

**BISPEBJERG KIRKEGÅRD -
ANSØGNING OM NEDSIVNING
FEBRUAR 2024**

Projektnavn	Bispebjerg Kirkegård
Kunde	Københavns Kommune
Projektleder	Kristoffer Volsing
Projektnummer	22000805
Til	Yngve Juul de Voss / Judith Wood
Udarbejdet af	Kristoffer Volsing
Kvalitetssikret af	Jonas Jensen
Godkendt af	Kristoffer Volsing
Version	2
Versionsdato	26.02.2024
Første udgivelsesdato	07.02.2024

INDHOLD

1	BAGGRUND	4
2	KONCEPT FOR VANDHÅNDBTERING....	5
3	ANSØGNING OM NEDSIVNING.....	6
3.1	Nedsivning gennem filtermuld.....	6
3.2	Nedsivning uden filtermuld	6
3.3	Nedsivning gennem faskiner	7
3.3.1	Afkobling	7
3.3.2	Opbygning af faskiner.....	8
3.4	Overløb fra fællesledning til overfladen	9
3.5	Tømmetid og metode for tømning	9
3.6	Drift	9
3.6.1	Prioritering af lænsepumpning.....	10
3.6.2	Risiko for tilbagestuvning fra HOFORs ledning i skoleholdervej	10
3.7	Overholdelse af afstandskrav for nedsivningsanlæg	10
3.8	Forundersøgelser	10
3.8.1	Nedsivningsevne	10
3.8.2	Grundvandsmonitoring	11
3.8.3	Forureningsundersøgelser	13
3.9	Kommunikation	13
4	BILAG	14

1 BAGGRUND

Projektområdet er beliggende på Bispebjerg Kirkegård og dækker over delområderne; Hovedporten, Dalen, Det sydlige område og Materialepladsen i nord ved Rådvalsvej. Se Figur 1.



Figur 1 Oversigtskort med stednavne, rød fed markering angiver opland for skybrud.

Københavns Kommune (KK) har som et led i konkretisering af Skybrudsplanen fra 2012, udarbejdet en masterplan for skybrudshåndtering i vandoplandet til projektområdet, Masterplan Lersøparken, 2020. Den sydøstlige del af Bispebjerg Kirkegård er en del af skybrudsgrenen Lersøparken, hvor Københavns Kommune og HOFOR i arbejdet med masterplanen for området har identificeret et behov for at Bispebjerg Kirkegård håndterer kirkegårdens eget vand ved hverdagsregn og skybrud.

Bispebjerg Kirkegård ligger i Københavns Nordvest-kvarter på et af de højeste punkter i København.

Tidligere har der været undersøgt om de 2 nedstrømsprojekter: Degnestavnens legeplads og Skoleholdervej kunne håndtere Kirkegårdens vand. Begge projekter havde ikke mulighed for at rumme Kirkegårdens sydøstlige vandmængde og det blev politisk besluttet at Bispebjerg Kirkegård skal håndtere sit eget skybrudsvand, da yderligere projekter nedstrøms er dimensioneret udfra dette.

I skybrudssituationer sker der så kraftig afstrømning fra terræn, at vandet strømmer mod syd og ud ad åbningerne i muren enten mod Frederiksborgvej eller mod Skoleholdervej. Det har tidligere været medvirkende til store oversvømmelser i området omkring Skoleholdervej med skader på boligbebyggelser til følge.

Derfor ønskes det undersøgt, hvad mulighederne er for at tilbageholde skybrudsvand fra en 100-årshændelse, som den vil forekomme om 75 år, på den sydøstlige del af Bispebjerg Kirkegård.

2 KONCEPT FOR VANDHÅNDBTERING

Konceptet beskrives overordnet i dette afsnit, og uddybes i de efterfølgende afsnit. Se tegningerne I100125-04-04-A4 og I100125-04-05-A4 (bilag 2 og 3) for yderligere overblik.

Afkobling

Som en del af projektet er det vurderet hvilke befæstede arealer der kan afkobles. Nogle af afkoblingsløsningerne er en del af den overordnede skybrudsløsning, mens andre kan klares med små lokale løsninger. Formålet er at forsinke mest muligt vand så langt opstrøms som muligt. På den måde begrænses det direkte tilløb til den store vandbremse lige før udløbet til Skoleholdervej.

Faskiner

Der nedsives fra faskinerne. Hver faskine er desuden tilsluttet et nye ledningsnet via en vandbremse.

Bassiner

Der er anvendt beregningsprogrammet Mike til at placere og optimere bassinerne. Placering og udformning er udført med respekt for eksisterende træer og gravsteder. For træer regnes drypzonen som respektafstand og ved gravsteder holdes min. 1 meters afstand, og hvis muligt 2 meter jf. ønske fra kirkegården, i forbindelse med terrænbearbejdning.

