

NOTAT

Forudsætninger for fravælgelse af LAR-metoden nedsivning

Projekt **LAR-katalog Aarhus Kommune**
Kunde **Aarhus Kommune, Natur og Miljø, Teknik og Miljø**
Notat nr. **1, rev. 4**
Dato **2016-03-29**
Til **Aarhus Kommune**
Fra **Dorte Dam/Lotte Hjerrild, Rambøll**
Kopi til **Aarhus Vand**

Dato 2011-06-30

Indhold

1. Formål	2
2. Forhold hvor regnvand ikke kan nedsives lokalt	3
2.1 Grundvandsspejlet står højt	3
2.2 Øverste lag er ler.....	3
2.3 Øverste permeable lag er tyndt	4
2.4 Jorden er forurenet med mobile forureningskomponenter	4
3. Nødvendige undersøgelser for dokumentation af fravalg af nedsivning.....	5
3.1 Geotekniske boreriger	5
3.2 Geofysiske undersøgelser	6
3.3 Nedsivningstest	6
3.4 Terrænnære grundvandsspejl.....	7
4. Økonomi	7
5. Referencer	8
APPENDIX	9
6. Baggrundsmateriale	9

Rambøll
Olof Palmes Allé 22
DK-8200 Aarhus N

T +45 8944 7700
F +45 8944 76xx
www.ramboll.dk

Notat_Fravalg-LAR_04

1. Formål

Formålet med dette notat er at skildre undersøgelser og dokumentationskrav for, at LAR-metoden nedsivning kan fravælges ved større byggemodningsprojekter.

I Spildevandsplanens kortbilag er der for byudviklingsområderne udlagt tre typer af kloakering /1/. Inddelingen i de tre typer er foretaget med udgangspunkt i jordbundskortet, kort 1:

- Traditionel separatkloakering
- Spildevandskloakeret område med mulig lokal regnvands-håndtering
- Spildevandskloakeret område med nedsivning af regnvand

Hvis der i områder udlagt som "område med mulig lokal regnvands-håndtering" skal etableres regnvandskloakering, skal det ske efter, at bygherren forud har dokumenteret, at det ikke er muligt at nedsive regnvand /1/.

I områder, hvor jordbunden ud fra jordbundstypen i kloakdispositionsplanen er karakteriseret som "egnet" eller "måske egnet til nedsivning", betales som udgangspunkt kun tilslutningsbidrag for spildevand. Hvis der etableres et regnvandssystem, skal de brugere, der har mulighed for at aflede regnvand til systemet, betale fuldt tilslutningsbidrag /1/.

Nærværende notat beskriver, hvad denne dokumentation skal bestå af.

Det er i nærværende notat forudsat, at det vand, der ledes til nedsivning, ikke er forurennet. Kommunen skal i hvert enkelt tilfælde lave en individuel vurdering af, om nedsivning kan tillades og under hvilke forudsætninger.

I OSD og indvindingsoplande udenfor OSD kan nedsivning kun tillades efter forudgående dokumentation for, at vandets kvalitet overholder grundvandskvalitetskriterierne.

2. Forhold hvor regnvand ikke kan nedsives lokalt

Forhold, hvor regnvand ikke kan nedsives lokalt, er:

- Grundvandet står højt
- Det øverste geologiske lag består af ler af en vis tykkelse (mere end 3 m) og har ringe nedsivningsevne/permeabilitet (mindre end 10^{-6} m/s).
- Øverste permeable lag er tyndt
- Jorden er forurennet med mobile forureningskomponenter.

2.1 Grundvandsspejlet står højt

Det øverste grundvandsspejl bør (hele året) ikke ligge for højt.

I forbindelse med etablering af eksempelvis faskiner bør grundvandsspejlet (hele året) ligge mindst 1 meter under bunden af faskinen. Nedsives i stedet direkte fra jordoverflader, kan et højere vandspejl på op til 1 meter under terræn i løbet af året accepteres.

Afstanden/dybden på 1 m er fastsat under hensyntagen til hydrologien, ønsket rensning i den umættede iltede zone og sikkerhed i forhold til fluktuationer i grundvandsspejlet.

Det vil i langt de fleste tilfælde være muligt at afklare, ud fra jordbundsundersøgelserne i forbindelse med byggemodningen, hvorvidt grundvandet står for højt til, at lokal nedsivning af regnvand er muligt. Står vandspejlet højere end 4-5 meter under terræn (afhængig af nedsivningsmetode) vil det være nødvendigt med yderligere undersøgelser af grundvandsstanden og udviklingen i grundvandsstanden over tid.

Det er bygherre, der skal dokumentere vandspejlsfluktuationerne i det aktuelle område.

