

**Bilag 4: "Vurdering af maksimalt skybrudspotentiale, Bispeengbuen"
Frederiksberg Kommune**



Indledende vurdering af maksimalt skybrudspotentiale ved en mulig nedrivning af Bispeengbuen

8. maj 2019
Sagsbeh.: JDH

Nærværende notat er udarbejdet i samarbejde mellem HOFOR, Frederiksberg Forsyning og Københavns Kommune.

Indhold

Formål.....	1
Opsummering	2
Baggrund	3
Forudsætninger	3
Maksimalt volumen	4
Økonomiske konsekvenser	5
Konklusion	7
Yderligere undersøgelser	8
Bilag.....	8

Formål

Formålet med nærværende notat er at beskrive en indledende vurdering af det maksimale skybrudspotentiale i forbindelse med udarbejdelse af business case for nedrivning af Bispeengbuen. Derudover omfatter notatet en foreløbig konsekvensberegning af økonomien for nedstrøms projekter.

I denne indledende fase undersøges det, hvad den maksimale skybrudsmængde kan være, hvis der kun håndteres skybrudsvand oven på den eventuelt kommende vejtnunnel. Der refereres her til scenariet "klima" i rapporten "Analyser om alternativer til Bispeengbuen". I de scenarier, hvor der bebygges oven på tunnelen, vil der givetvis også kunne håndteres skybrudsvand i friarealerne. Dette undersøges yderligere i næste fase.

Opsummering

Den indledende vurdering af det maksimale skybrudspotentiale ved en mulig nedrivning af Bispeengbuen har taget udgangspunkt i, at der håndteres skybrudsvand oven på den eventuelt kommende vejttunnel. Vejttunnelen kan have to forskellige længder, som angivet i rapporten "Analyser om alternativer til Bispeengbuen".

I tabel 1 ses den samlede vurdering. Vurderingen viser, at der kan håndteres 21.000 m³ skybrudsvand ved Bispeengbuen, hvis der etableres en kort eller lang vejttunnel. Det er én ud af tre beregnede scenarier som kan ses i tabel 3. I denne vurdering er det blandt andet forudsat, at der etableres et bassin oven på vejttunnelen med en dybde på mellem 2,3-3,7 m. Der regnes med en vanddybde på maksimalt 2 m., hvor siderne etableres som skråninger på 1:2. Hvis der håndteres mere vand ved Bispeengbuen end der er planlagt i skybrudskonkretiseringsplanen, så vil der være nogle potentielle besparelser på de øvrige skybrudsprojekter, der ligger nedstrøms Bispeengbuen. Det drejer sig om Åboulevard skybrudstunnel og Skt. Jørgens Sø. Resultaterne viser, at besparelsen på nedstrøms projekterne fratrukket udgifter til håndtering af skybrudsvand ved Bispeengbuen ligger på mellem ca. 80-110 mio. kr. Alle priser er for takstfinansierede midler. Besparelsen afhænger blandt andet af det ønskede valg af scenarie for Skt. Jørgens Sø. Der er dog en usikkerhed i afholdelse af ledningsomlægninger i vejttunnelen, som kan bevirke, at besparelsen bliver helt eller delvist brugt til forsyningernes omlægning af ledninger. I denne beregning er der ikke taget højde for de reducerede indtægter som følge af en begrænset mulighed for salg af byggeretter.

Tabel 1: Samlede omtrentlige besparelse

	Lang og kort vejttunnel
Skybrudsbassin ved Bispeengbuen med skråninger 1:2	21.000 m ³
Anlægsoverslag for skybrudsbassin ved Bispeengbuen	ca. 15 mio. kr.
Besparelser på nedstrøms projekter (Åboulevard skybrudstunnel og Skt. Jørgens Sø)	ca. 100-125 mio. kr.
Samlet besparelse	ca. 80-110 mio. kr.

Hvis der håndteres mindre vand ved Bispeengbuen som følge af behov for en mere alsidig anvendelse af området og/eller åbning af en del af Ladegårds å og Lygte Å, så vil besparelsen reduceres. En eventuelt kommende fase skal klarlægge, hvilke arealbehov, der vil være til området. Derefter er det muligt at vurdere, hvor stort skybrudspotentialet er. Endvidere forholder det sig således, at der er en række tilstødende projekter som blandt andet Ågadeparken og KU-Science, hvor der efter planen skal tilbageholdes skybrudsvand. Hvis der ikke kan findes plads til de planlagte mængde der, så vil skybrudsvandet skulle ledes direkte til Åboulevard skybrudstunnel og videre til Skt. Jørgens Sø.

Vurderingen viser, at der er behov for at etablere en skybrudstunnel i Åboulevarden samt at håndtere skybrudsvand ved Skt. Jørgens Sø. Nedstrøms projekterne udgår således ikke, men kan reduceres som følge af en øget håndtering af skybrudsvand ved Bispeengbuen.

Baggrund

Baggrunden for ønsket om at igangsætte en analyse af en mulig nedrivning af Bispeengbuen udspringer af, at Bispeengbuen står overfor at skulle renoveres for 125 mio. i 2020/21. Politikere på Frederiksberg og i København har udtrykt ønske om at belyse alternative muligheder fremfor at renovere buen. I 2018 afsatte begge kommuner midler til at udarbejde en business case for nedrivningen. Derefter har Frederiksberg Kommune afsat ekstra midler i Budget 2019 til at igangsætte "...en forundersøgelse af muligheden for, at nedrivning, tunnelføring, fritlægning af et stykke af Ladegårdsåen, samt at udnyttelse af området omkring Bispeengbuen kan indgå i det fremtidige klimatilpasningsarbejde". Arbejdet med business casen er udmøntet i rapporten "Analyser til alternativer for Bispeengbuen" som ligger til grund for nærværende notat.

Hydraulisk sammenhæng

Bispeengbuen indgår i skybrudsoplandet Ladegårds Å, Frederiksberg Øst og Vesterbro. Efter planen skal skybrudsvandet ledes fra Bispeengbuen og dets opland via den planlagte skybrudstunnel under Åboulevarden til Skt. Jørgens Sø. Fra Skt. Jørgens Sø tømmes skybrudsvandet forventeligt til skybrudstunnelen Kalvebod Brygge, som leder vandet ud i havnen. Dette er dog endnu ikke fastlagt. Ifølge de nuværende planer skal Skt. Jørgens Sø tilbageholde 63.000 m³ skybrudsvand. Heraf kommer størstedelen fra Bispeengbuen og oplandet hertil (37.000 m³). Beslutningen om at Skt. Jørgens Sø skal indgå i skybrudssikringen af byen og i så fald i hvilken grad, afventer den politiske drøftelse af Bispeengbuens fremtid.

