

Rekvirent

Silkeborg Kommune
Teknik- og Miljøafdelingen
Søvej 3
8600 Silkeborg
Åge Ebbesen
Telefon 89701523
E-mail aae@silkeborg.dk

Rådgiver

Orbicon A/S
Jens Juuls Vej 16
8260 Viby J
Telefon 87 38 61 66
E-mail bmoe@orbicon.dk

Sag	1390900491
Projektleder	Bjarne Moeslund
Kvalitetssikring	Klaus Schlüsen
Revisionsnr.	Udkast
Godkendt af	Henrik Vest Sørensen
Udgivet	Januar 2010

Silkeborg Kommune, 2009

1. Indledende analyse og vurdering af grøde og vandføringsevne i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indledning	3
2	Vandføring og vandstand.....	4
2.1	Målinger ved Tvilum Bro.....	4
2.2	Mulige årsager til de forhøjede sommervandstande	5
2.2.1	Øget vandføring	6
2.2.2	Profilændringer	6
2.2.3	Øget grødevækst.....	7
2.2.4	Øget grødemængde og Manningtallet.....	11
2.2.5	Øgede grødemængder er den primære årsag til høje vandstande	13
3	Regulativets bestemmelser om vandføringsevne	14
4	Vandstande i åen og oversvømmelse af de ånære arealer.....	16
4.1	Normal vintersituation før 2007.....	17
4.2	Normal sommersituation før 2007	18
4.3	Sommersituationen 2009	18
4.4	Sommersituationen 2009 ved sommermiddelvandføring.....	19
4.5	Ekstremsituationen i vinteren 2007.....	20
5	Samlet vurdering.....	23
6	Bilag 1 – Kort over afvandingstilstanden omkring Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø.....	24

1 Indledning

Kommunerne omkring den nedre del af Gudenåen – Silkeborg, Favrskov, Viborg og Randers Kommune - har i de senere år oplevet betydelige forvaltningsmæssige problemer som følge af forhøjede sommervandstande i åen. Samtidig har man kunnet observere, at mængden af grøde i åen har været stærkt øget i forhold til tidligere.

Øgningen af grødemængden har flere steder været af et sådant omfang, at det har bragt åens tilstand i konflikt med regulativets krav om en strømmende på 7 meter (opstrøms Tange Sø) henholdsvis 10 meter (nedstrøms Tange Sø).

De forhøjede vandstande har udløst talrige krav om grødeskæring fra beboere og lodsejere, hvis huse, haver og marker ned til åen har været ramt af oversvømmelse eller øget fugtighed.

Under normale omstændigheder ville vandløbsmyndighederne (kommunerne) kunne iværksætte den regulativbestemte vedligeholdelse (grødeskæring), hvis de regulativbestemte forudsætninger herfor var opfyldt.

For Gudenåens vedkommende forholder det sig imidlertid ikke helt så enkelt, idet der ikke har været skåret grøde siden vedtagelsen af det gældende regulativ i 2000. Den lange periode uden grødeskæring har bevirket, at myndighederne ikke uden videre kan genoptage grødeskæringen, dels fordi genoptagelse af grødeskæringen vurderes at kunne kræve dispensation fra Naturbeskyttelseslovens § 3, og dels fordi hovedparten af strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø er blevet udpeget som Natura 2000-område siden vedtagelsen af regulativet. Områdets Natura 2000-status formodes at yde den udpegede strækning en særlig beskyttelse, men fordi de statslige naturplaner ikke foreligger, kender man ikke konsekvenserne af udpegningen for vandløbsvedligeholdelsen.

Silkeborg Kommune valgte i sommeren 2009 at iværksætte grødeskæring på strækningen nedstrøms Natura 2000-området, nærmere bestemt strækningen fra nogle få hundrede meter opstrøms Kongensbro til Tange Sø. Grødeskæringen blev gennemført i begyndelsen af juli og havde til formål at sænke vandstanden der, hvor der var de største problemer, nemlig de delvis oversvømmede haver mv. ved Kongensbro.