Ved vurdering af grundvandsspejlets beliggenhed skal der desuden tages højde for påvirkning fra grundvandssænkninger i lokalområdet (midlertidige, såvel som permanente).

2.2 Øverste lag er ler

Hvis jorden indeholder for meget ler, er vandet meget lang tid om at sive ned. Det areal, som er nødvendige til etablering af en LAR-metode, bliver for stort til, at eksempelvis kravene fra myndigheder om f.eks. afstand til huse o.l. kan overholdes (for en nærmere bestemmelse af det konkrete areal henvises til de enkelte LAR-løsninger). I tabel 1 er nedsivningsevnen for forskellige jordtyper vist.

Jordtype	Kornstørrelse µm	Nedsivningsevne K m/s	Værdi ved beregning K m/s
Grus	2.000-60.000	$10^{-3} - 10^{-1}$	10^{-3}
Sand	50-2.000	$10^{-5} - 10^{-2}$	10^{-4}
Silt	2-50	$10^{-9} - 10^{-5}$	10^{-6}
Blåler (uden sprækker)	0-2	$<10^{-9}$	10^{-8}
Moræneler	-	$10^{-10} - 10^{-6}$	10^{-7}

Tabel 1 Nedsivningsevne i forskellige jordtyper /2/.

2.3 Øverste permeable lag er tyndt

I tilfælde af, at den geologiske lagpakke består af ler overlejret af et sandlag med høj nedsivningsevne, kan tykkelsen af det overliggende sandlag få afgørende betydning. Det nedsivende vand vil forholdsvis hurtigt sive igennem det øverste lag og "lægge" sig oven på det nedre lerlag, som det ikke kan sive igennem. En nedsivningstest vil være den mest sikre metode til bestemmelse af, om udbredelsen af det permeable lag er problematisk, og at der dermed ikke er mulighed for tilstrækkelig nedsivning.

2.4 Jorden er forurenet med mobile forureningskomponenter

Der kan ikke etableres nedsivning igennem jordlag, som er forurenet med mobile forureningskomponenter, da der er risiko for, at forureningen transporteres ned til grundvandet (udvaskes).

En stor del af Aarhus by er områdeklassificeret, hvilket vil sige, at jorden vurderes at være lettere forurenet. Forureningen ligger typisk i de øvre jordlag og består hovedsagligt af komponenter, som er meget lav-mobile med lav risiko for at blive udvasket til grundvandet.

Selv om et område er områdeklassificeret, vil der som regel kunne etableres nedsivningsanlæg, blot der tages hensyn til de aktuelle forureningsforhold (fx nedsivning under det forurenede jordlag). Det er bygherre, der skal dokumentere, at vandet lever op til grundvandskvalitetskravene. Det vil dog altid være en individuel vurdering foretaget af Aarhus Kommune, som vil afgøre om, og hvor nedsivning kan finde sted på en matrikel.

3. Nødvendige undersøgelser for dokumentation af fravalg af nedsivning

I tabel 2 er listet forskellige geologiske situationer med angivelse af muligheden for nedsivning og hvilke yderligere undersøgelser, der er nødvendige for at dokumentere, at nedsivning ikke er mulig.

Det overordnede indhold i undersøgelserne for at afklare de geologiske forhold er beskrevet nedenfor.

Vurderingerne kan understøttes af tilgængeligt kort- og datamateriale i Aarhus Kommune, se appendiks.

Type	Geologisk lagfølge ved nedsivning fra terræn	Geologisk lagfølge ved nedsivning via faskine	Mulighed for nedsivning	Nødvendige undersøgelser
1	Sand i hele boringen og dybden til grundvandsspejlet > 3m	Sand i hele boringen og dybden til grundvandsspejlet > 5m	Nedsivning mulig	Nedsivningstest
2	Vekslende lag i boringen og dybden til grundvandsspejlet > 3m	Vekslende lag i boringen og dybden til grundvandsspejlet > 5m	Nedsivning sandsynligvis mulig	Geofysiske undersøgelser som fx EM-screening. Nedsivningstest
3	Ler i hele boringen	Ler i hele boringen	Nedsivning ikke mulig	Geofysiske undersøgelser som fx EM-screening. Evt. nedsivningstest
4	Sand i hele boringer og dybden til grundvandsspejlet i 1-3 m	Sand i hele boringer og dybden til grundvandsspejlet i 2-5 m	Nedsivning sandsynligvis mulig	Undersøgelser af variationer i grundvandsspejlet. Evt. nedsivningstest
5	Dybden til grundvandsspejlet < 1 m under terræn.	Dybden til grundvandsspejlet < 2 m under terræn.	Nedsivning sandsynligvis ikke mulig	Undersøgelser af variationer i grundvandsspejlet

Tabel 2 Nødvendige undersøgelser for dokumentation af fravalg af LAR-metoden nedsivning.