Langs tunnelen i Åboulevarden er der planlagt en række områder, hvor det skybrudsvand, der løber til Åboulevarden, skal forsinkes inden det ledes videre i tunnelen. Det drejer sig blandt andet om Ågadeparken, som ligger i forlængelse af den nuværende Bispeengbuen, udpeget arealer ved KU-Science og et tilstødende areal til Bispeengbuen samt et parkeringsareal bag Meny på Borups Allé. Et udpluk af planlagte arealer til forsinkelse af skybrudsvand er vist i tabel 2.

Tabel 2: Planlagte forsinkelsesbassiner

Navn	Note	Planlagt volumen
Bispeengbuen Øst	FØ02	1.900 m ³
Meny	Privat medfinansiering	2.000 m ³
Ågadeparken	VEL36	7.400 m ³
KU-Science	Staten	7.800 m ³

Dertil hører en række tilstødende lokale skybrudsveje og grønne veje i begge kommuner. Der er igangsat et arbejde i begge kommuner, som skal undersøge de hydrauliske forhold yderligere og vurdere om de planlagte arealer til forsinkelse kan virkeliggøres.

Forudsætninger

Der er medtaget en række forudsætninger for vurderingen. Disse forudsætninger er angivet i de to bilag, som hører til nærværende notat. I det følgende er angivet nogle af forudsætningerne.

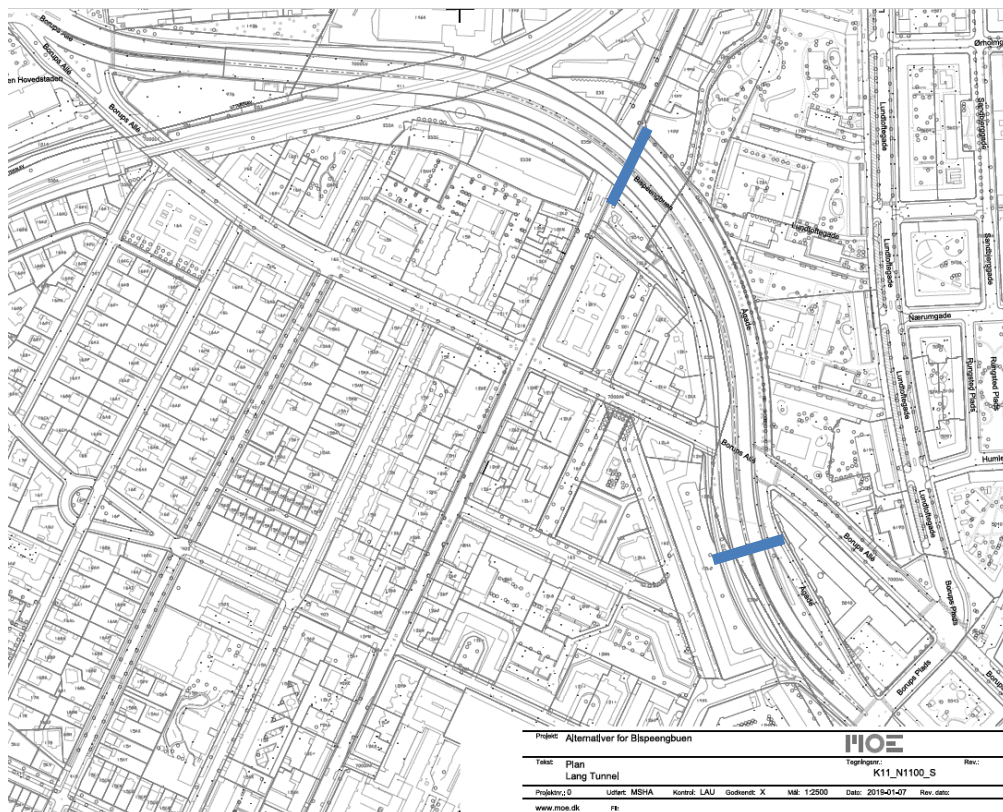
Voluminerne er beregnet ud fra blandet andet:

- at der **ikke bebygges** på arealerne oven på vej-tunnelen med mindre, at der kan stå vand under bygninger mm.,

- at der håndteres skybrudsvand **direkte oven på vejturen**. Skybrudsbassinets bund vil være på vejturens top (kote 4.5),
- at bassinets sider etableres med skrånninger 1:2, hvor der fra det omgivende terræn til bunden af bassinet er **2,3-3,7 m**. højdeforskel (højest ved Borups Allé),
- at den **maksimale vanddybde** under skybrud bliver 2 m (klimafremskrevet 100 års hændelse).

Forudsætninger i forbindelse med beregning af anlægsoverslag og konsekvensberegning af nedstrøms projekter er angivet i bilagene til nærværende rapport.

Figur 1 viser det tilgængelige areal til skybrudshåndtering mellem de to streger.



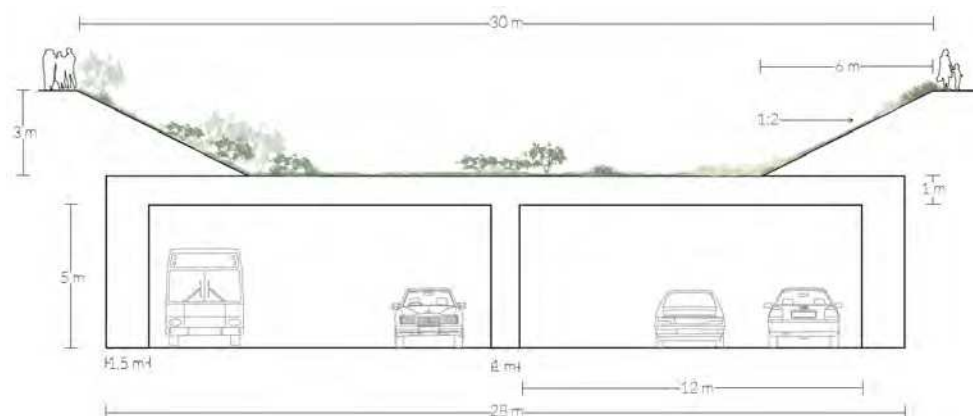
Maksimalt volumen

De indledende vurderinger af det maksimale skybrudspotentiale ved en mulig nedrivning af Bispeengbuen har taget udgangspunkt i, at der håndteres skybrudsvand oven på den eventuelt kommende vejturen dog med undtagelse af ramperne til og fra tunnelen. Hensigten med vurderingen er at beregne, hvor stort et maksimalt volumen, der kan håndteres på det nye areal. I tabel 3 ses en opsummering af resultaterne. Beregningerne viser, at der maksimalt kan håndteres ca. 28.000 m³. Hvis man etablerer skrånninger på siderne, så reduceres volumen alt afhængig af størrelsen på skrånningerne. Tallene er baseret på skrånninger med 1:2. Det vil sige, at en 3 m. høj skrånning vil have en bredde på 6 m. Det giver et volumen på ca. 21.000 m³. Til slut viser beregningerne, at volumenet bliver yderligere reduceret, hvis det er ønskeligt at åbne en del af de nuværende rørlagte åer, Ladegårds Å og Lygte Å. En åbning af åerne vil kræve, at der etableres en åben rende, hvor vandet kan løbe på overfladen. Det vil optage plads og det samlede skybrudsvolumen blive derfor reduceret til ca. 15.000 m³.

