

# Bilag 3

## Modelberegning af oversvømmelser fra nedbør i kloakerede områder

---

**Varde Forsyning**



November 2013

---

**OVERSVØMMELSESKORT OVER VARDE  
KOMMUNE**

---

**PROJEKT****Udarbejdelse af oversvømmelseskort over Varde Kommune****Varde Forsyning**

---

Projekt nr. 213735  
Dokument nr. 129512673  
Version 2  
Udarbejdet af RBN/JHKR  
Kontrolleret af LLKR  
Godkendt af DPI

---

**NIRAS A/S**  
Vestre Havnepromenade 9  
Postboks 119  
9100 Aalborg

CVR-nr. 37295728  
Tilsluttet FRI  
[www.niras.dk](http://www.niras.dk)

T: +45 9630 6400  
F: +45 9630 6474  
E: [niras@niras.dk](mailto:niras@niras.dk)

---

---

**INDHOLD**

<b>1</b>	<b>Indledning.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlag .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Modelafgrænsning.....</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Resultat.....</b>	<b>1</b>
<b>5</b>	<b>Evaluering af beregningsresultaterne .....</b>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>Oplysninger om mulige tiltag .....</b>	<b>2</b>
<b>7</b>	<b>Opfølgning vedr. indsatser i den kommunale klimatilpasningsplan .....</b>	<b>3</b>

**Bilag 1      Modeldokumentation**

---

## 1 INDLEDNING

Varde Kommune har anmodet Varde Forsyning om at levere oversvømmelseskort som grundlag for kommunens lovpligtige udarbejdelse af klimatilpasningsplan. Dette notat beskriver grundlag og forudsætninger for NIRAS' arbejde med at udarbejde oversvømmelseskort over Varde Kommune.

Oversvømmelseskortene skal benyttes i forbindelse med Varde Kommunes klimatilpasningsplan. Kortene angiver områder, hvor der er sandsynlighed for oversvømmelse som følge af kapacitetsproblemer i det pågældende kloaksystem. På baggrund af dette kan det vurderes, hvor det er hensigtsmæssigt at foretage klimatilpasning.

## 2 GRUNDLAG

Oversvømmelseskortene udarbejdes på grundlag af en dynamisk beregning (1D2D – MIKE FLOOD).

Den dynamiske beregning laves i MIKE FLOOD, hvor der sker en kobling mellem rør- og overflademodel. Når der ikke er tilstrækkelig kapacitet i rørmodellen strømmer vandet op på overfladen og strømmer på terrænet. Dette giver et billede af, hvor vandet strømmer og ender samt hvilken udbredelse oversvømmelserne vil have ved forskellige regnhændelser..

En beskrivelse af opsætningen af den hydrauliske model til udarbejdelse af oversvømmelseskort fremgår af Bilag 1.

Modellerne er opstillet på baggrund af forsyningens foreliggende ledningsregistrering suppleret med opmålinger af en række væsentlige data. Det betyder, at datakvaliteten nogle steder vil være god og andre steder vil være mindre god. Specielt ved uoverensstemmelse mellem oplevede hændelser og beregnede oversvømmelser bør man undersøge datakvaliteten i det pågældende område.

## 3 MODELAFGRÆNSNING

Modellerne er opstillet for områder, som ifølge Varde Kommunes Spildevandsplan har regnvandsafledning til forsyningens afløbssystem. Beregningerne er udført på statussituationen, bortset fra Árre og Tofterup, hvor der er foretaget beregning på det planlagte separatkloakerede afløbssystem. For enkelte byggeområder, som ikke er fuldt udbyggede, er den planlagte befæstelsesgrad anvendt i statussituationen.

## 4 RESULTAT

Resultaterne fra den dynamiske beregning afleveres i ascii format. Der afleveres følgende filer for alle oplande:

- 5 års hændelse
- 10 års hændelse
- 20 års hændelse

- 
- 50 års hændelse
  - 100 års hændelse
  - For Varde by leveres endvidere:  
100 års hændelse med høj vandstand i Varde Å

De udarbejdede MIKE FLOOD modeller afleveres digitalt.

