jernoksider.

Sulfatverdiene er høye i alle prøver, fra 1 100 til 6 500 mg/kg. Sulfidverdiene er også høye, fra 420 til 800 mg/kg. Dette tyder på at det er tilstrekkelig med sulfat tilgjengelig for sulfiddannelse og det er reduktive forhold i grunnen.

Fraksjonen <5mm er moderat i den midterste prøven (35 %) og høyere i prøvene over og under, varierende fra 60-70 %. Mengden organisk materiale er lav i de to øverste prøvene og moderat i den nederste prøven. Økt karbonnedbrytning som er et resultat av økt mikrobiell aktivitet, vil gi mindre partikkelstørrelse i jordpartiklene. Dette kan tyde på at det tidligere ikke har vært så gode bevaringsforhold.

Det er lave konsentrasjoner av både ammonium og nitrat, men det er høye konsentrasjoner av sulfat og sulfid, som kan indikere at det er gode bevaringsforhold.

Vurderingen av bevaringsforholdene er vist i Tabell 6.

Tabell 5. Jordanalyser fra borepunkt DS1-026.

Parameter	Enhet	DS1-026-1	DS1-026-2	DS1-026-3
Prøvedybde	moh	-1,40 til -1,50	-2,40 til -2,50	-3,40 til -3,50
pH		7,8	7,6	6,1
Konduktivitet	µS/cm	810	1 600	990
Sulfat	mg/kg	1 100	6 500	3 600
Sulfid	mg/kg	420	800	760
Ammonium-N	mg/kg	<1,4	<2,3	<2,8
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/kg	15	<0,23	68
Jern (Fe)	mg/kg	9 900	7 600	8 800
Jern (Fe(II))	mg/kg	<1	<1	<1
Prøvepreparering (<5mm sikting)	%(w/w)	59,4	34,8	70,6
Total tørrstoff glødetap	% TS	4,7	16,3	34,6
Total tørrstoff	%	71,9	54,2	41,3

Tabell 6. Vurdering av bevaringsforhold basert på analyseresultatene.

Jordprøve	MOH	Organisk innhold		Vanninnhold (%)	pH	Ledningsevne (µS/cm)	Bevaringsforhold		Redoks tilstand	Arkeologisk tilstand*
		(% av TS)					Organisk materiale	Uorganisk materiale		
DS1-014-1	-7,95 til 8,05	32,8	55,2	8,1	230	Bra	Bra	Red	A3	
DS1-021-1	0,45-0,35	40,1	63,2	8,1	160	Bra	Bra	Red	A4	
DS1-018-1	2,30-2,20	36,4	54,3	7,5	360	Dårlig	Middels	Red	A3	
DS1-018-2	1,55-1,45	14,3	36,7	7,7	200	Dårlig	Middels	Red	A3	
DS1-018-3	0,60-0,50	32,9	61,9	7,4	310	Middels	Middels	Red	A4	
DS1-020-1	1,45-1,35	34,0	58,5	6,2	230	Bra	Bra	Red	A4	
DS1-020-2	0,55-0,45	73,4	76,0	6,4	260	Bra	Bra	Red	A4	
DS1-020-3	-0,45 til -0,55	28,2	67,7	7,2	750	Bra	Bra	Red	A4	
DS1-016-1	-0.00 til -0.10	11,4	35,6	8,0	420	Middels	Bra	Red	A4	
DS1-016-2	-1,45 til -1,55	34,5	69,5	6,1	-	Middels	Bra	Red	A4	
DS1-016-3	-2,00 til -2,10	31,4	60,6	6,3	600	Bra	Bra	Red	A4	
DS1-016-4	-4,15 til -4,25	16,5	47,3	6,8	670	Middels	Bra	Red	A4	
DS1-016-5	-5,15 til -5,25	60,8	70,8	6,0	-	Bra	Bra	Red	A4	
DS1-017-1	0,90-0,80	54,2	69,7	5,7	880	Middels	Middels	Red	A3	
DS1-017-2	0,55-0,45	52,4	71,4	7,1	1400	Bra	Bra	Red	A4	
DS1-026-1	-1,40 til -1,50	4,7	28,1	7,8	810	Dårlig	Bra	Red	A4	
DS1-026-2	-2,40 til -2,50	16,3	45,8	7,6	1600	Middels	Bra	Red	A4	
DS1-026-3	-3,40 til -3,50	34,6	58,7	6,1	990	Bra	Bra	Red	A4	

	Lavt organisk innhold 10 %		Elendig til dårlig
	Middels organisk innhold 10-20 %		Middels
	Høyt organisk innhold >30 %		Bra til utmerket
	Lavt vanninnhold 10-20 %		Oksidativ
	Middels vanninnhold 30-40 %		Reduktiv
	Høyt vanninnhold >50 %		

* i henhold til tabell for bevaringstilstand i NS9451:2009

9 Resultater fra de første vannprøveanalysene

Det ble tatt vannprøver 20.4.2023 i 4 av 5 etablerte miljøbrønner. I miljøbrønn DS1-018 var det ikke vann. Generelt var det lav vannstand og langsom infiltrasjon i de aktuelle brønnene. Vannstand ble målt fra toppterreng i alle brønner og er vist i Tabell 7.

Tabell 7. Målt dyp fra toppterreng til vann i brønnene.

Brønn	Dybde til vann (m)	Meter over havet
DS1-014	2,1	-0,6
DS1-016	1,92	-0,57
DS1-018	tom	-
DS1-021	2,98	1,72
DS1-026	2,18	-0,08

Analyseparameterne er valgt ut fra NS 9451:2009 kap. 8.2 – «Grunnvann og porevann». Vannprøvene ble levert til laboratoriet samme dag som de ble tatt.

pH'en i alle prøver ligger rundt nøytral, fra svakt sur til svakt basisk, dvs i område 6,8-7,3, noe som er bra for bevaringsforholdene. I de prøvene vannet er svakt surt, vil sulfid (hvis det er til stede) foreligge som løst gass og ikke bundet til partikler, f.eks. i form av FeS. Det er derfor risiko for tap ifm prøvetaking av vannet. I prøven fra DS1-014 er det påvist 0,52 mg/l sulfid, mens det ikke er påvist i de andre prøvene. Det er også denne prøven som inneholder mest sulfat. Sulfat vil brukes av sulfatreduserende bakterier for å danne sulfid når det ikke er oksygen til stede. De øvrige tre prøvene inneholdt også sulfat og har derfor mulighet for sulfidproduksjon. Tilstedeværelse av sulfid tyder på reduktive forhold, noe som er bra for bevaringsforholdene.

Prøven fra DS1-014 og prøven fra DS1-026 har begge høy konduktivitet (>1000 mS/m) og klorid innhold (>8000 mg/l), som kan tyde på at de er påvirket av sjøvann. Begge brønnene ligger tett på Vågen – som kan være forklaringen. DS1-016 ligger også langs med Vågen, men noe lengre vekk enn de to andre brønnene og har lavere konduktivitet og kloridkonsentrasjon. DS1-021 har lavest konduktivitet og klorid, og ligger lengst vekk fra Vågen av brønnene.

Alle prøvene inneholdt nitrat (NO₃-N), noe som kan virke negativt på bevaringsforholdene. Prøvene inneholder også ammonium (NH₄-N) noe som tyder på at det har foregått en nitrogenreduksjon.

Prøvene ble også filtrert og analysert for utvalgte metaller. bl.a. jern. Det er mest løst jern i miljøbrønn DS1-014 med 400 µg/l, mens de øvrige brønnene har konsentrasjoner fra 3,7 til 17 µg/l.

Tabell 8. Resultater fra vannkjemiske analyser fra miljøbrønner.

Parameter	Enhet	DS1-021	DS1-016	DS1-014	DS1-026
pH		6,8	6,9	7,3	7,1
Konduktivitet ved 25°C (målt ved 22±2°C)	mS/m	160	509	>1000	>1000
Alkalitet til pH 4,5	mmol/l	3,8	11	17	2,7
Klorid (Cl)	mg/l	370	1100	8100	8700
Sulfat (SO ₄)	mg/l	1,25	6,80	922	488
Fosfat (PO ₄ -P)	µg/l	4,4	<1,0	280	44
Ammonium-N	mg/l	3,7	19	4,8	0,36
Nitrat (NO ₃ -N)	µg/l	20	7,4	89	65
Jern (Fe), filtrert	µg/l	3,6	17	400	11
Kalium (K), filtrert	mg/l	6,3	42	210	250
Kalsium (Ca), filtrert	mg/l	120	190	340	320
Magnesium (Mg), filtrert	mg/l	9,9	76	720	830
Mangan (Mn), filtrert	µg/l	680	650	210	2100
Natrium (Na), filtrert	mg/l	190	860	6300	7100
Sulfid	mg/l	< 0,04	< 0,04	0,52	< 0,04

10 Bevaringstilstand

Det ble registrert avsetninger med bevarte organisk innhold i åtte av borepunktene, jf. Tabell 9.

For borepunkt DS1-016 og DS1-026 ligger de organiske sjiktene for det aller meste i den mettede sonen, og derfor burde bevaringsforholdene være tilfredsstillende – noe som også fremgår av rapportdel 8.

For borepunkt DS1-013 og DS1-014 ligger de organiske sjiktene langt nede i den mettede sonen, og bevaringsforholdene burde være utmerket.

For borepunkt DS1-017, DS1-018, DS1-020 og DS1-021 ligger de organiske sjiktene dels i fluktusjonssonen og dels i den mettede sonen, og følgelig vil bevaringsforholdene være varierende. Infiltrasjon av overvann samt takvann fra bygningene langs Sandbrogaten vil kunne forbedre grunnvannssituasjonen ved å øke vannivået og redusere fluktusjoner.

Ifølge Tabell 3 i den botaniske rapporten, var bevaringstilstanden i alle prøvene god, med unntak av prøven fra sjikt 128 i DS1-020, hvor bevaringstilstanden var middels. Skalaen benyttet av botanikerne består av tre kategorier: dårlig, middels, og god.

Tabell 9. Skjematisk presentasjon av bevaringstilstanden (visuell vurdering) til sjiktene i borepunktene. Hvert enkelt symbol representerer en tykkelse på omkring 20 centimeter, og dybde fra overflaten øker fra venstre mot høyre.

DS1-012	DS1-013	DS1-014	DS1-015	Moh
				3,0 – 2,0
MMMM	MMMM	MMM	MMM	2,0 – 1,0
MMMMM	MMMMM	MMMMM	MMMMM	1,0 – 0,0
MMMMM	MMMMM	MMMMM	MMMMM	0,0 – -1,0
MMMMM	MMMMM	MMMMM	MMMMM	-1,0 – -2,0
MA000	MMMMM	MMMMM	MMMMM	-2,0 – -3,0
00000	MMMMM	MMMMM	MMMMM	-3,0 – -4,0
00F	MMMMM	MMMMM	MMMMM	-4,0 – -5,0
	MMMMM	MMMMM	MMMMM	-5,0 – -6,0
	MMMMM	MMMMM	MMMA00	-6,0 – -7,0
	MMMMM	MM???	00000	-7,0 – -8,0
	MM?0?	?SSSS	00000	-8,0 – -9,0
	?SSSS	SSA00	00000	-9,0 – -10,0
	SA000	00000	00000	-10,0 – -11,0
	00000	F	00000	-11,0 – -12,0
	00000		00F	-12,0 – -13,0
	00000			-13,0 – -14,0
	00000			-14,0 – -15,0
	0000F			-15,0 – -16,0

DS1-016	DS1-025	DS1-026	DS1-027	Moh
				3,0 – 2,0
MM	MMMMM	MMMMM	MM	2,0 – 1,0
MMMMM	MMMMM	MMMMM	MMMMM	1,0 – 0,0
§§§§§	MMMMM	MMMMM	MMMMM	0,0 – -1,0
§XXXX	MMMMM	XXXXXX	MMMMM	-1,0 – -2,0
XXXXXX	MMMMM	XXXXXX	MMMMM	-2,0 – -3,0
XXXXXX	MMMA00	XXXXXX	MMMMM	-3,0 – -4,0
XXXXXX	00000	XXXXSA	MMMMM	-4,0 – -5,0
XXXXXX	00000	0000F	MMMMM	-5,0 – -6,0
XXXXXX	000F		MMMMM	-6,0 – -7,0
XXXXXX			MMMMM	-7,0 – -8,0
XSSSS			MMMMM	-8,0 – -9,0
SSSSS			MMMA0	-9,0 – -10,0
SNNA0			00000	-10,0 – -11,0
000F			00000	-11,0 – -12,0
			00000	-12,0 – -13,0
			00000	-13,0 – -14,0
			00000	-14,0 – -15,0
			00000	-15,0 – -16,0
			F	-16,0 – -17,0

DS1-017	DS1-018	DS1-020	DS1-021	DS1-023	Moh
				M	7,0 – 6,0
				MMMMM	6,0 – 5,0
		M	MMMM	MNNNA0	5,0 – 4,0
MMMM	MMMMM	MMMMM	MMMMM	00000	4,0 – 3,0
MMM?X	MMMXX	MMMMM	MMMMM	00000	3,0 – 2,0
XXXSN	XXX§X	M?XX§	MMMMM	00000	2,0 – 1,0
NNA0F	XXX§?	§XXXX	MMXX§	00000	1,0 – 0,0
	NNSNN	X§???	??A00	00000	0,0 – -1,0
	NNNNNA	?SSSA0	00000	000F	-1,0 – -2,0
	00000	00000	00F		-2,0 – -3,0
	0000F	00000			-3,0 – -4,0
		00000			-4,0 – -5,0
		00000			-5,0 – -6,0
		00F			-6,0 – -7,0

SYMBOLER	
X - ELENDIG	? - UBESTEMBAR
X - DÅRLIG	0 - INGEN JORD PÅ BORET
X - MIDDELS	N - NATURLIG
X - BRA	A - NAVERBORING AVSLUTTET
X - UTMERKET	§ - IKKE ORGANISK
M - MODERNE	F - FJELL
S - SJØBUNNSLAG	

11 Innledende miljøovervåking

Multiparametersensorer ble installert i DS1-014, DS1-016, DS1-01 og DS1-021 først i uke 8, 2023, og det foreligger ingen måleserier ennå. Det vises til Installasjonsrapporten i kapittel 15 (vedlegg 3).

Det var ikke mulig å installere multiparametersensor i DS1-026; her skal det settes ned en vanlig vannstandssensor, og så får man vurdere situasjonen etter hvert. Det er imidlertid fullt mulig å hente vannprøver fra DS1-026.

Det vises ellers til kapitlene om jord- og vannprøvene.

12 Konklusjoner

Det er blitt konstatert at automatisk fredede kulturminner er til stede i seks av borepunktene: DS1-016 and DS1-026 på Bryggen; og DS1-017, DS1-018, DS1-020 og DS1-021 i Sandbrogaten. I tillegg ble sjøbunnslag fra tidlig middelalder tid dokumentert i to andre borepunkter: DS1-013 og DS1-014, begge to på Bryggen.

Borepunktene lokalisert ut mot den moderne kaifronten langs Bryggen har gitt verdifulle opplysninger om omfanget av mudringen foretatt i forbindelse med anleggelsen av kaien.

I Sandbrogaten ser overgangen til middelalderiske kulturlag ut til å ligge på en dybde av 1,40 meter i gatens sørvestre del til ca. 2,5 meter i den nordøstre delen. Dette er basert på borepunktene i den nåværende undersøkelsen – det finnes også opplysninger fra andre undersøkelser.

Undersøkelsen har også bidratt med verdifulle opplysninger om naturtopografien i nærområdene.

Ut fra vurderingene av kulturlagene (inkludert de botaniske vurderingene) samt resultatene fra de geokjemiske analysene, kan det sies at både bevaringstilstand og bevaringsforholdene er tilfredsstillende – for det meste. Unntaket er Sandbrogaten, hvor vi vet at grunnvannstanden kan fluktuere ganske mye. Den største bekymringen gjelder området rundt DS1-018, som var tom for vann da prøvetaking av brønnen ble forsøkt i april 2023. Spørsmålet er: er det hotellet som drenerer grunnvannet fra dette området? Hotellet har jo en dyp kjeller. Dette er noe som bør undersøkes videre.

13 Summary

In the summer of 2022, an archaeologist from the Bergen office of the Norwegian Institute for Cultural Heritage Research (NIKU) investigated 13 auger drillings in connection with preliminary investigations for the Bergen Light Railway's planned extension northwards to Åsane. Archaeological remains under statutory protection were uncovered in six of the boreholes, and sea-bed deposits from the Early Middle Ages were recorded in two other boreholes. Botanical and geochemical analyses (both soil and water) were also carried out on a great number of samples.

Provisionally, it can be stated that the state of preservation of the organic cultural deposits, and the preservation conditions, are satisfactory – for the most part. The greatest area of concern is Sandbrogaten, where we know that the groundwater-level fluctuates quite significantly. As of August 2023, there are no results to present from environmental monitoring (five monitoring wells with multiparameter-sensors have been established).

14 Henvisninger

- Dunlop, A.R. 2022a. Sandbrogaten, Koengen og Sentrum, Bergen, 2019-2020: Arkeologisk undersøkelse av ni naverboringer. – NIKU Oppdragsrapport 114/2019.
- Dunlop, A.R. 2022b. BT5 Bybanen til Åsane, Delstrekning 2: Arkeologisk undersøkelse av tre naverboringer, 2021. – NIKU Oppdragsrapport 147/2021.
- Dunlop, A.R. 2022c. BT5 Bybanen til Åsane, Delstrekning tunnel: Arkeologisk undersøkelse av åtte naverboringer, 2021. – NIKU Oppdragsrapport 148/2021.
- Johannessen, L. & Eriksson, J.-E.G., 2015. Faglig program for middelalderarkeologi. Byer, sakrale steder, befestninger og borger. Riksantikvaren.
- Morandi, L., Adams, S. & Batchelor, C.R., 2022. BRM1278 Sandbrogaten & Bryggen, Bergen, Norway. Archaeobotanical Analysis Report. – Quaternary Scientific (QUEST) Unpublished Report December 22; Project Number 127/18.
- Standard Norge, 2009. Kulturminner. Krav til miljøovervåking og -undersøkelse av kulturlag. Norsk Standard NS9451:2009. ICS 13.020.99: 91.010.99.