Tømning af bassiner

Når der er vand i bassinerne, vil det være nødvendigt at tømme dem manuelt med en dykpumpe, dette vil driften på kirkegården sørge for. Årsagen er at jordmatricen på det tidspunkt vil være vandmættet, og at den underliggende jord har en ringe nedsivningsevne.

Ledninger og vandbremsere

Skybrudsprojektet projekteres, så det ikke tilsluttes det eksisterende ledningsnet på kirkegården. De eksisterende ledninger ligger dybt (ca. 3-4 m.u.t), og der skal derfor graves uhensigtsmæssigt dybt for at tilslutte de eksisterende ledninger. Desuden er de eksisterende ledninger af ældre dato, og det kan naturligvis ikke forventes at levetiden vil være tilsvarende et nyt anlæg.

For at afvande faskinerne og bassinerne, etableres nye ledninger, som ligger højere end de eksisterende ledninger. Ledningerne placeres i vejene, og så vidt muligt ikke over de eksisterende ledninger.

Alle eksisterende ledninger og nye ledninger fra projektområdet løber via den samme brønd til kloakken i Skoleholdervej. Umiddelbart før tilslutningen til HOFORs hovedledning i Skoleholdervej etableres en brønd med vandbremse på 50 l/s, svarende til den maksimalt tilladte udledning fra projektområdet. På den måde sikres en fuldstændig kontrol over udledningen fra kirkegården.

De øvrige vandbremsere indenfor projektområdet indstilles, så kapaciteten i faskiner og bassiner udnyttes bedst muligt.

Overløb fra brønd til bassin

Der etableres et overløb fra slutbrønden på kirkegården til det nederste bassin, herefter ”overløbsbassin”, som sikrer at der er en kontrolleret opstuvning på terræn på kirkegården.

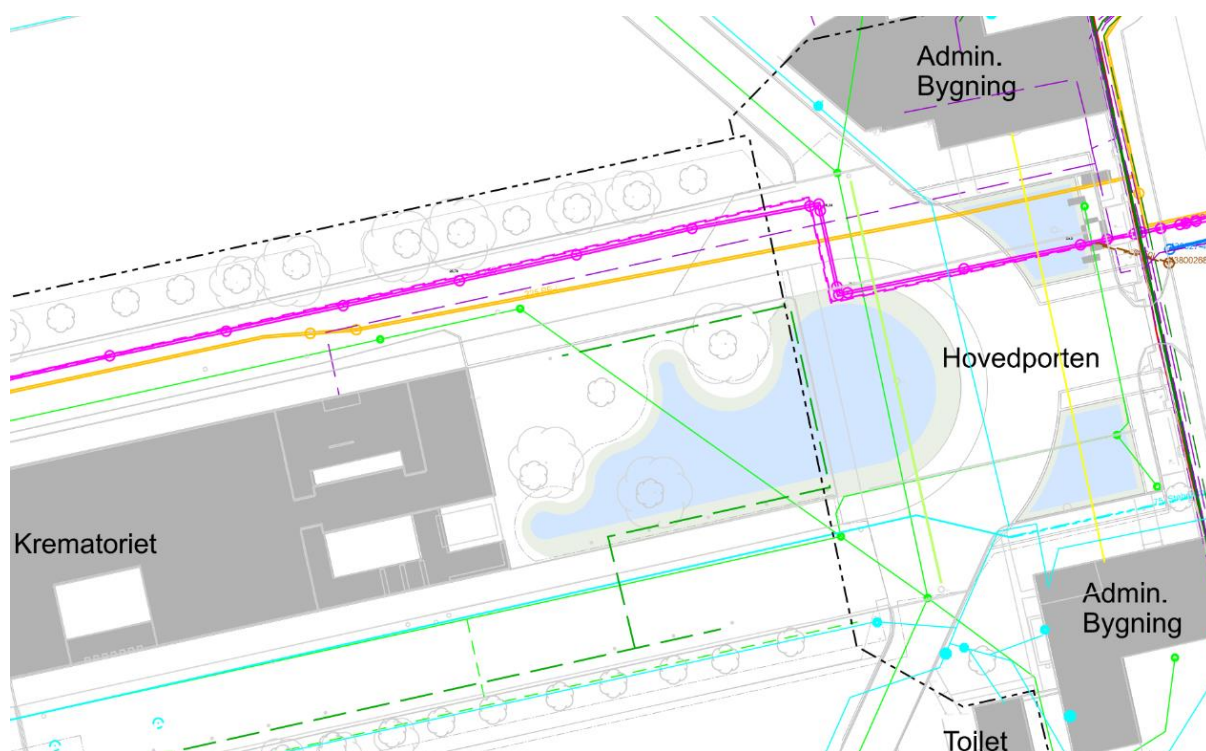
3 ANSØGNING OM NEDSIVNING

I dette afsnit gennemgås relevante oplysninger for nedsivningsansøgningen. Alle emner i KKs standardansøgning er behandlet.