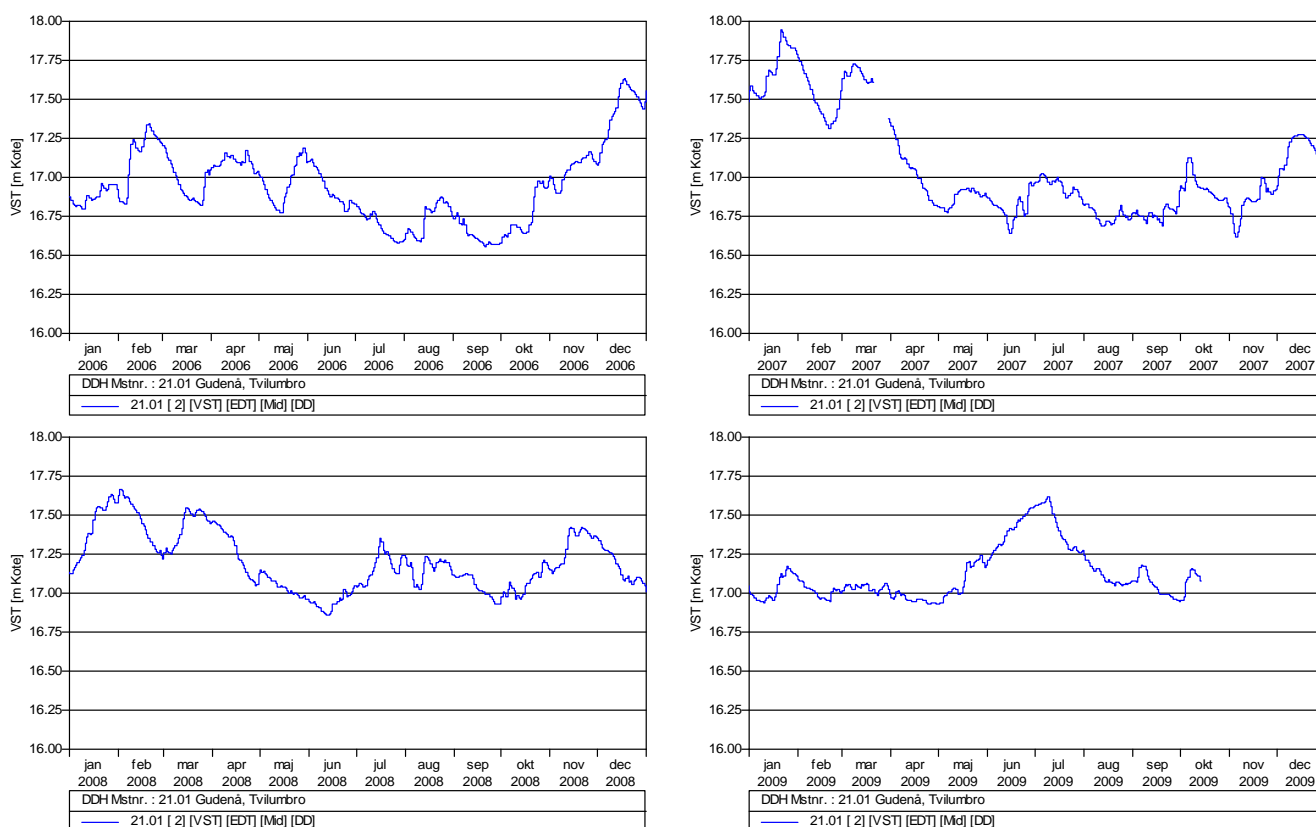
Dette notat indeholder en kortfattet redegørelse for de forandringer, der er sket i åen med hensyn til vandstand og grøde, og for de afvandingsmæssige konsekvenser den øgede grødemængde og de forhøjede vandstande har haft. Notatet er udarbejdet på grundlag af en PowerPoint-præsentation, som Orbicon udarbejdede for Silkeborg Kommune i efteråret 2009.