15 Dokumentasjon (NIKU)

- Kontekstopplysninger er i et eget Intrasys-prosjekt (kontekstnumre f.o.m. 100 t.o.m. 186)
- 130 digitalbilder (filmnummer Bf30067, tiff-format), lastet inn i MUSIT sin Fotobase for Bergen)
- Opplysninger om dateringsprøver og botaniske prøver er i MUSIT sin Gjenstandsbase, Bergen Museum (BRM1278)

15.1 Fotoliste, og foto fra borepunktene

Fotoliste

Foto borepunkt DS1-012



Bf30067_NIKU_0009



Bf30067_NIKU_0010



Bf30067_NIKU_0011



Bf30067_NIKU_0012

Foto borepunkt DS1-013



Bf30067_NIKU_0124



Bf30067_NIKU_0125



Bf30067_NIKU_0126



Bf30067_NIKU_0127



Bf30067_NIKU_0128

Foto borepunkt DS1-014

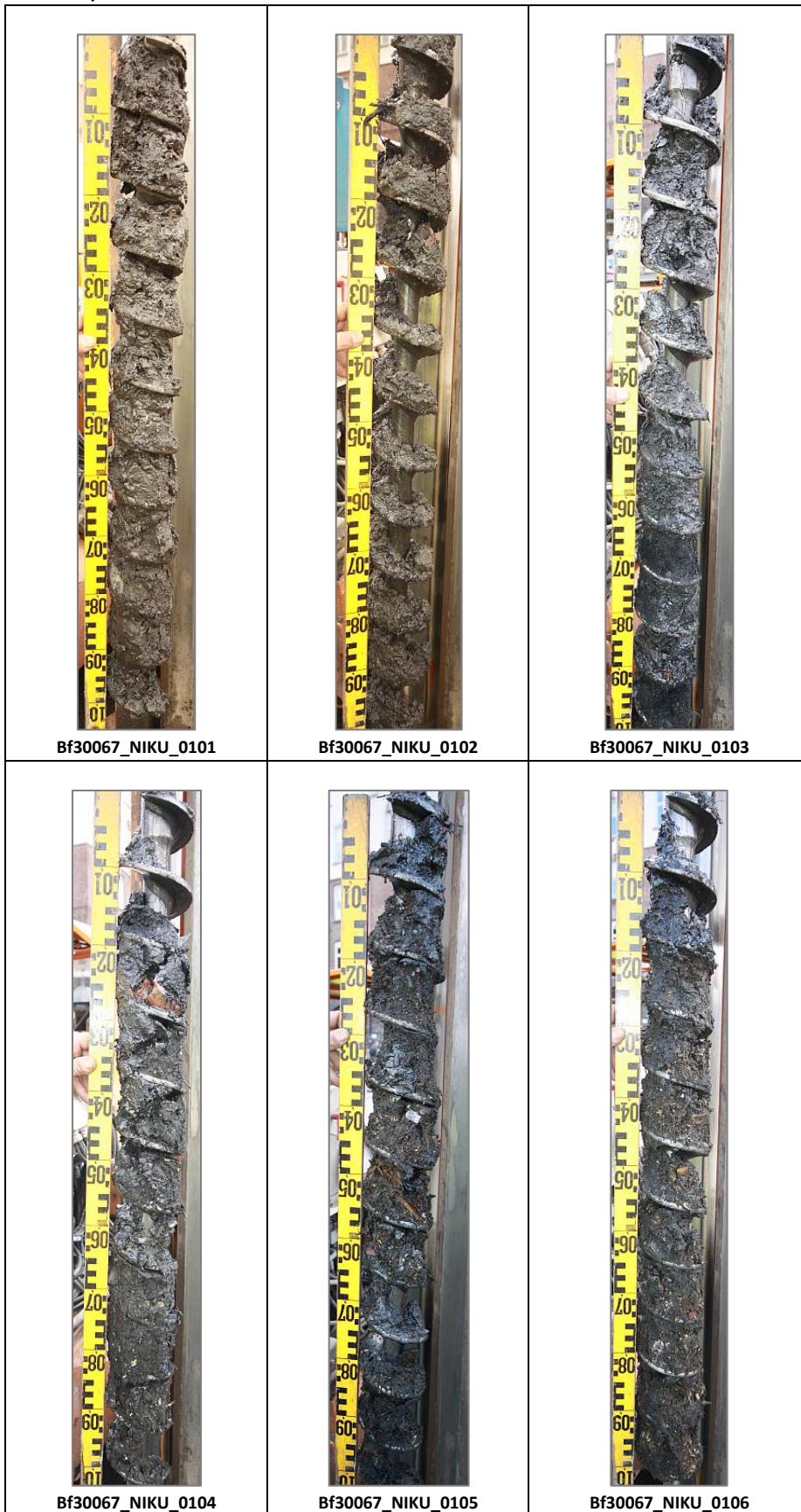


Foto borepunkt DS1-014



Bf30067_NIKU_0107



Bf30067_NIKU_0108



Bf30067_NIKU_0109



Bf30067_NIKU_0110



Bf30067_NIKU_0111

Foto borepunkt DS1-015

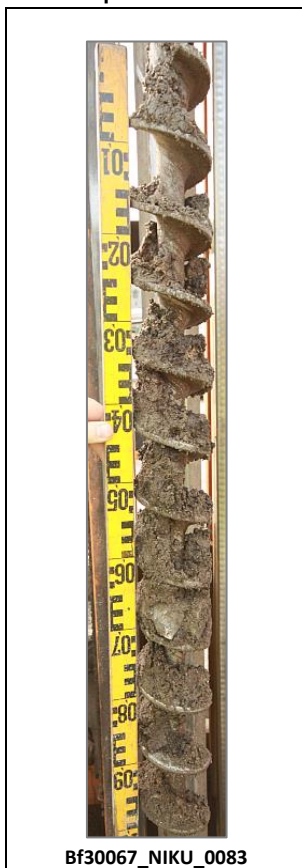


Foto borepunkt DS1-016

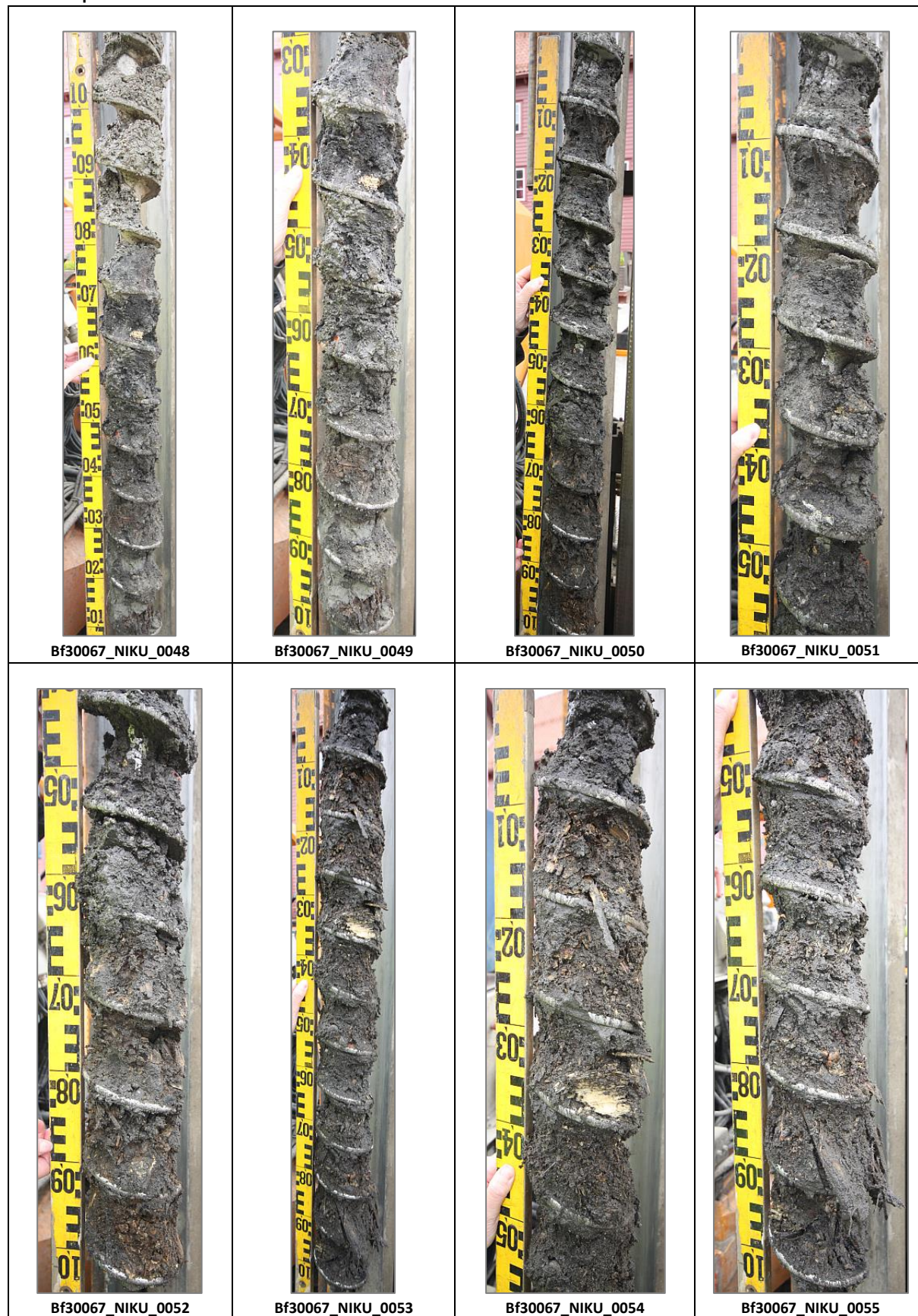


Foto borepunkt DS1-016

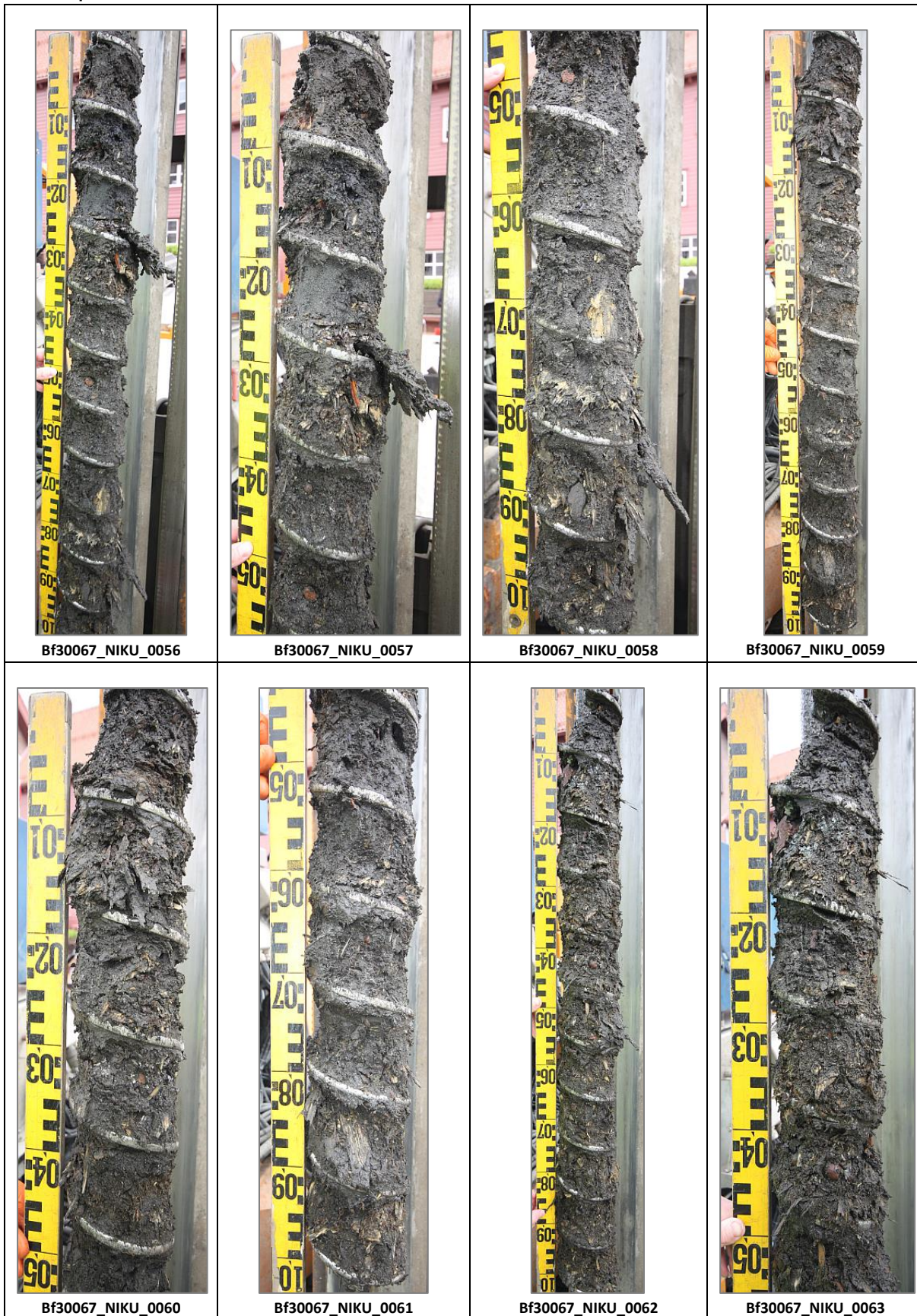


Foto borepunkt DS1-016

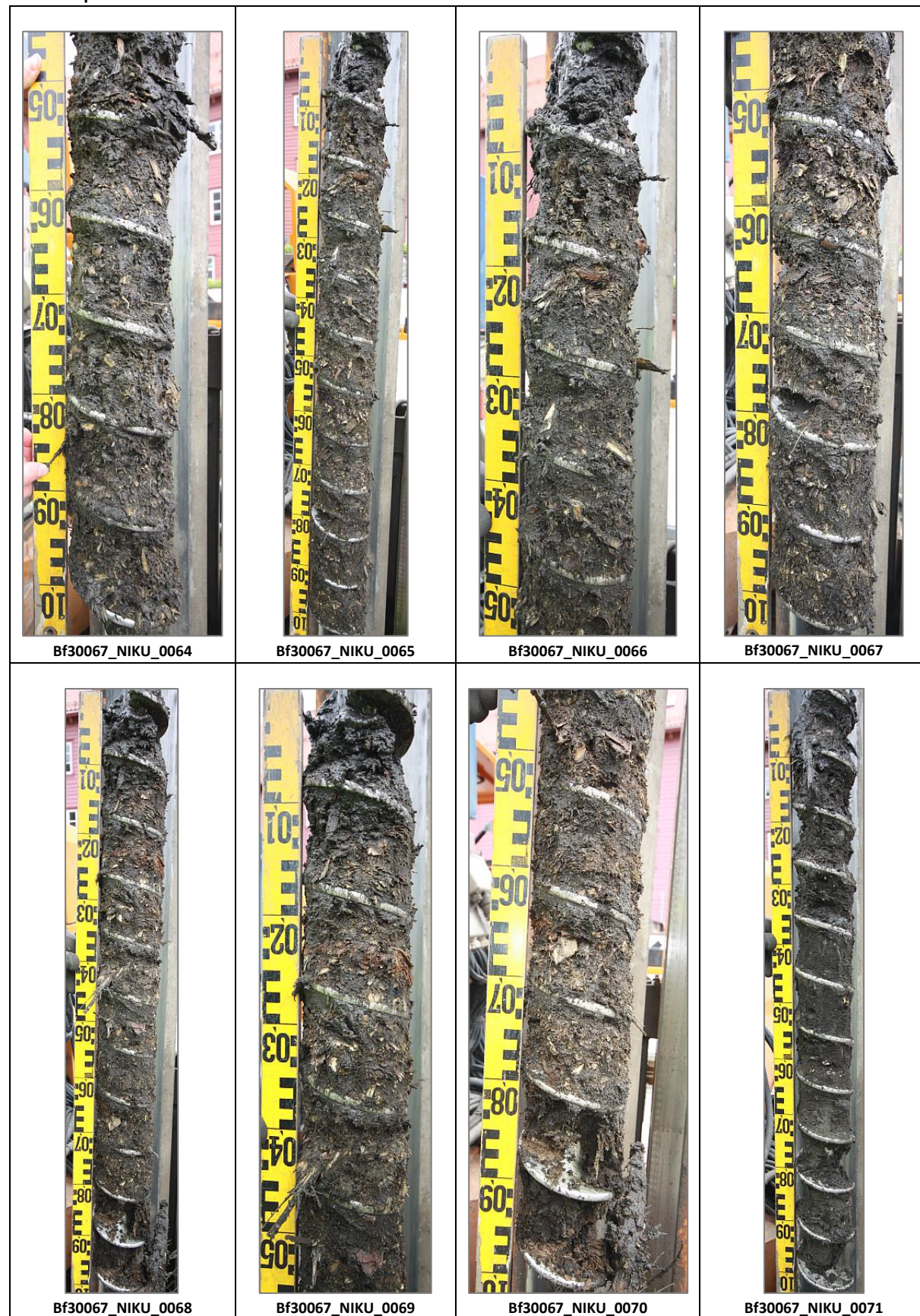


Foto borepunkt DS1-016

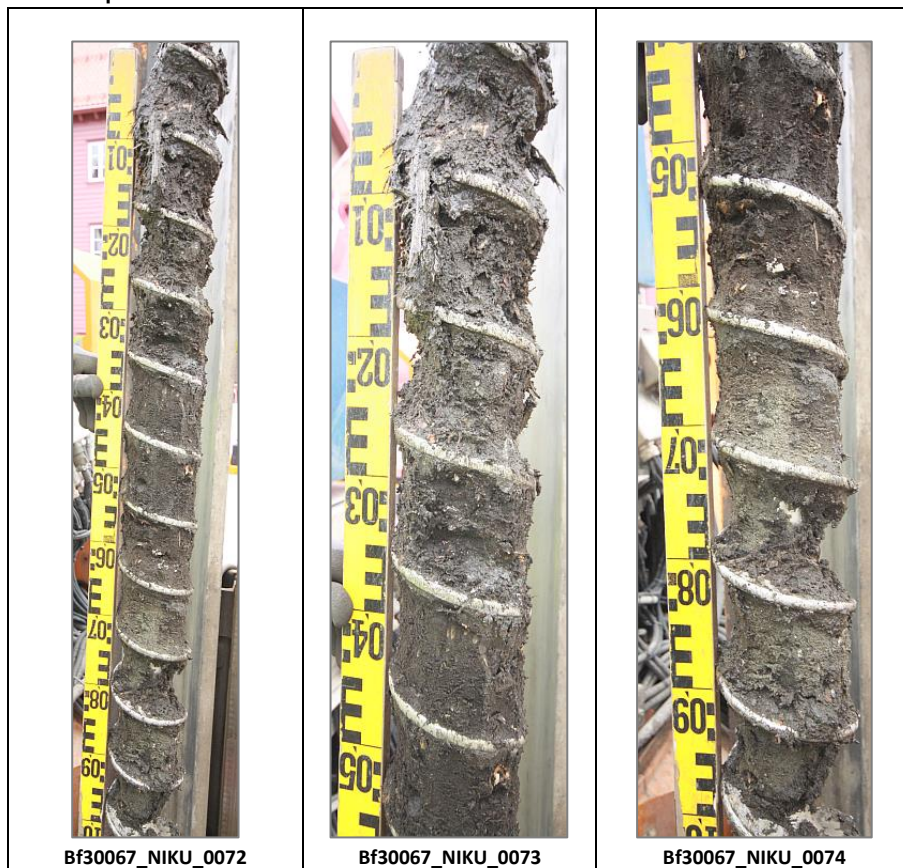


Foto borepunkt DS1-017



Bf30067_NIKU_0001



Bf30067_NIKU_0002



Bf30067_NIKU_0003



Bf30067_NIKU_0004



Bf30067_NIKU_0005



Bf30067_NIKU_0006

Foto borepunkt DS1-018

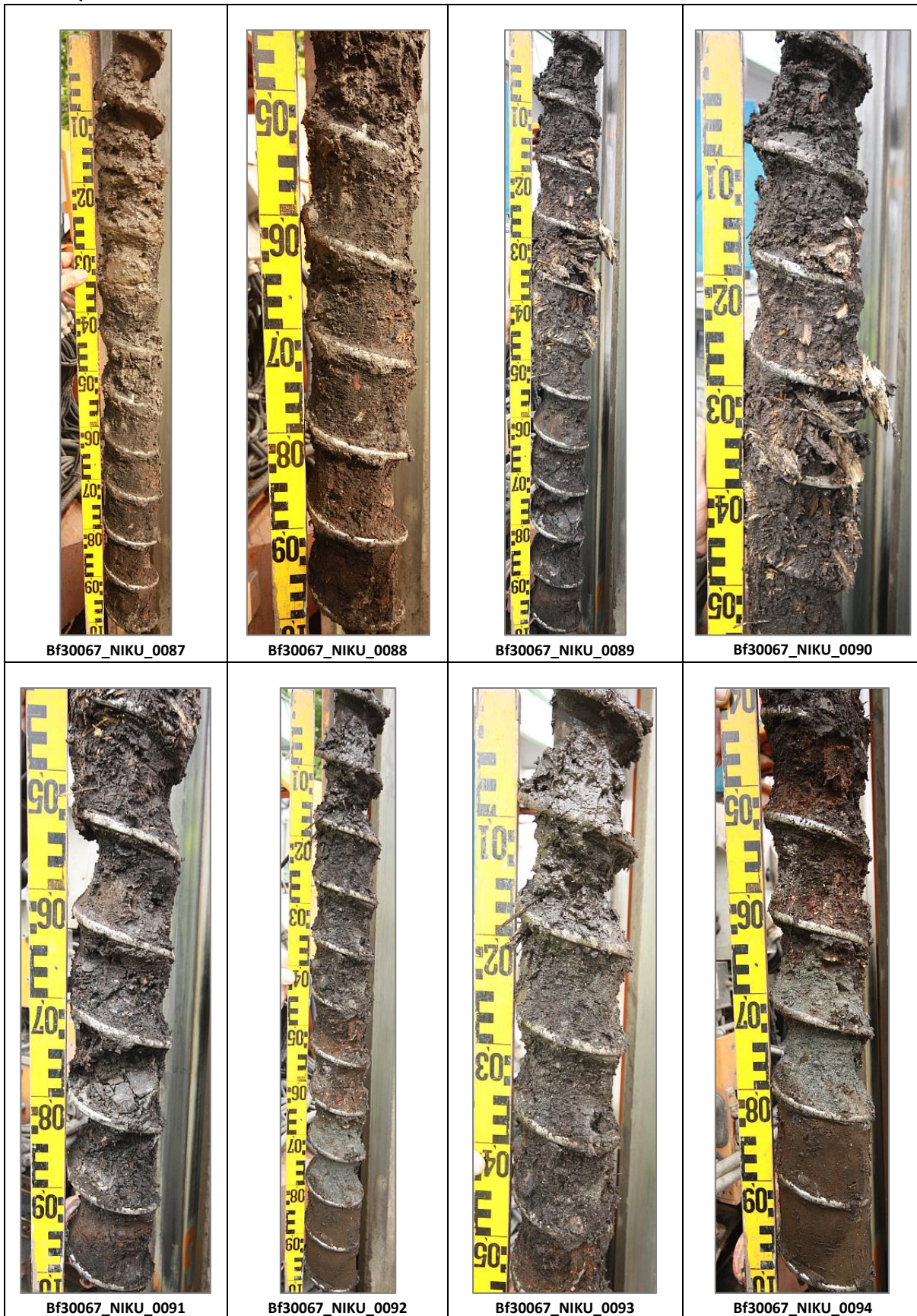


Foto borepunkt DS1-018



Bf30067_NIKU_0095



Bf30067_NIKU_0096



Bf30067_NIKU_0097



Bf30067_NIKU_0098



Bf30067_NIKU_0099

Foto borepunkt DS1-020



Foto borepunkt DS1-020



Foto borepunkt DS1-021



Bf30067_NIKU_0113



Bf30067_NIKU_0114



Bf30067_NIKU_0115



Bf30067_NIKU_0116



Bf30067_NIKU_0117



Bf30067_NIKU_0118



Bf30067_NIKU_0119



Bf30067_NIKU_0120

Foto borepunkt DS1-023

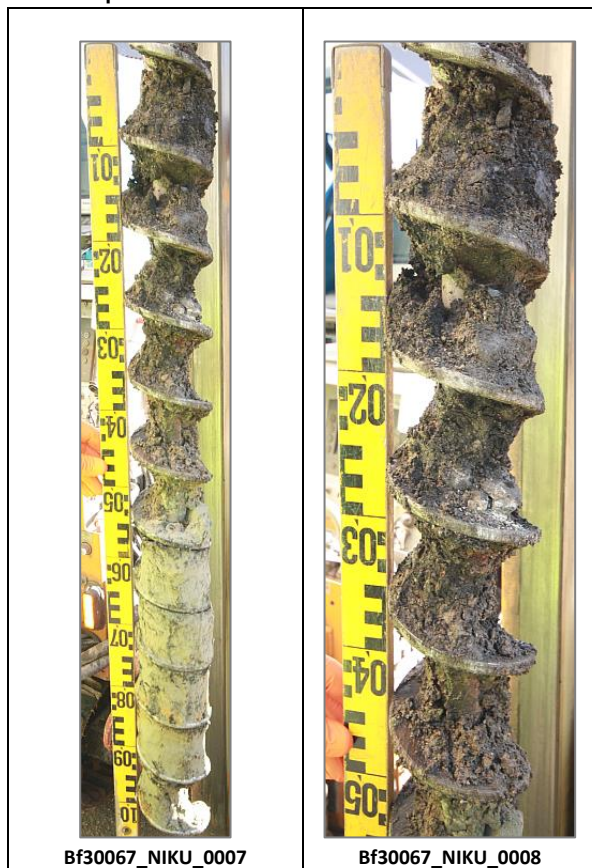


Foto borepunkt DS1-025



Bf30067_NIKU_0076



Bf30067_NIKU_0077



Bf30067_NIKU_0078



Bf30067_NIKU_0079



Bf30067_NIKU_0080



Bf30067_NIKU_0081

Foto borepunkt DS1-026

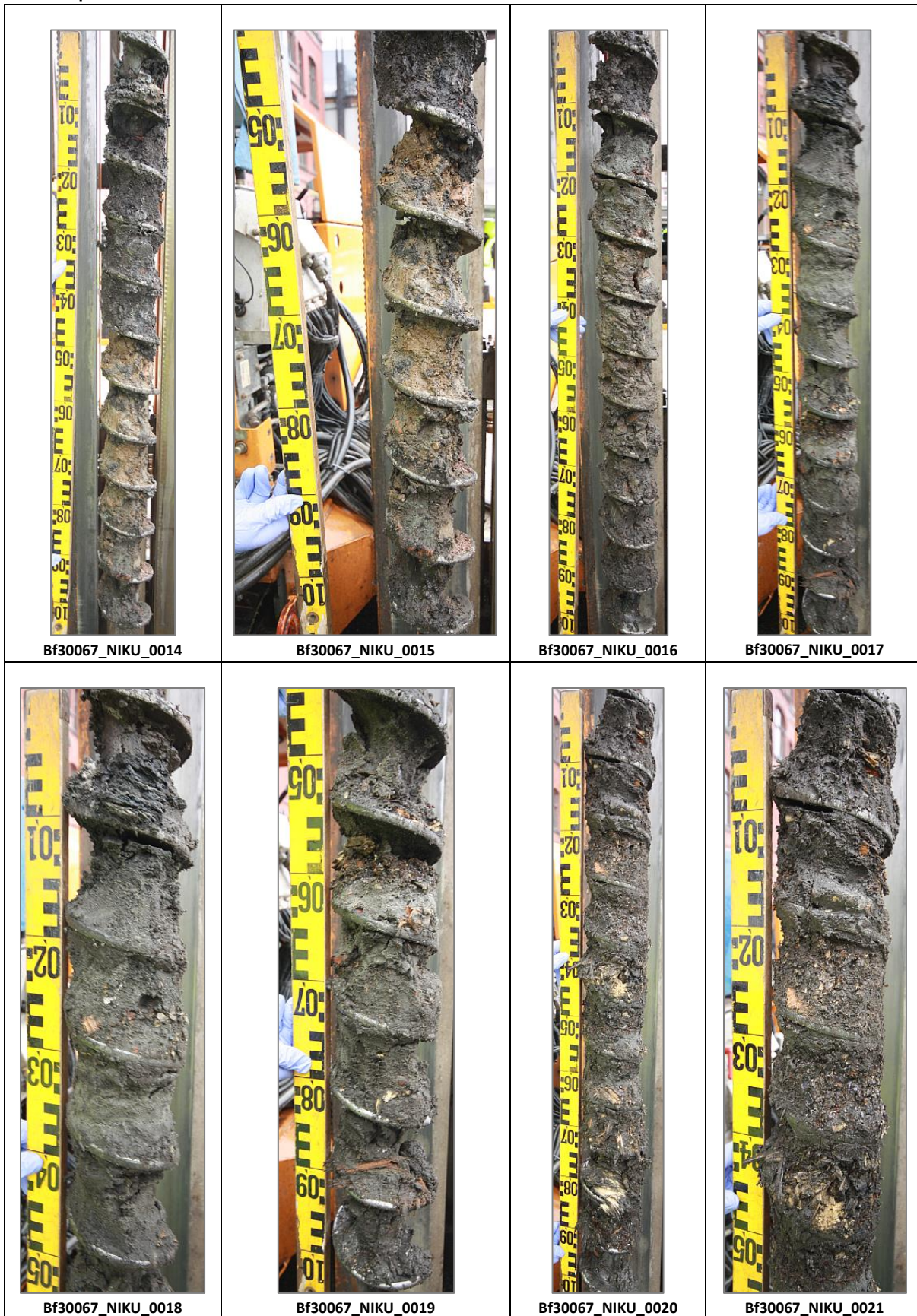


Foto borepunkt DS1-026



Bf30067_NIKU_0022



Bf30067_NIKU_0023



Bf30067_NIKU_0024



Bf30067_NIKU_0025



Bf30067_NIKU_0026



Bf30067_NIKU_0027



Bf30067_NIKU_0028



Bf30067_NIKU_0029

Foto borepunkt DS1-027



16 Vedlegg

- 1 Den botaniske rapporten
- 2 Karbondateringsresultater
- 3 Installasjonsrapporten

Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

Instituttet driver forskning og oppdragsvirksomhet for offentlig forvaltning og private aktører på felter som by- og landskapsplanlegging, arkeologi, konservering og bygningsvern.

Våre ansatte er konservatorer, arkeologer, arkitekter, ingeniører, geografer, etnologer, samfunnsvitere, kunsthistorikere, forskere og rådgivere med spesiell kompetanse på kulturarv og kulturminner.

www.niku.no

NIKU Rapport 213

NIKU hovedkontor
Storgata 2
Postboks 736, Sentrum
0105 OSLO
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Tønsberg
Farmannsveien 30
3111 TØNSBERG
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Bergen
Dreggsallmenningen 3
Postboks 4112, Sandviken
5835 BERGEN
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Trondheim
Kjøpmannsgata 1b
7013 TRONDHEIM
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Tromsø
Framsenteret
Hjalmar Johansens gt. 14
9296 TROMSØ
Telefon: 77 75 04 00

QUEST

QUATERNARY SCIENTIFIC

BRM1278

SANDBROGATEN & BRYGGEN, BERGEN NORWAY

Archaeobotanical Analysis Report

Site code: 1022358

Date: 20th December 2022

Written by: Dr L. Morandi, Dr S. Adams &
Dr C.R. Batchelor



**University of
Reading**

QUEST, School of Archaeology,
Geography and Environmental Science,
Whiteknights, University of Reading, RG6 6AB

Tel: 0118 378 8941
Email: c.r.batchelor@reading.ac.uk
<http://www.reading.ac.uk/quest>

DOCUMENT HISTORY:

Version	Date	Prepared By	Approved By	Reason for Issue
v2	20/12/22	L. Morandi & S. Adams	C.R. Batchelor	

CONTENTS

1. NON-TECHNICAL SUMMARY	1
2. INTRODUCTION.....	2
3. METHODS.....	6
4. RESULTS, INTERPRETATION & DISCUSSION OF THE POLLEN & NON-POLLEN PALYNOMORPH ASSESSMENT.....	8
5. RESULTS, INTERPRETATION & DISCUSSION OF THE MACROFOSSIL ANALYSIS	19
6. CONCLUSIONS.....	21
7. REFERENCES.....	27

1. NON-TECHNICAL SUMMARY

The aims of the analyses reported on here were to provide a detailed reconstruction of the past environmental conditions of the various localities, and for past human activity, diet, economy and health.

A range of vegetation communities are indicated by the pollen assemblages including: (1) mixed deciduous woodland, possibly bordering alder carr in the vicinity of humid areas; (2) hazel shrublands or areas used by the inhabitants for hazel cultivation; (3) boreal forests with pine and birch; (4) open landscapes with typical heathland species, and (5) open grassland used for animal grazing or for cereal cultivation. Overall, the majority of medieval samples showed a rather marked human impact on the environment, directly through cultivation and indirectly through the presence of dung proxies for grazing animals and, possibly, human latrines. The macrofossil evidence indicates a similar range of habitats and strong evidence of the exploitation of plant remains for fuelwood, consumption, and possibly trade and medicinal purposes.

2. INTRODUCTION

2.1 Contexts

This report details the results of the archaeobotanical pollen, non-pollen palynomorphs, seeds & wood analyses (undertaken by Quaternary Scientific, University of Reading, UK) in connection with the drilling of boreholes along Sandbrogaten and Bryggen, Bergen, Norway. Quaternary Scientific were commissioned by the Norwegian Institute for Cultural Heritage Research (NIKU) to undertake the work. This report covers samples – registered under the local museum-number “BRM1278” – extracted from eight boreholes as follows (see Figure 1 for locations):

Table 1: BRM1278 Sample details

