

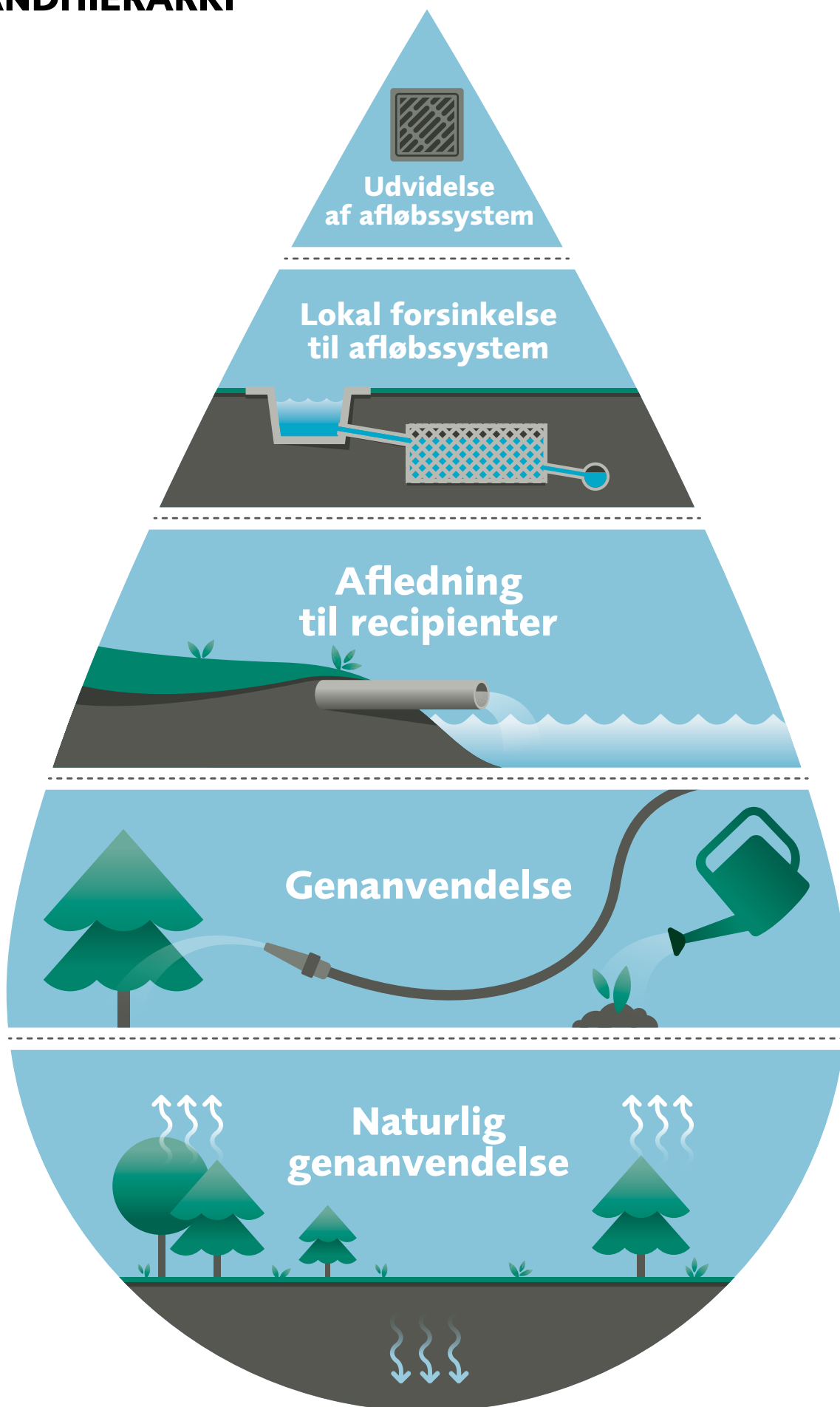
F R E D E R I K S B E R G
K O M M U N E



APPENDIX Regnvandsplan 2024

VANDHIERARKI	3
NATURLIG GENANVENDELSE.....	4
BÆREDYGTIGHEDSVURDERING	5
ØGE FORDAMPNING FRA TRÆER	
OG GRØNNE OMRÅDER.....	6
NEDSIVNING.....	6-7-8
SKYBRUDSVENTILER	9-10
GENANVENDELSE	11
BÆREDYGTIGHEDSVURDERING	11
AFLEDNING AF REGNVAND TIL RECIPIENTER.....	12
BÆREDYGTIGHEDSVURDERING	12
LOKAL FORSINKELSE TIL AFLØBSSYSTEM	13
BÆREDYGTIGHEDSVURDERING	14
ØGE UDBREDELSEN AF BLÅ VEJE	15
ØGE UDBREDELSE AF GRØNNE VEJE.....	16
AFLEDE REGNVAND FRA VEJVENDTE	
TAGFLADER TIL GRØNNE VEJE.....	17
UDVIDELSE AF FÆLLESSYSTEM	18-19
BÆREDYGTIGHEDSVURDERING	20

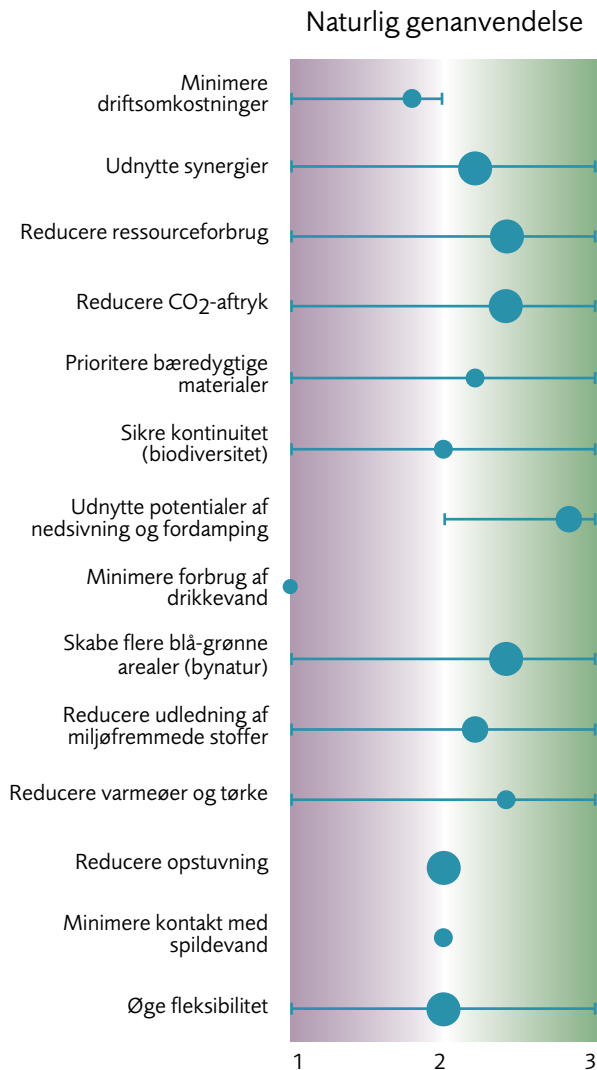
VANDHIERARKI



Naturlig genanvendelse

Frederiksberg Kommune arbejder på at:	Handlinger
Mindske befæstelsesgraden.	Fastsætte og håndhæve krav i nye lokalplaner. Undersøge muligheder for at mindske befæstelsen på offentlige områder i de hydrauliske oplandsplaner og i kommende lokalplaner.
Lade regnvand nedsive i områder, hvor det er muligt .	Fastsætte procedure for muligheder for nedsivning på private arealer.
Afprøve potentialerne for eksempelvis skybrudsventiler i villa/række-husområderne. Skybrudsventil er et produkt, som private kan sætte på deres tagnedløb, hvor skybrudsvand ledes ud på terræn i stedet for kloakken.	Undersøge muligheder for at få private til at investere og etablere skybrudsventiler på egen grund. Foreløbige beregninger viser, at skybrudsventilerne kan reducere opstuvninger ved en 10-årshændelse med op til 8 % i specifikke oplande.
Øge fordampning fra træer og grønne områder.	Søge at plante flere vejtræer og omdanne hårde befæstelser til grønne områder. Søge at øge biofaktoren, så forholdene for biodiversitet forbedres. Dette undersøges i oplandsplanerne og i kommende lokalplaner.
Prioriterer overfladeløsninger.	Undersøge, hvorvidt det er muligt at etablere overfladeløsninger i regnvandsprojekterne fremfor underjordiske i de hydrauliske oplandsplaner.

Bæredygtighedsvurdering



Potentialer for naturlig genanvendelse til at bidrage til de forskellige delmål indenfor bæredygtighed
 1: ingen/lavt potentiale; 2: potentiale; 3: stort potentiale.
 Cirklerne viser gennemsnitsværdien, mens linjerne viser det minimale/maksimale potentiale indenfor.
 Størrelsen af cirklerne korrelerer til vigtigheden af delmålet.