2 Vandføring og vandstand

2.1 Målinger ved Tvillum Bro

Ved Tvillum Bro, ca. midt mellem Silkeborg og Tange Sø, findes en af landets længst fungerende hydrometriske stationer. Data herfra giver et godt billede af vandstandens og vandføringens år-til-år-variation, herunder også den stærkt afvigende situation i de senere år, se figur 2.1 og 2.2.

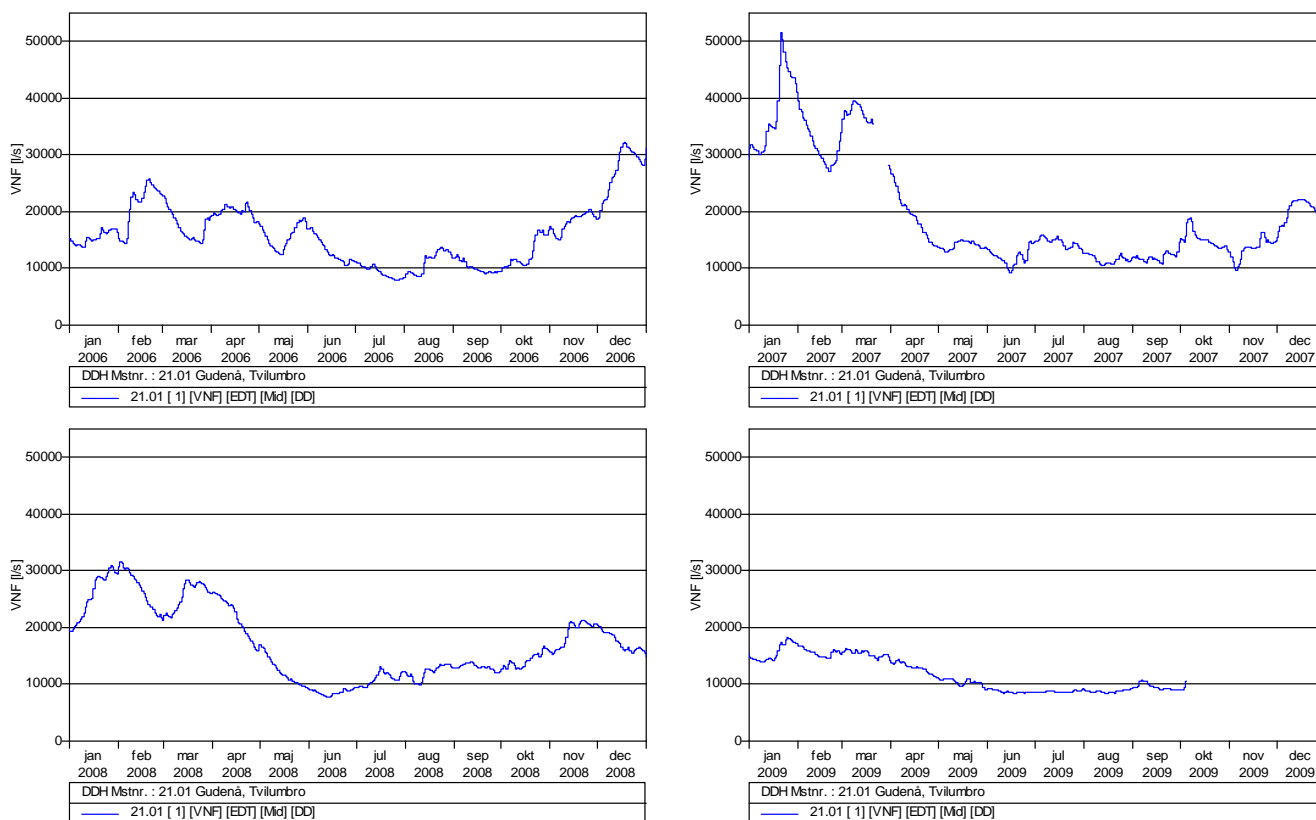
Indtil for få år siden har der hvert år været en nær sammenhæng mellem vandføringens størrelse og vandspejlskoten i åen, det vil sige, at jo større vandføring, desto højere vandspejlskote. Denne sammenhæng er ikke overraskende, men fordi Gudenåen gennem en lang årrække har været præget af uklart vand om sommeren og deraf følgende ringe grødemængde, har grøden ikke i samme omfang som i mange andre vandløb holdt vandspejlet oppe ved lave sommervandføringer. I Gudenåen har de laveste vandspejlskoter derfor frem til for ganske få år siden forekommet i sommerhalvåret i forbindelse med de lave sommervandføringer.