Tabel 3: Oversigt over det beregnede skybrudsvolumen med forskellige scenarier

Scenarie	Kort og lang vejttunnel (m ³)
Bassin med lodrette sider	ca. 28.000
Bassin med skråninger 1:2	ca. 21.000
Bassin med skråninger og åben å	ca. 15.000

I det efterfølgende er det valgt at arbejde videre med scenariet med skråningerne, som er vist med et principtværsnit i figur 1. I de kommende faser vil der i givet fald opstå ønsker om, at arealet indrettes med forskellige funktioner og udformes anderledes end de angivet skråninger. Dette vil medføre, at det samlede volumen vil blive reduceret. En endelige vurdering afhænger af, hvilke arealønsker, der er.



Figur 1: Principtværsnit, hvor dybden af bassinet er 3 m. Længdeangivelserne er vejledende.

Økonomiske konsekvenser

Hvis det er ønskeligt at håndtere mere skybrudsvand ved Bispeengbuen end det oprindeligt er planlagt i skybrudskonkretiseringsplanen, så vil det give nogle potentielle besparelser. Inden de potentielle besparelser kan beregnes, så er det nødvendigt at se på, hvad det koster at håndtere den ekstra skybrudsmængde ved Bispeengbuen.

Hvad koster det at tilbageholde vand ved Bispeengbuen?

Der er gennemført en overslagsberegning for anlægsudgifterne til håndteringen af 21.000 m³, som angivet i tabel 3 under bassin med skråninger. Beregningerne indeholder en række forudsætninger, som kan ses i bilagene.

Tabel 4 viser, at det koster mellem ca. 15 mio. kr. at håndtere det ekstra skybrudsvolumen ved Bispeengbuen. Der er en række poster, som kræver en yderligere koordinering med anlægsoverslaget i business casen. Det skyldes, at der kan være en række synergier mellem de to anlægsprojekter: Anlæggelse af vejttunnelen og etablering af skybrudsbassinet. Dette kan først undersøges nærmere i næste fase.

Tabel 4: Overslagsberegninger for håndtering af skybrudsvand ved Bispeengbuen (ca. mio. kr.)

Post	Kort og lang tunnel
Afgravning og bortskaffelse af jord	6,0
Retablering af kanter	2,5
Forbindelsesrør ø 1000 mm under Borups Allé	0,4
Ledningsomlægninger (hovedparten omlægges i tunnelprojekt)	0,8
Skæring af spuns/sekantpælsvæg	0,4
Trafikomlægning, byggeplads mv. håndteres i tunnelprojekt	0,4
Sum anlæg	10,4
Uforudsigelige udgifter	2,1
Anlæg i alt	12,5
Projektering	2,5
Totalt	15,0

Hvad kan der spares i nedstrøms projekter?

En øget tilbageholdelse af skybrudsvand ved Bispeengbuen vil, alt andet lige betyde, at behovet for afledning reduceres og at nedstrøms projekter ikke behøver at aflede eller rumme så meget vand. Derved kan der opnås besparelser på de projekter. De tre nedstrøms projekter, der tages i betragtning, er VEL46 og VEL47 (her kaldet Åboulevard skybrudstunnel) og VEL17 - Skt. Jørgens Sø. For Åboulevard skybrudstunnel gælder det, at der kan være en besparelse ved at gøre tunnelen mindre og kortere.

Forundersøgelsen for Skt. Jørgens Sø indeholder tre scenarier. Scenarie 1 omfatter den sydlige af Skt. Jørgens to søer, mens Scenarie 2 omfatter begge søer. Begge scenarier indeholder en vandspejlsænkning på over 3 m. for, at skybrudsvandet kan løbe til søen ved tyngdekraft. Scenarie 3 omfatter begge søer, hvor vandet pumpes op i søerne. Vandspejlet sænkes med ca. 50 cm. Besparelsen i Scenarie 3 bunder i blandt andet, at pumperne kan gøres mindre. For Scenarie 1 og 2 vil besparelsen være mindre idet, at der er behov for at sænke vandspejlet til samme niveau, og da vandet skal kunne løbe til søen selvom, at vandmængden reduceres.

I det følgende forudsættes, at alle tilstødende projekter bliver udført som angivet i skybrudskonkretiseringsplanen. Det gælder blandt andet etablering af voluminer ved Ågadeparken og KU-Science, se tabel 2.

Tabel 5 viser de omtrentlige besparelser på den planlagte tunnel i Åboulevarden og for de tre scenarier i Skt. Jørgens Sø. Beregningerne er omtrentlige og indeholder en række antagelser, som skal undersøges nærmere i de kommende faser. Der kan søges mere information om beregningerne i bilagene.

Beregningerne tager udgangspunkt i, at der bliver tilbageholdt 21.000 m³. Resultaterne viser, at besparelsen på nedstrøms projekterne fratrukket udgifter til håndtering af skybrudsvand ved Bispeengbuen ligger på mellem ca. 80-110 mio. kr. Alle priser er for takstfinansierede midler. Besparelsen afhænger af, hvilket scenarie for Skt. Jørgens Sø, der vælges, samt de faktiske udgifter til etablering af skybrudsbassin ved Bispeengbuen.

Tabel 5: Omtrentlige besparelser på nedstrøms projekter – takstfinansierede midler

Bipeengbuen - scenarie	Basis (ca. mio. kr.)			Kort og lang vej tunnel – 21.000 m ³ (ca. mio. kr.)		
	1 Sydlig sø	2 Begge søer	3 Pumpe	1 Sydlig sø	2 Begge søer	3 Pumpe
Skt. Jørgens Sø scenarie						
Skt. Jørgens Sø – pris	210	343	149	189	309	90
Åboulevard skybrudstunnel - pris	385	363	328	308	290	262
Pris i alt	595	706	477	497	599	352
Nedstrøms besparelse	0	0	0	98	107	125
Udgifter til skybrudsbassin	-	-	-	-15	-15	-15
Besparelse	-	-	-	83	92	110

Det kan blive nødvendigt at bruge noget af den samlede bufferkapacitet ved eksempelvis Ågadeparken og KU-Science, hvis det viser sig, at det ikke er muligt eller ønskeligt at tilbageholde den planlagte mængde der. Hvis det bliver tilfældet, så vil den samlede besparelse blive reduceret samt at vandmængden ikke reduceres i samme omfang for Skt. Jørgens Sø som vurderingen viser. Dette undersøges i næste fase samt i et sideløbende arbejde med udarbejdelse af Masterplan for Åboulevarden.