3.1 NEDSIVNING GENNEM FILTERMULD

Der er foretaget trafiktælling på kirkegården, se bilag 1. Ud fra denne er det i samråd med KKs Yngve Juul de Voss besluttet, at overfladevandet der løber til de tre bassiner ved Hovedporten, skal renses gennem filtermuld. Filtermulden etableres i bassinets laveste punkt, med en udbredelse, der svarer til en 1-års hændelse. I tilløbet til dette lavpunkt i bassinet, etableres også filtermuld eller impermeabel belægning, så der ikke sker en nedsivning uden filtrering af ”first flush”.

Der tages forureningsprøver af filtermulden hvert 10. år, for at afklare hvornår den skal udskiftes. Intervallet skyldes den forholdsvis begrænsede trafik på kirkegården.



Figur 2. Udsnit af tegning I100125_04_01_A4_Koordinerende ledningsplan NORD (bilag 2). I de tre lyseblå bassiner etableres filtermuld.

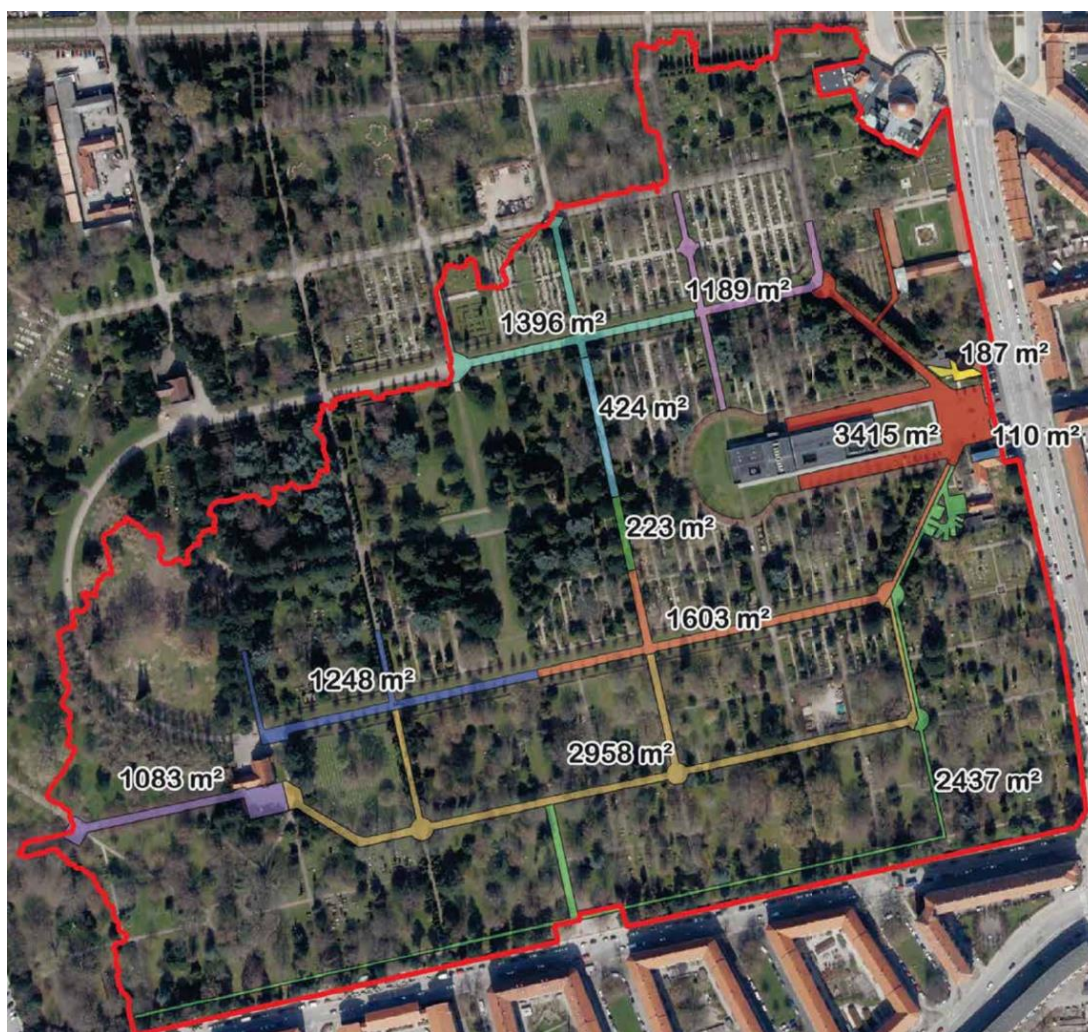
3.2 NEDSIVNING UDEN FILTERMULD

I bassinerne ud over de tre bassiner som omtales i afsnit 3.1, etableres ikke filtermuld, og vandet nedsiver her gennem den eksisterende muld, som altså ikke udskiftes.