Borehole Number	Location	Samples	Description/context	Analysis
DSI-017	Seaward end of Sandbrogaten in the former harbour area along Bryggen	BRM1278/17	Highly organic deposit (context 103), radiocarbon-dated to AD 1222-1276. Suspected to contain material from dryland occupation. Sample located 0.9-0.8m above sea level.	Pollen & Macros
DSI-026	South-eastern end of Bryggen in the former harbour area	BRM1278/18	Deposit containing organic and inorganic material (context 115), radiocarbon-dated to after AD1667 and before AD 1950. Typical of harbour infill. Sample located 1.2-1.3m below sea level.	Pollen
		BRM1278/19	Highly organic deposit (context 118), radiocarbon-dated to AD 1226-1278. Suspected to represent part of land reclamation from harbour basin. Sample located 3.6-3.7m below sea level.	Pollen & Macros
DSI-020	North-eastern part of Sandbrogaten at least partly within the former lagoon known as Veisan	BRM1278/20	Highly organic deposit (context 125), radiocarbon-dated to AD 1274-1301 and 1369-1378. Suspected to contain material from dryland occupation, quite possibly with a high proportion of excrement or dung. Sample located 1.35 to 1.25m above sea level.	Pollen & Macros
		BRM1278/21	Highly organic deposit (context 128), radiocarbon-dated to AD 1041-1107, 1115-1180 and 1188-1210. Suspected to contain material from dryland occupation quite possibly with a high proportion of excrement or dung. Sample located 0.45-0.35m above sea level.	Pollen & Macros
		BRM1278/22	Gyttja deposit (context 130), radiocarbon-dated to BC 175-45. Suspected to represent material deposited in Veisan. Sample from 0.55-0.65 below sea level.	Pollen
		BRM1278/23	As above, sample from 1.15-1.25m below sea level. Radiocarbon-dated to BC 1675-1653 and 1642-1505.	Pollen
DSI-016	North-western end of Bryggen	BRM1278/24	Organic-rich deposit (context 136), radiocarbon-dated to after AD 1665 and before 1950. Typical harbour fill deposit,	Pollen

	in the former harbour area		probably deposited as part of reclamation of land from the harbour basin. Sample from 1.85 to 1.95m below sea level.	
		BRM1278/25	Deposit containing mixture of organic and inorganic material (context 142), most likely dates from the Late Middle Ages. Typical harbour fill deposit, probably deposited as part of reclamation of land from the harbour basin. Sample from 3.15-3.25m below sea level.	Pollen
		BRM1278/26	Deposit containing mixture of organic and inorganic material (context 145), most likely dates from the Late Middle Ages. Typical harbour fill deposit, probably deposited as part of reclamation of land from the harbour basin. Sample from 4.05-4.15m below sea level.	Pollen
		BRM1278/27	Highly organic deposit (context 147), most likely dates from sometime shortly after ca. AD 1300. Typical harbour fill deposit, probably deposited as part of reclamation of land from the harbour basin. Sample from 5.05-5.15m below sea level.	Pollen & Macros
		BRM1278/28	As above, most likely dates to the High Middle Ages. Sample from 7.25-7.35m below sea level.	Pollen & Macros
		BRM1278/29	Organic gyttja-like deposit (context 149), radiocarbon-dated to AD 1053-1061 and 1156-1221. Typical of accumulation on the seabed. Sample from 8.05-8.15m below sea level.	Pollen
DSI-018	South-western part of Sandbrogaten, at least partly within the former lagoon known as Veisan	BRM1278/30	Highly organic deposit (context 164), most likely dating from the Early and High Middle Ages. Suspected to contain material from dryland occupation, quite possibly with a high proportion of excrement or dung. Sample located 1.15-1.05m above sea level.	Pollen & Macros
		BRM1278/31	As above. Sample from 0.50 to 0.40m above sea level. Radiocarbon-dated to AD 994-1048, 1082-1127 and 1139-1150.	Pollen & Macros
DSI-014	Middle of Bryggen in the former harbour area	BRM1278/32	Gyttja-like deposit (context 174), radiocarbon-dated to AD 1027-1053, 1061-1067 and 1075-1157. Typical of accumulation on the seabed. Sample from 7.85-7.95m below sea level.	Pollen
DSI-021	North-eastern part of Sandbrogaten at least partly within the former lagoon known as Veisan	BRM1278/33	Organic deposit (context 179), radiocarbon-dated to AD 979-982 and 990-1033. Suspected to contain material from dryland occupation, on the shore of the former lagoon, but an unusual deposit of unknown origin. Sample from 0.35 to 0.25m above sea level.	Pollen & Macros
		BRM1278/34	Gyttja-like deposit (context 181), radiocarbon-dated to BC 394-352, 289-227 and 221-209. Suspected to represent material deposited in the lagoon. Sample from 0-0.1m below sea level.	Pollen
DSI-013	Bryggen centre,	BRM1278/35	Gyttja-like deposit (context 185), radiocarbon-dated to AD 1033-1053 and	Pollen

	<p>approximately 9m from the modern quay front, formally within harbour area</p>		<p>1061-1157. Typical of accumulation on the seabed. Sample from 9.05-9.15m below sea level.</p>	
--	--	--	--	--

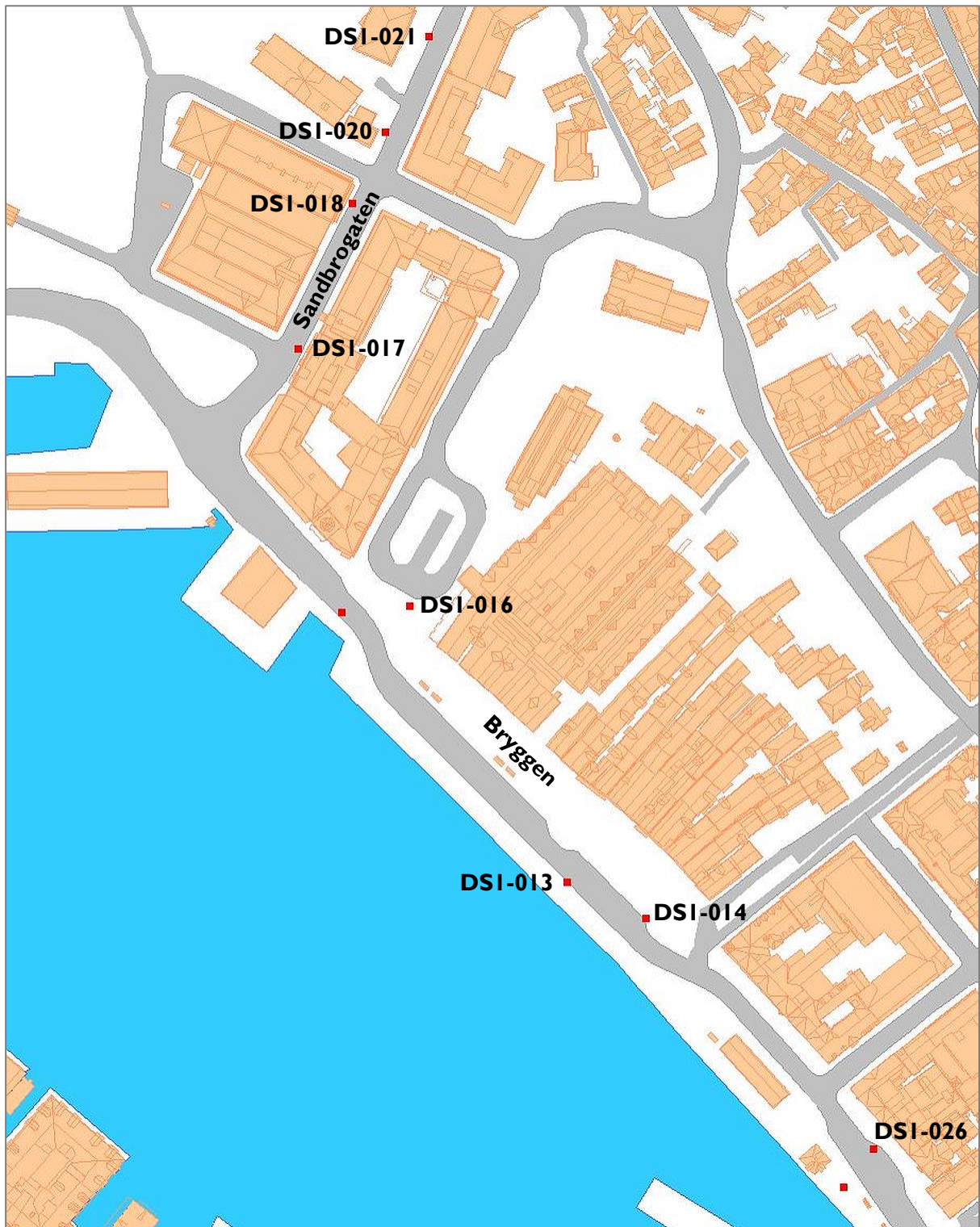


Figure 1: Borehole locations

2.2 Archaeological & palaeoenvironmental significance

Pollen & non-pollen palynomorphs

The sediments have the potential to contain a wealth of further information on the past landscape, through the assessment/analysis of pollen. Such investigations can identify the nature and timing of changes in the landscape, and the interaction of different processes (e.g. vegetation change, human activity) thereby increasing our knowledge and understanding of the site and nearby area. In the case of human activity, palaeoenvironmental evidence can include: (1) decreases in tree and shrub pollen suggestive of woodland clearance; (2) the presence of herbs indicative of disturbed ground, pastoral and/or arable agriculture; (3) charcoal/microcharcoal suggestive of anthropogenic or natural burning, and (4) non-pollen palynomorphs indicative of domesticated animals.