## 5 EVALUERING AF BEREGNINGSRESULTATERNE

Resultaterne fra oversvømmelseskortene vurderes generelt som rimelige med baggrund i følgende:

- Beregningsresultaterne udviser generelt beskedne oversvømmelser ved 5 og 10 års hændelserne.
- Beregningsresultaterne for 20 til 100-års hændelserne udviser stedvis omfattende oversvømmelser, hvoraf flere vurderes at kunne have væsentlig betydning i forhold til sikkerheds- og risikoforhold, mens en række andre oversvømmelser er mindre betydende.
- Resultatet af rørberegningerne er blevet drøftet på driftsmøde med Varde Forsyning.

Ser man på forholdene ved 5 og 10 års hændelsen får man en indikation af, hvorledes det foreliggende afløbssystem er i stand til at efterleve serviceniveauerne for terrænoversvømmelser. Det skal her bemærkes, at der samlet set er benyttet lavere sikkerhedsfaktor, end der benyttes i forbindelse med almindelig ledningsdimensionering.

## 6 OPLYSNINGER OM MULIGE TILTAG

Følgende afsnit indeholder overordnede forslag, der kan forebygge kapacitetsproblemer.

Generelt løses kapacitetsproblemer i forbindelse med omkloakeringer fra fællesystem til separatkloak, hvor de nye regnvandsledninger opgraderes til at efterleve det gældende serviceniveau. Dette gælder også i forbindelse med kloaksaneringer, hvor der sker omlægning og opgradering af ledningsdimensioner, anlæg af bassiner mv.

I forhold til oversvømmelseskortene er der fremkommet oplysninger om områder, hvor der kan være risiko for oversvømmelser pga. kapacitetsforhold. En del af disse er kendte og indgår derfor evt. allerede i den planlagte kloaksanering.

Der er også fremkommet forhold om områder med oversvømmelsesrisiko, som ikke er kendte i forvejen. Det anbefales at undersøge disse områder nærmere og, afhængigt af udfaldet, indarbejde løsningsforslag i modellerne. Arbejdet med disse opgaver vil derefter indgå i de fremtidige kloaksaneringsopgaver.

---

## 7 OPFØLGNING VEDR. INDSATSER I DEN KOMMUNALE KLIMATILPASNINGSPLAN

Den kommunale klimatilpasningsplan anvender forsyningens oversvømmelseskort i forbindelse med kommunens risikokortlægning. Derudover benyttes de til at definere indsatsområder som indgår i planen og i den kommunale spildevandsplan. Flere af disse tiltag må det forventes at Varde Forsyning involveres i. Dette gælder både tiltag, som drejer sig om at forbedre afløbssystemet, hvor dette ikke fungerer tilstrækkeligt, samt samarbejde i forbindelser med det kommunale redningsberedskab.

Oversvømmelseskortene og de tilhørende modeller udgør et godt grundlag for at finde sammenhæng mellem en given oversvømmelse og funktionen af afløbssystemet. Det er også det bedste værktøj til at teste om planlagte ændringer og forbedringer af afløbssystemet har den ønskede effekt.

Kortene giver også et overblik over nogle af de åbenlyse steder, som har betydning for redningsberedskabets indsatser.

Det anbefales, som udgangspunkt, at gennemgå alle de kortlagte kritiske oversvømmelser, med henblik på årsag, afhjælpningsmuligheder og valg af tiltag.

Varde Forsyning  
**OVERSVØMMELSESKORT OVER VARDE KOMMUNE**  
Modelberegninger

28. november 2013

Projekt nr. 213735  
Dokument nr. 129512672  
Version 1  
Udarbejdet af RBN/JHKR  
Kontrolleret af LLKR  
Godkendt af DPI

## 1 INDLEDNING

Dette notat beskriver opsætningen af hhv. rør- og overflademodel for de regnvandskloakerede byer i Varde Kommune.