3.3 NEDSIVNING GENNEM FASKINER

3.3.1 AFKOBLING

De befæstede arealer, hvorfra vandet bl.a. ledes til projektets faskiner er vist på Figur 3. Figuren er et udsnit af tegning I100125_04_03_A4_Befæstede arealer, der er med som bilag 6 til denne ansøgning.

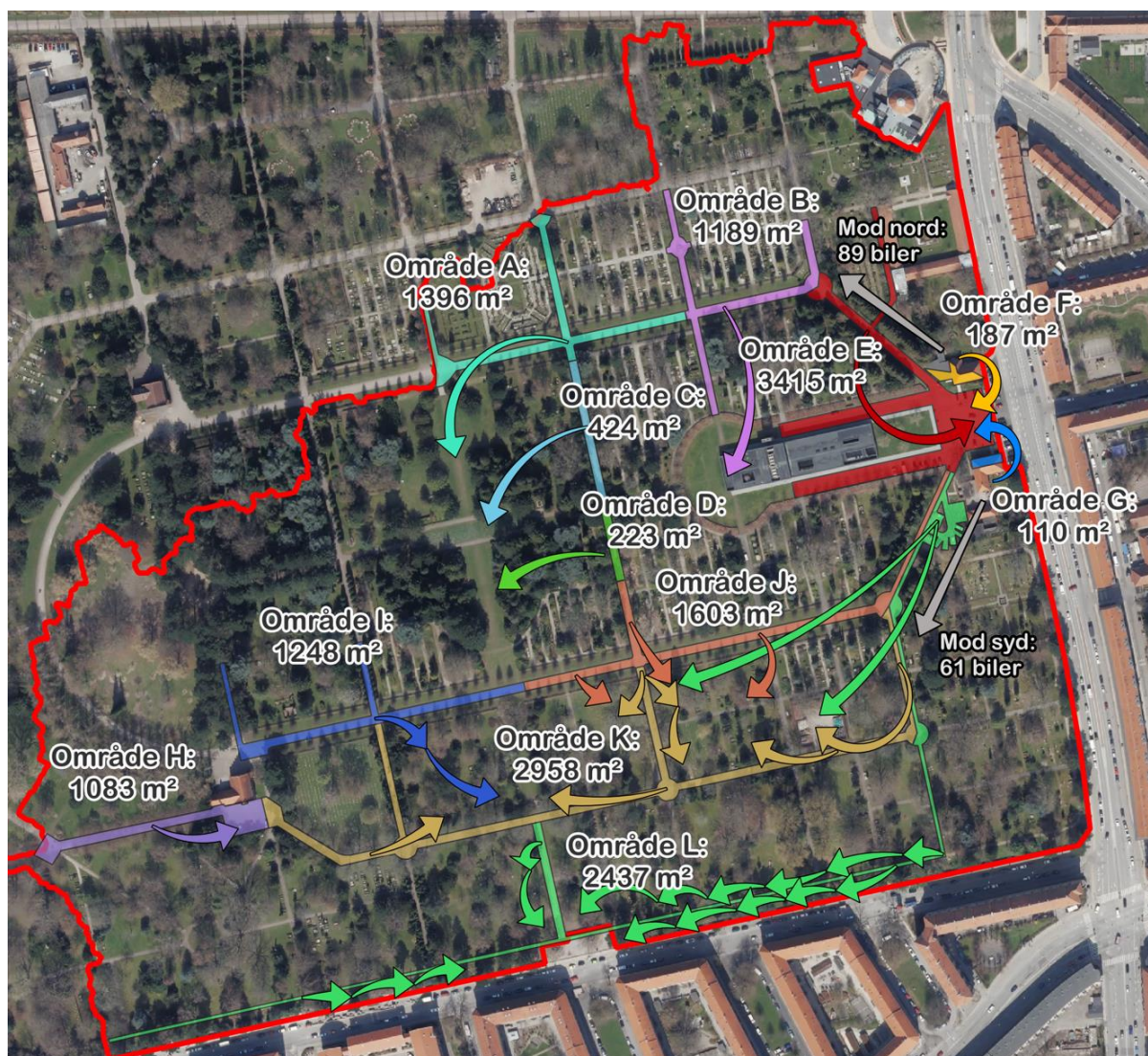


Figur 3. Projektets befæstede arealer.