Waterlogged, charred and mineralized macroplants (seeds and fruits)

Charring is predominantly associated with human activity in archaeological assemblages with material often redeposited as waste. Burning *in situ* is less common and can be difficult to detect. Waterlogging occurs in anoxic conditions; the low oxygen levels impede the decaying process allowing for the preservation of organic material. Macroplants (including seeds and fruits) preserved in peat and alluvium are liable to contain naturally-occurring plant material and can be used, to a certain extent, to reconstruct local vegetation. Waterlogged macroplants in urban contexts can inform on the diet and daily economy of the inhabitants.

Waterlogged wood and charcoal

Waterlogged wood occurs naturally in peat, alluvium and soils, and can be used to reconstruct the local vegetation and environment. In urban contexts it is often associated with human activity deriving from structures, woodworking activities, wooden artefacts and fuel. Charcoal in archaeological contexts is habitually interpreted as spent fuel though it can represent burnt wooden structures to provide evidence of burning events. Charcoal is used to inform on fuel collection and use, woodland management strategies, such as coppicing and pollarding, timber selection as well as the local environment.

2.3 Aims & objectives

The aims of the analyses reported on here were to provide a detailed reconstruction of the past environmental conditions at the borehole locations, and for interpretations of past human activity, diet, economy and health.

3. METHODS

3.1 Pollen & non-pollen palynomorph analysis

Nineteen samples were extracted for pollen analysis as follows: (1) sampling a standard volume of sediment (1 ml); (2) adding one tablet of the exotic clubmoss *Lycopodium clavatum* to provide a measure of pollen concentration in each sample; (3) deflocculation of the sample in 1% Sodium pyrophosphate; (4) sieving of the sample to remove coarse mineral and organic fractions ($>125\mu$); (5) acetolysis; (6) removal of finer minerogenic fraction using Sodium polytungstate (specific gravity of 2.0g/cm^3); (7) mounting of the sample in glycerol jelly. Each stage of the procedure was preceded and followed by thorough sample cleaning in filtered distilled water.

Transmitted-light optical microscopy analysis was carried out at 400x-600x magnifications using a Vickers ML 1300 compound microscope. Pollen and non-pollen palynomorph atlases and keys, reference collections and digital image archives were used for palynomorph determination (Beug 2004; Aptroot and van Geel 2006; Van Geel et al. 2003; Cugny et al. 2010; Gelorini et al. 2011). Differentiation between *Corylus* and *Myrica* pollen was based on the parameters published by Erdtman et al. 1963, Blackmore et al. 2003 and Beug 2004, while cereals and wild grasses were separated based on size parameters by Joly et al. 2007.

A pollen and NPP percentage diagram was created using Tilia 2.1.1. (Grimm, 2017), and the samples ordered from the lowest (BRM1278/17) to the highest number from top to bottom (BRM1278/34) (Figure 2). The pollen values are expressed as percentages of total land pollen, and the values of fern spores and non-pollen palynomorphs are expressed as percentages of the total pollen sum. Taxa with ecological affinities have been grouped together and indicated on the diagram (trees and shrubs, heaths, herbs, aquatics, ferns, algae, testates, dung fungi, saprophytic fungi, rhizome fungi, intestinal parasites) to facilitate its reading.

All samples were first assessed by scanning four transects (10%) of the prepared slides. Samples with insufficient material for analysis are presented in Table 2. A total count of 300 pollen grains was achieved for samples BRM1278/20-23, BRM1278/30 and BRM1278/33-34, and of 200 grains for sample BRM1278/27, 150 for samples BRM1278/24, BRM1278/29 and BRM1278/31, and 100 for samples BRM1278/17, BRM1278/19, BRM1278/25 and BRM1278/26.

3.2 Macrofossil extraction and assessment

Nine samples were extracted and processed for the recovery of macrofossil remains, including waterlogged and charred plant remains (seeds & fruits), charcoal and wood. The extraction process involved the following procedures: (1) measuring the sample volume by water displacement, and (2) processing the sample by wet-sieving using 300µm and 1mm mesh sizes. The flots were scanned under a stereozoom microscope at x7 to x45 magnifications. The contents were recorded in Table 1 with relevant archaeobotanical material extracted from the flot for subsequent assessment. The extracted charred remains were air-dried in order to facilitate identification.

The macrobotanical samples were processed by wet-sieving through geological sieves of 1mm and 300µm apertures and the flots retained wet. The flots were scanned under a stereozoom microscope at x7 to x45 magnifications. The contents were recorded in Table 3 with relevant archaeobotanical material extracted from the flot for subsequent assessment and analysis. Waterlogged plant macrofossils and wood were retained wet whilst charcoal was air-dried in order to facilitate identification.

The waterlogged plant macrofossils were analyzed under the stereozoom microscope. Identifications were based on gross morphology and surface cell structure with relevant instruction manuals (Jacomet 2007; Cappers *et al* 2006) consulted where necessary as well as an in-house reference collection. Quantification is based on minimum number of individuals and results recorded in Table 3. Nomenclature follows Stace (1997).

The waterlogged wood and charcoal were identified following standardized procedures (Gale & Cutler 2000; Hather 2000) by sectioning the wood along three planes (transversal, tangential and radial). Suites of anatomical features were compared in the three sections with those in modern reference material and reference manuals (Schweingruber 1990; Schoch *et al* 2014). The presence of roundwood was noted along with ring numbers and any distortion to the anatomical features. Charcoal was identified using an incident light microscope at magnifications x50 to x400 whilst waterlogged wood was placed under a transmitted light microscope of magnifications x40 to x1000. Nomenclature follows Stace (1997), and identifications are listed in Table 4.

4. RESULTS, INTERPRETATION & DISCUSSION OF THE POLLEN & NON-POLLEN PALYNOFORM ASSESSMENT

4.1. Results & interpretation of the pollen & non-pollen palynomorph assessment

Nineteen samples were initially assessed for pollen analyses to establish the concentration and preservation of remains. Fifteen samples were found to contain sufficient well-preserved pollen grains to conduct full analysis, while four samples proved to be almost devoid of micro-remains (samples BRM1278/18, BRM1278/32, BRM1278/34, and BRM1278/35). These samples were consequently excluded from further analysis.

Table 2: Samples containing insufficient remains for pollen analysis

Borehole number	DSI-026	DSI-021	DSI-014	DSI-013
Sample number	1278/18	1278/28	1278/32	1278/35
Poaceae	0	1	1	1
Filipendula type	0	2	3	2
Fern spores	0	1	1	1
Chaetomium	0	1	1	1
Total Land Pollen (grains counted)	0	3	4	3

A pollen diagram has been created, and the samples ordered from the lowest (BRM1278/17) to the highest number from top to bottom (BRM1278/35) (Figure 2); samples BRM1278/18, BRM1278/32, BRM1278/34 and BRM1278/35 are not included in the diagram due to a lack of data. The pollen values are expressed as percentages of total land pollen, and the values of fern spores and non-pollen palynomorphs are expressed as percentages of the total pollen sum. Taxa with ecological affinities have been grouped together and indicated on the diagram (trees and shrubs, heaths, herbs, aquatics, ferns, algae, testates, dung fungi, saprophytic fungi, rhizome fungi, intestinal parasites) to facilitate its reading.

4.1.1. DSI-017

Sample BRM1278/17 (0.9-0.8m asl)

This sample is characterized by high values of tree pollen, dominated by *Corylus* (41%) and *Alnus* (15%). Heath and herb pollen includes *Calluna vulgaris* (4%), *Hedera* (15%), Poaceae, Cerealia, Caryophyllaceae, *Centaurea cyanus* and *Oxalis* (all <5%). Aquatic pollen is absent. Ferns are dominated by monolete and trilate spores with *Polypodium*. Wet conditions are indicated by shells of testate amoebae (*Arcella* and *Assulina*). No dung fungi or intestinal parasites were noted.

4.1.2. DSI-026

Sample BRM1278/18 (1.2-1.3m bsl)

As highlighted in Table 2, this sample contained no palynomorph remains.

Sample BRM1278/19 (3.6-3.7m bsl)

This sample is characterized by high values of tree and shrub pollen including *Corylus* (15%), *Myrica* (15%), *Alnus*, *Betula* and *Pinus* (all <8%). Heath and herb pollen includes Poaceae (17%) with *Cerealia* pollen (6%), *Centaurea cyanus*, *Filipendula*, *Ranunculus*, and *Brassica* (all <4%). Aquatic pollen is absent. Ferns are dominated by monoete spores. Wet conditions are indicated by shells of testate amoebae (*Arcella* and *Assulina*). Dung fungi include *Sordaria*, *Chaetomium* and *Cercophora*. *Trichuris* intestinal parasite eggs are also noted.

4.1.3. DSI-020

Sample BRM1278/20 (1.35-1.25m asl)

The tree, shrub, heath and herb assemblage closely resembles the composition of sample BRM1278/17, with sporadic *Quercus*. No testate shells are recorded. The occurrence of grazing herbivores is indicated by spores of dung fungi (*Sordaria*) and fungi growing on decaying straw or dung (*Cercophora*). This is confirmed by the presence of large *Trichuris* eggs (c. 70 µm), characteristic of sheep and cattle dung or canid dung.

Sample BRM1278/21 (0.45-0.35m asl)

The sample is characterized by high values of *Corylus* (up to 80%) with *Myrica* (<8%) and *Alnus* (<5%). Heath and herb pollen includes *Calluna vulgaris*, Poaceae, *Cerealia*, Cannabaceae, *Plantago* and *Centaurea cyanus* (all <3%). Wet conditions are indicated by shells of testate amoebae (*Arcella* and *Assulina*). Eggs of *Trichuris* smaller than 50µm point to the presence of human or pig faeces in this locality.

Sample BRM1278/22 (0.55-0.65m bsl)

This sample is dominated by *Pinus* (>50%) with *Corylus*, *Alnus*, *Betula* (all around 10-15%), *Quercus* and *Salix* (both <2%). Heath and herb pollen are near absent. Aquatic pollen is absent and spores are dominated by monoete spores. No testate shells, dung or intestinal parasites are recorded. A spiral-shaped multi-celled type (conidia of *Cirrenalia?*) occurs (c. 3%).

Sample BRM1278/23 (1.15-1.25m bsl)

The composition of this sample matches that of sample BRM1278/22, with very slight differences: *Quercus* values are higher (5%) and *Myrica* is present (<5%). Poaceae and Cyperaceae are also recorded

in low percentages (<2%). The most notable characteristic is the abundance of a multi-celled type (*Cirrenalia?*), probably belonging to the genus *Globigerina* (c. 18%).

4.1.4. DSI-016

Sample BRM1278/24 (1.85-1.95m bsl)

This sample is characterized by high values of heath and herbaceous pollen. *Calluna* dominates (25%) with Poaceae (11%), *Cerealia* (5%), *Rumex* and *Centaurea cyanus* (both <3%). Tree and shrub pollen comprises *Corylus* (26%), *Alnus* (13%), with *Betula*, *Pinus*, *Acer*, *Tilia* & *Myrica* (all <8%). Fern spores are dominated by monolete with trilate spores. Testate shells and dung fungi are absent. Intestinal whipworm eggs from wild animals (*Trichuris*) also occur.

Sample BRM1278/25 (3.15-3.25m bsl)

This sample is characterized by high values of herbaceous pollen. Poaceae dominates (33%) with Cyperaceae, Caryophyllaceae, Cannabaceae, Apiaceae, *Filipendula*, *Plantago* and *Centaurea cyanus* (all <5%). Tree and shrub pollen values are similar to that recorded in sample BRM1278/24 with an absence of *Acer* and *Tilia*. Animal faeces are indicated by the presence of both coprophilous spores and eggs of intestinal parasites.

Sample BRM1278/26 (4.05-4.15m bsl)

This sample is very similar in composition to BRM1278/25. The main difference is the higher proportion of *Myrica* (26%) and Poaceae values are around 25%. The occurrence of *Sordaria* and eggs of *Dicrocoelium* indicate that herbivores grazed in this locality's surroundings. This is supported by knowledge that sheep grazed on turf rooves of the Bryggen buildings (Dunlop, pers. comm.)

Sample BRM1278/27 (5.05-5.15m bsl)

This sample is very similar in composition to BRM1278/26. The main difference is the lower proportion of *Myrica*, the absence of *Betula*, and raised values of *Cerealia* (5%). The presence of the algal microfossil type I28B and of testate amoebae also shows the existence of wet areas, and faeces of wild animals are indicated by large *Trichuris* eggs (c. 70 µm).

Sample BRM1278/28 (7.25-7.35m bsl)

As highlighted in Table 2, this sample contained insufficient remains for full analysis.

Sample BRM1278/29 (8.05-8.15 m bsl)

This sample is very similar in composition to BRM1278/27. The main difference being the lower proportion of Poaceae (10%), and herbaceous taxa including *Cerealia*, *Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*

and *Vicia* type (all (5%). Several types of eggs of intestinal parasites also occur (*Trichuris*, *Dicrocoelium*, cf. *Oxyuris*).

4.1.5. DSI-018

Sample BRM1278/30 (1.15-1.05m asl)

The composition of this sample is very similar to that recorded in BRM1278/29, but with higher values of *Alnus* (45%) and *Betula* (10%) in the tree and shrub assemblage. Herbs are dominated by Poaceae (10%) with *Plantago* and *Papaver rhoeas*. Aquatic conditions are indicated by *Typha* and eggs of flatworms (Platyhelminthes).

Sample BRM1278/31 (0.35-0.25m asl)

This sample is similar in composition to BRM1278/30. The main differences are a lower proportion of *Alnus* (20%) and greater variety of herbs, including Poaceae, *Cerealia*, Cyperaceae, Cannabaceae, *Filipendula*, *Rumex*, *Centaurea cyanus* and *Trifolium* (all generally <5%). *Calluna* values also increase to 5%. Aquatic conditions are indicated by *Typha* and testate shells of *Arcella*. Dung fungi include *Sordaria* and *Podospora*. Possible conidia of *Cirrenalia* occur again, although in low percentages (<1%).

4.1.6. DSI-014

Sample BRM1278/32 (7.85-7.95m bsl)

As highlighted in Table 2, this sample contained insufficient remains for full analysis.

4.1.7. DSI-021

Sample BRM1278/33 (0.35-0.25m asl)

This sample is characterized by high values of tree and shrub pollen; *Corylus* (35%) and *Alnus* (<30%) dominate with *Pinus* (8%), *Betula* (5%) and lower proportions of *Acer*, *Tilia* and *Salix* (all <5%). *Calluna* is also recorded (<10%). Herbs comprise Poaceae, *Cerealia*, Cyperaceae, *Filipendula*, *Centaurea cyanus* and *C. jacea*. Water indicators (testate amoebae) and dung fungi (*Sordaria*) are noted.

Sample BRM1278/34 (0 to 0.1m bsl)

This sample is again characterized by high values of tree and shrub pollen; this time dominated by *Pinus* (68%) with *Alnus* (15%), *Corylus* type (<10%), *Betula*, *Quercus*, *Acer*, *Tilia* and *Myrica* (all <5). Herbaceous taxa and other proxies are near absent. However, the abundance of the algal type 128B and the presence of chironomid remains shows the presence of freshwater environments.

4.1.8. DSI-013

Sample BRM1278/35 (9.05-9.15m bsl)

As highlighted in Table 2, this sample contained insufficient remains for full analysis.

4.2. Discussion of the pollen & non-pollen palynomorph assessment

Detailed interpretations are provided for each borehole in sections 4.21 to 4.26. However, overall, the majority of samples showed a rather marked human impact on the environment, directly through cultivation and indirectly through the presence of dung proxies for grazing animals and, possibly, human latrines. The pollen spectra identified in the samples can be grouped into four main assemblage types:

1. Assemblages dominated by pollen of hazel (*Corylus*), alder (*Alnus*) and grasses (Poaceae) (Samples BRM1278/17-/20, BRM1278/29-/31, BRM1278/33);
2. Assemblages dominated by hazel pollen (Sample BRM1278/21)
3. Assemblages dominated by pine (*Pinus*) pollen (Samples BRM1278/22-/23, BRM1278/34);
4. Mixed heathland (*Calluna vulgaris*) - woodland assemblages (Sample BRM1278/24);
5. Assemblages dominated by herbaceous pollen (Samples BRM1278/25-/27).

These environments can be depicted as: mixed deciduous woodland, possibly bordering alder (*Alnus*) carrs in the vicinity of humid areas; hazel shrublands or areas used by the inhabitants for hazel cultivation; boreal forests with pine and birch; open landscapes with typical heathland species; open grassland used for animal grazing or for cereal cultivation.

From a chronological perspective, there is a clear discrepancy between the majority of the oldest samples (dated to prehistoric times), such as samples BRM1278/22, BRM1278/23 and BRM1278/34, which are largely dominated by pine (*Pinus*) pollen and absent of cereal grains, and those of later samples. By comparison, two of the more recent samples, samples BRM1278/24 and BRM1278/25 (post-medieval and probably late medieval, respectively), are characterized by two of the pollen assemblages most indicative of open landscapes, suggesting increasing clearing activities throughout the centuries.

Overall, hazel (*Corylus*) seems to have played a major role in the medieval landscape of Bergen, probably due to its use as a food source. *Myrica* pollen might also be an indication of the use of bog myrtle as in ingredient for beer production, especially when found in association with cereal pollen (e.g. sample BRM1278/29), as already hypothesized for medieval Bergen (Richer & Young 2021).

The presence of aquatic indicators is almost ubiquitous, and points to a variety of humid environments. In most cases these environments were probably freshwater ponds with shallow water, as suggested by testate amoebae, algal spores and chironomids (e.g. samples BRM1278/17, BRM1278/29, BRM1278/21, BRM1278/33, BRM1278/34), but in other cases the proximity of both marine and freshwater environments is evident. Sample BRM1278/23 is particularly notable, due to the high abundance of foraminifera remains, possibly belonging to the genus *Globigerina*. This species is typical of sea muds, which fits with the description of the sediment as gyttja.

The frequent presence of domestic animals is proven by the occurrence of long intestinal whipworm eggs (ca. 70 µm) typically infecting sheep and cattle (*Trichuris* sp.), as well as by frequent spores of fungi which grow on herbivore dung (e.g. *Sordaria*). However, the finding of smaller eggs may also point to the presence of human sewage from latrines (Arobba et al. 2018). The recovery of a ca. 60 µm long parasite egg in sample BRM1278/29 might be particularly worthy of interest: it is too large to represent an egg of the liver fluke (*Dicrocoelium*), and its size and shape is close to that of *Oxyuris equi*, an obligate horse parasite (Yeh et al. 2014; Dufour et al. 2016) which however usually produces slightly longer eggs (Figure 3).

4.2.1. DSI-017

Sample BRM1278/17 is indicative of a local environment dominated by hazel and ivy. Human activity is suggested by the presence of sporadic cereal grains and dung fungi, which are not subject to long-distance transportation. Wet conditions are also indicated by alder woodland, whilst algal cysts and testate amoebae (*Arcella* and *Assulina*) suggest the presence of pools of open water.

4.2.2. DSI-026

Samples BRM1278/18 and BRM1278/19 were both possibly from the reclaimed harbour area. No data were available from sample BRM1278/18, but the pollen of domestic grasses (*Cerealia*) in sample BRM1278/19 confirms local anthropogenic activities, in addition to the presence of herbivore species, indicated by both spores of dung fungi and intestinal parasite eggs.

4.2.3. DSI-020

The presence of domesticated grasses, spores of dung fungi and intestinal parasites confirm the on-site presence of animal excrement on a dryland area in samples BRM1278/20 and BRM1278/21. This interpretation is enhanced by occasional synanthropic plants such as *Centaurea* (bachelor's button), *Trifolium* (clover) and *Rumex* (docks and sorrels); the latter probably infesting cereal fields. A strong human impact is also shown in sample BRM1278/21 by short eggs of the whipworm *Trichuris*, compatible with the presence of human faeces (or, alternatively, pig excrement) (Arobba et al 2018).