Figur 2.1. Vandspejlskotens variation ved Tvillum Bro i årene 2006-2009.

Dette mønster ændrede sig i 2008, da sommervandspejlskoterne lå højere end normalt samtidig med at vandføringen var lav. Dette for Gudenåen unormale mønster nåede den hidtidige kulmination i 2009, da sommervandspejlskoten toppede på et niveau, som man hidtil kun har set i forbindelse med store vandføringer, typisk i vinterhalvåret.

Det særlige ved 2009-situationen var endvidere, at denne hidtil højeste sommervandspejlskote var sammenfaldende med en usædvanligt langvarig og lille sommervandføring.



Figur 2.2. Vandføringens variation ved Tvillum Bro i årene 2006-2009.

Bemærkelsesværdigt er det også, at vandspejlskotens minimumsværdier i 2009 lå på et markant højere niveau end i nogen af de forudgående år.

2.2 Mulige årsager til de forhøjede sommervandstande

I vandløb er der almindeligvis følgende mulige årsager til forhøjede vandspejlskoter:

- Øget vandføring,
- Profilændringer,
 - Indsnævringer og/eller
 - Aflejringer
- Øget grødevækst.

I de følgende er disse mulige årsager diskuteret.

2.2.1 Øget vandføring

Øget vandføring kan umiddelbart udelukkes som årsagen til de forhøjede sommervandspejlskoter, idet sommervandføringen i 2009 var den laveste i mange år, jf. figur 2.1 og 2.2.