De befæstede arealer består primært af asfalt. Der afkobles desuden nogle mindre tagflader, som er belagt med tegl og tagpap.

På Figur 4 vises hvor vandet fra de afkoblede befæstede arealer ledes hen.

Figuren viser hvor vandet fra de afkoblede befæstede arealer ledes hen.
Figuren viser hvor vandet fra de afkoblede befæstede arealer ledes hen.



Figur 4. Figuren viser hvor vandet fra de afkoblede befæstede arealer ledes hen.

3.3.2 OPBYGNING AF FASKINER

Faskinerne etableres med vandret bund, og med tilslutning til det nye regnvandssystem. Hver faskine (eller sæt af faskiner i Avnbøg Allé) tilsluttes via en vandbremse, så faskinerne tømmes langsomt til den opsamlende ledning. Faskinens vandbremse er tilpasset faskinens volumen, så den tømmes på ca. 1 døgn. Faskinerne har tilløb fra vejen via vejbrønde. I tilløbet i enden af faskinen samt i vandbremsebrønden etableres også udluftning af faskinen. Hvis en faskine fyldes helt, vil vandet stuve op på terræn via tilløbet.

For at beskytte faskinerne mod rødder fra de nærliggende træer, lægges en rodspærre i form af en HDPE membran på siden af faskinerne.

Der nedsives fra faskinerne, men da nedsivningen ikke kan forventes at ske hurtigt nok, etableres der et ledningssystem, som leder vandet fra faskinerne til vandbremsebrønden ved Skoleholdervej. Der er pga. den lave trafikintensitet, ikke krav om rensning af vandet fra vejene der afvander til faskinerne.

Tværsnit af faskinerne ses på tegning I100125-15-04-A4 og I100125-15-06-A4 (bilag 4 og 5).

3.4 OVERLØB FRA FÆLLESLEDNING TIL OVERFLADEN

For at forhindre overløb til Skoleholdervej, når regnhændelsen har sin peakintensitet, aflastes ledningssystemet ved at gå i overløb til et af de sydlige bassiner. Da bassinet er lavere end dækselkoten i brønden, forhindres overløb på terræn fra brønden. Brønden er den lavest placerede på ledningsnettet, så det er umiddelbart her at opstuvningen til terræn vil ske. Da regnhændelsen har et kortvarigt peak, er der volumen nok i bassinet til at undgå opstuvning på terræn.



Figur 5. Overløb fra ledningsnettet til "overløbsbassin". Udsnit af projekteret ledningsplan ved brønden lige før udløbet til Skoleholdervej.

Vandet som løber til opstuvningsbassinet gennem dette overløb består næsten kun af skybrudsvand. Dette skybrudsvand er dog i kontakt med kirkegårdens eget spildevand fra de dybereliggende ledninger, og det er derfor i dette overløbsbassin der er risiko for (meget) fortyndet spildevand på terræn.

3.5 TØMMETID OG METODE FOR TØMNING

Tømmetiden i bassinerne sættes til 48 timer. Dog skal "overløbsbassinet" i syd tømmes indenfor 24 timer, da dette bassin kan have modtaget (meget) fortyndet spildevand fra fælleskloaken.

Tømningen sker ved manuelt at lænse vandet til nærmeste brønd, ved pumpning med mobil lænsepumpe. Alle kloakbrønde i vejene på Kirkegården er tilsluttet samme kloaksystem, der er tilsluttet ledningen i Skoleholdervej.

3.6 DRIFT

Der er udarbejdet en drift- og vedligeholdelsesmanual, som sikrer at den hydrauliske drift indarbejdes i den øvrige kirkegårdsdrift.

For at sikre projektets skybrudsvolumen, graves ud til projekteret kote, når mere end 50% af bunden er steget med 50 mm. Bunden løfter sig i takt med at den fyldes med støv og organisk materiale fra omgivelserne. Tempoet det sker med afhænger af bassinet placering og de omgivende træer m.v.

3.6.1 PRIORITERING AF LÆNSEPUMPNING

Lænsepumpning af bassinerne sker efter behov, som beskrevet i afsnit 3.5. Dette er kun nødvendigt med 15 års interval i dag og med 5 års interval om 100 år. Ydermere vil der være variationer i jordens nedsivningsevne, så nogle bassiner skal tømmes noget sjældnere. Herudover er der et fyldningshierarki, som betyder at nogle bassiner alene af den grund fyldes væsentligt sjældnere.