The amount of hazel pollen in sample BRM1278/21 is also sufficiently high to suggest deliberate hazel cultivation, as indicated by the macrofossil record and by previous investigations (Richer & Young 2021).

Lower samples BRM1278/22 and BRM1278/23 were both considered as possibly related to the Veisan lagoon. However, both samples show an increase in arboreal pollen relative to the previous samples, including oak and willow, suggesting a dryland scenario but also a decreased human impact and the vicinity of riparian habitats. No cereal pollen grains were detected, and a more forested environment is indicated by a very scarce presence of herbaceous taxa. However, sample BRM1278/23 is characterized by a remarkable frequency of a spira-shaped multi-celled microfossil which might be assigned to the fungal genus *Cirrenalia*, which includes species typically associated with brackish environments (El-Sharouny et al. 2009; Arobba et al. 2018). This area was also located within a much closer proximity of a pine and birch forest compared to the other samples (with the exception of sample BRM1278/34), unless unknown taphonomic factors (e.g. running waters) played a role in the dispersal of pine and birch pollen from a more distal area.

4.2.4. DSI-016

Human-made reclamation appears fully plausible for sample BRM1278/24, where cereal pollen grains occur again. The pollen assemblage here is unique, as heather pollen rises to 25%. Local animal grazing in this open heathland habitat is indicated by large eggs of *Trichuris* whipworms.

Sample BRM1278/25 is likely to represent an equally open landscape, where heather is replaced by wild grasses, and a significantly more varied herbaceous flora, which now also includes sedges to a larger extent than in any other sample. A particularly high incidence of pollen grains morphologically compatible with *Myrica gale* (Erdtman et al. 1963; Blackmore et al. 2003; Beug 2004), occurring in sample BRM1278/26, might indicate the deliberate use of this plant by the population, possibly for brewing purposes.

Reclamation of arable land is highly plausible for sample BRM1278/27, where a peak in cereal pollen occurs, in association with other field crop weeds, within a relatively open landscape with both wild grasses and heather, in addition to water pools (algae, testates) and animal faeces (parasite eggs). The same vegetation components are actually present in sample BRM1278/29, lithologically considered as a seabed deposit. However, none of the foraminifera typical of sample BRM1278/23 occur, and there is instead a clear indication of human activities and grazing herbivores (parasite eggs of different intestinal species).

4.2.5. DSI-018

Contrary to a possible interpretation as reclaimed land, sample BRM1278/30 shows no clear anthropogenic palynological signal, and no domestic taxa or dung indicators are present. However, a peak in alder pollen and fern spores might indicate the proximity of cool and shady riparian areas.

A stronger anthropogenic signal including cereals, clover, bachelor's button, docks and sorrels is reflected by sample BRM1278/31, where increased soil erosion, probably caused by grazing herbivores (as indicated by spores of dung fungi) may be suggested by *Glomus* spores, growing on roots in soil (Kołaczek et al. 2013). In this sample foraminifera shells occur again, in addition to testate amoebae, suggesting the input of lagoonal sediment.

4.2.6. DSI-021

The microfossil assemblage of sample BRM1278/33 is in good accordance with an interpretation as a dryland deposit near the shore of a wetland, as suggested by willow pollen and aquatic proxies such as testate amoebae. The arboreal component is here more varied and includes sporadic pollen grains of lime (*Tilia*) representative of its growth on dry soils.

An even wider assemblage of tree/shrub taxa characterizes sample BRM1278/34, largely dominated by pine pollen. Given the occurrence of algal spores (microfossil type I28B), it is possible that the material derives from sediments deposited in the Veisan lagoon, either in close proximity of a forested area, or affected by taphonomic factors such as streams and wind, transporting large quantities of conifer pollen. There is no evidence for anthropogenic activity.

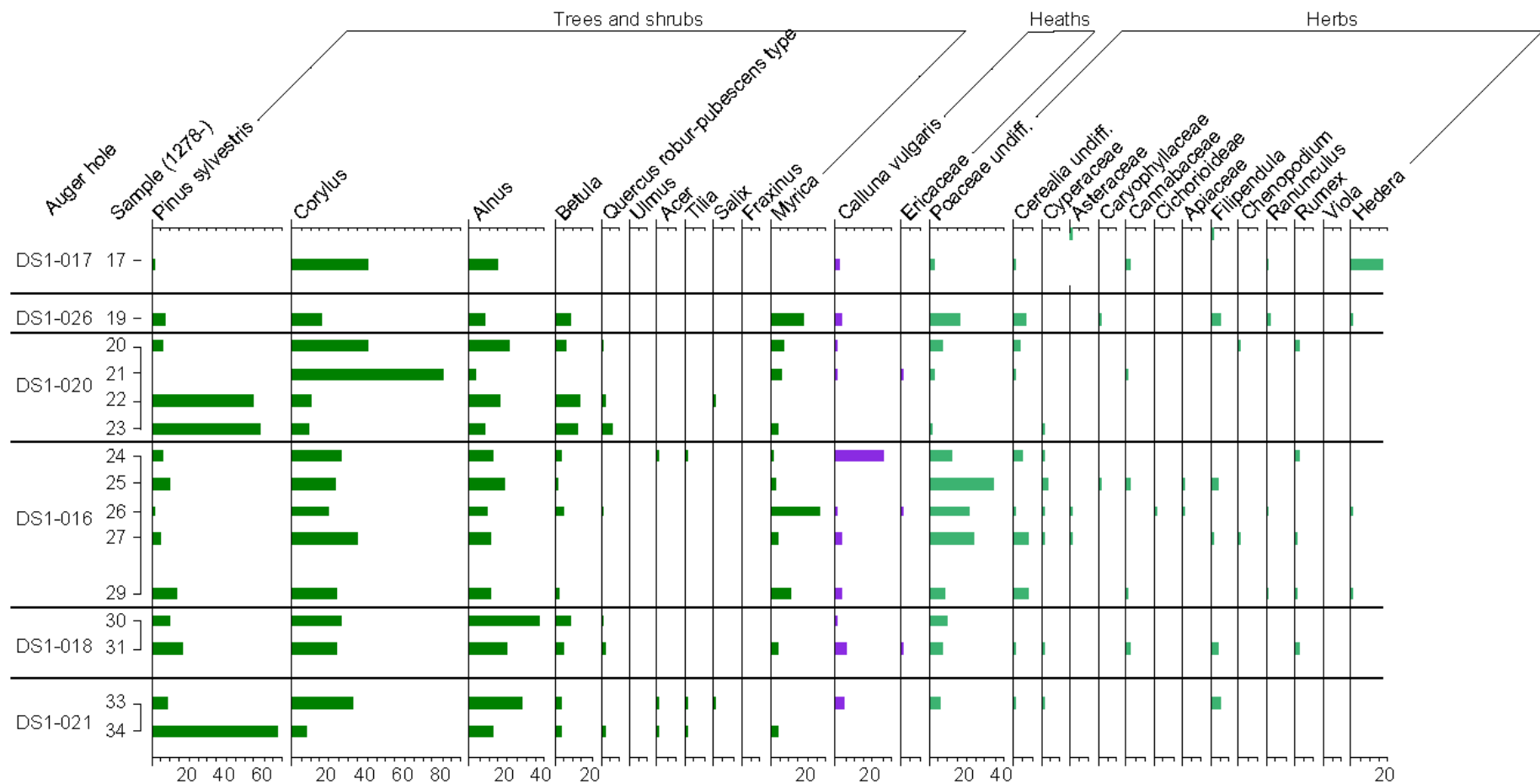


Figure 2: Pollen percentage diagram, BRM1278

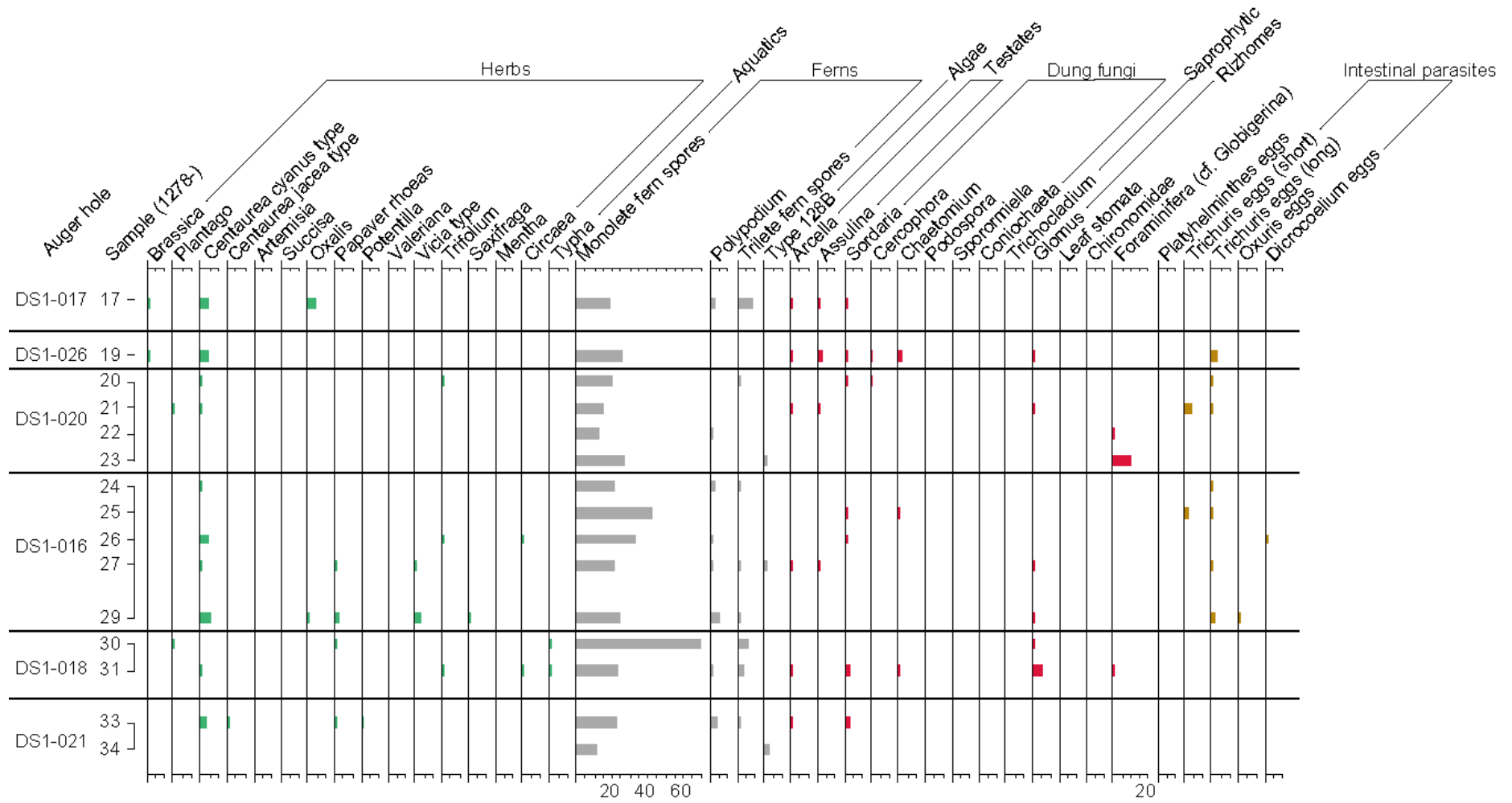


Figure 2: Pollen percentage diagram, BRM1278



Figure 3: Unknown parasite egg within sample BRM1278/29 (*Oxyuris equi*?)

5. RESULTS, INTERPRETATION & DISCUSSION OF THE MACROFOSSIL ANALYSIS

5.1. Results & interpretation of the macrofossil (seeds & wood) analysis

5.1.1. Waterlogged Plant Macrofossils

The waterlogged plant macrofossils from Sandbrogaten and Bryggen were well-preserved with the majority identifiable to genus, if not, species-level. Fruits of cloudberry (*Rubus chamaemorus*) and wild strawberry (*Fragaria vesca*) were identified within the Former Harbour Vågen whilst the Former Lagoon Veisan contained the same taxa and additional fruits of bramble (*Rubus fruticosus*), raspberry (*Rubus idaeus*) and dog rose (*Rosa canina*). Hazelnut (*Corylus avellana*) shell fragments were recovered from all sampled contexts, excluding that of (179) in Former Lagoon Veisan. Carrot (*Daucus carota*) seeds were identified in context (118) in Former Harbour Vågen.

Wild plants associated with nitrophilous soils, indicating high organic content, included fat hen (*Chenopodium album*), common chickweed (*Stellaria media*) and common nettle (*Urtica dioica*). Dry, sandy soils are represented by corn spurrey (*Spergula arvensis*), field pennycress (*Thlaspi arvense*) and parsley-piert (*Aphanes arvensis*) in the former harbour Vågen. Meadow buttercup (*Ranunculus acris*), pale persicaria (*Persicaria lapathifolia*), redshank (*Persicaria maculosa*) and knotgrass (*Polygonum aviculare*) as well as a number of sedges (*Carex* spp.) indicate wet environs in both the former harbour and former lagoon. Salad burnet (*Sanguisorba minor*) is often associated with calcareous soils whilst small nettle (*Urtica urens*) and bugle (*Ajuga reptans*) thrive in shady wooded areas.

The remainder of the wild taxa are indicative of grass or disturbed ground including oraches (*Atriplex* sp.), black-bindweed (*Fallopia convolvulus*), violets (*Viola* sp.), creeping cinquefoil (*Potentilla reptans*), vetches (*Vicia* sp.), willowherbs (*Epilobium* sp.), white dead-nettle (*Lamium album*), hemp-nettle (*Galeopsis* sp.), mint (*Mentha* sp.), cornflower (*Centaurea cyanus*) and nipplewort (*Lapsana communis*).

5.1.2. Waterlogged Wood

Waterlogged wood was significantly more abundant in the former harbour Vågen with only a single well-preserved wood chip of poplar/ willow (*Populus/ Salix*) identified in context (164) of the former lagoon Veisan. Former harbour Vågen contained excellently well-preserved wood chips predominantly deriving from Scot's pine (*Pinus sylvestris*). Alder (*Alnus* sp.) wood chips were recorded in contexts (118) and (147) with the latter also containing a possible wooden dowel of hazel (*Corylus avellana*). Context (103) contained wood chips of Norway spruce (*Picea albies*), poplar/ willow and the apple sub-family (Maloideae).

5.1.3. Charcoal

Charcoal was present in all the macrobotanical samples from Sandbrogaten & Bryggen, the preservation of which was excellent. At the former harbour Vågen Scot's pine and alder were the predominant taxa accompanied by occasional fragments of birch (*Betula* sp.), hazel and oak (*Quercus* sp.). Maple (*Acer* sp.) was recorded in context (125) whilst context (147) contained fragments of Norway spruce. Roundwood, from small branches or twigs, was only present in context (147) as alder and oak. The charcoal in the former lagoon Veisan contained fragments of Scot's pine and oak. Poplar/willow was also identified in context (164) whilst a small number of bark fragments were recorded in context (179).

5.2. Discussion of the macrofossil (seeds & wood) analysis

5.2.1. Waterlogged Plant Macrofossils

The waterlogged plant macrofossils identified at Sandbrogaten & Bryggen appear to predominantly derive from wild plants likely growing in the vicinity of the borehole localities. The corn spurrey and field pennycress are indicative of sandy acidic environs (Streeter *et al* 2009: 44; Stevens 2015: 197) whilst fat hen, common nettle and common chickweed evidence that the organic content of the soil was high and nitrophilous (Stevens, 2015: 197; Carruthers, 1995: 6; Giorgi, 2006: 8). The presence of dung within the deposits is unsurprising. A significant number of the plant macrofossils are associated with damp or seasonally waterlogged ground including meadow buttercup, pale persicaria, redshank, knotgrass and the range of sedges (Stace 1997: 183). Wood sedge, small nettle and bugle would have derived from local wooded or hedgerow areas.

A small number of the edible fruits including raspberry, strawberry, dog rose and bramble would have been growing in similar wooded and hedgerow environs whilst the cloudberry would have grown locally on coastal heathland (Nilsen & Moen 2009: 523). Cloudberry was traded out of medieval Bergen to Denmark and Germany as it was prized for its effects against scurvy (Clusius 1601). Hazelnut was an important wild resource in medieval Norway (Groenman-van Waateridge 1996: 116) making its ubiquity at Sandbrogaten & Bryggen unsurprising. Carrot was likely grown as a garden crop as it was in medieval monastic gardens across the country (Åsen 2021: 13). Common chickweed, corn spurrey, parsley-piert, white dead-nettle, nipplewort and common nettle have all been consumed in the past (Holden & Boardman 1998; Mabey 1972; Svanberg 2012: 320) and were potentially cultivated or exploited from the wild as salad leaves or edible greens. Hazelnut and brambles were similarly identified at Finnegarden, Bergen (Richer & Young 2021) indicating similar wild plant exploitation across the medieval waterfront of the city. Bergen was considered a major medieval North Sea trading port (Nedkvitne 2014: 30) and it is possible that many such wild food products were traded via shipping

routes. Considering Bergen as an active trading centre, the absence of imported exotic food products within the plant macrofossil assemblage at Sandbrogaten & Bryggen is perhaps significant.

5.2.2. Charcoal and Wood

Birch, alder, Norway spruce and Scot's pine thrived in the surrounding environs of medieval Bergen according to pollen records (Mehl & Hjelle 2015: 46). The birch was likely of downy birch (*Betula pubescens*) whilst alder would have been of the grey (*Alnus incana*) or black (*Alnus glutinosa*) variety (Mehl & Hjelle 2015: 46). The conversion of the Scot's pine, alder, Norway spruce and poplar/ willow into wood chips potentially derive from construction or carpentry debris or were utilized as packing possibly for the transportation of goods for shipping. The hazel dowel identified in context (147) would have been used in carpentry although for the production of what is unclear. Scot's pine, alder, oak, hazel, birch and Norway spruce all make excellent fuelwood (Taylor 1981) and may have been selected for these qualities.

6. CONCLUSIONS

The following vegetation communities are indicated by the pollen assemblages: (1) mixed deciduous woodland, possibly bordering alder carr in the vicinity of humid areas; (2) hazel shrublands or areas used by the inhabitants for hazel cultivation; (3) boreal forests with pine and birch; (4) open landscapes with typical heathland species, and (5) open grassland used for animal grazing or for cereal cultivation. Overall, the majority of samples showed a rather marked human impact on the environment, directly through cultivation and indirectly through the presence of dung proxies for grazing animals and, possibly, human latrines (cf. sample BRM1278/21). From a chronological point of view, there is a clear discrepancy between the majority of the oldest samples (dated to prehistoric times), such as samples BRM1278/22, BRM1278/23 and BRM1278/34, which are largely dominated by pine pollen and a lack of cereal pollen grains, and younger samples.

The waterlogged plant macrofossils identified at Sandbrogaten & Bryggen derive from the local wild environment and indicate damp, sandy and organic-rich soils accommodating shrubby wooded environs or hedgerows. Wild fruits and nuts would have been exploited for consumption with the dried berries of the cloudberry possibly traded abroad for its medicinal properties. Carrot and several other wild taxa may have been cultivated locally as garden crops. An absence of exotic imported foodstuffs has been noted within the samples. Wood of both the deciduous and coniferous varieties was exploited from the surrounding environs. The conversion of predominately Scot's pine and alder into wood chips was either as packing or representative of carpentry waste. A hazel dowel would have also been utilized in carpentry or construction. The birch within the assemblage was likely of the downy birch variety whilst the alder derived from the grey or black varieties indicated by local pollen

records. A range of wood taxa was exploited for fuelwood at Sandbrogaten & Bryggen, all of which burn well, and the frequency of it indicates regular burning activities taking place at the former harbour and lagoon.