Konklusion

Nærværende notat har beskrevet den indledende vurdering af det maksimale skybrudspotentiale ved en eventuel nedrivning af Bipeengbuen. Vurderingen viser, at der maksimalt kan håndteres 21.000 m³ skybrudsvand ved Bipeengbuen. I denne vurdering er det blandt andet forudsat, at der etableres et bassin oven på vej tunnelen med en dybde på mellem 2,3-3,7 m. og med skråninger på 1:2. Hvis der håndteres mere vand ved Bipeengbuen end der er planlagt i skybrudskonkretiseringsplanen, så vil der være nogle potentielle besparelser på de øvrige skybrudsprojekter, der ligger nedstrøms Bipeengbuen. Det drejer sig om Åboulevarden skybrudstunnel og Skt. Jørgens Sø. Resultaterne viser, at besparelsen på nedstrøms projekterne fratrukket udgifter til håndtering af skybrudsvand ved Bipeengbuen ligger på mellem ca. 80-110 mio. kr. Alle priser er for takstfinansierede midler. Der er dog en usikkerhed i afholdelse af ledningsomlægninger i vej tunnelen, som kan bevirke, at besparelsen bliver helt eller delvist brugt til forsyningernes omlægning af ledninger.

Hvis der håndteres mindre vand ved Bipeengbuen som følge af behov for en mere alsidig anvendelse af området, så vil besparelsen reduceres. Endvidere forholder det sig således, at der er en række tilstødende projekter som blandt andet Ågadeparken og KU-Science, hvor der efter planen skal tilbageholdes skybrudsvand. Hvis der ikke kan findes plads til de planlagte mængde der, så vil skybrudsvandet skulle ledes direkte til Åboulevard skybrudstunnel og videre til Skt. Jørgens Sø.

Vurderingen viser, at der er behov for at etablere en skybrudstunnel i Åboulevarden samt at håndtere skybrudsvand ved Skt. Jørgens Sø. Nedstrøms projekterne udgår således ikke, men kan reduceres som følge af en øget håndtering af skybrudsvand ved Bispeengbuen.

Yderligere undersøgelser

Det er nødvendigt at igangsætte en visionsproces og projektudvikling af området for at kunne udfolde skybrudspotentialet yderligere. Det vil være hensigtsmæssigt at udvikle området med flere funktioner, så skybrudshåndteringen bliver en integreret del af det nye byrum. Dette skal undersøges nærmere i en eventuel kommende fase.

Desuden er der igangsat en udarbejdelse af Masterplan for Åboulevarden. Planen skal udfolde de blandt andet hydrauliske forhold yderligere og de byrumsmæssige forhold. Resultatet er denne plan forventes at blive integreret i de eventuelt kommende faser af potentialerne ved Bispeengbuen.

Endelig skal udgifter til ledningsomlægninger, der er nødvendige for gennemførelse af dette projekt, belyses nærmere. Det er estimeret, at ledningsomlægninger i forbindelse med etablering af vej-tunnelen koster ca. 100 mio. kr. Det skal undersøges nærmere, hvilke ledninger, der skal flyttes som følge af vej-tunnelen og skybrudsprojektet.

Bilag

- Vurdering af maksimalt tænkelige magasineringsvolumen ved Bispeengbuen, HOFOR og Frederiksberg Forsyning
- Skybrudsmagasinerings ved Bispeengbuen - nedstrøms økonomiske effekter på omkostninger til skybrudssikring, HOFOR

Bilag A

Til: Arbejdsgruppe for vurdering af hydraulisk potentiale ved Bispeengbuen

Fra: Maria Boe-Whitehorn, Toke Sloth Illeris og Mikael Koopmann

Cc.: [Evt. øvrige modtagere]

Dato: 28.03.2019 – revideret d. 08.05.2019

Vurdering af maksimalt tænkelige magasineringsvolumen ved Bispeengbuen

Nærværende notat er udarbejdet for at vurdere, hvor meget volumen der maksimalt kan skabes til magasinerings af regnvand ved evt. nedrivning af Bispeengbuen og etablering af vejttunnel. For et af de undersøgte scenarier er der givet et overslag på meromkostninger ved etablering af bassinerne under forudsætning af at nedrivning og etablering af vejttunnel gennemføres.

På bilag 1 er angivet det område, der under givne antagelser kan anvendes til etablering af et åben bassin. Bassinets mulige udbredelse er ens for henholdsvis den lange og den korte tunnel. Bemærk at område 2 på bilaget udgår således det kun er område 1, der er tilgængelig.

Endvidere er der i det følgende arbejdet med 3 scenarier for det mulige bassinområde.

- Scenarie A. Bassinet etableres med lodrette vægge/spuns og den rørlagte Ladegårds Å flyttes uden for bassinområdet og Lygteåen føres under i en dykket ledning (der antages at være plads nok mellem dæk og bassinbund)
- Scenarie B Som A; men siderne etableres med jordskråninger, 1 på 2 ved afgravning af jord og i mindre udstrækning ved genindbygning.
- Scenarie C Som C; men de rørlagte åer åbnes i højereliggende tilfyldningsjord

Resultatet af de 3 situationer fremgår af nedenstående skema 1. **Nøjagtighed skal tælles i tusinder.**

Side 1

Scenarie	Område	Stationering	Bassin med lodrette sider	Fradrag til skråninger	Fradrag af dæmning for Ladegårds Å	Fradrag af dæmning for Lygte Å	Bassin ved lang og kort tunnel
			Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen
			m3	m3	m ³	m3	m3
A	1	135					
		505	29.600				
	Borups Allé		-2.000				27.600
B	1	135					
		505	29.600	6.068			
	Borups Allé		-2.000	800			20.732
C	1	135					
		505	29.600	6.068	4.440	900	
	Borups Allé		-2.000	800			15.392