3.6.2 RISIKO FOR TILBAGESTUVNING FRA HOFORS LEDNING I SKOLEHOLDERVEJ

Overfladen på Skoleholdervej, hvor tilslutningen fra Kirkegården er, ligger i kote 22,0. Skulle der være opstuvning til terræn på Skoleholdervej, vil vandet kunne stå i kote 22,0, hvorefter der vil stuve op på terræn via rendestensbrøndene på Skoleholdervej. Herefter vil vandet løbe på overfladen mod syd, og altså væk fra kirkegården. Den laveste forbindelse til terræn på kirkegården, er via overløbsledningen til det nederste bassin. Denne overløbskote er i 22,60, og vandet fra ledningen i Skoleholdervej vil altså ikke lede vand direkte til overfladen på kirkegården. Dog vil vandet kunne stuve tilbage i ledningssystemet, men eftersom der i en sådan situation også vil være vand fra kirkegården, som trykker ud mod ledningen i Skoleholdervej, vil vandstrømmen formentlig være mod den lavere liggende Skoleholdervej. Det vil dog gøre at der i en periode ikke kan forventes at lede 50 l/s ud til kloaksystemet i Skoleholdervej. Dette vil blive påvirket af flere faktorer, blandt andet fyldningen af HOFORs ledning i Skoleholdervej, fra øvrige oplande. For at udelukke risikoen for at der løber vand fra ledningen i Skoleholdervej tilbage i kirkegårdens ledninger, kan der etableres en kontraklap i vandbremsebrønden lige inden der sluttes til ledningen i Skoleholdervej.

3.7 OVERHOLDELSE AF AFSTANDSKRAV FOR NEDSIVNINGSANLÆG

- Der er mere end 25 m til vandløb, grøft, dræn, sø eller hav
- Afstanden til beboelsesbygninger er over 5 m
- Afstanden til øvrige bygninger og skel er over 2 m