Table 3: Waterlogged plant macrofossils from Sandbrogaten & Bryggen, Bergen

	Borehole Number	DSI-026	DSI-016		DSI-017	DSI-020		DSI-018		DSI-021
	Sample Number	19	27	28	17	20	21	30	31	33
	Context Number	118	147	147	103	125	128	164	164	179
	Period	High Middle Ages	Shortly after AD 1300	High Middle Ages	High Middle Ages	High/Late Middle Ages	Early Middle Ages	Early/High Middle Ages	Early Middle Ages	Late Viking Age
	Preservation	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++
Taxonomic Identification	English Name									
Chaff										
<i>Cerealia</i> indet.	Straw Fragment	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Edible Plants										
<i>Rubus</i> sp. L.	Brambles	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Rubus fruticosus</i> L.	Bramble	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Rubus idaeus</i> L.	Raspberry	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Rubus chamaemorus</i> L.	Cloudberry	2	2	-	2	-	5	-	-	-
<i>Fragaria vesca</i> L.	Strawberry	2	-	2	-	-	4	-	1	1
<i>Rosa</i> sp. L.	Rose	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rosa canina</i> L.	Dog rose	-	-	-	-	-	5	-	-	-
Herbs and Nuts										
<i>Corylus avellana</i> L.	Hazelnut shell fragment	58	23	4	32	36	12	1	4	-
<i>Daucus carota</i> L.	Carrot	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Wild Plants on Arable/ Disturbed Ground										
<i>Urtica dioica</i> L.	Common nettle	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Chenopodium album</i> L.	Fat hen	9	2	1	9	17	4	1	3	2
<i>Atriplex</i> sp. L.	Oraches	-	2	-	-	-	-	-	-	-
CARYOPHYLLACEAE	Pink family	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Common chickweed	50	10	2	2	59	1	-	-	-
<i>Spergula arvensis</i> L.	Corn spurrey	1	-	-	-	-	-	-	-	-
POLYGONACEAE	Knotweed family	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	Black-bindweed	-	-	-	-	1	-	-	-	2
<i>Viola</i> sp. L.	Violet	7	1	-	2	-	-	3	-	1

	Borehole Number	DS1-026	DS1-016		DS1-017	DS1-020		DS1-018		DS1-021
	Sample Number	19	27	28	17	20	21	30	31	33
	Context Number	118	147	147	103	125	128	164	164	179
	Period	High Middle Ages	Shortly after AD 1300	High Middle Ages	High Middle Ages	High/Late Middle Ages	Early Middle Ages	Early/High Middle Ages	Early Middle Ages	Late Viking Age
<i>Thlaspi arvense</i> L.	Field pennycress	7	1	-	-	-	-	-	-	-
ROSACEAE	Rose family	-	-	-	-	-	5	-	-	-
<i>Potentilla</i> sp. L.	Cinquefoils	1	-	-	1	-	-	10	-	-
<i>Potentilla reptans</i> L.	Creeping cinquefoil	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	Salad burnet	-	-	-	-	1	22	-	-	-
<i>Alchemilla</i> sp. L.	Lady's-mantles	8	-	-	9	1	-	-	-	4
<i>Aphanes arvensis</i> L.	Parsley-piert	-	6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia</i> so. L.	Vetch	-	-	-	-	-	-	5	1	-
<i>Epilobium</i> sp. L.	Willowherb	-	1	2	-	-	-	-	-	-
<i>Lamium album</i> L.	White dead-nettle	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Galeopsis</i> sp. L.	Hemp-nettles	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mentha</i> sp. L.	Mint	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Centaurea cyanus</i> L.	Cornflower	3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lapsana communis</i> L.	Nipplewort	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Wild Plants Common to Wet Environments										
<i>Ranunculus</i> sp. L.	Buttercup	-	1	-	-	2	-	-	-	-
<i>Ranunculus acris</i> L.	Meadow buttercup	-	-	-	1	-	2	-	1	-
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Gray	Pale persicaria	23	21	3	22	21	13	-	-	3
<i>Persicaria maculosa</i> Gray.	Redshank	2	-	-	2	3	-	-	-	2
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Knotgrass	-	-	-	-	19	-	-	-	-
<i>Carex</i> spp. L.	Sedge lenticular	2	-	-	3	-	-	12	2	-
	Sedge triangular	-	1	-	1	-	-	-	-	-
<i>Carex divisa</i> -type	Divided sedge	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Carex flacca</i> Schreb.	Glaucous sedge	-	1	-	1	3	-	-	1	-
<i>Carex flava</i> L.	Large yellow sedge	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex buxbaumii</i> Wahlenb.	Club sedge	-	-	-	-	-	-	2	-	-

	Borehole Number	DSI-026	DSI-016		DSI-017	DSI-020		DSI-018		DSI-021
	Sample Number	19	27	28	17	20	21	30	31	33
	Context Number	118	147	147	103	125	128	164	164	179
	Period	High Middle Ages	Shortly after AD 1300	High Middle Ages	High Middle Ages	High/Late Middle Ages	Early Middle Ages	Early/High Middle Ages	Early Middle Ages	Late Viking Age
Wild Plants in Wooded Environs										
<i>Urtica urens</i> L.	Small nettle	-	-	-	-	2	-	-	-	2
<i>Ajuga reptans</i> L.	Bugle	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	Wood sedge	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Indeterminate Plant Macros										
Indet.	Indeterminate weed seed	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	Indeterminate bud	-	3	-	-	-	-	-	-	3
Total Waterlogged Plant Macrofossils		183	76	15	90		165	41	16	22
	Burnt Bone	-	-	-	**	**	-	-	*	-
	Fishbone/ Microfauna	**	**	*	*	-	-	-	-	-
	Insect Remains	**	-	-	**	-	-	-	-	-
	Worm Capsules	*	-	-	-	**	-	-	-	*
	Fly Pupae	-	**	*	-	-	****	-	-	*
	Organic Detritus	****	*****	*****	-	**	*****	****	*****	**
	Leaf Fragments	**	-	**	-	-	-	-	-	-
	Aquatic Plants	**	**	*****	**	**	*****	-	-	-
	Leather	*	-	-	-	*	-	-	-	-
	CBM	-	-	-	-	*	-	-	-	-

Key: Quantification: * = 1-10, ** = 11-50, *** = 51-150, **** = 151-250, ***** = >250

Preservation: + = poor, ++ = moderate, +++ = good.

Table 4: Waterlogged wood and charcoal from macrobotanical samples from Sandbrogaten & Bryggen, Bergen

Borehole Number	Sample Number	Context	Context Description	Material Type	Preservation	Average Ring Number per Wood Fragment	Norway spruce	Spruce/ Pine	Scots Pine	Oak	Birch Family	Birch	Alder	Hazel	Poplar/ Willow	Apple sub family; hawthorn, whitebeam, rowan, apple, pear	Maple	Indeterminate Knotwood	Indeterminate Bark Fragment	<i>Picea albies</i> (L.) H. Karst.	<i>Picea/ Pinus</i>	<i>Pinus sylvestris</i> L.	<i>Quercus</i> sp. L.	Betulaceae	<i>Betula</i> sp. L.	<i>Alnus</i> sp. L.	<i>Corylus avellana</i>	<i>Populus/ Salix</i>	Maloideae	<i>Acer</i> sp. L.	Indet. knotwood	Indet. Bark		
DSI-017	17	103	Former Harbour Vågen	WW	+++	6	2	-	8	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-															
				CW	+++	3	-	-	6	1	-	3	8	3	-	-	-	-	-	-	-													
DSI-026	19	118	Former Harbour Vågen	WW	+++	3	-	-	8	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-															
				CW	+++	3	-	-	5	1	-	2	7	-	-	-	-	-	-	1	3													
DSI-020	20	125	Former Lagoon Veisan	WW	+++	4	-	-	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2														
				CW	+++	3	-	-	5	-	3	1	16	5	-	-	-	1	-	-														
	21	128	Former Lagoon Veisan	WW	+++	5	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1														
				CW	+++	2	-	-	2	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-													
DSI-016	27	147	Former Harbour Vågen	WW	+++	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-															
				CW	+++	4	-	-	-	-	-	-	5 rw:2	-	-	-	-	-	-	-	-													
	28	147	Former Harbour Vågen	WW	+++	4	-	-	14	-	-	-	1	1d	-	-	-	-	-															
				CW	+++	3	3	1	1	10 rw:1	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-													
DSI-018	30	164	Former Lagoon Veisan	CW	+++	2	-	-	3	3	-	-	4	-	-	-	-	-																
	31	164	Former Lagoon Veisan	WW	+++	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-															
DSI-021	33	179	Former Lagoon Veisan	CW	+++	3	-	-	27	21	-	-	-	-	-	-	-	-	3															

Preservation: + = poor, ++ = moderate, +++ = good. Key: rw = roundwood, d = dowel

7. REFERENCES

- Aptroot, A. and van Geel, B. (2006). Fungi of the colon of the Yukagir Mammoth and from stratigraphically related permafrost samples. *Review of Palaeobotany and Palynology* 141(1), 225-230.
- Arobba, D., Caramiello, R., Firpo, M., Mercalli, L., Morandi, L. F., & Rossi, S. (2018). New evidence on the earliest human presence in the urban area of Genoa (Liguria, Italy): A multi-proxy study of a mid-Holocene deposit at the mouth of the Bisagno river. *The Holocene*, 28(12), 1918-1935.
- Åsen, P. A. (2021) Medieval Monastery Gardens in Iceland and Norway, *Religions* 12 (317), pp. 1-20.
- Beug, H. J. (2004). *Leitfaden der Pollenbestimmung*. München.
- Blackmore, S., Steinmann, J. A., Hoen, P. P., & Punt, W. (2003). Betulaceae and corylaceae. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 123(1-2), 71-98.
- Cappers, R., Bekker, R. M. and Janes, J. E. A. (2006) *Digital Seed Atlas of the Netherlands*. Groningen Archaeological Studies 4. Eelde: Barkhuis Publishing.
- Carruthers, W. J. (1995) *Charred Plant Remains from the Medieval Farmstead at Eckweek, Avon*. Ancient Monuments Laboratory Report 27/95. London: Historic Buildings and Monuments Commission for England.
- Clusius, C. (1601) *Rariorum Plantarum Historia*. Antwerp.
- Cugny, C., Mazier, F., Galop, D. (2010). Modern and fossil non-pollen palynomorphs from the Basque mountains (western Pyrenees, France): the use of coprophilous fungi to reconstruct pastoral activity. *Vegetation History and Archaeobotany* 19(5-6), 391–408.
- Dufour, B., Hugot, J. P., Lepetz, S., & Le Bailly, M. (2015). The horse pinworm (*Oxyuris equi*) in archaeology during the Holocene: Review of past records and new data. *Infection, Genetics and Evolution*, 33, 77-83.
- Erdtman, G., Pragłowski, J., Nilsson, S. (1963). *An Introduction to Scandinavian Pollen Flora. II*, Uppsala.
- Gale, R. and Cutler, D. (2000) *Plants in Archaeology*. Otley: Westbury Publishing and Kew.

Gelorini, V., Verbeken, A., van Geel, B., Cocquyt, C., & Verschuren, D. (2011). Modern non-pollen palynomorphs from East African lake sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 164(3-4), 143-173.

Giorgi, J. (2006) *The Charred Plant Remains from Moor Hall Farm, Rainham (R-MHF77)*. Unpublished Archive Report: Museum of London Specialist Services.

Grimm, E. (2017) *Tilia and TGView 19 version 2.1.1. software*. Springfield, USA: Illinois State Museum, Research and Collection Centre.

Groenam-van Waateringe, W. and Pals, J. P. (1983) *The Assendelft Polders Project: Integrated Ecological Research*. BAR British Series 181. Oxford: British Archaeological Reports.

Hather, J. G. (2000) *The Identification of Northern European Woods: A Guide for Archaeologists and Conservators*. London: Archetype Publications Ltd.

Holden, T. and Boardman, S. (1998) Economic Activities and Social Relationships – Crops. (In Sharples, N. ed) *Salloway: A Broch, Iron Age Settlement and Medieval Cemetery in Shetland* (Oxbow Monograph 82). Oxford: Oxbow Books, pp. 99-106.

Jacomot, S. (2006) *Identification of Cereal Remains from Archaeological Sites*. Basel Archaeobotany Lab, IPAS.

Joly C., Barillé, L., Barreau, M. et al. (2007) Grain and annulus diameter as criteria for distinguishing pollen grains of cereals from wild grasses. *Review of Palaeobotany and Palynology* **146**: 221–233.

Kołaczek, P., Zubek, S., Błaszowski, J., Mleczko, P., & Margielewski, W. (2013). Erosion or plant succession—How to interpret the presence of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota) spores in pollen profiles collected from mires. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **189**, 29-37.

Mehl, I. K. and Hjelle, K. L. (2015) From Pollen Percentage to Regional Vegetation Cover – A New Insight into Cultural Landscape Development in Western Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology* **217**, pp. 45-60.

Nedkvitne, A. (2014) *The German Hansa and Bergen 1100-1600*. Bergen: Böhlau Verlag Köln Weimar Wien.

Nilsen, L. S. and Moen, A. (2009) Coastal Heath Vegetation in Central Norway. *Nordic Journal of Botany* **27** (6), pp. 523-538.

Richer, S. and Young, D. S. (2021) Finnegarden IA, Bergen, Norway: Pollen, Non-Pollen Palynomorphs Analyses, Macrofossils Rapid Assessment Report. Unpublished Quaternary Scientific Report 127/ 18.

Mabey, R. (1972) *Food for Free: A Guide to the Edible Wild Plants of Britain*. London: Fontana/ Collins.

Schoch, W., Heller, I., Schweingruber, F. H. and Kienast, F. (2004) *Wood Anatomy of Central European Species*. Online version: www.woodanatomy.ch.

Schweingruber, F. H. (1990) *Macroscopic Wood Anatomy* (3rd ed). Birmensdorf: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research.

Stace, C. (1997) *New Flora of the British Isles* (2nd ed). Cambridge: Cambridge University Press.

Stevens, C.J. (2015). Charred and Mineralised Plant Remains. In (McKinley, J. I., Leivers, M., Schuster, J., Marshall, P., Barclay, A. J., and Stoodley, N.) *Cliffs End Farm, Isle of Thanet, Kent: A Mortuary and Ritual Site of the Bronze Age, Iron Age and Saxon Period*. Salisbury: Wessex Archaeology, pp. 193-199.

Streeter, D., Hart-Davies, Hardcastle, A., Cole, F. and Harper, L. (2009) *Collins British Common Wild Flower Guide*. London: William Collins.

Svanberg, I. (2012) The Use of Wild Plants as Food in Pre-Industrial Sweden. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **81** (4), pp. 317-327.

Tanasi, D., Brunelli, D., Cannavò, V., & Levi, S. T. (2019). Archaeometric characterization of prehistoric pottery from Baħrija, Malta. *Journal of Archaeological Science: Reports*, **27**, 101938.

Taylor, M. (1981) *Wood in Archaeology*. Aylesbury: Shire Publications.

van Geel, B., Buurman, J., Brinkkemper, O., Schelvis, J., Aptroot, A., van Reenen, G. B. A., Hakbijl, T. (2003). Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi. *Journal of Archaeological Science* **30**(7), 873–883.

Yeh, H. Y., Pluskowski, A., Kalējs, U., & Mitchell, P. D. (2014). Intestinal parasites in a mid-14th century latrine from Riga, Latvia: fish tapeworm and the consumption of uncooked fish in the medieval eastern Baltic region. *Journal of Archaeological Science*, 49, 83-89.

UBANo	Sample ID	Material Type	¹⁴ C Age	±	F14C	±	mg Graphite
UBA-48598	BRM1278/1	hazelnut	784	25	0.9070	0.0028	0.981
UBA-48599	BRM1278/2	wood	923	26	0.8914	0.0029	1.002
UBA-48600	BRM1278/3	hazelnut	159	20	0.9804	0.0024	0.971
UBA-48601	BRM1278/4	hazelnut	770	21	0.9086	0.0023	0.940
UBA-48602	BRM1278/5	hazelnut	704	20	0.9161	0.0023	0.988
UBA-48603	BRM1278/6	hazelnut	913	20	0.8926	0.0022	0.967
UBA-48604	BRM1278/7	gyttja	2100	23	0.7700	0.0022	0.337
UBA-48605	BRM1278/8	gyttja	3314	32	0.6620	0.0026	0.974
UBA-48606	BRM1278/9	hazelnut	163	22	0.9800	0.0027	0.955
UBA-48607	BRM1278/10	hazelnut	647	20	0.9226	0.0023	0.969
UBA-48608	BRM1278/11	hazelnut	875	19	0.8968	0.0022	0.974
UBA-48609	BRM1278/12	hazelnut	885	23	0.8957	0.0025	0.921
UBA-48610	BRM1278/13	moss?	999	22	0.8831	0.0024	0.998
UBA-48611	BRM1278/14	hazelnut	962	25	0.8871	0.0028	0.931
UBA-48612	BRM1278/15	wood	1036	22	0.8790	0.0024	0.981
UBA-48613	BRM1278/16	gyttja	2266	20	0.7542	0.0019	0.927

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CCHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48598
Date of Measurement: 2022-08-08
Site: DS1-017
Sample ID: BRM1278/1
Material Dated: seed or nutshell
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.981
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	784±25 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48599
Date of Measurement: 2022-08-08
Site: DS1-017
Sample ID: BRM1278/2
Material Dated: wood
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 1.002
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	923±26 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48600
Date of Measurement: 2022-08-09
Site: DS1-026
Sample ID: BRM1278/3
Material Dated: seed or nutshell
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.971
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	159±20 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CCHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48601
Date of Measurement: 2022-08-09
Site: DS1.026
Sample ID: BRM1278/4
Material Dated: seed or nutshell
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.940
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	770±21 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48602
Date of Measurement: 2022-08-09
Site: DS1-020
Sample ID: BRM1278/5
Material Dated: seed or nutshell
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.988
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	704±20 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48603
Date of Measurement: 2022-08-09
Site: DS1-020
Sample ID: BRM1278/6
Material Dated: seed or nutshell
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.967
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	913±20 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48604
Date of Measurement: 2022-08-09
Site: DS1-020
Sample ID: BRM1278/7
Material Dated: other
Pretreatment: Acid Only
mg Graphite: 0.337
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	2100±23 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48605
Date of Measurement: 2022-09-05
Site: DS1-020
Sample ID: BRM1278/8
Material Dated: other
Pretreatment: Acid Only
mg Graphite: 0.974
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	3314±32 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48606
Date of Measurement: 2022-08-09
Site: DS1-016
Sample ID: BRM1278/9
Material Dated: seed or nutshell
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.955
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	163±22 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48607
Date of Measurement: 2022-08-09
Site: DS1-016
Sample ID: BRM1278/10
Material Dated: seed or nutshell
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.969
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	647±20 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48608
Date of Measurement: 2022-08-09
Site: DS1-016
Sample ID: BRM1278/11
Material Dated: seed or nutshell
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.974
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	875±19 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48609
Date of Measurement: 2022-09-21
Site: DS1-018
Sample ID: BRM1278/12
Material Dated: seed or nutshell
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.921
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	885±23 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48610
Date of Measurement: 2022-09-21
Site: DS1-018
Sample ID: BRM1278/13
Material Dated: plant macrofossil
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.998
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	999±22 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48611
Date of Measurement: 2022-09-21
Site: DS1-014
Sample ID: BRM1278/14
Material Dated: seed or nutshell
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.931
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	962±25 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48612
Date of Measurement: 2022-08-09
Site: DS1-021
Sample ID: BRM1278/15
Material Dated: wood
Pretreatment: AAA
mg Graphite: 0.981
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	1036±22 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-48613
Date of Measurement: 2022-08-09
Site: DS1-021
Sample ID: BRM1278/16
Material Dated: other
Pretreatment: Acid Only
mg Graphite: 0.927
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	2266±20 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Marine samples will require re-calibration with the marine calibration curve

16

RADIOCARBON CALIBRATION PROGRAM*

CALIB REV8.2

Copyright 1986-2020 M Stuiver and PJ Reimer

*To be used in conjunction with:

Stuiver, M., and Reimer, P.J., 1993, Radiocarbon, 35, 215-230.