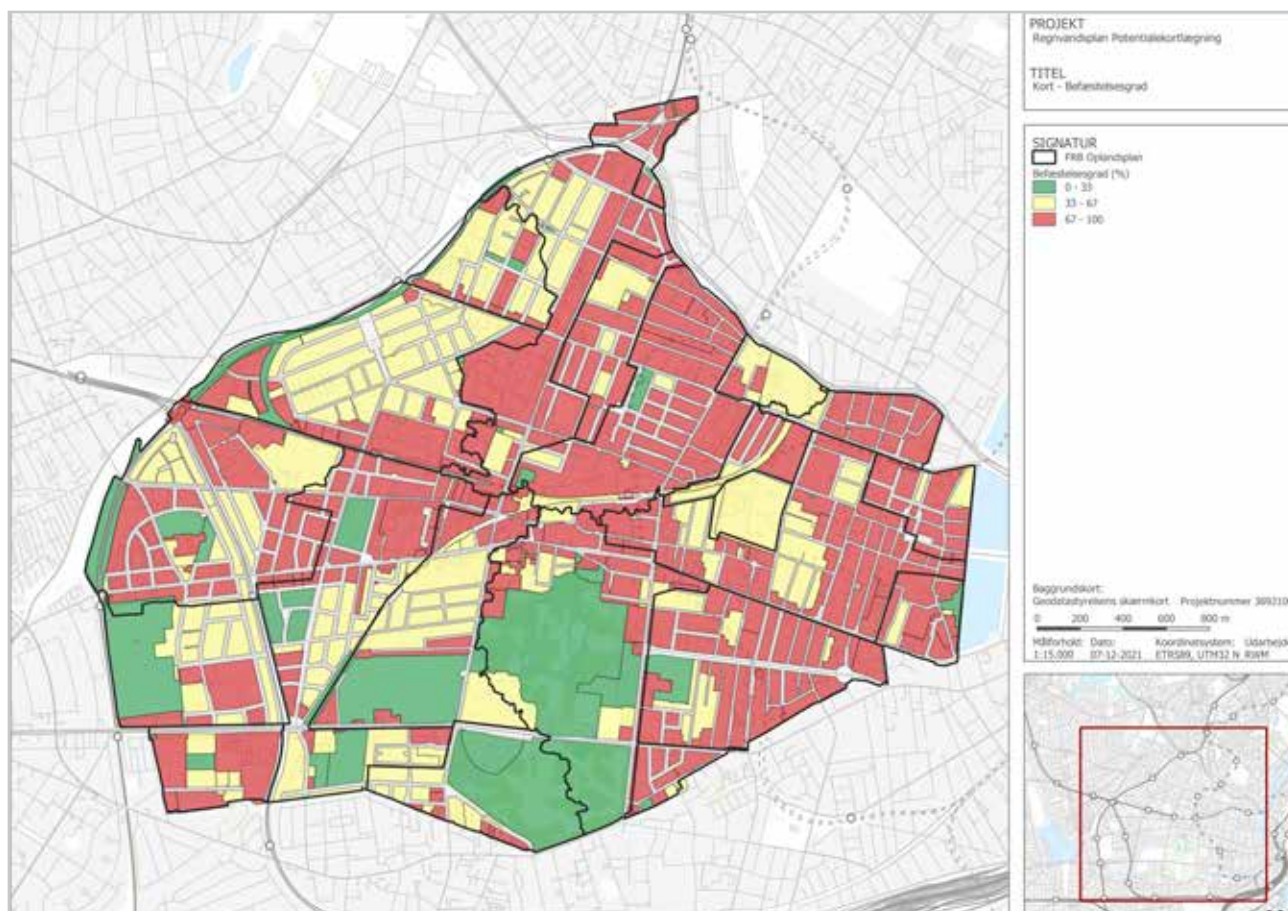
Regnvand håndteres i overfladebaserede, blå-grønne løsninger, som understøtter det naturlige vandkredsløb. Mulige tekniske løsninger er fx

- Grønne arealer
- Nedsivningsbassiner (åbne bassiner uden membran)
- Vejbede / træer
- Permeabel belægning
- Faskiner

Grønne arealer og nedsivningsbassiner er større blå-grønne arealer, som har store potentialer på tværs af bæredygtighedsmålene (samlet score af 2,7). Vejbede og træer har en minimalt lavere score (2,6) pga. deres begrænset størrelse og forbindelse til eksisterende infrastruktur. Permeabel belægning, hvilket er udført som enten permeabel asfalt eller belægningssten, har stort potentiale for at bidrage til nedsvivning og fordampning, men kun begrænset potentiale på tværs af de andre delmål (samlet score af 1,6). Faskiner produceres i plastik, skal graves ned og har ingen synlig effekt på overfladen, og dermed den laveste score (1,4) indenfor naturlig genanvendelse.

Potentialerne for at reducere opstuvning og mindske kontakt med spildevand er lavere end for andre løsningsprincipper. Samtidig forventes ingen væsentlig potentiale for at minimere driftsomkostninger på tværs af tekniske løsninger. Samlet set har løsningsprincippet det største potentiale til at bidrage positivt til bæredygtighedsmålene (2,2) og står højest i vandhierarkiet.

Øge fordampning fra træer og grønne områder



Figur 1 viser en kortlægning af befæstelsesgrader

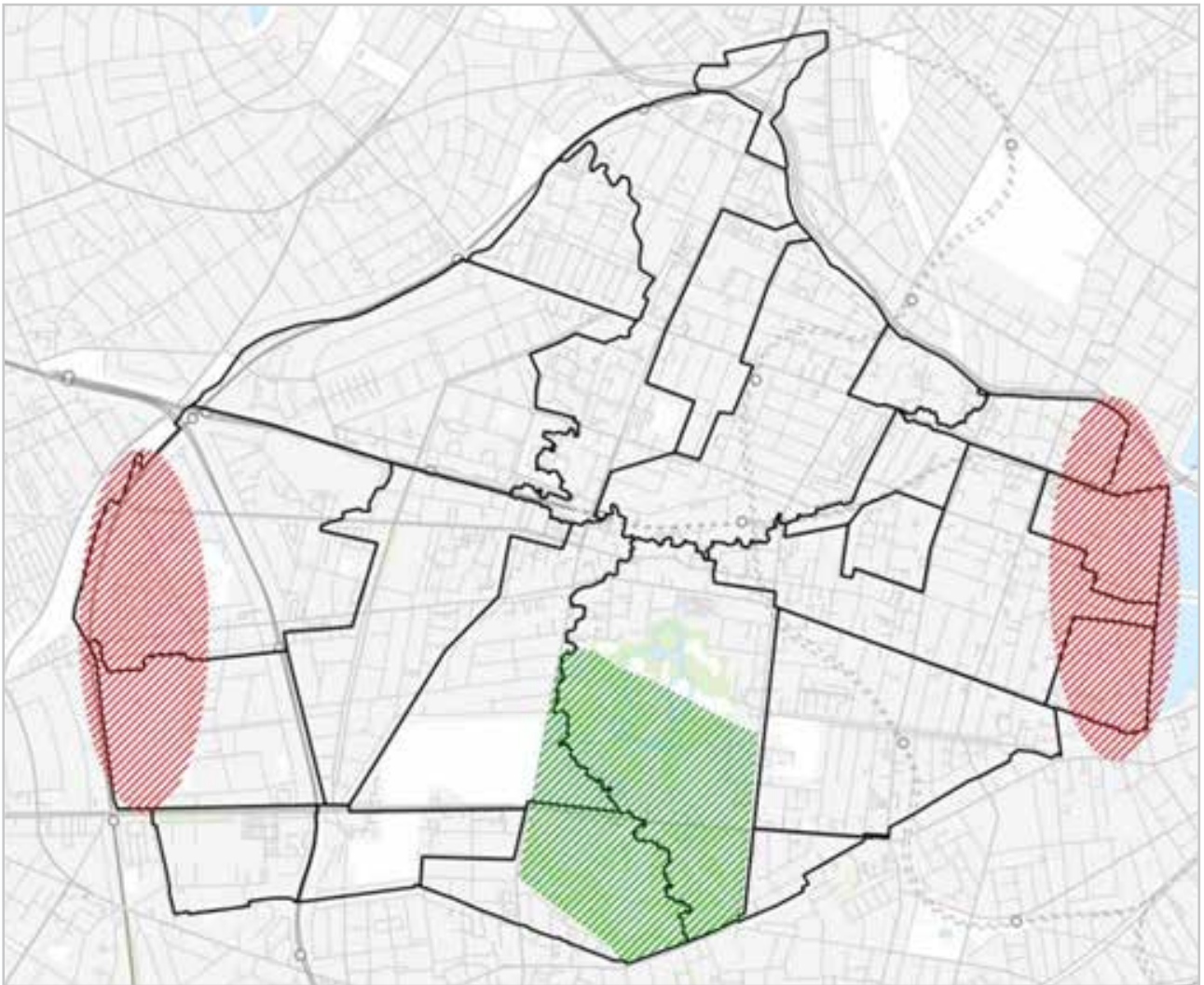
Nedsivning

Arealer med høj forventet grundvandsstand (Rød skravering):

Arealerne er omtrentlige og udpeget på baggrund af GEUS-informationer om redoxdybder og det Hydrologiske informations- og prognosesystem (HIP). Begge datakilder leverer rasterformater, der ikke umiddelbart kan afgrænses digitalt (numerisk) med fx en søgeformular om en bestemt dybde. I områderne er dybden til vintervandspejlet forventeligt omkring 1 m under terræn eller mindre.