Modellerne er opstillet med det formål, at der kan udarbejdes oversvømmelseskort til brug for Varde Kommunes klimatilpasningsplan. Endvidere er formålet med modellerne, at resultaterne kan indgå i forsyningens asset management. Når modellerne skal benyttes til detailanalyser, skal datagrundlaget efterses og evt. forbedres.

## 2 GENEREL OPSÆTNING

Modellerne er opbygget i DHI produktet MIKE 2012. Her benyttes programmerne MIKE URBAN og MIKE FLOOD.

## 3 RØRMODEL

Som grundlag for oversvømmelseskortene er der udarbejdet en MIKE URBAN model. For Årre og Tofterup er der udelukkende taget udgangspunkt i den udleverede planmodel, modtaget. For alle øvrige byer er modellen opbygget ud fra følgende data modtaget af Varde Forsyning (efterfølgende VF) og Varde Kommune ledningsdatabase.

- Spildevandsplan, dateret d. 20. jun. 2013
- Ledningsdatabase, d. 17. aug. 2013
- Pumpeydelse, dateret d. 17. aug. 2013
- Overløbsbygværker, dateret d. 17. aug. 2013
- Grundkort med bygninger, dateret d. 7. jun. 2013

Under opbygning af modellen er der foretaget en datavask af de modtagne DANDAS data, for at fastlægge mangler. De opdaterede DANDAS data er sendt retur til VF.



### 3.1 Udgangspunkt i eksisterende modeller

For følgende byer er der taget udgangspunkt i eksisterende modeller:

**Arre:** Der er benyttet en eksisterende planmodel (modtaget fra Envidan, d. 21/10-13).

**Tofterup:** Der er benyttet en eksisterende planmodel (modtaget fra Envidan d. 28/10-13).

### 3.2 Opbygning af nye modeller

VF's ledningsdatabase, udleveret august 2013, er importeret i MIKE URBAN. I det følgende er beskrevet, hvad der er foretaget ved manglende data. Disse tilpasninger vurderes ikke, at have betydning for det endelige oversvømmelsesresultat. Men såfremt modellerne skal bruges til detaildimensionering skal data-kvaliteten efterses og eventuelt forbedres.

#### 3.2.1 Brønde

Ved manglende dækselkoter er disse fastlagt på baggrund af koter fra den digitale terrænmodel.

Manglende bundkoter er interpoleret ud fra nærliggende bundkoter hvor dette har været muligt. På længere strækninger hvor bundkoten har været ukendt, er denne skønnet således ledningen har naturligt fald.

Manglende diametre er generelt sat til 0, hvorved MIKE URBAN beregner dem med diameter svarende til tilstødende ledningers største diameter. Brønde med diametre mindre end tilstødende ledningers diameter er ikke korrigeret.

#### 3.2.2 Bassiner

Bassinvolumener fra DANDAS er indlagt som forsinkelsesvolumener. Bassinerne er indlagt kubiske mellem bund- og dækselkote. Hvor der ikke er tilstrækkeligt data om bassinet i DANDAS er volumener og koter skønnet ud fra den digitale terrænmodel (åbne bassiner). Dette kan give en undervurdering af bassinvolumenernes størrelse, da terrænmodellens bundniveau er givet ved vandspejlet på det tidspunkt, terrænet blev laserscannet ved overflyvning. Vandspejlet i bassinerne kan på tidspunktet for overflyvningen have været over normalt permanent vandspejl. Der er ikke medtaget vådvolumen.

Følgende bassiner er skønnet:

Bassin ID	Skønnet volumen
A01B001	172 m <sup>3</sup>
J01R079	600 m <sup>3</sup>
OKS0440	Muligvis underjordisk – 8 m <sup>3</sup> ikke-lukket bassin indsat.
OKS2014	3886 m <sup>3</sup>
OKS2022	Underjordisk - 10 m <sup>3</sup> lukket bassin indsat
LUR0095	1558 m <sup>3</sup>
OR39018	70 m <sup>3</sup>
0000036	1089 m <sup>3</sup>
0000096	3260 m <sup>3</sup>
NAEF96A	951 m <sup>3</sup>
ØSZ1280	33 m <sup>3</sup>

### 3.2.3 Ledninger

Manglende ledningsdimensioner er skønnet på baggrund af nærliggende ledningsdimensioner.