UBA-48598

48598

Radiocarbon Age BP 784 +/- 25

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020
relative area under
probability distribution

68.3 (1 sigma) cal AD 1228- 1246

0.488

1254- 1272

0.512

95.4 (2 sigma) cal AD 1222- 1276

1.000

Median Probability: 1248

UBA-48599

48599

Radiocarbon Age BP 923 +/- 26

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020
relative area under
probability distribution

68.3 (1 sigma) cal AD 1046- 1084

0.502

1094- 1104

0.098

1123- 1142

0.198

1145- 1163

0.202

95.4 (2 sigma) cal AD 1035- 1178

0.973

1192- 1202

0.027

Median Probability: 1103

UBA-48600

48600

Radiocarbon Age BP 159 +/- 20

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020
relative area under
probability distribution

68.3 (1 sigma) cal AD 1672- 1691

0.195

1728- 1766

0.394

1772- 1778

0.052

1798- 1809

0.124

1920- 1943

0.235

95.4 (2 sigma) cal AD 1667- 1697

0.172

1723- 1782

0.374

1796- 1813

0.104

1835- 1881

0.126

1909- 1950*

0.225

Median Probability: 1774

UBA-48601

48601

Radiocarbon Age BP 770 +/- 21

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020
relative area under
probability distribution

68.3 (1 sigma) cal AD 1231- 1242

0.259

1259- 1277

0.741

95.4 (2 sigma) cal AD 1226- 1278

1.000

Median Probability: 1260

UBA-48602

48602

Radiocarbon Age BP 704 +/- 20

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020
relative area under

		probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 1279- 1294	1.000
95.4 (2 sigma)	cal AD 1274- 1301	0.913
	1369- 1378	0.087
Median Probability:	1286	

UBA-48603

48603

Radiocarbon Age BP 913 +/- 20

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020
relative area under
probability distribution

68.3 (1 sigma)	cal AD 1048- 1082	0.600
	1097- 1100	0.016
	1128- 1139	0.092
	1150- 1168	0.251
	1170- 1175	0.033
	1196- 1198	0.008
95.4 (2 sigma)	cal AD 1041- 1107	0.526
	1115- 1180	0.399
	1188- 1210	0.075

Median Probability: 1102

UBA-48604

48604

Radiocarbon Age BP 2100 +/- 23

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020
relative area under
probability distribution

68.3 (1 sigma)	cal BC 152- 93	0.733
	75- 55	0.267
95.4 (2 sigma)	cal BC 175- 45	1.000

Median Probability: -112

UBA-48605

48605

Radiocarbon Age BP 3314 +/- 32

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020
relative area under
probability distribution

68.3 (1 sigma)	cal BC 1614- 1538	1.000
95.4 (2 sigma)	cal BC 1675- 1653	0.036
	1642- 1505	0.964

Median Probability: -1578

UBA-48606

48606

Radiocarbon Age BP 163 +/- 22

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020
relative area under
probability distribution

68.3 (1 sigma)	cal AD 1671- 1690	0.190
	1728- 1768	0.403
	1771- 1779	0.074
	1798- 1808	0.113
	1922- 1944	0.221
95.4 (2 sigma)	cal AD 1665- 1697	0.177
	1723- 1784	0.390
	1795- 1813	0.102
	1835- 1881	0.111
	1909- 1950*	0.220

Median Probability: 1772

UBA-48607

48607

Radiocarbon Age BP 647 +/- 20

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020
relative area under
probability distribution

68.3 (1 sigma)	cal AD 1298- 1310	0.314
	1361- 1388	0.686
95.4 (2 sigma)	cal AD 1288- 1323	0.433
	1356- 1392	0.567
Median Probability: 1360		
UBA-48608		
48608		
Radiocarbon Age BP	875 +/- 19	
Calibration data set:	intcal20.14c	# Reimer et al. 2020
% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 1167- 1181	0.362
	1187- 1212	0.638
95.4 (2 sigma)	cal AD 1053- 1061	0.020
	1156- 1221	0.980
Median Probability: 1187		
UBA-48609		
48609		
Radiocarbon Age BP	885 +/- 23	
Calibration data set:	intcal20.14c	# Reimer et al. 2020
% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 1160- 1213	1.000
95.4 (2 sigma)	cal AD 1049- 1082	0.169
	1132- 1138	0.008
	1151- 1221	0.823
Median Probability: 1177		
UBA-48610		
48610		
Radiocarbon Age BP	999 +/- 22	
Calibration data set:	intcal20.14c	# Reimer et al. 2020
% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 995- 1005	0.170
	1018- 1042	0.687
	1087- 1091	0.031
	1106- 1116	0.112
95.4 (2 sigma)	cal AD 994- 1048	0.713
	1082- 1127	0.242
	1139- 1150	0.045
Median Probability: 1031		
UBA-48611		
48611		
Radiocarbon Age BP	962 +/- 25	
Calibration data set:	intcal20.14c	# Reimer et al. 2020
% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 1033- 1048	0.229
	1082- 1129	0.613
	1139- 1150	0.158
95.4 (2 sigma)	cal AD 1027- 1053	0.227
	1061- 1067	0.019
	1075- 1157	0.755
Median Probability: 1100		
UBA-48612		
48612		
Radiocarbon Age BP	1036 +/- 22	
Calibration data set:	intcal20.14c	# Reimer et al. 2020
% area enclosed	cal AD age ranges	relative area under probability distribution
68.3 (1 sigma)	cal AD 994- 1007	0.527
	1011- 1022	0.473
95.4 (2 sigma)	cal AD 979- 982	0.004
	990- 1033	0.996

Median Probability: 1008

UBA-48613

48613

Radiocarbon Age BP 2266 +/- 20

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020

relative area under
probability distribution

68.3 (1 sigma)	cal BC 389- 359	0.650
	276- 261	0.208
	243- 234	0.142
95.4 (2 sigma)	cal BC 394- 352	0.514
	289- 227	0.458
	221- 209	0.028

Median Probability: -311

References for calibration datasets:

Reimer P, Austin WEN, Bard E, Bayliss A, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Butzin M, Edwards RL, Friedrich M, Grootes PM, Guilderson TP, Hajdas I, Heaton TJ, Hogg A, Kromer B, Manning SW, Muscheler R, Palmer JG, Pearson C, van der Plicht J, Reim Richards DA, Scott EM, Southon JR, Turney CSM, Wacker L, Adolphi F, BÄntgen U, Fahrni S, Fogtmann-Schulz A, Friedrich R, KÄhler P, Kudsk S, Miyake F, Olsen J, Sakamoto M, Sookdeo A, Talamo S. 2020.

The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kB Radiocarbon 62. doi: 10.1017/RDC.2020.41.

Comments:

* This standard deviation (error) includes a lab error multiplier.

** 1 sigma = square root of (sample std. dev.^2 + curve std. dev.^2)

** 2 sigma = 2 x square root of (sample std. dev.^2 + curve std. dev.^2)

where ^2 = quantity squared.

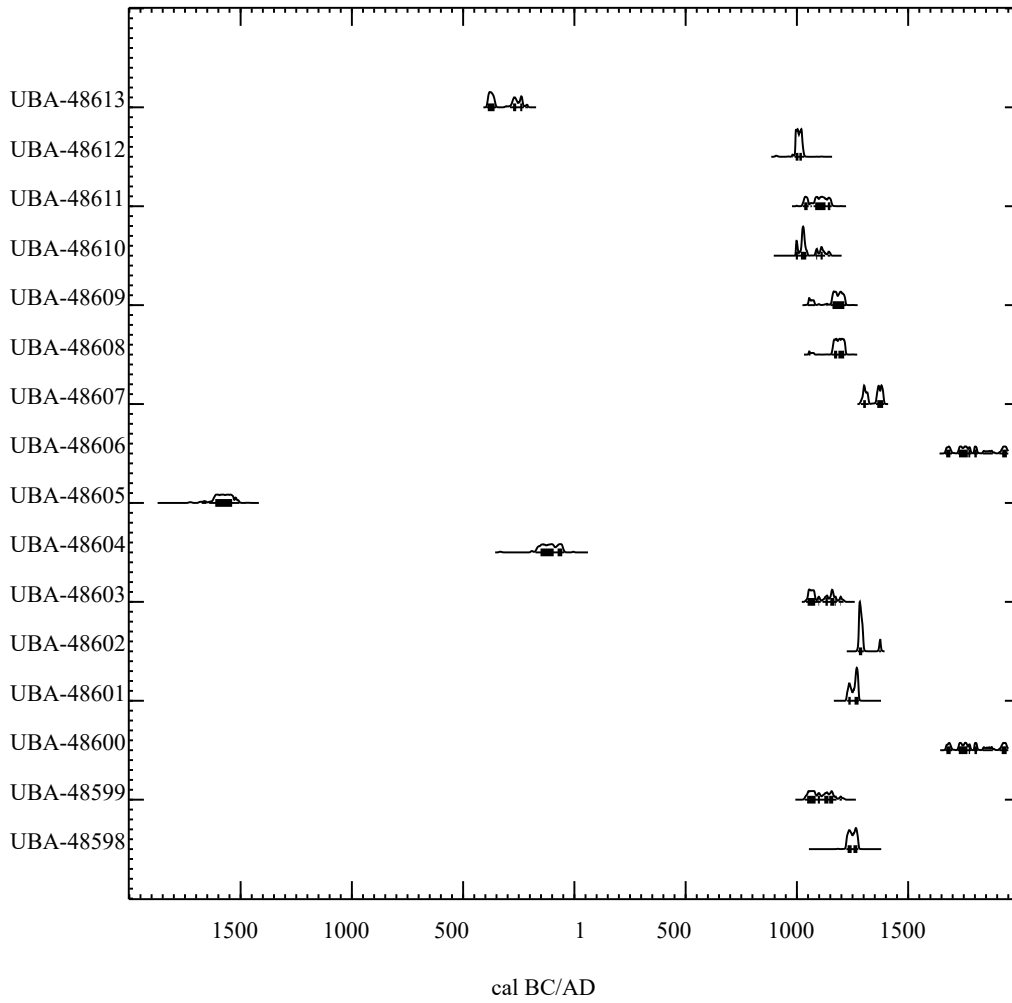
[] = calibrated range impinges on end of calibration data set

0* represents a "negative" age BP

1955* or 1960* denote influence of nuclear testing C-14

NOTE: Cal ages and ranges are rounded to the nearest year which may be too precise in many instances. Users are advised to round results to the nearest 10 yr for samples with standard deviation in the radiocarbon age greater than 50 yr.

Posterior Probability Distributions



<>

UBANo	Sample ID	Material Type	¹⁴ C Age	±	F14C	±	mg Graphite
UBA-49063	BRM1278/36	gyttja	951	20	0.8883	0.0022	0.938

Karoline Myhrvold
NIKU
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Norway



¹⁴CHRONO Centre
Queens University Belfast
42 Fitzwilliam Street
Belfast BT9 6AX
Northern Ireland

Radiocarbon Date Certificate

Laboratory Identification: UBA-49063
Date of Measurement: 2022-10-10
Site: DS1-013
Sample ID: BRM1278/36
Material Dated: sediment (humic fraction)
Pretreatment: Humic Extraction
mg Graphite: 0.938
Submitted by: Rory Dunlop

Conventional ¹⁴ C	
Age:	951±20 BP
Fraction	using AMS
corrected	δ ¹³ C

Marine samples will require re-calibration with the marine calibration curve

1

RADIOCARBON CALIBRATION PROGRAM*

CALIB REV8.2

Copyright 1986-2020 M Stuiver and PJ Reimer

*To be used in conjunction with:

Stuiver, M., and Reimer, P.J., 1993, Radiocarbon, 35, 215-230.

UBA-49063

49063

Radiocarbon Age BP 951 +/- 20

Calibration data set: intcal20.14c

% area enclosed cal AD age ranges

Reimer et al. 2020

relative area under

probability distribution

68.3 (1 sigma) cal AD 1039- 1049 0.127

1082- 1109 0.395

1112- 1133 0.283

1138- 1151 0.195

95.4 (2 sigma) cal AD 1033- 1053 0.174

1061- 1157 0.826

Median Probability: 1102

References for calibration datasets:

Reimer P, Austin WEN, Bard E, Bayliss A, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Butzin M, Edwards RL, Friedrich M, Grootes PM, Guilderson TP, Hajdas I, Heaton TJ, Hogg A, Kromer B, Manning SW, Muscheler R, Palmer JG, Pearson C, van der Plicht J, Reim Richards DA, Scott EM, Southon JR, Turney CSM, Wacker L, Adolphi F, BÄntgen U, Fahrni S, Fogtmann-Schulz A, Friedrich R, KÄhler P, Kudsk S, Miyake F, Olsen J, Sakamoto M, Sookdeo A, Talamo S. 2020.

The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kB Radiocarbon 62. doi: 10.1017/RDC.2020.41.

Comments:

* This standard deviation (error) includes a lab error multiplier.

** 1 sigma = square root of (sample std. dev.^2 + curve std. dev.^2)

** 2 sigma = 2 x square root of (sample std. dev.^2 + curve std. dev.^2)

where ^2 = quantity squared.

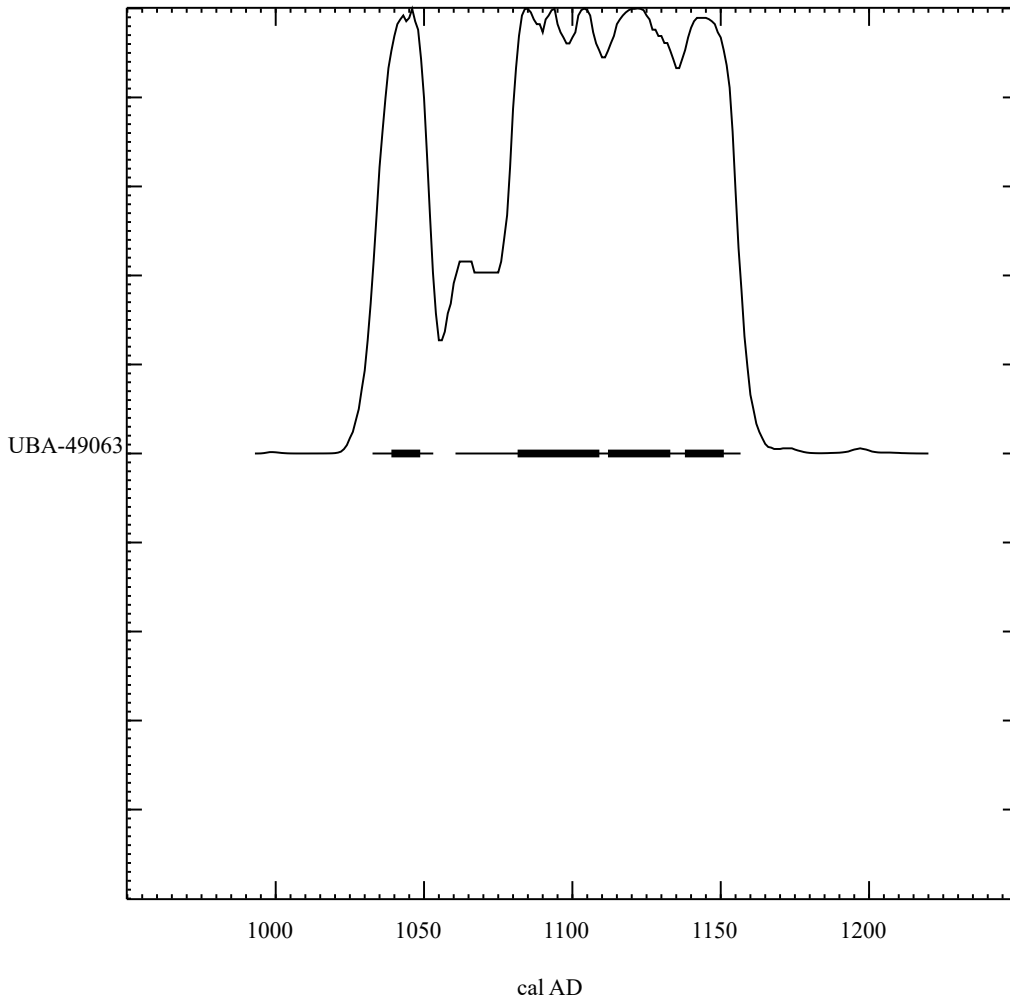
[] = calibrated range impinges on end of calibration data set

0* represents a "negative" age BP

1955* or 1960* denote influence of nuclear testing C-14

NOTE: Cal ages and ranges are rounded to the nearest year which may be too precise in many instances. Users are advised to round results to the nearest 10 yr for samples with standard deviation in the radiocarbon age greater than 50 yr.

Posterior Probability Distributions



<>

2023

01 Installasjonsrapport – MOV Bybanen



Håvard Hind

Cautus Geo AS

24.03.2023

Innhold

.....	1
1 Innledning	3
2 Installasjon	4
2.1 DS1-014	5
2.2 DS1-016	6
2.2 DS1-018	7
2.3 DS1-021	8
2.4 DS1-026	9
Presentasjon av måledata	10
3.1 Måledata	10
3.2 Loggeintervall	10
3.3 Alarm og varsler	10
3.4 Kart	10
Vedlegg A – Spesifikasjoner In-Situ Aqua Troll 500	12

1 Innledning

Cautus Geo er engasjert som underleverandør til COWI i prosjektet «NIKU - Bybanen». Cautus Geo har ansvaret for å etablere multiparametersonder i på forhånd borede miljøbrønner. Installasjonen ble gjennomført i uke 8 2023 av HH og OS.

Følgende versjonen av installasjonsrapporten med endringer er gitt:

REV	DATO	BESKRIVELSE	GODKJENT		
01	24.03.2023	Installasjonsrapport	JE	HH	

Ved spørsmål vedrørende installasjonen, ta kontakt med Jørgen Engebretsen eller Håvard Hind

Jørgen Engebretsen

Geolog



Telefon: +47 930 19 812
Epost: jorgen@cautusgeo.com
Web: www.cautusgeo.com

Håvard Hind

Geolog



Telefon: +47 413 08 610
Epost: havard@cautusgeo.com
Web: www.cautusgeo.com

2 Installasjon

Målerne og dataloggerne ble før installasjon testet og satt opp på kontoret. Under installasjon ble signalkablene mellom logger og sensor kveilet på en måte slik at bunnen av sonden havner ca. 10 cm over bunnen på brønnen, deretter ble logger og sensor hengt fra bunnen av lokket til miljørøret med to lengder flaggline. Dybden til trykkmåleren er beregnet ut ifra peilet dybde og målt trykk. Koordinater i rapport og Cautus Web er oversendt fra NIKU. Høydekoordinater er omregnet fra terrenghøyde til høyden av toppen av miljørør. Dybdemålinger er korrigert for atmosfærisk trykk med lufttrykksverdier fra Florida værstasjon i Bergen.

Datalogger som er benyttet er Observators OMC-040 datalogger. Sensor som er benyttet er In-Situs Aqua Troll 500.

På de etterfølgende sidene følger installasjonsrapport fra hvert enkelt målepunkt.

2.1 DS1-014

Referansepunkt						
Koordinatsystem	EUREF89 UTM32 NN2000					
Nord	6701253,508					
Øst	297471,684					
Høyde	1,420					
Estimert nøyaktighet	Ikke vurdert					
Beregnet høyde for sensor (Høyde-Ds)	-2,206					
Helning borehull	0°	Fra vertikal				
Retning borehull	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°				
Sensor type	Aqua Troll 500					
Serienummer	980726					
Range	0 – 9 mH ₂ O					
Nøyaktighet	Se vedlegg A					
Kabellengde	10 m					
Signal i luft	-					
Logger IP	100.68.234.92					
Logger SN	4308409					
Logger port	SDI 12					
Dato	Signal (mA)	H _T (m)	D _v (m)	D _{VN} (m)	D _s (m)	
17.03.2023	-	0,08	1,400	1,400	3,626	CG
Kommentaar: 3,78 m dyp brønn fra terreng til bunn.						
Måler dybde, pH, temperatur, konduktivitet og redokspotensial. Installert ca. 10 cm over bunn av brønn.						
						