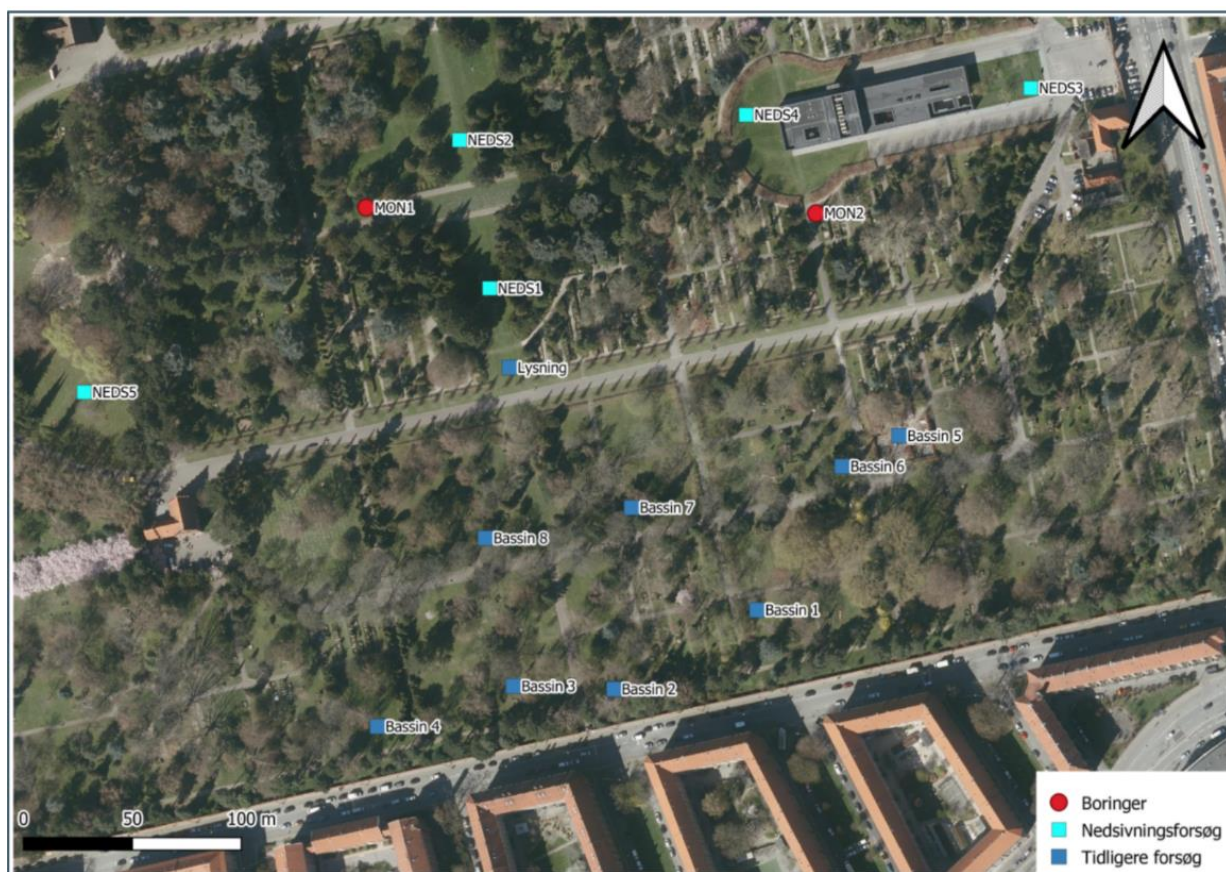
3.8 FORUNDERSØGELSER

3.8.1 NEDSIVNINGSEVNE

De 5 udførte nedsivningstests viser en hydraulisk ledningsevne i intervallet $K = 9,3E-06 - 3,7E-05$ m/s, hvilket indikerer rimelige nedsivningsevner. De målte værdier er således i samme størrelsesorden som de værdier der er målt i de tidligere udførte tests i den sydlige del af Bispebjerg Kirkegård, og er også hvad man kan forvente i sandet lerfyldt. De 2 slugtests udført i borerne Mon1 og Mon2 viser en hydraulisk ledningsevne på hhv. $K = 1,9E-07$ og $1,6E-07$ m/s. Disse K-værdier er inden for det forventelige for moræneler hvori borerne er filtersat. I større dybde i moræneleret må det forventes at den hydrauliske ledningsevne er lavere endnu. Disse resultater er brugt til de hydrauliske beregninger for skybrudsprojektet.

Tabel 1. Tidligere udførte terrænnære nedsivningstests.

Test	Udgravningsdybde	Tolket K-værdi
Bassin 1	0	2,2E-05
Bassin 2	0,5	0
Bassin 3	0	5,2E-06
Bassin 4	0	5,2E-06
Bassin 6	0,5	3,5E-05
Bassin 7	0,5	3,3E-05
Bassin 8	1	2,8E-05
Lysning	0	1,4E-05



Figur 6. Placering af boringer og nedsivningsforsøg.

3.8.2 GRUNDVANDSMONITERING

I forbindelse med udarbejdelse af anlægsprogrammet for skybrudsprojektet, er eksisterende og nye grundvandsmoniteringer samlet. Resultaterne er samlet nedenfor.

Tabel 2. Pejlinger fra boringer udført ifm. Krematoriet. Pejlinger er udført d. 2. oktober 2000. I tørre boringer er bundkoten sat i parentes

Boring	Terræn (mDVR90)	Pejling (m u.t)	Pejling (mDVR90)
4	+27,6	2,55	+25,05
5	+27,55	2,3	+25,25
6	+27,8	2,1	+25,7
7	+27,8	1,9	+25,9
8	+27,8	Pejlerør	ødelagt
9	+27,9	4,5	+23,4
10	+27,9	Pejlerør	fjernet
11	+27,85	Tør	(+23,85)
12	+27,95	4,1	+23,85

Tabel 3. Pejlinger fra boringer udført ifm. Murprojektet. Pejlinger er udført d. 22. april 2020. I tørreboringer er bundkoten sat i parentes. *Estimeret vha. digital terrænmodel fra 2014.