### 3.2.4 Pumper

Der er fra VF udleveret et excel-ark med pumpedata. Heri er angivet start- og stopkoter samt pumpeydelse. Enkelte pumper har ikke angivet start og stopkoter. Her er start- og stopkoten sat til henholdsvis 10 cm og 60 cm over brønden bundkote, såfremt dette ikke giver anledning til problemer. Hvis dette er tilfældet, er start- og stopkoter tilpasset yderligere.

Ved pumpen LUF0060 er ikke angivet pumpeydelser – her er brugt 10 l/s.

### 3.2.5 Overløb

Der er fra VF udleveret et excel-ark med overløbsbygværksdata. Heri er angivet overløbskantkote, overløbsvinkel samt brønd id. Enkelte overløbsbygværker har forkert angivet brønd id, her er overløbet tilpasset så det indgår naturligt i kloaksystemet.

## 4 OPLANDE

Oplandende er genereret ud fra matrikelkortet. Der er medtaget matrikler beliggende indenfor spildevandsplanens regnvandskloakerede oplande. Efterfølgende er befæstelsesgrader beregnet på grundlag af veje, større pladser (p-pladser m.m.) samt bygninger. Vejene og de større pladser er optegnet ud fra vej-temaet i grundkortet suppleret med optegninger fra ortofoto.

Befæstelsesgraden for bygninger, veje og større pladser sættes til 100 %. Ved byggemodninger er befæstelsesgraden fastsat ud fra den angivne befæstelsesgrad i Spildevandsplanen, såfremt der er etableret huse indenfor oplandet. Hvis oplandet – ud fra ortofoto – er uden bebyggelse eller start herpå, samt uden kloaknet, er oplandet ikke medtaget i beregningen.

Der benyttes en hydrologisk reduktionsfaktor på 0,8, initialtab på 0,6 mm samt en koncentrationstid på 7 min.

Større områder har fået øget afstrømningstid.

Ved Varde Kaserne afstrømmer overfladevandet til regnvandsledning nord for området. Denne ledning har direkte udledning til Varde Å. Det interne kloaksystem på kaserne er ikke kendt, hvilket formentlig medfører for høj belastning på det offentlige kloaksystem, da vandet sandsynligvis vil stuve til terræn i det interne system, således belastningen på det offentlige system er mindre. For at undgå ustabile beregninger som følge af denne fejlkilde, er befæstelsesgraden i området fastsat til 30%, men på baggrund af ortofoto er den større.

Nord for Varde Kaserne, opland ID V13, er sat til at afvande direkte til udløb der fører til Varde Å – udløbs ID V13UR02.

## 5 RANDBETINGELSER

Ved oversvømmelsesberegningerne i Varde by, er der anvendt to forskellige randbetingelser ved udløbene for henholdsvis lav og høj vandstand i Varde Å. De to randbetingelser er som følger:

- Lav vandstand: kote 2,1

- Høj vandstand: kote 4,5

Ved øvrige udløb er ikke anvendt randbetingelser.

Vandstandene er leveret af Varde Kommune. Den lave vandstand har en gentagelsesperiode på  $T > 2$  år.

## **6 KALIBRERING**

Efter udarbejdelse af rørmodellen blev der afholdt møde med VF for at gennemgå beregningsresultaterne fra rørmodellen. Mødet havde til formål at validere resultaterne i forhold til VF's erfaringer. Mødet resulterede i forskellige ændringer, som efterfølgende blev foretaget af NIRAS bl.a. ekstra kontrol af befæstelsesgrad i enkelte områder samt tjek af bundkoter på forskellige strækninger.