Skema 1

Følgende fællesantagelser er gjort for scenarie A-C

- Der **bygges ikke** på de angivne arealer for åbent bassin med mindre **bygninger** står på pæle og adgangsveje laves på broer
- Ved både **lang og kort vejttunnel**, kan der etableres bassinvolumen øst for Nordre Fasanvej, område 1
- Vejttunnelens yderside af topdæk når ikke højere op end kote +4,5 m i hver af de 2 ovennævnte tilfælde, og går på intet sted til væsentligt større dybde. Derfor vil **bund i bassin være i kote +4,5m**
- Eksisterende forbindelsesveje** langs med Bispeengbuen antages **bibeholdt**, så trafik kan afvikles som i dag.
- Ved fjernelse af Bispeengbuen og etablering af en vejttunnel vil man reetablere Nordre Fasanvej ved at **hæve vejbanen til kote ca. +6,7 m**. Det vil betyde, at der også vil ske en **tilsvarende** regulering af **eksisterende forbindelsesvej syd for Bispeengbuen** til samme kote ved tilstødningen til Nordre Fasanvej. Det samme gælder for **vejen til Genbrugspladsen**.
- Det åbne **bassin** vil kunne **fyldes til kote 6,5** uden at genere trafikken under forudsætning af punkt 5 gennemføres, Ejendommene har terrænkote ved sokkel over eller lig +6,7 m
- Ved etablering af vejttunnel vil man reetablere Borups Allé krydsningen svarende til tidligere niveau i kote ca. +8,0 m.
- Eksisterende stor hovedkloak flyttes** på en strækning af ca. 130 m mod vest ud af bassinarealet og ind i forbindelsesvej sydvest for Bispeengbuen. Ledningen har et øjestensformet tværsnit med indvendig bredde på 1880 mm og en højde på 1360 mm. En ny ledning her skal udføres i op til 4 m's dybde tæt på bygninger

Side 2

9. Maks. vandstand i bassinerne vil være 2 m, hvilket er forskellen mellem bundkote +4,5 m og maks. tilladelig vandspejl i kote + 6,5 m

Følgende yderligere fællesantagelser er gjort for scenarie A og B

10. **Eksisterende rørlagte Ladegårds Å flyttes** sammen med den store eksisterende hovedkloak i samme forbindelsesvej og over ca. samme strækning. Eksisterende rør for å er $\varnothing 1400$ mm. Lygte Å ligger i en $\varnothing 700$ ved passage ved Bispeengbuen; men vælges en omlægning bør dette ske med en kapacitet svarende til en $\varnothing 1250$ som hovedparten af den rørlagte Lygte Å, da man sandsynligvis ved Bispeengbuens etablering indførte denne indsnævring, hvilket uhensigtsmæssigt begrænser afstrømningen for åen. Rør vil der ikke blive plads til at omlægge med mindre man accepterer, at den passerer under bassinområde 1 i en dykket ledning. Måske kan den lægges en anelse dybere end bassinbunden, hvis vejttunnelens dæk her er lidt længere nede end kote 4,5m. Ellers må den blot ligge på bunden og dermed tage lidt af bassinvolumenet.

Følgende særlig antagelse er gjort for scenarie A

11. **Bassinernes sider** etableres med **lodrette vægge**, f.eks. spuns. Sidernes højde vil være fra 2,3 m til 3,7 m. **Maks. vanddybde** vil være **2 m**

Følgende særlig antagelse er gjort for scenarie C

12. **De rørlagte åer åbnes i bassinområderne ved at lægge åerne i åbne render.** Da vandspejl i vandløbene er beliggende væsentligt højere end bassinbunden, vil der blive fradrag i bassinvolumen svarende til de åbne vandløbs tværsnit og de tilhørende langsgående dæmninger. Åens vandspejl vil være lidt højere end vandspejlet i de indre søer (kote +6). Antages de åbne vandløb med dæmning/dæmninger at have skråningsanlæg på 1:2 og en bund i kote 5,0. og med et vandspejl mellem kote +6 og +6,5 vil kronekant mellem de genåbnede vandløb og bassinerne være i kote +6,5. Ved Ladegårds Åens passage af Borups Allé må dette ske i et rør.

Muligheder for yderligere opmagasineringsvolumen:

- Stiareal mellem Bispeengbuen og Hillerødgade inddrages. I stien ligger den rørlagte Lygte Å. Dette volumen vil dog være marginalt.
- Endvidere kan det overvejes, om arealer under cykelsti mellem Borups Allé og Kronprinsesse Sofies Vej kan inddrages i et vist omfang.

Side 3

Anlægsoverslag for merudgifter til etablering af magasiner ved scenarie B

Følgende antagelser er gjort:

- Projektet for vejttunnel efterlader terræn hen over den etablerede tunnel i kote +4,5 m
- Sekantpælevæg eller spuns fjernes under projektet for vejttunnel til niveauer aftalt med projekt for magasiner
- Stort set alle ledningsomlægninger foretages under projekt for vejttunnel, herunder omlægning af de rørlagte åer og stor øjestensformet hovedkloak
- Retablering af Nordre Fasanvej i kote kote +6,7 og tilpasning af vejtilslutninger afholdes af vejttunnelprojektet. Vejen udføres med skråninger ned mod kote +4,5 med 2 på 1.
- Lægning af $\varnothing 1000$ afløbsrør under Nordre Fasanvej mellem bassiner i område 1 og 2 ved lang tunnel. Udgifter til rørmaterialer, bærelag, omkringfyldning og lægning af rør og afslutning i skråning dækkes af bassinprojektet
- Lægning af $\varnothing 1000$ afløbsrør under Borups Allé mellem bassindele på hver side af vejen i område 1. Udgifter til rørmaterialer, bærelag, omkringfyldning og lægning af rør og afslutning i skråning dækkes af bassinprojektet
- De fleste skråninger etableres ved afgravningen for etablering af bassinerne. Der er udelukkende regnet med merudgravning i forhold til det, som er nødvendig for at etablere