Arealer hvor der umiddelbart forventes forholdsvis gode muligheder for nedsivning (Grøn skravering):

Dette er beliggende i Søndermarken og Frederiksberg Have/Zoologisk have. Området er kendetegnet ved en generelt stor afstand til grundvandsspejlet baseret på GEUS informationer om redoxdybder og det Hydrologiske informations- og prognosesystem (HIP). Begge datakilder leverer rasterformater, der ikke umiddelbart kan afgrænses digitalt. Herudover er den overfladenære geologi langt større omfang end i resten af kommunen præget af sandet baseret på GEUS jordartskort. Variationer i ledningsevnen vil dog stadig forekomme på kort skala, så der skal stadig udføres vurderinger af denne på lokalt plan ved nedsivningsløsninger.

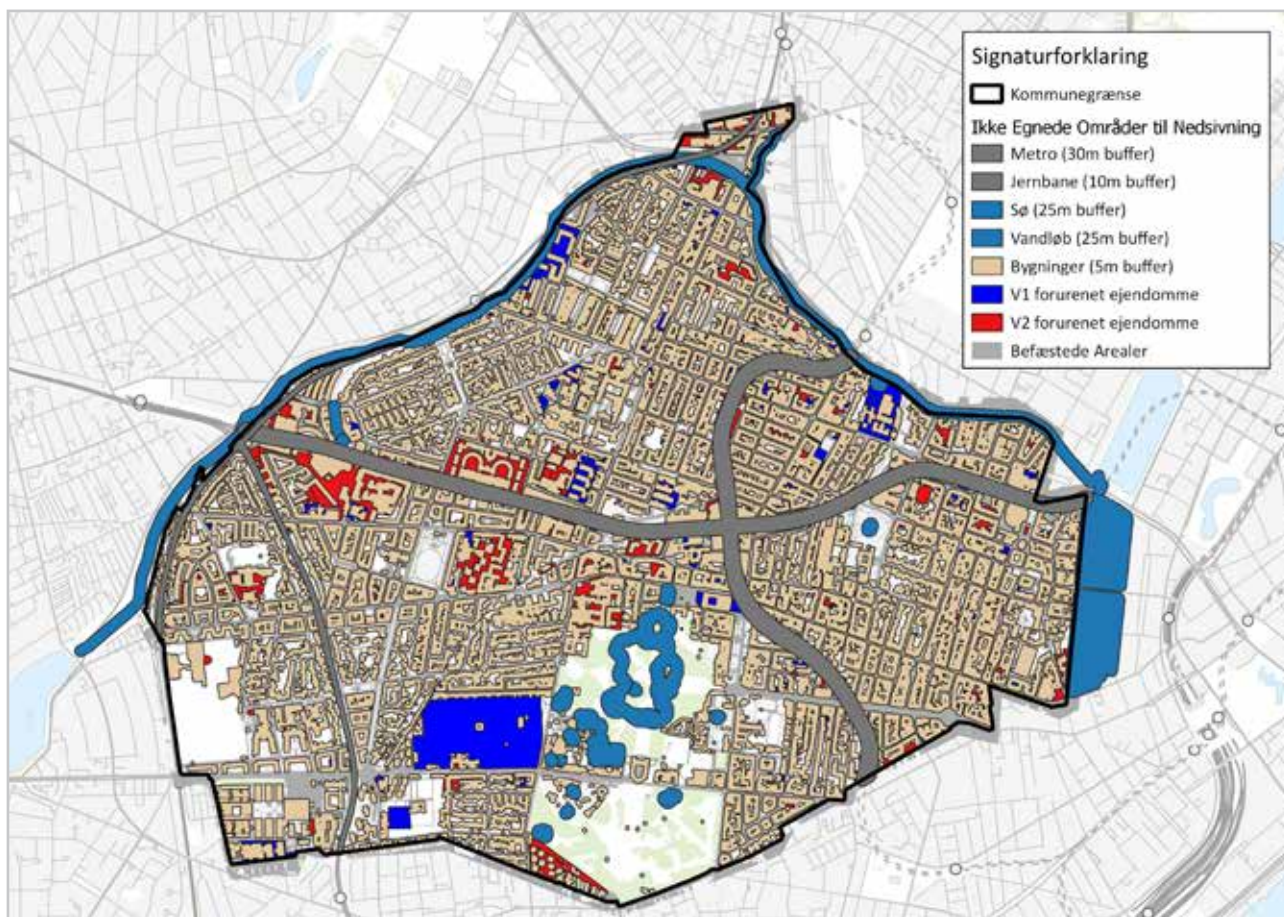


FIGUR 2 viser potentialet for nedsivning på Frederiksberg. Grønne områder markerer områder med potentiel gode nedsivningsmuligheder. De røde områder er vurderet uegnet til nedsivning af regnvand.

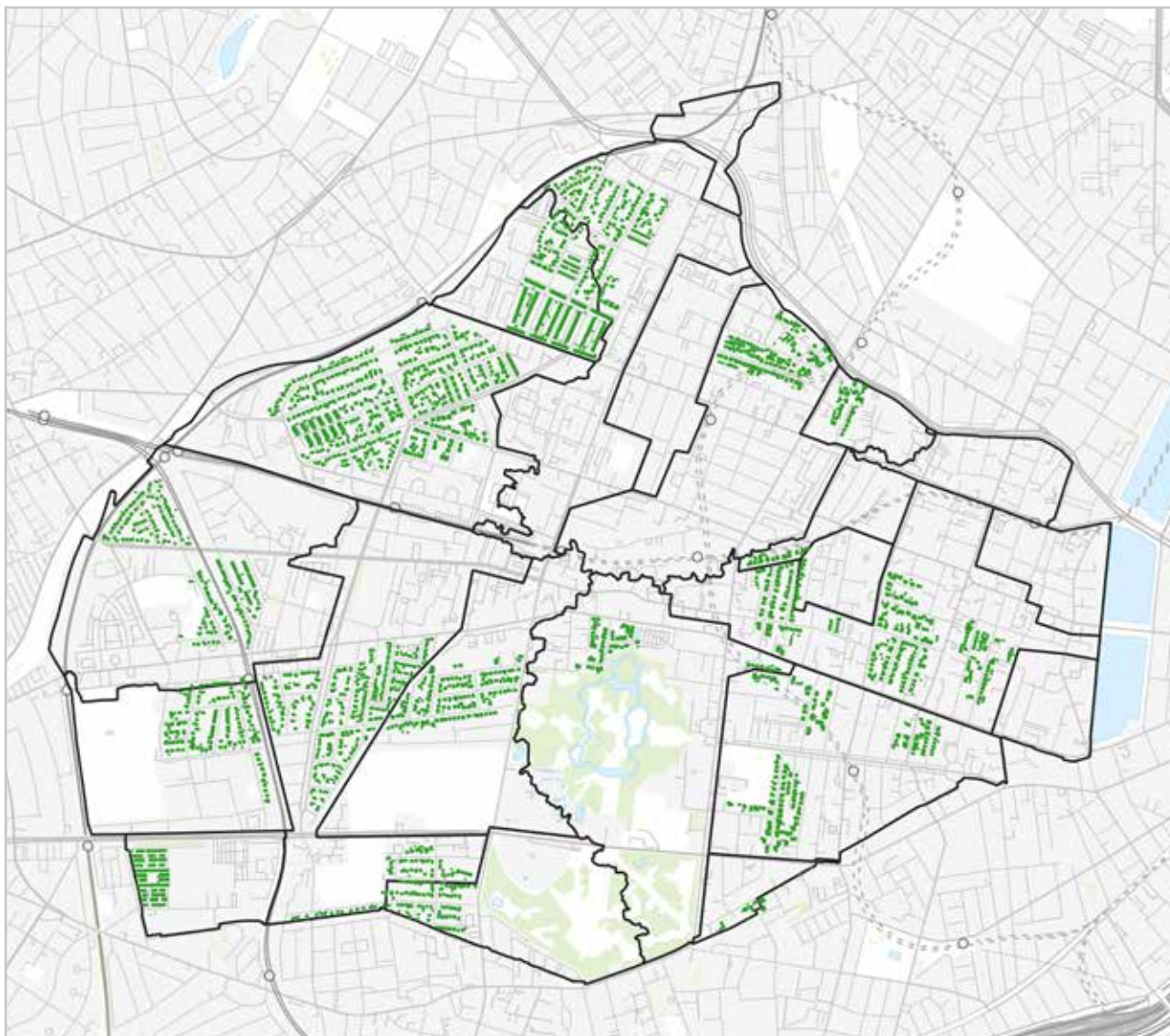
Resten af Frederiksberg

I den resterende del af kommunen er den overfladenære geologi moræneler, der indikerer, at nedsivningsmulighederne vil variere kraftigt selv over korte afstande. Dette peger på at nedsivningsløsninger i disse områder bør baseres på kombinationsløsninger, dvs. nedsivning kombineret med forsinkelse og afledning til kloak.