3.1 Geotekniske boringer

I forbindelse med byggeomdningen gennemføres normalt en geoteknisk boring på hver matrikel. Denne boring giver oplysninger om

geologien i de øverst 3-5 meter. På grunde med mere problematiske jorde så som ukontrolleret fyld, dynd, gytje, plastisk ler eller kraftig skrånende grunde udføres boringer typisk til 6-8 meters dybde eller mere. På sådanne grunde kan det blive nødvendigt med 1-2 ekstra boringer.

Supplerende til de undersøgelser, der normalt foretages i forbindelse med byggemodningen, bør de geotekniske boringer altid etableres med tilstrækkeligt størrelse pejlerør (Ø63 mm, geotekniske boringer etableres som regel kun med Ø25 mm pejle-/filterrør), således at vandspejlet kan monitoreres efterfølgende. Der kan med fordel etableres kontinuert logning af vandspejl i udvalgte boringer for at opnå kendskab til vandspejlets variationer og reaktionstid på regnhændelser.

Som minimum registreres vandspejlet 3 gange i relevante boringer over en periode på 2 måneder. Mellem hver pejlerunde skal der tilstræbes at være 1 måned og minimum 1 uge. Har der været længere perioder uden regn (mere end 14 dage) skal vandspejlet registreres minimum 1 gang, se også afsnit 3.4.

3.2 Geofysiske undersøgelser

Forud for udførelsen af de geotekniske boringer kan der gennemføres en geofysisk kortlægning med GCM (Ground Conductivity Meter) der er en metode til detaljeret geofysisk kortlægning af både hele byggemodningsområder og på matrikelniveau.

GCM er metoder, som kortlægger variationen i jordmatricens modstandsforhold. Disse variationer kan næsten direkte oversættes til variationer i lerindhold. En høj modstand opnås typisk i sandforekomster, mens en lav modstand typisk ses i lerede forekomster. De elektromagnetiske metoder giver en rigtig god lateral opløsning af variationerne i geologien.

Udføres kortlægningen forud for eller i starten af byggemodningsprojektet, kan resultaterne ligeledes bruges i udvælgelsen af boresteder.

Suppleres de geotekniske undersøgelser med GCM målinger og i tvivls tilfælde med en nedsivningstest, se afsnit 3.3. vil dette i langt de fleste tilfælde være dækkende argumentation for eventuelt fravælgelse af LAR-metoden nedsivning.

3.3 Nedsivningstest

En nedsivningstest vil kunne afgøre permeabiliteten af jorden og dermed også om nedsivning er en mulighed (se /2/ for beskrivelse af nedsivningstesten).

En nedsivningstest bestående af minimum 2 prøver gennemføres inden for de områder, hvor regnvandet ud fra en vurdering af areal-anvendelse og pladsforhold samt jordbunds- og grundvandsforhold kan nedsives. Antal test, der skal foreligge for vurdering af fravalg, kan fx fastlægges jf. tabel 3.

Tabel 3 Antal nedsivningstest afhængig af areal og jordtype.

Type	Minimum antal test	
	Enkelt anlæg	Fælles anlæg
1	3 pr. matrikel	3 pr. mulig anlægsplacering
2*	2 pr. matrikel	2 pr. mulig anlægsplacering
3	Individuelt. Indledningsvist 1 stk. i det område, der ud fra geofysiske undersøgelser og boringer vurderes mest permeabelt. Afhængig af resultatet tages stilling til behov for yderligere test.	
4	Hvis grundvandsvariationerne tillader nedsivning laves test som for type 1	
5	Hvis relevant som jordtype 1,2 eller 3.	

*Antallet kan eventuelt reduceres hvis den geofysiske undersøgelse med overbevisning kan dokumentere, at sandsynligheden for nedsivning er minimal.

3.4 Terrænnære grundvandsspejl

En anden vigtig parameter for nedsivning er det overfladenære grundvandsspejls beliggenhed og variation. Der findes ingen pejlinger eller erfaringstal for beliggenheden af det overfladenære grundvandsspejl i Aarhus Kommune – kun fra det primære grundvandsspejl.

Som led i "Klimatilpasningsprojektet" arbejdes der med fluktuationer i det terrænnære vandspejl i områder, hvor der er risiko for højtliggende grundvandsspejl.

4. Økonomi

De foreslåede tiltag til dokumentation af fravalg skal alle afholdes af grundejer/byggemodner.