Side 3

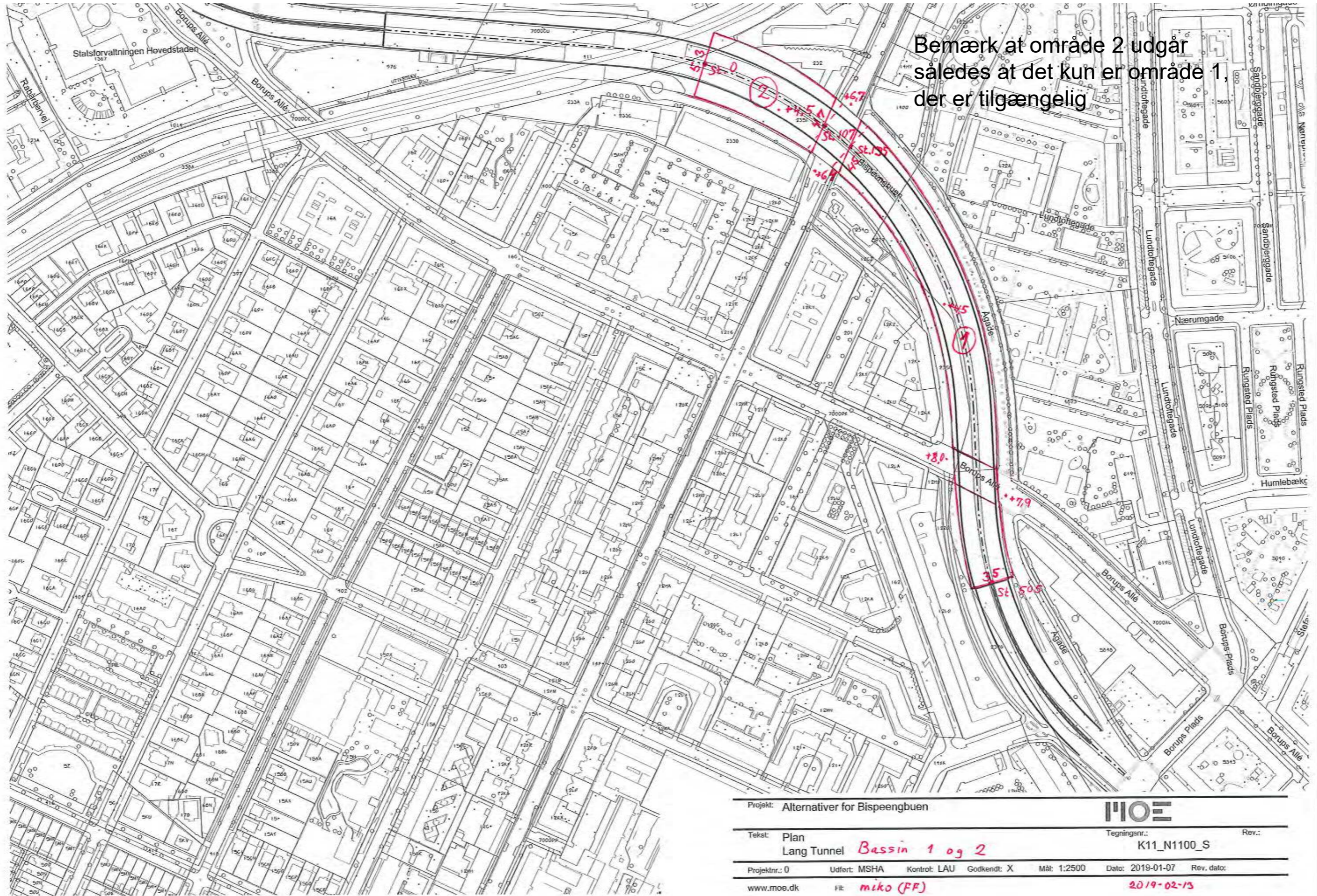
vejtunnel. Der er ved prisberegning regnet med, at al jord køres bort vel vidende, at en mindre del vil blive anvendt til etablering af skråninger. Til gengæld er der ikke regnet med pris for indbygning af skråninger, hvor disse nødvendigvis må etableres ind over vejtunnelen.

- Skæring af spuns/sekantpælsvæg, hvor entreprenør for vejtunnel ikke kan retablere før overtagelse i projekt for bassiner.

Resultatet af overslagsberegninger i scenarie B med kort og lang tunnel fremgår af nedenstående skema 2. **Nøjagtighed skal tælles i mio. kr.**

Post	Omkostning kort tunnel
Afgravning og bortskaffelse af jord	5.966.250 kr.
Retablering af kanter	2.460.000 kr.
Forbindelsesrør ø 1000 mm under Borups Alléj mellem bassindele på hver side af vej	400.000 kr.
Ledningsomlægninger (hovedparten omlægges i tunnelprojekt)	800.000 kr.
Skæring af spuns/sekantpælsvæg	370.000 kr.
Trafikomlægning, byggeplads mv. håndteres i tunnelprojekt	400.000 kr.
Sum anlæg	10.396.250 kr.
Uforudsigelige udgifter	2.079.250 kr.
Anlæg i alt	12.475.500 kr.
Projektering (bl.a. Idefase, myndighedsprojekt, detailprojektering, byggeledelse og fagtilsyn)	2.495.100 kr.
Totalt	14.970.600 kr.

Skema 2

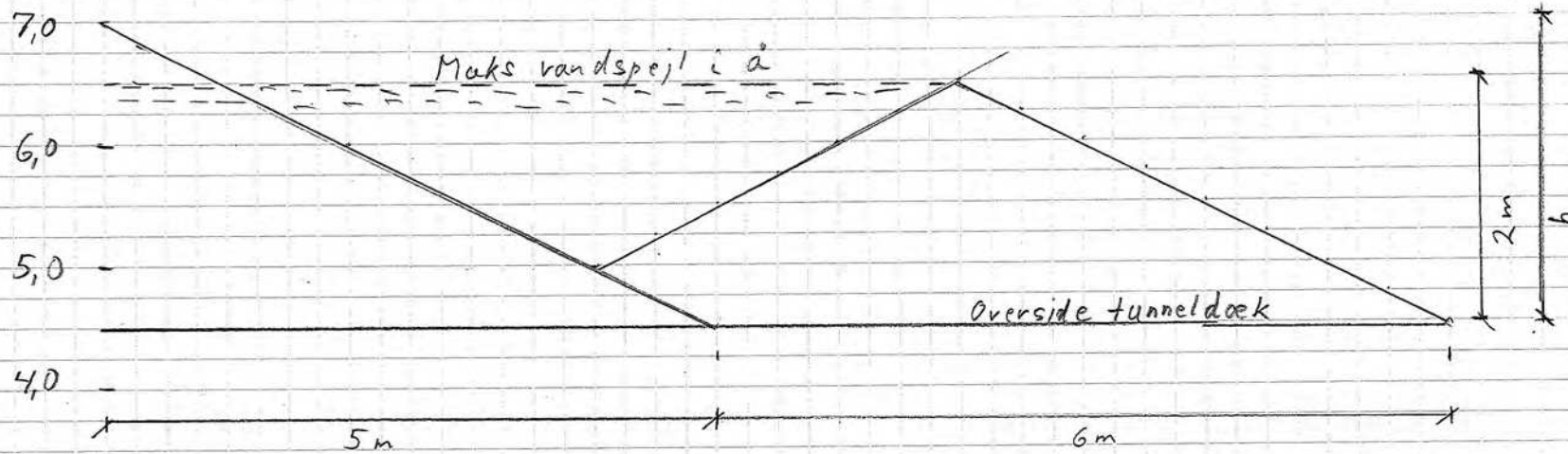


Bemærk at område 2 udgår således at det kun er område 1, der er tilgængelig

Projekt:	Alternativer for Bispeengbuen	MOE	Tegningsnr.:	Rev.:
Tekst:	Plan Lang Tunnel <i>Bassin 1 og 2</i>		K11_N1100_S	
Projektnr.:	0	Udført: MSHA	Kontrol: LAU	Godkendt: X
www.moe.dk	Fit: <i>miko (FF)</i>	Mål: 1:2500	Dato: 2019-01-07	Rev. dato: 2019-02-13