Nedenstående figur viser dog de bindinger, som der er for at nedsive grundvand i form af krav til buffer afstande fra nedsivningsanlæg til byggeri, infrastruktur og naturlige vandmiljøer. Derudover indgår der ligeledes forurenede ejendomme



FIGUR 3 viser respektafstande i forhold til nedsivning af regnvand.



Figur 4 viser potentielle kort for skybrudsventiler

Skybrudsventiler

Skybrudsventilen er et greb, som primært er tiltænkt at finde anvendelse på private ejendomme for at reducere belastningen af kloakken under kraftige regn og skybrud. Skybrudsventilen fungerer hydraulisk som en vandbremse med overløb til terræn. Ventilen monteres på nedløbsrør og indstilles til en forudbestemt intensitet. Ved mindre regnhændelser som ikke overskrider den forudbestemte intensitet, vil ventilen lade al regnvand ledes til fællessystemet. Ved større hændelser som overskrider den forudbestemte kapacitet, vil ventilen lukke i, og regnvandet vil ledes ud på terræn.

Det er i Regnvandsplanen blevet undersøgt, hvor stor en effekt skybrudsventilen har på kapaciteten i fællessystemet. Dette er gjort ud fra tre scenarier, som baseres på, at der monteres skybrudsventiler på hhv. 15, 30 og 70 % af de Frederiksbergske villaer. Da det kun antages, at skybrudsventiler monteres på villaer, er effekten af skybrudsventilen meget varierende på Frederiksberg. For det lave scenarie kan det ses, at skybrudsventilens effekt på reduktionen af opstuvninger til terræn er begrænset. For den fremskrevet T5 ses en reduktion på op til 10 % i de oplande, hvor forekomsten af villabebyggelse

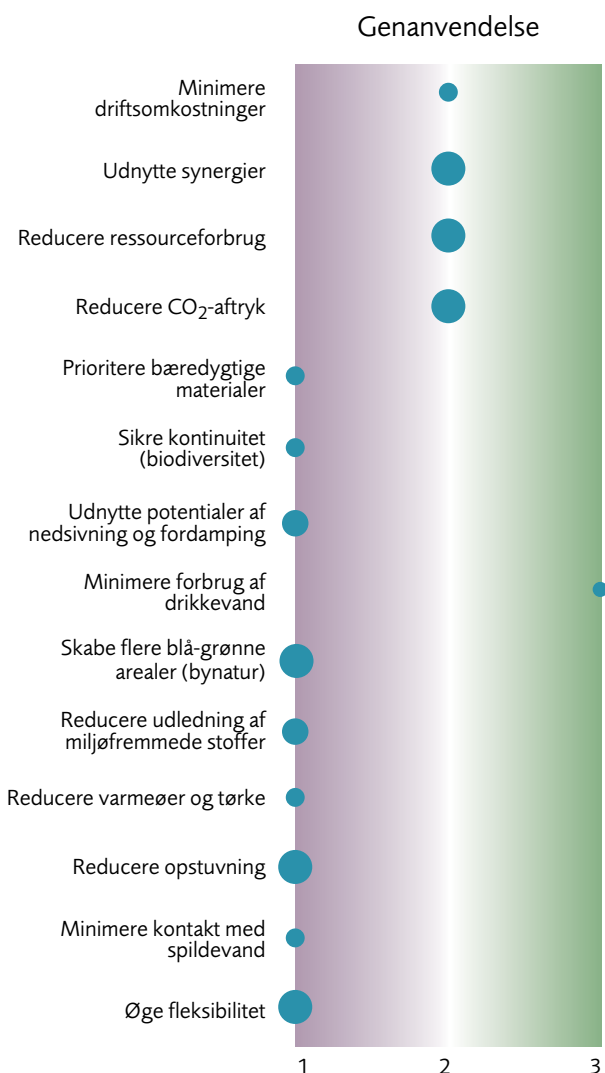
er størst. Ved den fremskrevet T10 falder reduktion væsentligt i størstedelen af oplandene. Ved det mellemste scenarie ses en forøgelse af skybrudsventilens effekt, men det er forsat kun i få oplande, at skybrudsventilen har en væsentlig effekt på reduktionen af opstuvninger ved den fremskrevet T5 og T10. I det høje scenarie er skybrudsventilen en væsentlig effekt på hhv. 29 % i opland 16 og 32 % i opland 19 ved den fremskrevet T10. Dermed kan skybrudsventilen udgøre et væsentligt greb i nogen oplande.

Ud fra en screening af skybrudsventilens CO₂-aftryk sammenholdt med dens hydrauliske effekt kan det udledes, at skybrudsventilen har en meget lav CO₂-belastning. Frederiksberg Forsyning må ikke umiddelbart finansiere etablering af skybrudsventiler på privatgrund.

Genanvendelse

Frederiksberg Kommune arbejder på at:	Handlinger
Tilbageholde regnvand til genanvendelse i regnvandsprojekter.	I samarbejde med Frederiksberg Forsyning undersøges, hvilke regnvandsprojekter Frederiksberg Kommune kan etablere opsamling af regnvand i.
Øge mulighed for at pumpe regnvand op fra magasiner til vanding af vejtræer.	Udvide oppumpningsmuligheder, så behovet kan dækkes i hele kommunen.
Undersøge potentialerne ved brug af vand fra afværgboringer til vanding.	I samarbejde med Region Hovedstaden undersøges det, hvor det giver mening at kunne udnytte afværgboringerne

Bæredygtighedsvurdering



Regnvand anvendes til vanding af planter og træer. Løsningerne etableres som underjordiske volumener (tanke eller kassetter), enten med mulighed for at pumpe vand direkte op til fx træer eller med mulighed for at tilslutning. Andre mulige tekniske løsninger indgår ikke i vurderingen.

Genanvendelse bidrager som eneste løsningsprincip til minimering af forbrug af drikkevand, men har begrænset potentiale indenfor de andre bæredygtighedsmål. Genanvendelse vil typisk etableres i forbindelse med et eksisterende volumen til fx lokal forsinkelse. Her kan genanvendelse yderligere bidrage til bæredygtighedsmålene ved at reducere forbruget af drikkevandet og ses dermed som et ønsket tiltag. Den samlede score af genanvendelse er 1,4.

Potentialer for genanvendelse til at bidrage til de forskellige delmål indenfor bæredygtighed.

1: ingen/lavt potentiale; 2: potentiale; 3: stort potentiale.