2.2 DS1-016

Referansepunkt						
Koordinatsystem	EUREF89 UTM32 NN2000					
Nord	6701372,493					
Øst	297382,155					
Høyde	1,255					
Estimert nøyaktighet	Ikke vurdert					
Beregnet høyde for sensor (Høyde-Ds)	-2,726					
Helning borehull	0°	Fra vertikal				
Retning borehull	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°				
Sensor type	Aqua Troll 500					
Serienummer	986455					
Range	0 – 9 mH ₂ O					
Nøyaktighet	Se vedlegg A					
Kabellengde	10 m					
Signal i luft	-					
Logger IP	100.68.234.93					
Logger SN	4308368					
Logger port	SDI 12					
Dato	Signal (mA)	H _T (m)	D _v (m)	D _{vN} (m)	D _s (m)	CG
17.03.2023	-	0,095	1,170	1,170	3,981	CG
<p>Kommentar:</p> <p>4,10 m dyp brønn fra terreng til bunn.</p> <p>Måler dybde, pH, temperatur, konduktivitet og redokspotensial. Installert ca. 10 cm over bunn av brønn.</p>						
						


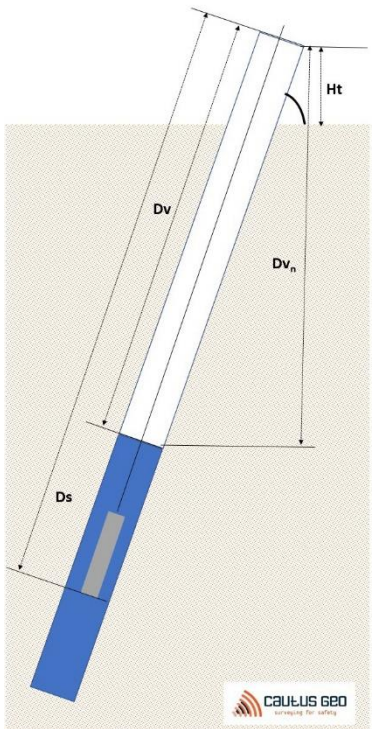
2.2 DS1-018

Referansepunkt							
Koordinatsystem	EUREF89 UTM32 NN2000						
Nord	6701525,993						
Øst	297360,273						
Høyde	3,960						
Estimert nøyaktighet	Ikke vurdert						
Beregnet høyde for sensor (Høyde-Ds)	0,933						
Helning borehull	0°	Fra vertikal					
Retning borehull	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°					
Sensor type	Aqua Troll 500						
Serienummer	980897						
Range	0 – 9 mH ₂ O						
Nøyaktighet	Se vedlegg A						
Kabellengde	10 m						
Signal i luft	-						
Logger IP	100.68.234.90						
Logger SN	4737187						
Logger port	SDI 12						
Dato	Signal (mA)	H _T (m)	D _v (m)	D _{VN} (m)	D _s (m)		
24.02.2023	-	0,090	1,940	1,940	3,027	CG	
<p>Kommentar:</p> <p>3,09 m dyp brønn fra terreng til bunn.</p> <p>Måler dybde, pH, temperatur, konduktivitet og redokspotensial. Installert ca. 10 cm over bunn av brønn.</p>							

2.3 DS1-021

Referansepunkt							
Koordinatsystem	EUREF89 UTM32 NN2000						
Nord	6701589,493						
Øst	297389,333						
Høyde	4,600						
Estimert nøyaktighet	Ikke vurdert						
Beregnet høyde for sensor (Høyde-Ds)	0,592						
Helning borehull	0°	Fra vertikal					
Retning borehull	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°					
Sensor type	Aqua Troll 500						
Serienummer	979400						
Range	0 – 9 mH ₂ O						
Nøyaktighet	Se vedlegg A						
Kabellengde	10 m						
Signal i luft	-						
Logger IP	100.68.234.89						
Logger SN	4746764						
Logger port	SDI 12						
Dato	Signal (mA)	H _T (m)	D _v (m)	D _{VN} (m)	D _s (m)	CG	
22.03.2023	-	0,100	2,350	2,350	4,008	CG	
Kommentar:							
4,15 m dyp brønn fra terreng til bunn.							
Måler dybde, pH, temperatur, konduktivitet og redokspotensial. Bunn av sonde installert ca. 10 cm over bunn av brønn.							

2.4 DS1-026

Referansepunkt						
Koordinatsystem	EUREF89 UTM32 NN2000					
Nord	6701165,578					
Øst	297558,496					
Høyde	2,020					
Estimert nøyaktighet	Ikke vurdert					
Beregnet høyde for sensor (Høyde-Ds)	-					
Helning borehull	0°	Fra vertikal				
Retning borehull	Ikke målt	Nord=0°, vest =90°, syd=180° og øst=270°				
Sensor type	-					
Serienummer	-					
Range	-					
Nøyaktighet	-					
Kabellengde	-					
Signal i luft	-					
Logger IP	-					
Logger SN	-					
Logger port	-					
Dato	Signal (mA)	H _T (m)	D _v (m)	D _{VN} (m)	D _s (m)	
24.02.2023	-	0,080	2,370	2,370	-	CG
Kommentar: 2,83 m dyp brønn fra terreng til bunn. Ikke mulig å installere måler på grunn av hindring i røret. Måler går ikke lengere ned enn ca. 1,95 m som er over vannspeilet.						

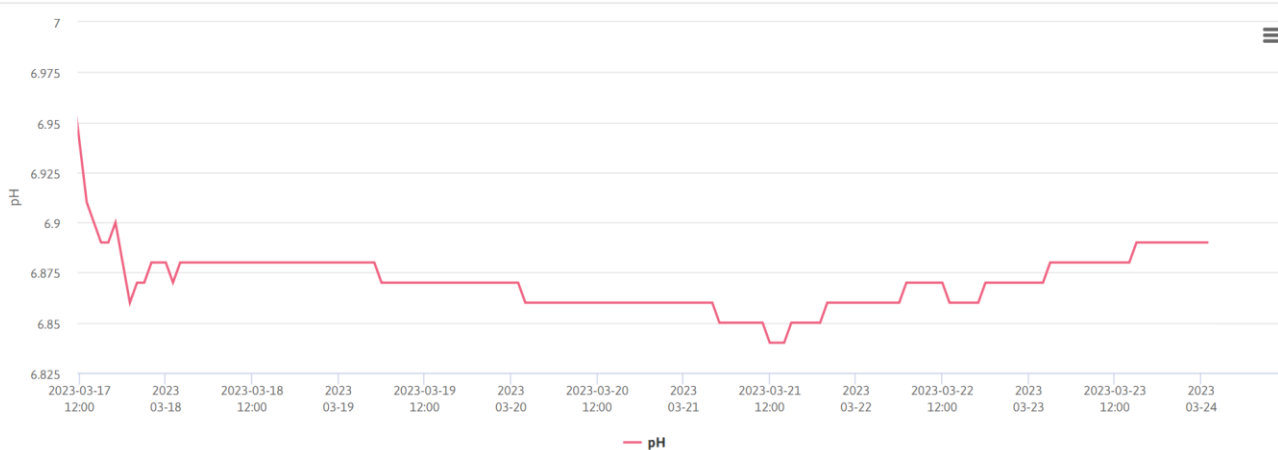
Presentasjon av måledata

3.1 Måledata

Interessenter har tilgang til måledata fra dette prosjektet via følgende adresse:

<https://cautusweb.com>.

DS1-021



Figur 1: pH plot i Cautus Web.

3.2 Loggeintervall

Utstyret er pr. dags dato satt opp med logging hver time og sending hver 12. time. Logge- og sendeintervallet kan konfigureres etter ønske ved forespørsel.

3.3 Alarm og varsler

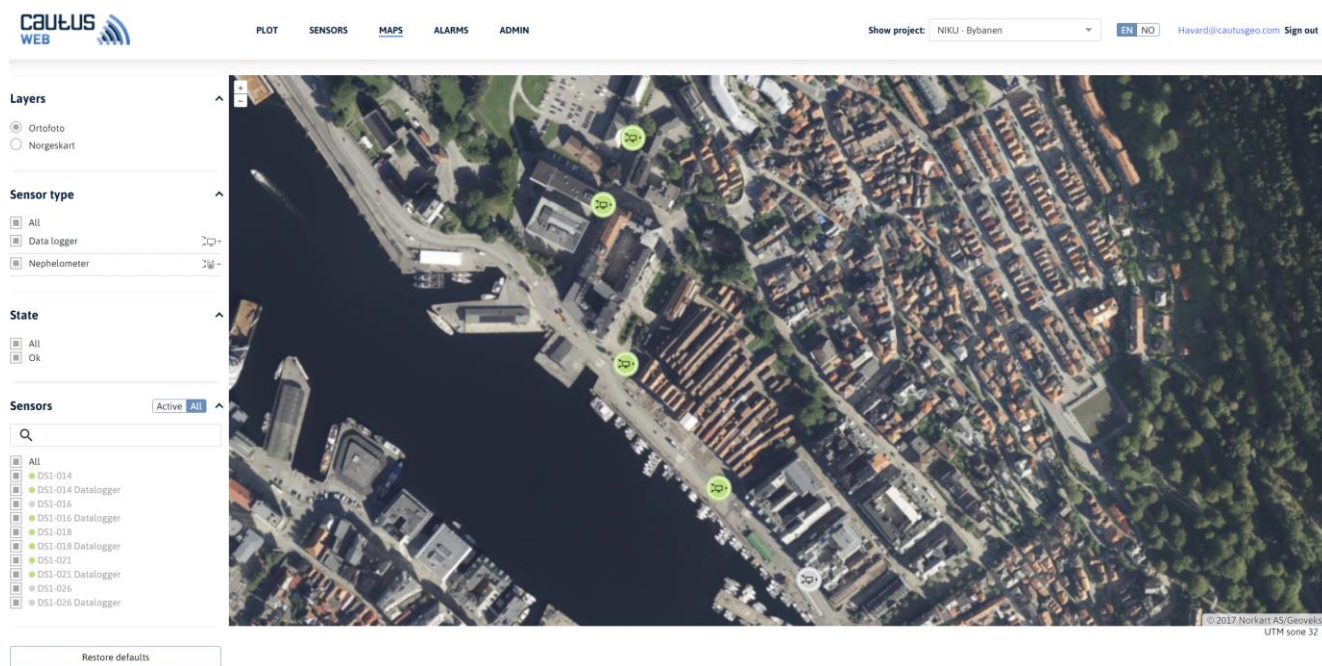
Det er pr dags dato kun satt opp tekniske alarmer for måleutstyret. Dersom ønskelig, kan det settes opp ulike alarmer med varsling pr. epost og/eller SMS ut fra grenseverdier for vannstands nivå.

3.4 Kart

Det er mulig å se brønnenes plassering i felt i Cautus Web. Tilgjengelige bakgrunnskart er ordinært norgeskart og ortofoto. Annen kartdata, f. eks offentlige tilgjengelige geologiske kart eller prosjektets tekniske kart, kan legges inn på forespørsel. Koordinatsystemet er satt til EUREF89 UTM32.



Installasjonsrapport MOV Bybanen



Figur 2: Kartfunksjon i Cautus Web

Vedlegg A – Spesifikasjoner In-Situ Aqua Troll 500



Aqua TROLL® 500 Multiparameter Sonde

REDUCE MONITORING COSTS AND GET BETTER DATA FASTER WITH THE AQUA TROLL 500, A COST-EFFECTIVE MULTIPARAMETER SONDE IDEAL FOR BOTH SPOT CHECKS AND LONG-TERM MONITORING. THIS WIRELESS-ENABLED INSTRUMENT STREAMLINES DATA COLLECTION, SAVING HOURS IN THE FIELD WHILE DELIVERING MORE RELIABLE DATA.

The customizable sonde comes with sensors that include:

- RDO® Optical Dissolved Oxygen
- Actual and specific conductivity
- pH/ORP
- Salinity
- Total dissolved solids (TDS)
- Resistivity
- Density
- Turbidity
- Temperature and pressure
- Ion Selective Electrodes
- Fluorometers

Connect the Aqua TROLL 500 to a Wireless TROLL Com and use it as a handheld, or connect the sonde to control systems or telemetry for remote monitoring.

BE SMART

- **Lower cost of ownership:** Rugged multiparameter sonde with wet-mateable sensors replaces single parameter instruments and requires minimal maintenance and calibration.
- **Data you can count on:** The corrosion-resistant multiparameter sonde withstands harsh environments. Highly stable sensors with simple calibration. LCD readout of sensor health and connectivity gives you confidence in your deployment.

www.in-situ.com

CALL OR CLICK TO PURCHASE OR RENT
1-800-446-7488 (toll-free in U.S.A. and Canada)
1-970-498-1500 (U.S.A. and international)

- **Simple setup:** Connect easily with telemetry, PLC/SCADA or dataloggers, or download real-time data wirelessly via mobile app for spot checks and profiling. The app walks you through instrument setup, just click to download and share data—no training or post-processing required.

BE MOBILE

- **Save time in the field:** Auto-configuration and fast sensor response speed up sampling, while automated data collection eliminates the need to record data in field logs.
- **Use the Aqua TROLL 500 anywhere:** Flexible multiparameter sonde works for spot checks and low-flow sampling as well as long-term deployments. Anti-fouling wiper and titanium construction provide reliability even in challenging conditions.
- **Take your data with you:** VuSitu Mobile App records data directly from the probe. Log Setup Assistant simplifies instrument setup and reduces errors. Optimize your data with Panoramic Live Data.

TOTAL FIELD SUPPORT

- **Get free 24/7 tech support and application guidance in the field**
- **Guaranteed 7-day maintenance turnaround**
- **Top rated for customer service for over 40 years**

Applications:

- SURFACE WATER SPOT SAMPLING AND PROFILING
- REMOTE MONITORING VIA TELEMETRY
- LONG-TERM DRINKING WATER, WASTEWATER OR STORMWATER MONITORING
- AQUACULTURE
- WIRED OR WIRELESS WATER QUALITY NETWORKS

GENERAL	AQUA TROLL 500 MULTIPARAMETER SONDE		
OPERATING TEMP. (NON-FREEZING)	-5 to 50°C (23 to 122°F) ISE: Ammonium and Nitrate 0 - 40°C, Chloride 0 - 50°C	EXTERNAL POWER VOLTAGE EXTERNAL POWER CURRENT ¹	8-36 VDC; Required for normal operation Sleep: < 0.2 mA typical; Measurement: 40 mA typical, 75 mA Max
STORAGE TEMP.	Components Without Fluid -40°C to + 65°C (Non Freezing Water) pH/ORP Sensors -5°C to +65°C Ammonium/Nitrate: 0 - 40°C Chloride: 0 - 50°C	INTERNAL MEMORY AND DATA LOGGING	Use external datalogger or telemetry
DIMENSIONS	Length: 46 cm (18.145") (includes connector). With bail: 59 cm (23.25") Diameter: 4.7 cm (1.860")	READING RATES	1 reading every 2 seconds
WEIGHT	0.978 kg / 2.15 lbs. (includes instrument, sensors, restrictor and bumpers)	COMMUNICATION DEVICE	Wireless TROLL Com
WETTED MATERIALS (SONDE AND SENSORS)	PC, PC alloy, Delrin, Santoprene, Inconel, Viton, Titanium, Platinum, Ceramic, Nylon, PVC, Graphite	CABLE OPTIONS	Vented or non-vented polyurethane or vented Tefzel®
SENSOR HEX SCREW DRIVER	0.050, 1.3 mm	LCD DISPLAY	Integrated display shows status of sonde, sensor ports, power voltage and connectivity, enable/disable BT.
ENVIRONMENTAL RATING	IP68 with all sensors and cable attached IP67 without the sensors or cable attached	SOFTWARE	Android: VuSitu through Google Play Windows: Win-Situ 5 Data Services: HydroVu
MAX PRESSURE RATING	Up to 150 PSI Ammonium/Nitrate up to 30PSI	INTERFACE	Android 4.4, requires BlueTooth 2.0
OUTPUT OPTIONS	RS-485/MODBUS, SDI-12, Bluetooth	CERTIFICATIONS	CE, FCC, WEEE, RoHS Compliant

STANDARD SENSORS	ACCURACY	RANGE	RESOLUTION /PRECISION	RESPONSE TIME	UNITS OF MEASURE	METHODOLOGY
TEMPERATURE ²	+/- 0.1°C	-5 to 50°C (23 to 122°F)	0.01°C	T63<2s, T90<15s, T95<30s	Celsius or Fahrenheit	EPA 170.1
BAROMETRIC PRESSURE (VENTED MODELS ONLY)	+/- 1.0 mBars	300 - 1100 mBars	0.1 mBar	T63<1s, T90<1s, T95<1s	Pressure: psi, kPa, bar, mbar, inHg, mmHg;	Silicon strain gauge
pH ³	±0.1 pH unit or better	0-14 pH	0.01 pH	T63<3s, T90<15s, T95<30s	pH, mV	Std. Methods 4500-H+, EPA 150.2
ORP ⁴	+/- 5 mV	±1400 mV	0.1 mV	T63<3s, T90<15s, T95<30s	mV	Std. Methods 2580
CONDUCTIVITY ⁵ -TDS (TOTAL DISSOLVED SOLIDS) -SALINITY	±0.5% of reading plus 1 µS/cm from 0 to 100,000 µS/cm; ±1.0% of reading from 100,000 to 200,000 µS/cm; ±2.0% of reading from 200,000 to 350,000 µS/cm	0 to 350,000 µS/cm 0-350 ppt 0-350 PSU	0.1 µS/cm 0.1 ppt 0.1 PSU	T63<1s, T90<3s, T95<5s	Actual conductivity (µS/cm, mS/cm); Specific conductivity (µS/cm, mS/cm); Salinity (PSU, ppt); Total dissolved solids (ppt, ppm); Resistivity (Ohms-cm); Density (g/cm3)	Std. Methods 2510, EPA 120.1 Std. Methods 2520A
RUGGED DISSOLVED OXYGEN (RDO) WITH RDO-X OR FAST CAP ⁶	±0.1mg/L +/-2% of reading	0 to 20 mg/L 20 to 60 mg/L	0.01 mg/L	RDO-X: T63<15s, T90<45s, T95<60s Fast Cap: T63<1s, T90<15s, T95<30s	mg/L, %saturation, ppm	EPA-approved In-Situ Methods: 1002-8-2009, 1003-8-2009, 1004-8-2009
TURBIDITY - TSS (TOTAL SUSPENDED SOLIDS) ⁷	+/-2% of reading or +/-2 NTU, FNU, w.i.g. ¹²	0 - 4,000 NTU 0-1,500 mg/L	0.01 NTU (0-1,000); 0.1 NTU (1,000-4,000) 0.1 mg/L	T63<1s, T90<1s, T95<1s	NTU, FNU ppt, mg/L	ISO 7027
AMMONIUM (NH4+ - N) ^{8,9} RATED TO 25 M DEPTH -Unionized Ammonia, Total Ammonia (requires salinity, temperature and pH)	±10% or ± 2 mg/L, w.i.g. ¹² (freshwater only)	0-10,000 mg/L as N	0.01 mg/L	T63<1s, T90<10s, T95<30s	mg/L, ppm, mV	N/A
NITRATE (NO3 - - N) ⁸ RATED TO 25 M DEPTH	±10% or ± 2 mg/L, w.i.g. ¹² (freshwater only)	0-40,000 mg/L as N	0.01 mg/L	T63<1s, T90<1s, T95<1s	mg/L, ppm, mV	Std. Methods 4500-NO3 D
CHLORIDE (CL -) ⁸	±10% or ± 2 mg/L, w.i.g. ¹² (freshwater only)	0-150,000 mg/L	0.01 mg/L	T63<1s, T90<10s, T95<30s	mg/L, ppm, mV	Std. Methods 4500-Cl- D
PRESSURE (OPTIONAL) ¹⁰	±0.1% FS from -5 to 50°C	Non-Vented or Vented 9.0 m (30 ft.) - Burst: 27 m (90 ft.) 30 m (100 ft.) - Burst: 40 m (130 ft.) 76 m (250 ft.) - Burst: 107 m (350 ft.) 100 m (325 ft.) - Burst: 200 m (650 ft.)	0.01% full scale	T63<1s, T90<1s, T95<1s	Pressure: psi, kPa, bar, mbar, inHg, mmHg; Level: in, ft., mm, cm, m; Level: in, ft., mm, cm, m	Piezoresistive; Ceramic

WARRANTY¹¹	2 year - Sonde, RDO and sensor cap, temperature/conductivity, temperature only, turbidity (excluding pH/ORP); 1 year - pH/ORP, chloride ISE, accessories 90 Days - Nitrate and Ammonium ISE sensors; See warranty policy (www.in-situ.com/warranty)
------------------------------	--

NOTES	¹ External power current dependent on display and wiping. ² Typical system response with instrument, sensors and restrictor when changing approximately 15°C in moderate flow. ³ pH sensor Response time at thermal equilibrium. ⁴ ORP sensor Accuracy from calibration standard @ 25C, response-at thermal equilibrium immediately following calibration in ZoBell's measuring from air to +400 mV. ⁵ Conductivity Accuracy at calibration points. ⁶ RDO sensor full range 0-50mg/L, 0-500% sat. EPA-approved under the Alternate Test Procedure process. ⁷ TSS User defined reference. ⁸ ISE Between 2 calibration points immediately following proper conditioning and calibration. Varies on site conditions and environmental interferences. See sensor summary sheet for potential interferences. ⁹ Ammonia Average response, can be longer with increasing concentrations of ammonium. ¹⁰ Pressure Typical performance across full temperature and pressure calibrated range. ¹¹ Warranty Extended warranty option for sonde only (1-3 year extension for up to 5 years total). ¹² Whichever is greater.
--------------	---

CALL OR CLICK TO PURCHASE OR RENT
1-800-446-7488 (toll-free in U.S.A. and Canada) • 1-970-498-1500 (U.S.A. and international)

221 East Lincoln Avenue, Fort Collins, CO 80524 USA
 Copyright © 2018 In-Situ Inc. All rights reserved. December 2020.