## **7 TILPASNINGER I OVERFLADEMODEL**

NIRAS' hydrologiske højdemodel (Hydro DTM) er benyttet. I denne er der på landsplan foretaget tilretninger, så vandet kan strømme frit gennem underføringer, f.eks. under vejbroer og banedæmninger. Broer og dæmninger vil ellers fungere som barrierer, og derfor give et forkert billede af vandets opstuvning og strømning på overfladen.

Da bassinerne er modelleret i MIKE URBAN er volumenet fjernet fra terrænmodellen, så volumenet ikke medtages to gange. Dette gør sig ligeledes gældende for Varde Å i Varde. Her er terrænet hævet i forhold til det beregnede scenarie. (vandstandskote på 2,1 meter og 4,5 meter)

## **8 KOBLING MELLEML RØRMODEL OG OVERFLADE**

Den benyttede overflademodel har en opløsning på 1,6 x 1,6 m. Denne opløsning er benyttet i alle modelberegningerne, på nær beregningen for Varde by, hvor der af beregningsmæssige årsager er anvendt en opløsning på 3,2 x 3,2 m.

Celler anses som tørre, når der er op til 2 cm vand i en celle og som våde, når der er 3 cm eller mere vand i en celle.

Alle brønde ekskl. udløb er koblet til overflademodellen. Ved differencer er terrænmodellens koter gældende frem for rørmodellens dækselkoter. De største differencer er kigget igennem, og der er på denne baggrund foretaget enkelte frakoblinger. Der foretages kobling til 1 celle i terrænmodellen for hver brønd. Det maksimale flow mellem brønd og terræn sættes til 0,5 m<sup>3</sup>/s.

## **9 REGNHÆNDELSER**

Der er analyseret for regnhændelser, som angivet i Naturstyrelsens vejledning.

Der er anvendt fem forskellige CDS-regn, (syntetisk genereret nedbør kaldet Chicago Design Storm, som består af en masse "kasseregn" slået sammen), til at beregne oversvømmelserne i Varde Kommune. CDS-regn er fremstillet ud fra anbefalinger i Spildevandskomitéens skrift 28, og er genereret ud fra Spildevandskomitéens regneark hertil. Følgende parametre er brugt til genereringen af CDS regnen.

ÅMN:	850 mm
Region:	1 (vestlige Danmark)
Frekvensfaktor:	0
Varighed:	240 min. (4 timer)
Tidsskridt:	1 min.
Asymmetrikoefficient:	0,5 (symmetrisk regn)

Endvidere er følgende gentagelsesperioder og sikkerhedsfaktorer benyttet som beskrevet i Naturstyrelsens vejledning om klimatilpasningsplaner og klimalokalplaner:

Der er anvendt sikkerhedsfaktorerne 1,11, 1,14, 1,15, 1,17 og 1,18 for regnhændelserne med hhv. en gentagelsesperiode på 5, 10, 20, 50 og 100 år.

Der anvendes ikke andre sikkerhedstillæg end klimatillægget. Øvrige sikkerhedstillæg anses først for at være relevante ved detailanalyse eller dimensionering.

Til beregningen af scenariet med vandstandskote i Varde Å på 4,5 meter, anvendes CDS regnhændelsen med en gentagelsesperiode på 100 år.

## 10 RESULTATER

Beregningerne er generelt udført by for by, enkelte beregninger har to byer inkluderet, hvis disse ligger tæt. Den maksimale vanddybde gemmes i en dfs2-fil for hver hændelse. Resultaterne er leveret i ascii-format – i alt 35 filer for hver gentagelsesperiode. Dog bemærkes det, at Gårde og Strellev er samlet til én fil ved 100 års hændelsen, derfor er der i alt 34 filer for denne. Resultatfilerne er samlet efter gentagelsesperiode.

Resultatet for Varde by med høj vandstand i Varde Å er samlet i en separat fil, også leveret i ascii-formatet.