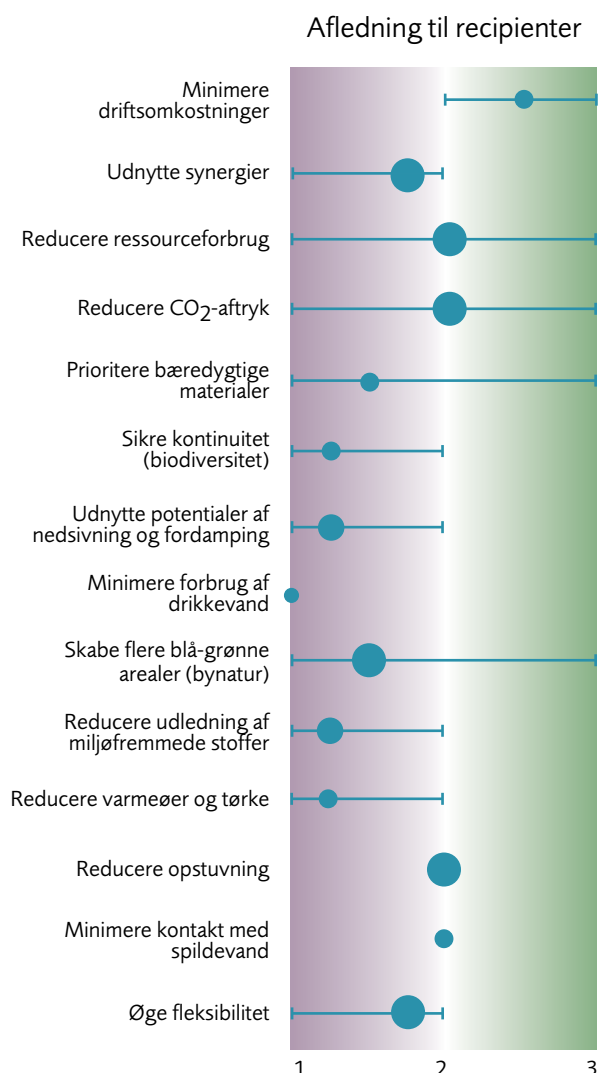
Cirklerne viser gennemsnitsværdien, mens linjerne viser det minimale/maksimalt potentiale indenfor.

Størrelsen af cirklerne korrelerer til vigtigheden af delmålet.

Afledning af regnvand til recipienter

Frederiksberg Kommune og Frederiksberg Forsyning arbejder på at:	Handlinger
Kortlægge oplande hvor tag- og overfladevand kan separeres til de naturlige recipienter samt til skybrudstunnelerne.	I de hydrauliske oplandsplaner skal forholde sig til, hvorvidt det er muligt at separere tag- og overfladevand til recipienterne. Afledningen af vand til de naturlige recipienter skal ske i samarbejde med Københavns Kommune, herunder deres vandløbsmyndighed og HOFOR.

Bæredygtighedsvurdering



Potentialer for afledning til recipienter til at bidrage til de forskellige delmål indenfor bæredygtighed.
 1: ingen/lavt potentiale; 2: potentiale; 3: stort potentiale.
 Cirklerne viser gennemsnitsværdien, mens linjerne viser det minimale/maksimalt potentiale indenfor.
 Størrelsen af cirklerne korrelerer til vigtigheden af delmålet.

Regnvand udledes til en naturlig recipient (vandløb, sø, skybrudstunnel / havnen) uden rensning ved renseanlægget, dvs. at et separatsystem for regnvand etableres. Princippet omfatter

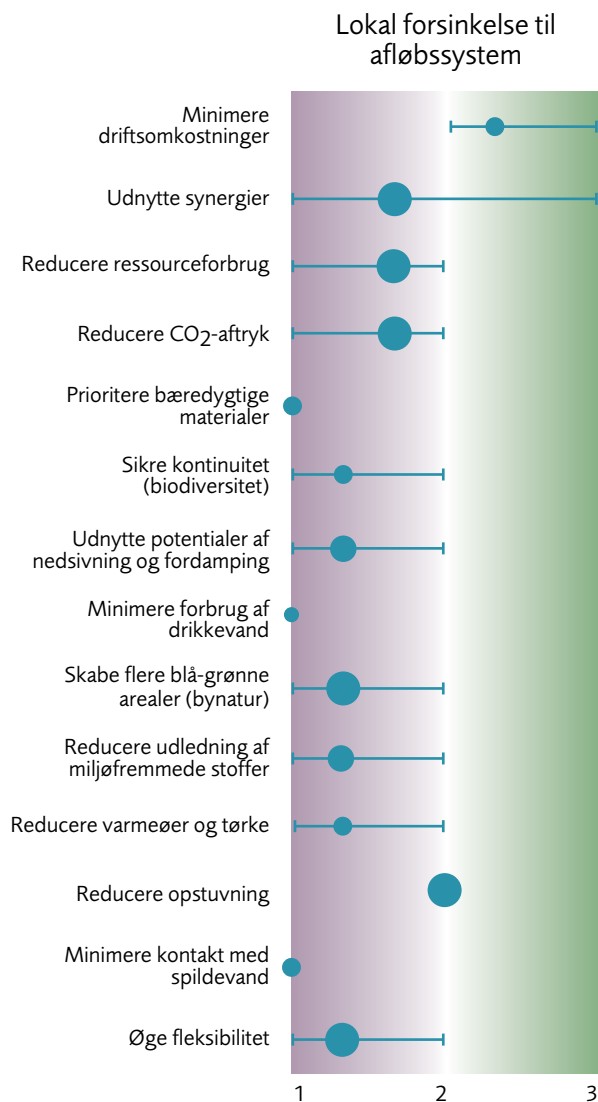
- Grøfter
- Blå veje (transport langs kantsten)
- Render / linjedræn
- Rør

Grøfter, som transporterer vand på overfladen og dermed skaber blå-grønne arealer, kræver samtidig få ressourcer og materialer og har et lavt CO₂-aftryk. Dermed har løsningen den højeste samlede score (2,3). Det forventes, at blå veje kan relativt simpelt anlægges på eksisterende vej, fx i forbindelse med vejrenovering eller ved at hæve eksisterende rendersten. Derfor har løsningen en samlet score af 1,7. Render / linjedræn og rør kræver mere omfattende anlægsarbejde, flere ressourcer og materialer og udleder dermed mere CO₂. Begge løsninger har en samlet score af 1,3 og dermed det laveste bæredygtighedspotentiale indenfor løsningsprincippet. Generelt er potentialer for at reducere opstuvning, mindske kontakt med spildevand og fleksibilitet i fremtiden begrænset. Blå veje og rør har dog stort potentiale for at reducere driftsomkostninger. Afledning til recipienter har en samlet score af 1,6.

Lokal forsinkelse til afløbssystem

Frederiksberg Kommune og Frederiksberg Forsyning arbejder på at:	Handlinger
Samtænke forsinkelse af skybrudsregn med hverdagsregn (både forebygge skader og reducere opstuvninger).	Hydrauliske oplandsplaner skal forholde sig til både hverdagsregn og skybrudsregn. Oplande til kommende skybrudstunneler skal forberedes, så regnvand i fremtiden kan ledes dertil.
Øge udbredelsen af Blå veje ved at lede regnvand på overfladen til nedstrøms regnvandsprojekter.	Hydrauliske oplandsplaner og regnvandsprojekter skal forholde sig til at koble mest muligt opland på projekterne, hvor vandet kan føres på terræn. Hertil anvendes de udarbejdede kravler- og tragtanalyser. Der er igangsat pilotprojekter for Blå veje i 2023.
Øge udbredelse af grønne veje	Fortsætte udbredelsen af Grønne veje. De foreløbige resultater viser, at de planlagte Grønne veje vil reducere opstuvninger ved en 10-årshændelse med 11 % på Frederiksberg og op til 49 % i specifikke oplande.
Afledning af regnvand fra vejvendte tagflader til regnvandsprojekter.	Det er blevet muligt at lede tagvand til offentlige regnvandsprojekter. I hvert opland skal undersøges, hvordan regnvand fra private og offentlige tagflader kan ledes til regnvandsprojekter. Effekten varierer, men i visse oplande kan afledning af tagvand medføre, at der ikke sker opstuvninger ved en 10-årshændelse.
Mindske forekomsten af miljøfremmede stoffer i afløbssystemet.	I samarbejde med BIOFOSS arbejdes med at spore pt. 14 miljøfremmede stoffer samt PFAS og PFOS og finde muligheder for at regulere og begrænse disse.

Bæredygtighedsvurdering



Potentialer for lokal forsinkelse til afløbssystemet til at bidrage til de forskellige delmål indenfor bæredygtighed.

1: ingen/lavt potentiale; 2: potentiale; 3: stort potentiale.

Cirklerne viser gennemsnitsværdien, mens linjerne viser det minimale/maksimalt potentiale indenfor.

Størrelsen af cirklerne korrelerer til vigtigheden af delmålet.

Regnvand forsinkes i decentrale, lokale løsninger, inden det transporteres til enten fælles- eller separatsystemet.

Forsinkelsesvolumen kan fx etableres som

- Åbne bassiner
- Kassetter (med dug)
- Lukkede bassiner

Åbne våde og tørre bassiner har et stort potentiale for at udnytte funktionssynergier, og potentiale for at bidrage positivt på tværs af de andre demål. Dermed har bassiner den højeste samlet score (1,9). Kassetter med dug for at undgå nedsivning kræver flere ressourcer og udleder mere CO₂, og har samtidig ingen positive effekter på overfladen (1,3). Potentialet for lukkede betonbassiner er lavest, fordi store mængder beton, armering og omfattende anlægsarbejde er påkrævet (1,2).