Bilag 2 Fradrag i bassinvolumen ved scenarie B og scenarie C

Tværsnit langs Bispeengbuens længdetrace



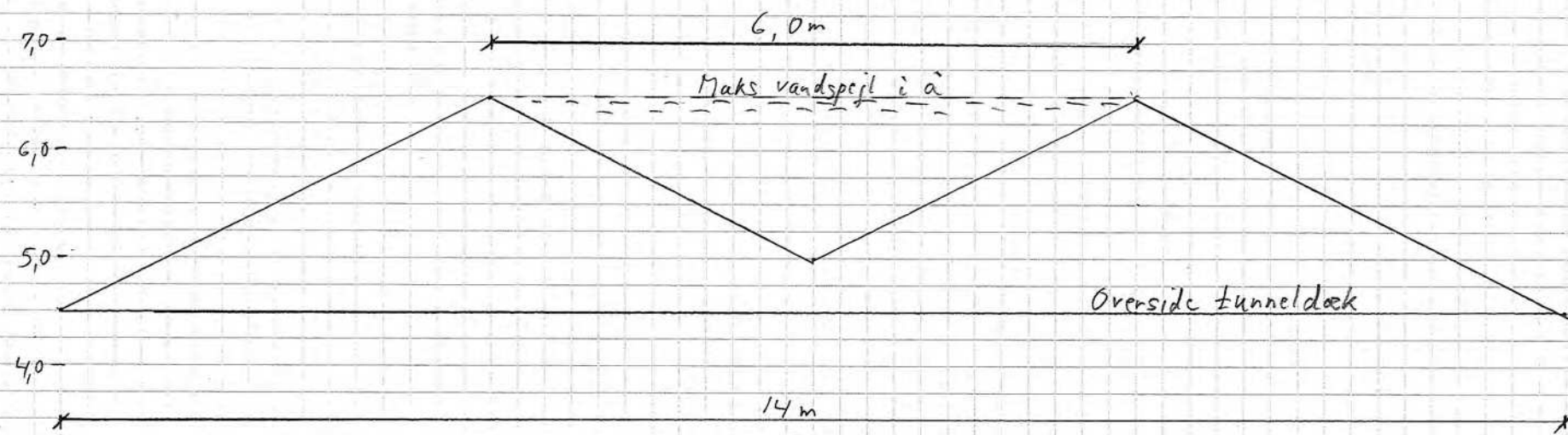
Frådrag i bassinvolumen:

- Scenarie B = $(h-2) \times 2 \times 2 + 2 \times 2 \times 2 / 2 = (h-2) \times 4 + 4 \text{ m}^3 / 16 \text{ m}$
- Scenarie C = Scenarie B + $6 \times 2 = \text{Scenarie B} + 12 \text{ m}^3 / 16 \text{ m}$