Udgifter til geotekniske undersøgelser er indeholdt i de normale byggemodningsudgifter. Derudover skal der afsættes udgifter til supplerende pejlinger (inkl. evt. supplerende filterudbygninger), udførelse af nedsivningstest og geofysiske undersøgelser.

GCM målinger er forholdsvis billige undersøgelsesmetoder. Prislejet ligger på 1.000-2.000 kr. pr. hektar (2016 priser) ekskl. mobiliseringsomkostninger.

5. Referencer

- /1/ Forslag til Spildevandsplan 2010-2012.
- /2/ LAR-katalog Aarhus Kommune, 2011: Faskiner.
- /3/ LAR-katalog Aarhus Kommune, 2011: Nedsivningsbrønde.
- /4/ Teknologisk Institut. Nedsivning af regnvand i faskiner. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af faskiner. Rørcenter-anvisning 009. Juni 2005.
- /5/ Nedsivning af regnvand – dimensionering. Skrift 25. IDA Spildevandskomiteen 1994.
- /6/ Klimaændringernes betydning for vandstanden i København. Rambøll 2010.

APPENDIKS

6. Baggrundsmateriale

Aarhus Kommune har allerede en række data og kort, som i administrationen kan benyttes til at vurdere nedsivningspotentialer. Blandt andet et kort over nitratsårbarheden. Relevante kort er listet nedenfor.

Kort 1: Jordartskort

Kort 2: Jordtypekort

Kort 3: Geofysiske kortlægninger (Primært PACES)

Kort 4: Lertykkelseskort (Naturstyrelsen Århus)

Kort 5: Nedsivningskort (Daisy modellering, Naturstyrelsen Århus)

Kort 6: Baseflow/Interflow (Århus Kommune)

Kort 7: Potentialekort for kommunen

Kort 8: Terrænkort for hele kommunen

Kort 9: Bonitetskort

Der findes allerede en række kort, som fortæller noget om geologien og variabiliteten i geologien: Jordartskort, Jordtypekort (jordtype og tekstur i 3 niveauer) og Lertykkelseskort (bestemt ud fra geofysik).

Desuden findes også en række kort som beskriver nedsivningen. Alle kort, som på den ene eller anden måde er beregnet ud fra nedbør, fordampning, arealanvendelse, kort over jordtekstur og jordartskort. Det drejer sig om f.eks. kort over baseflow og interflow, nedsivningen fra rodzonen og grundvandsdannelsen.

Jordartskortet er genereret ud fra jordprøver der tages med 100-200 meters mellemrum under kultur- og pløjelag med et karteringspyd. Prøverne vurderes i felten og resultatet noteres ned på et kort. Jordartskortet kan med rimelighed bruges på matrikelniveau. Der er foretaget en opdatering af Kort 1 for Miljøcentret i 2006: Århus Amt (2006): Revideret jordartskort – bestemmelse af grænsemønstre ud fra PACES-data. Udarbejdet af Watertech a/s.

Mulighedskortet for LAR kan opdateres på baggrund af dette kort. Kortet kan fås ved henvendelse til Naturstyrelsen Aarhus.

Jordtypekortet inddeler landbrugsjorden i otte klasser baseret på tekturen i pløjelaget. De 8 klasser er beskrevet ved farvekoder og for underjorden ved to jordarter. Jordtypekortet for overjorden og jordartskortet for underjorden integreres til et kort med fire klasser af rodzonekapaciteter, der anvendes i de landsdækkende modelberegninger. De fire rodzoneklasser kobles i regionaliseringen til jordtypen. Jordtypekortet kan bruges på matrikelniveau.

Lertykkelseskortet er baseret på geofysiske målinger af jordens elektriske modstand. Kortet er fra 1978 og der findes i dag både flere data og bedre metoder til at generere lertykkelseskortene ud fra. Kortet er ikke lavet for hele kommunen, men kun for de enkelte kortlægninger foretaget af Miljøcentret. Lertykkelseskortet er genereret til brug i målestoksforholdet 1:20.000. Kortet kan dermed kun bruges som en retningslinie for angivelse af den samlede lertykkelse i de øverste 30 meter. Retolkning af lertykkelseskortet med nye geofysiske data og nyt software ville kunne forbedre kortet betydeligt.

Baseflow/interflow kortet er fra grundvands- /overfladevands-afdelingen ved Århus Kommune. Baseflow andelen er den del af vandføringen i vandløbet, der kommer fra "summen af dybere underjordisk strømning og forsinket overfladenær strømning". Baseflow og interflow er beregnet ved brug af arealanvendelsen, jordarten og jordtypen.