Den samlede score for lokal forsinkelse til afløbssystemet er 1,5. Dermed skal løsningsprincippet ses som en mulighed for at undgå udvidelse af afløbssystemet, men prioriteres lavere end de andre løsningsprincipper. Lokal forsinkelse kan med fordel kombineres med genanvendelse.

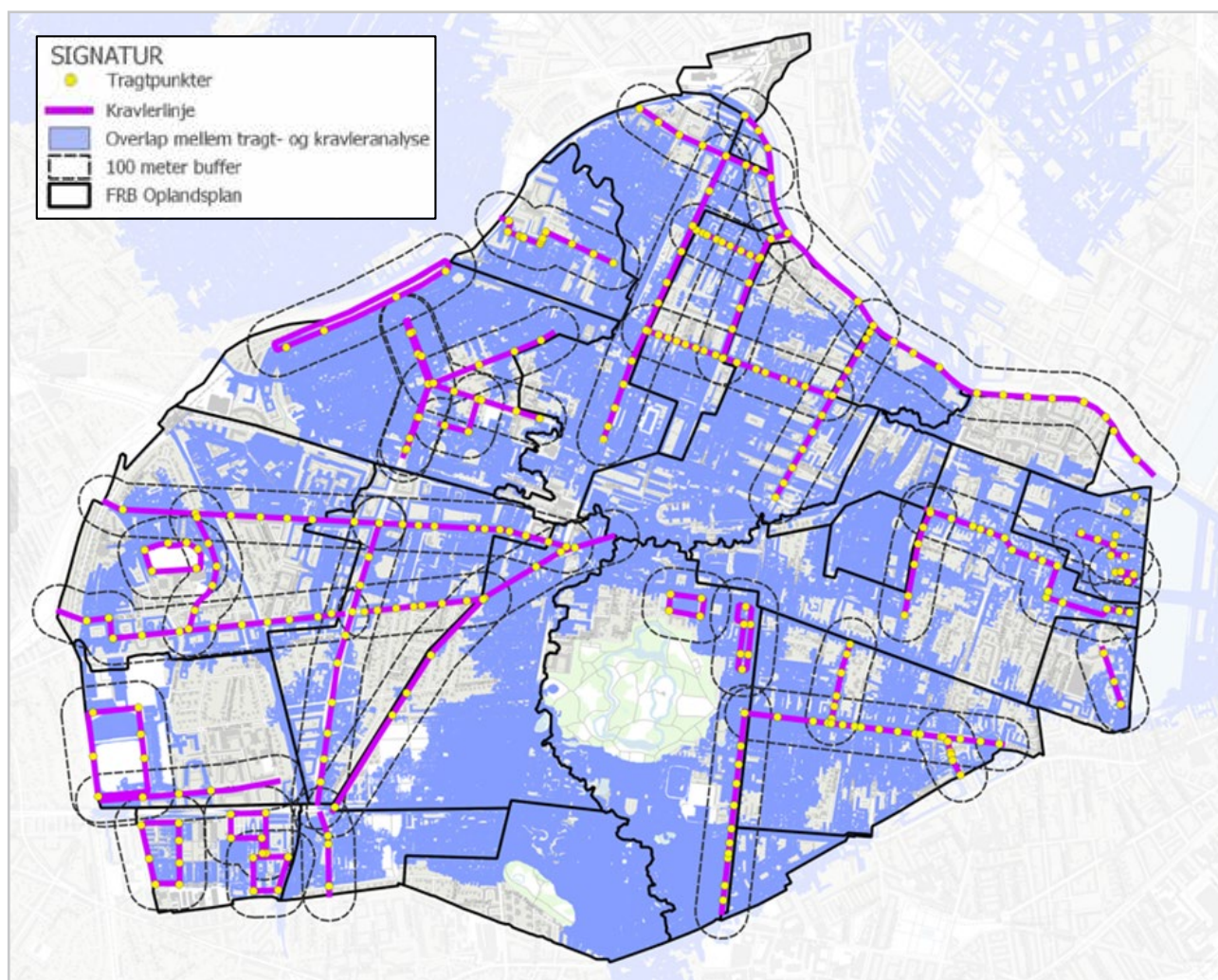
Øge udbredelsen af blå veje



FIGUR 5 viser et principsnit for metoden i afledningspotentialeanalysen Zone 1+2 = kravleranalyse, Zone 3 = tragtanalyse.

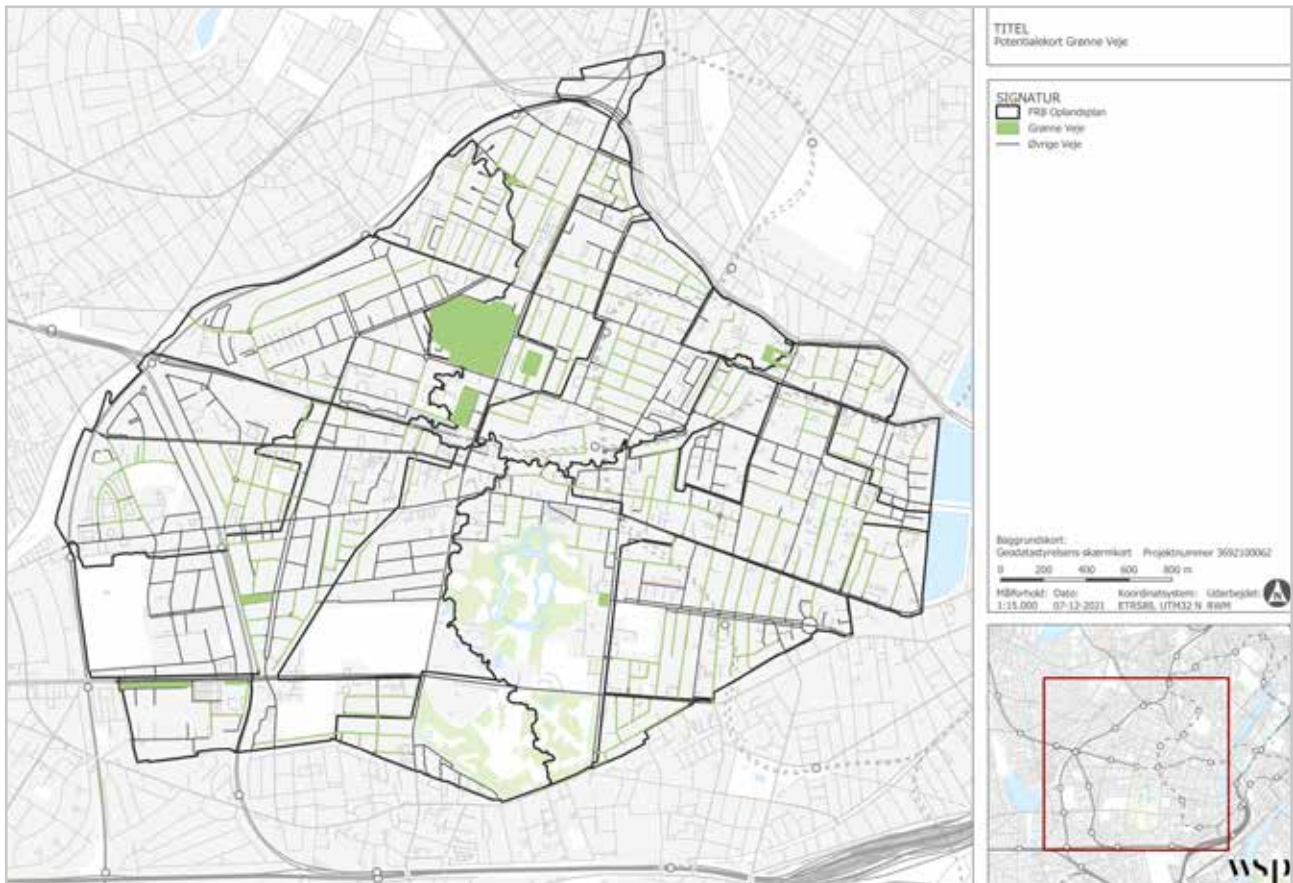
Kortet under viser hvor kravler og tragtanalyserne overlapper.

Altså de områder, hvor der kan ledes vand til nedstrøms projekter via gravitation.