MIKO 2019/03/28

Bilag 3 Fradrag i bassinvolumen ved scenarie C

Tværsnit ved Lygteåens skæring af Bispeengbuens længdetrace

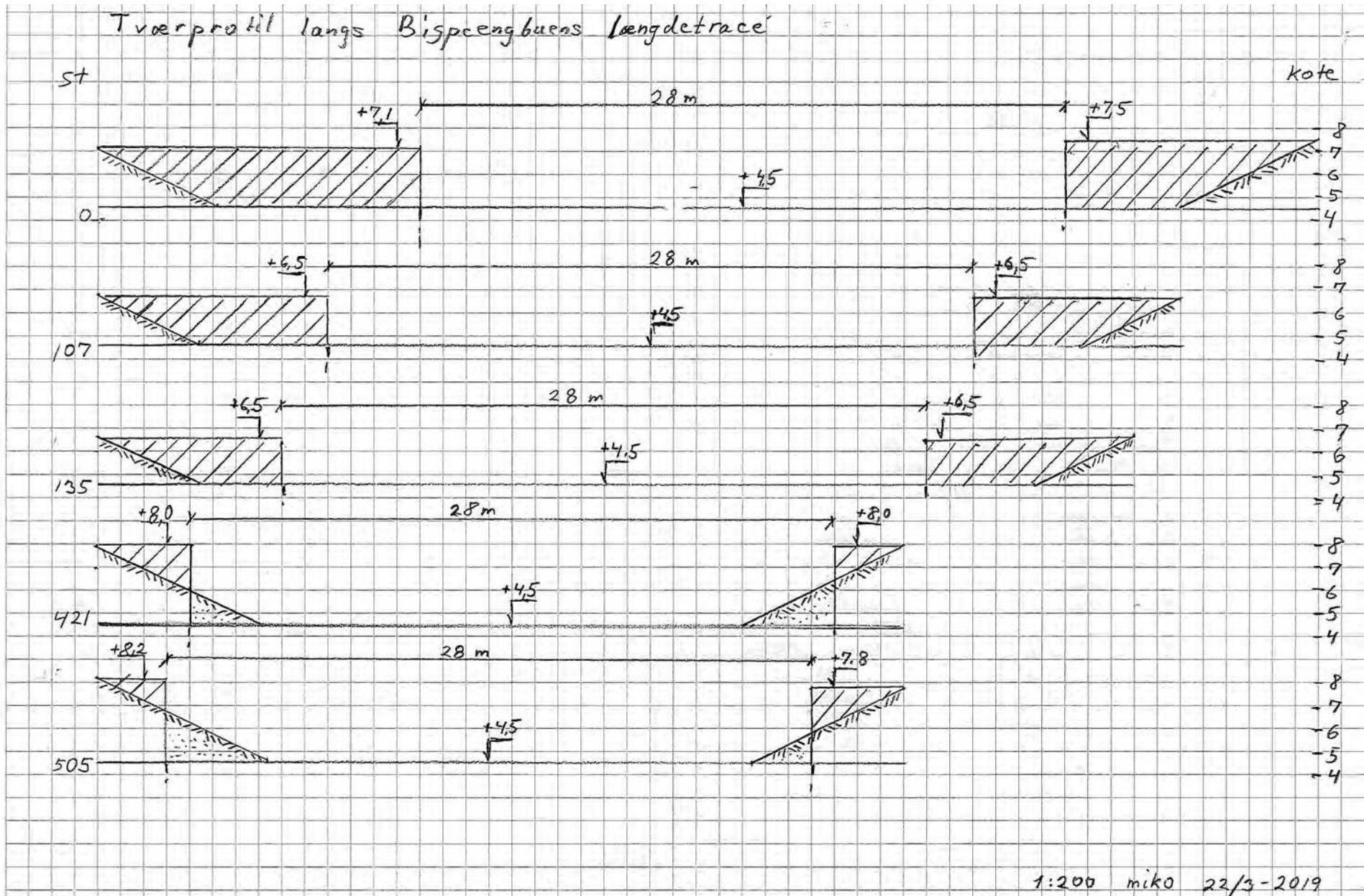


Fradrag i bassinvolumen

$$\text{Tværsnitareal til dæmninger og åvand} = (14+6)/2 \times 2 = 20 \text{ m}^3/16\text{m}$$

Miko 2019/03/28

Bilag 4 Merafgravningsprofiler



Notat

Plan - VS

Direkte tlf. 2795 3594

E-mail tosm@hofor.dk

Dato: 25.03.2019 – revideret d. 08.05.2019
Opgave: Skybrudsmagasinerings ved Bispeengbuen -
nedstrøms økonomiske effekter på
omkostninger til skybrudssikring
Udarb: Toke Sloth Illeris
KS: -
Modtager: KK/FK/FF/HOFOR

Baggrund

Der regnes primo 2019 på totaløkonomien i at nedrive Bispeengbuen. I den forbindelse indgår overvejelser om at skabe mere plads til skybrudsvand i området end oprindeligt planlagt i skybrudskonkretiseringen. Det vil, alt andet lige betyde, at behovet for afledning reduceres og at nedstrøms projekter ikke behøver at aflede eller rumme så meget vand. Derved kan der opnås besparelser på de projekter. Hermed gøres på tabelform og grafisk simple betragtninger om de forventelige besparelser på nedstrøms projekter, såfremt der magasineres i stort omfang ved Bispeengbuen. De tre nedstrøms projekter der tages i betragtning er VEL46 (skybrudsledning i Åboulevard), VEL47 (skybrudsledning fra Åboulevard til Skt. Jørgens Sø) og VEL17 Skt. Jørgens Sø.

Forudsætninger

Der gøres følgende antagelser:

- VEL46 og VEL47 skal etableres ved tunnelering.
- VEL46 og VEL47 skal som minimum etableres på strækningen Ågadeparken → Skt. Jørgens Sø for at kunne aflede skybrudsvand fra Ågadeparken, Landbohøjskolen, Worsaaesvej og for at skabe mulighed for afledning fra regnvandsprojekter i oplandet.
- For Skt. Jørgens Sø er der tre scenarier i spil: 1: sydlige sø, 2: begge søer, 3: pumpeløsning til nordlig sø, samt hydraulisk forbindelse mellem søerne.

Basisscenariet

Basisscenariet for vurdering af den økonomiske effekt af magasinerings er: VEL46 og VEL47 etableres som Ø2400, Ø2600 eller Ø3000 boret tunnel for hhv. scenarie 1, 2 og 3 for VEL17 Skt. Jørgens sø. Pris for VEL46-47 er 385 mio. kr., 363 mio. kr. og 328 mio. kr. i kombination med hhv. scenarie 1, 2 og 3 for Skt. Jørgens Sø. VEL17 Skt. Jørgens Sø er beregnet at skulle rumme ca. 60.000 m³, hvoraf ca. 2/3 er fra området ved Bispeengbuen. Det forventes for scenarie 1, 2 og 3 at koste hhv. 210, 343 og 149 mio. kr. eksklusiv eventuelle skattefinansierede udgifter. Alle tal er omtrentlige og vurderet af Niras for HOFOR i 2017-2018.

Maksimal skybrudshåndtering ved Bispeengen

Hvis der etableres en trafik tunnel ved Bispeengen (både gældende for en lang og kort vej tunnel) og der skabes plads til at magasinere yderligere (ift. skybrudskonkretiseringsplanen) 21.000 m³ skybrudsvand, så giver det følgende anslåede effekter på nedstrøms skybrudsprojekter:

VEL46 og VEL47: Det anslås, at VEL46-47 vil skulle etableres som ø2400, ø2200 eller ø2000 tunnel (for hhv. scenarie 1, 2 og 3 for Skt. Jørgens Sø) fra Bispeengbuen til Skt. Jørgens sø. Det anslås at koste 80% af basisløsningen, dvs. ca. 308, 290 eller 262 mio. kr. i kombination med hhv. scenarie 1, 2 og 3 for Skt. Jørgens Sø.

For Skt. Jørgens Sø kan gøres følgende overslag:

- Scenarie 1: Skal rumme ca. 39.000 m³. Anslået pris: 90% af basisprisen, dvs. 189 mio. kr.
- Scenarie 2: Skal rumme ca. 39.000 m³. Anslået pris: 90% af basisprisen, dvs. 309 mio. kr.
- Scenarie 3: Skal rumme ca. 39.000 m³. Anslået pris: 60% af basisprisen, dvs. 90 mio. kr.

Opsummering af overslag på samlet økonomi på nedstrøms skybrudsprojekter

På baggrund af ovenstående fås følgende opsummerende tabel:

Tabel 1: Omtrentlig totaløkonomi i skybrudsprojekter nedstrøms Bispeengbuen.

Bispeengen - scenarie	Basis			Maksimal skybrudshåndtering ved Bispeengbuen		
	1	2	3	1	2	3
VEL17 - scenarie						
VEL17 pris mio. kr.	210	343	149	189	309	90
VEL46-47 pris mio. kr.	385	363	328	308	290	262
Pris i alt mio. kr.	595	706	477	497	599	352
Nedstrøms Besparelse mio. kr.	0	0	0	98	107	125

Konklusion

Der kan forventes besparelser på nedstrøms skybrudsprojekter på 100-125 mio. kr. hvis der magasineres (ift. Skybrudskonkretiseringen) yderligere 21.000 m³ skybrudsvand ved Bispeengbuen. Besparelsen afhænger af, hvor meget der magasineres ved Bispeengbuen og scenarievalg for Skt. Jørgens Sø. Tallene er omtrentlige. Omkostninger til magasinering ved Bispeengbuen er ikke medregnet i nærværende notat, og vil skulle trækkes fra besparelsen nedstrøms, såfremt der ønskes en samlet vurdering af besparelspotentialet.