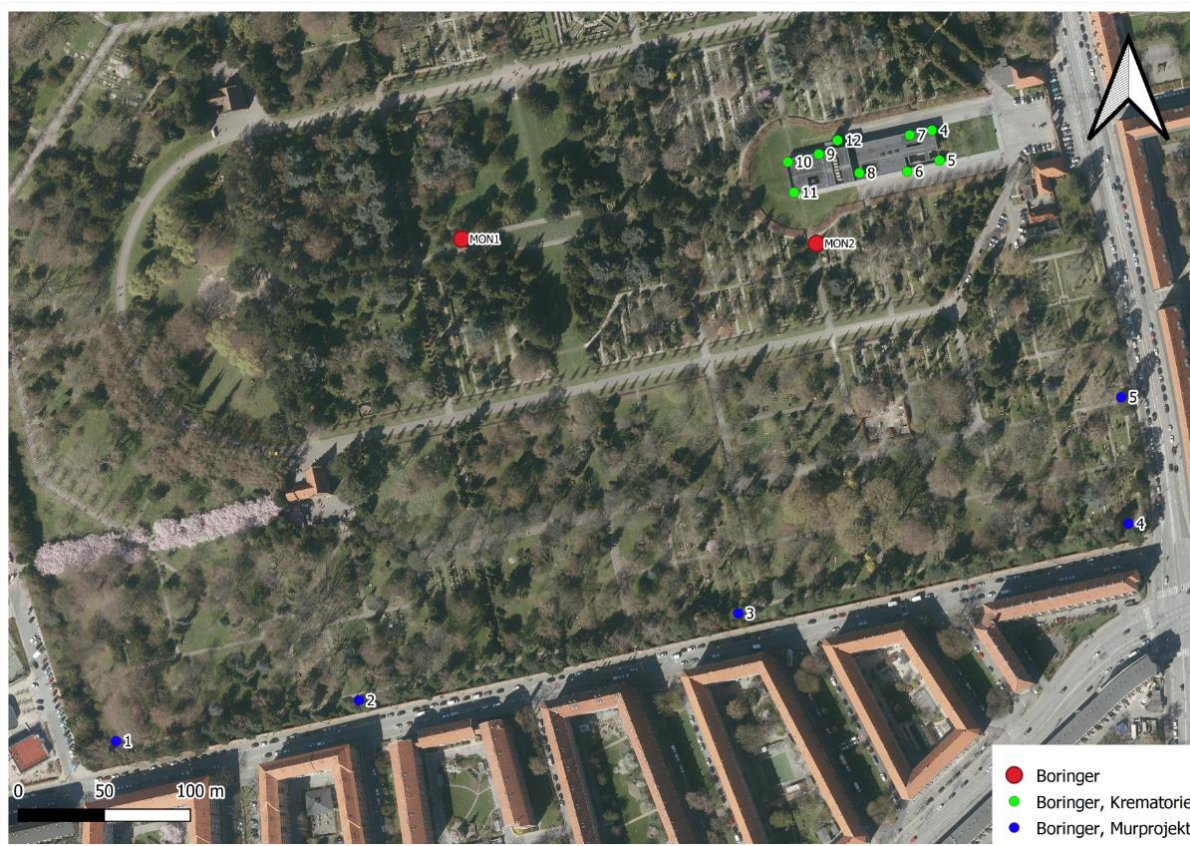
Boring	Terræn* (mDVR90)	Pejling (m u.t)	Pejling (mDVR90)
1	+28,5	Tør	(+24,5)
2	+24,7	3,1	+21,6
3	+22,7	Tør	(+18,7)
4	+27,7	3,2	+24,5
5	+27,5	Tør	(+23,5)

Tabel 4. Sammenligning mellem håndpejling og loggerdata for Mon1

Dato	Pejling (kote)	Dato	Vandspejl, logger (kote)
28-06-2021 15:08	22,01	28-06-2021 15:00	22,02
04-11-2021 13:18	22,57	04-11-2021 13:00	22,58
13-01-2022 10:50	23,64	13-01-2022 11:00	23,64
20-04-2022 10:37	23,44	20-04-2022 10:30	23,44

Tabel 5. Sammenligning mellem håndpejling og loggerdata for Mon2

Dato	Pejling (kote)	Dato	Vandspejl, logger (kote)
28-06-2021 15:15	22,45	28-06-2021 15:00	22,46
04-11-2021 12:55	23,01	04-11-2021 12:30	23,01
13-01-2022 10:40	23,58	13-01-2022 10:30	23,57
20-04-2022 10:32	23,36	20-04-2022 10:00	23,34



Figur 7. Placering af monitoringsboringer.

3.8.3 FORURENINGSUNDERSØGELSER

Der er udført forureningsundersøgelser på kirkegården. Alle undersøgelser viser at jorden er ren. Resultaterne er samlet i en rapport ”Jordprøver Bispebjerg Kirkegård af juli 2023”, der er vedlagt som bilag 7.

3.9 KOMMUNIKATION

Der vil blive opsat skilte på kirkegården som opfordrer til ikke at bruge vandet på kirkegårdens arealer til leg eller lignende.

4 BILAG

Bilag 1: Resultat af trafiktælling

Bilag 2: Tegning I100125_04_01_A4_Koordinerende ledningsplan NORD

Bilag 3: Tegning I100125_04_02_A4_Koordinerende ledningsplan SYD

Bilag 4: Tegning I100125_15_04_A4_Tværsnit Avnbøg Allé Syd

Bilag 5: Tegning I100125_15_06_A4_Tværsnit Ny Kirsebær allé

Bilag 6: Tegning I100125_04_03_A4_Befæstede arealer

Bilag 7: Jordprøver Bispebjerg Kirkegård af juli 2023