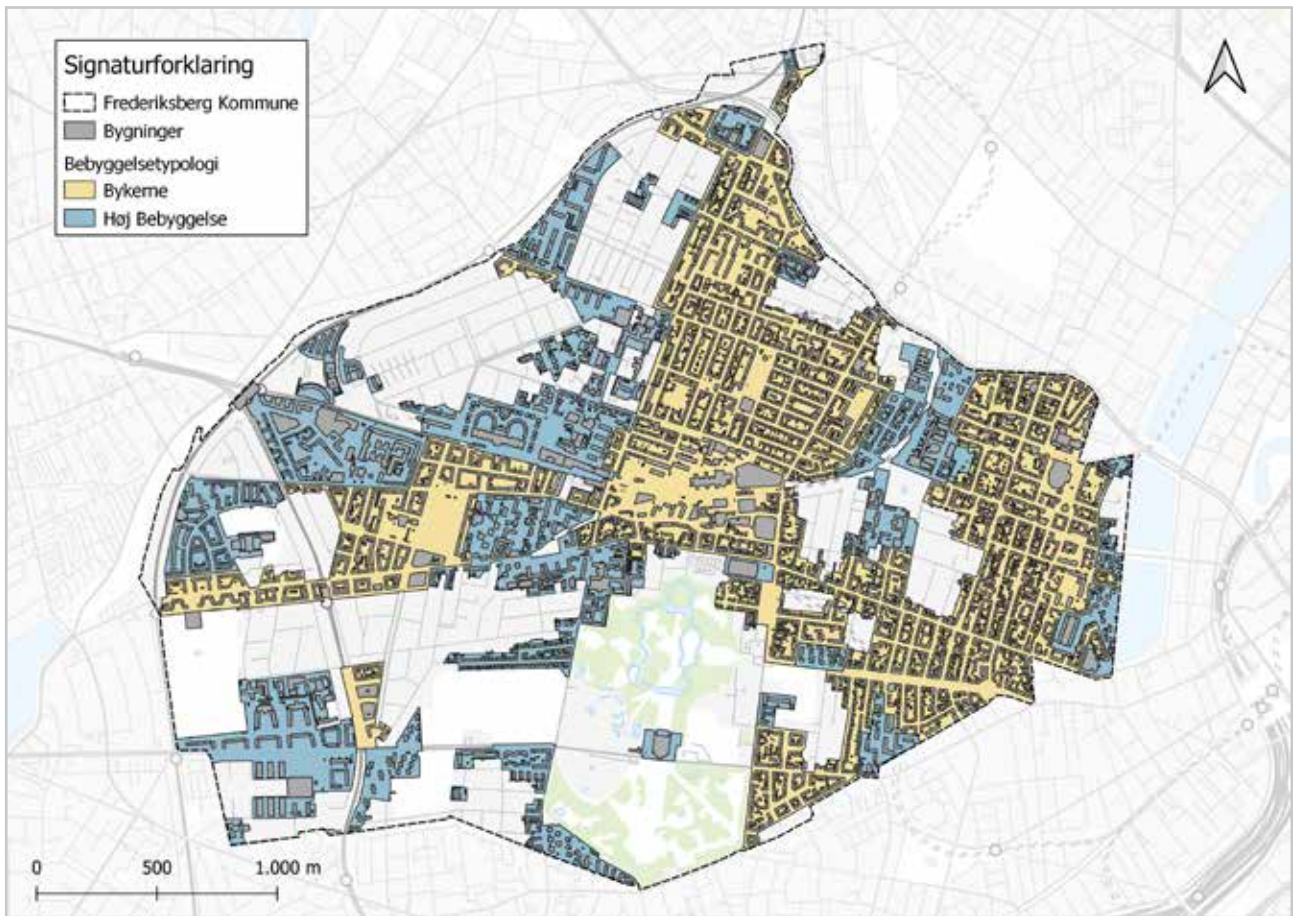
FIGUR 6 viser kravler- og tragtanalyse for forsinkelsesveje, skybrudsveje og centrale forsinkelsesprojekter.

Øge udbredelsen af grønne veje

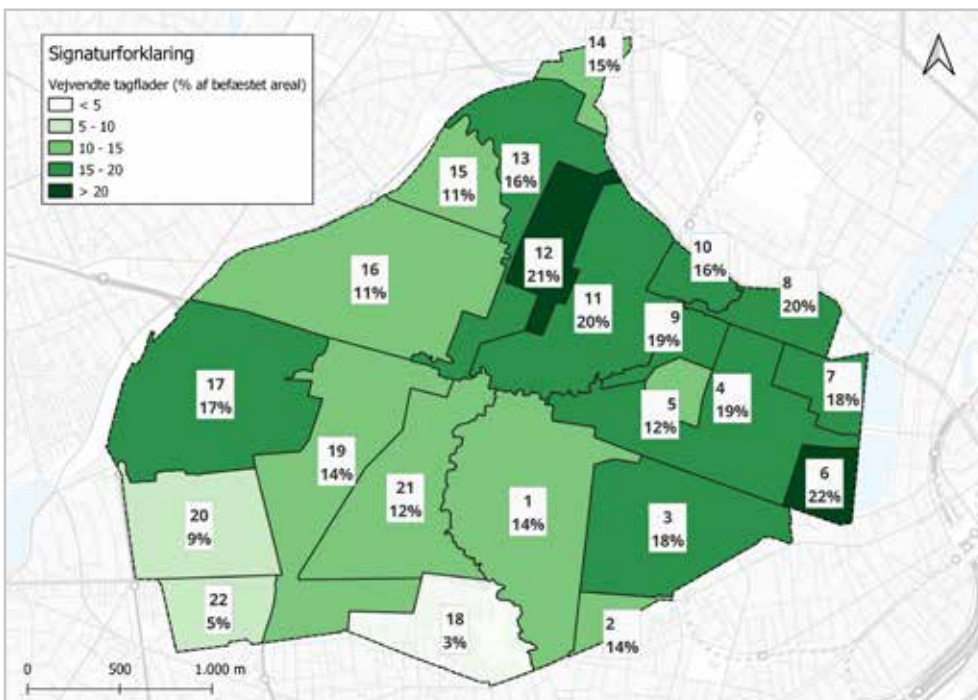


FIGUR 7 viser potentialekort for Grønne veje.

Afledede regnvand fra vejvendte tagflader til grønne veje



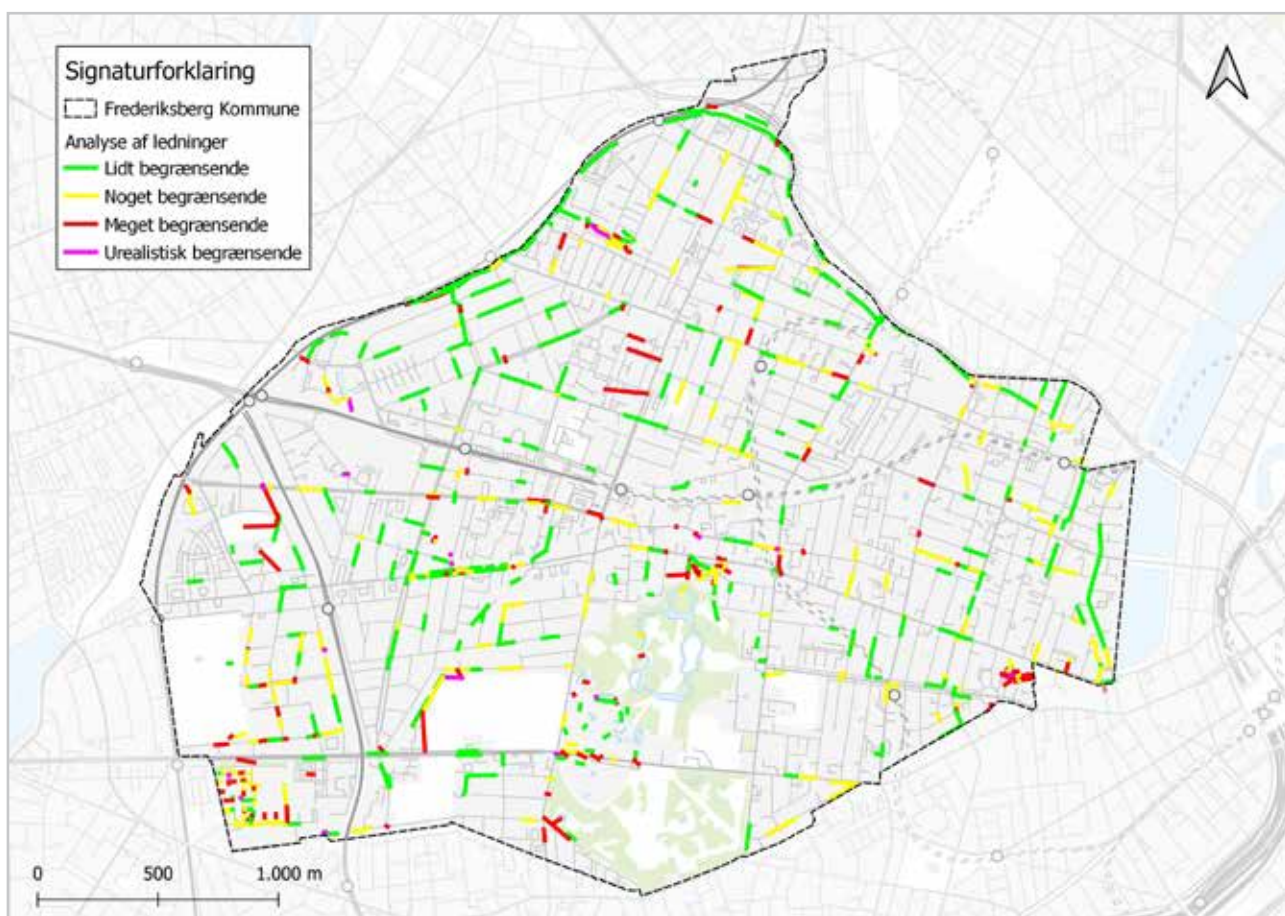
FIGUR 8 viser de bygninger, som er medtaget i Skrift 27 analysen. Det er dem, som er antaget at kunne lede vand til regnvandsprojekter.



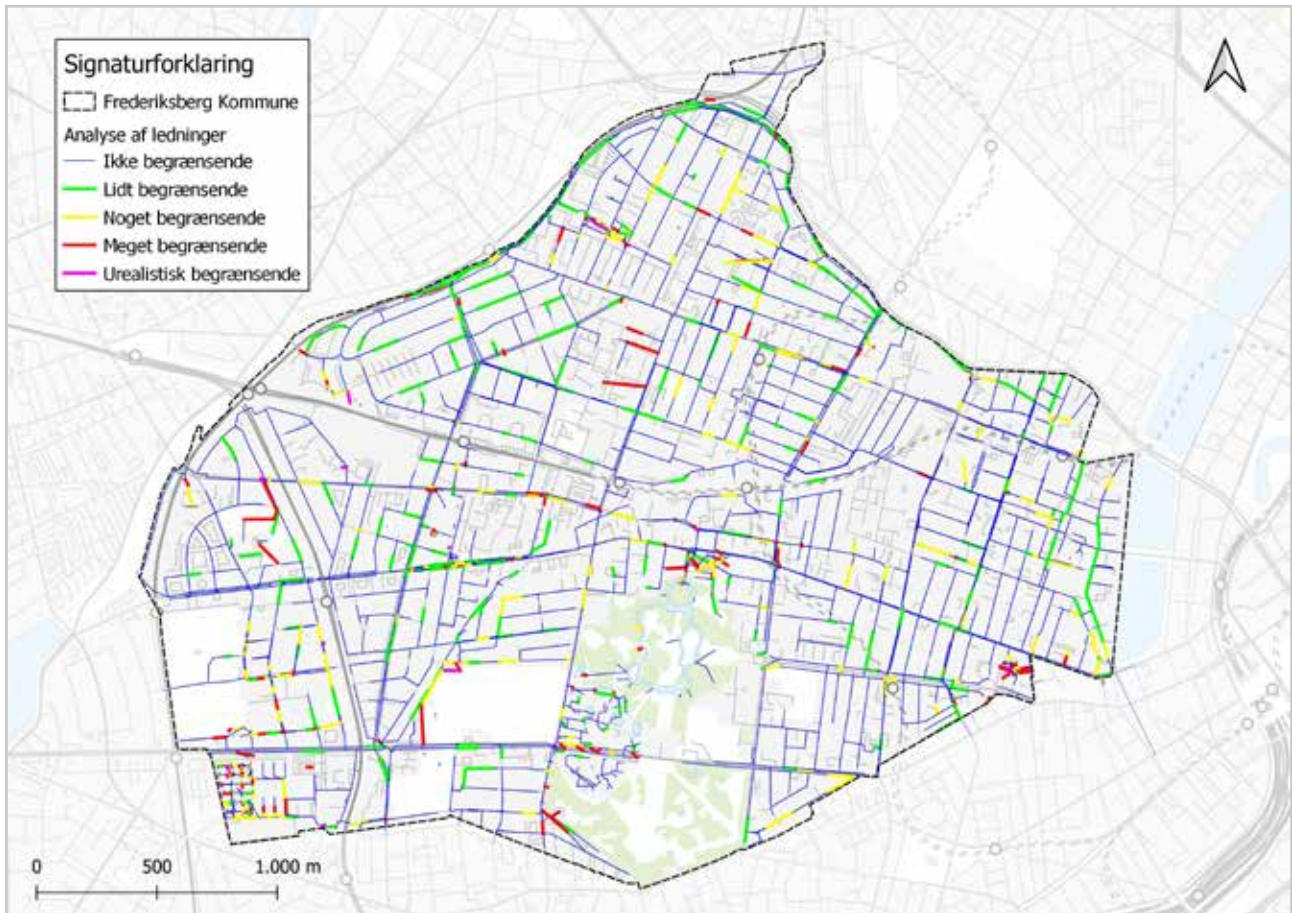
FIGUR 9 viser, hvor stor en andel tagfladerne fra FIGUR 8 udgør af det befæstede areal i oplandene.

Udvidelse af fællessystem

Frederiksberg Kommune og Frederiksberg Forsyning arbejder på at:	Handlinger
Mindre flaskehalse i afløbssystemet for at mindske oversvømmelser.	Steder, hvor kapacitetsproblemer i afløbssystemet er størst, skal analyseres, og det skal undersøges, om afløbssystemet kan udvides.
Aflaste afløbssystemet, så regnvand først ledes til regnvandsprojekter.	Styre afledning til afløbssystemet intelligently, så regnvandet først ledes til afløbs-systemet, når der er plads

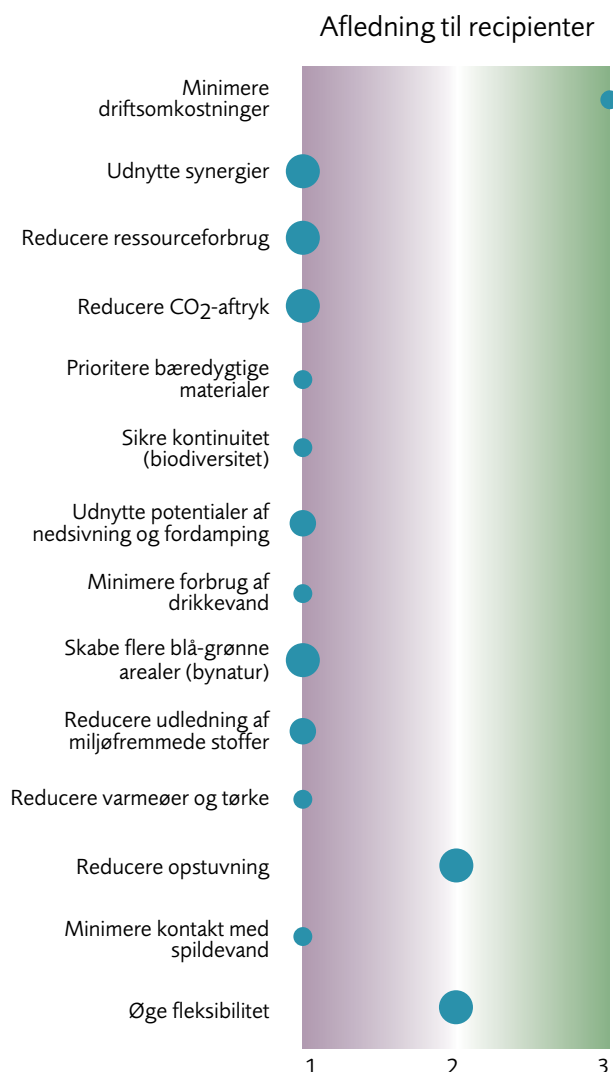


FIGUR 10 viser kortlægningen fra Skrift 27 beregningerne af ledninger i afløbssystemet, som er begrænsende.



FIGUR 11 viser det samme som ovenstående kort dog med de resterende ledninger i afløbssystemet.

Bæredygtighedsvurdering



Regnvand håndteres i det eksisterende fællessystem, som udvides. Systemet etableres som underjordiske rør.

Rør har lave driftsomkostninger og reducerer opstuvning. Samtidig kan rør relativt nemt kobles til andre løsninger og er dermed fleksibel i fremtiden. Udvidelse af afløbssystemet har dog kun begrænset eller ingen potentiale til at bidrage positivt til de andre bæredygtigheds mål og har dermed kun en samlet score af 1,3. Princippet prioriteres lavest i vandhierarkiet.

Potentialer for udvidelse af afløbssystemet til at bidrage til de forskellige delmål indenfor bæredygtighed.

1: ingen/lavt potentiale; 2: potentiale; 3: stort potentiale.

Cirklene viser gennemsnitsværdien, mens linjerne viser det minimale/maksimalt potentiale indenfor.

Størrelsen af cirklene korrelerer til vigtigheden af delmålet.



F R E D E R I K S B E R G
K O M M U N E