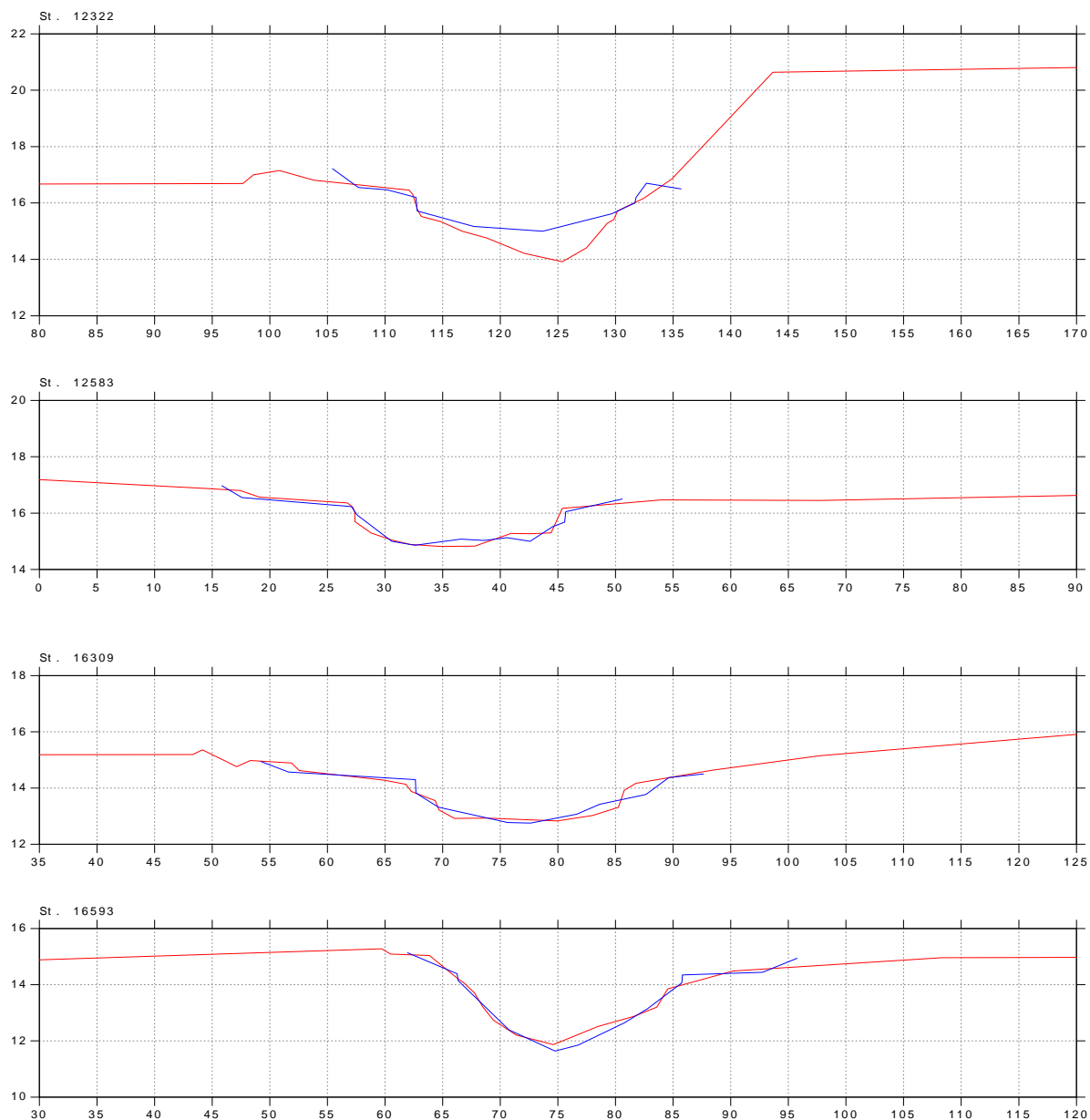
2.2.2 Profilændringer

Profilændringer som mulig årsag er undersøgt ved at sammenholde opmålingsdata fra 1922 med opmålingsdata fra 1997. Sidstnævnte ligger til grund for det gældende regulativ og er de nyeste opmålingsdata, der findes for strækningen. Figur 2.3. viser nogle få eksempler på sammenlignede tværprofiler.

Sammenligningen viser, at der ikke fra 1922 til 1997 er sket betydende profilændringer, hverken indsnævringer eller aflejringer, der kan forklare de observerede ændringer af sommervandspejlskoterne i 2008 og 2009.

Det kan imidlertid forholde sig sådan, at der er sket betydende profilændringer siden opmålingen i 1997. Til belysning af dette forhold blev der i sensommeren 2009 gennemført en screening af strækningen fra udløbet af Hinge-Alling Å til Tange sø med fokus på mulige profilændringer i perioden efter 1997. Screeningen viste, at der på strækningen stort set ikke findes aflejringer af sand og slam på en generelt faste, grusede og stenede bund, og at der ikke er aflejret betydende mængder sand og slam i bræmmerne af kantvegetation langs vandløbets bredder.

Selvom der er ikke i 2009 blev gennemført en egentlig opmåling, er det vurderingen, at de fysiske profilændringer har været af så ringe omfang, at de ikke kan forklare de observerede ændringer af sommervandspejlskoterne.



Figur 2.3. Eksempler på sammenlignede tværprofiler i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø. Blå farve viser de opmålte profiler i 1922 og rød farve viser de opmålte profiler i 1997. De bemærkes, at de to opmålinger ikke er gennemført i eksakt de samme punkter, hvilket kan være årsag til en del af den observerede forskel mellem de to opmålinger.

2.2.3 Øget grødevækst

Tilbage står den øgede grødevækst som mulig årsag til de forhøjede sommervandspejlskoter.

Screeningen i sensommeren 2009 omfattede også grøden, og det kunne uden vanskeligheder konstateres, at der på strækningen var en generelt meget vel-

udviklet og stedvis meget tæt, næsten bunddækkende grøde (undervandsvegetation).

Ved sammenligning med resultaterne af undersøgelsen af vegetationen i Gudenåen i 2002 kunne det endvidere konstateres, at der var sket en stigning af såvel den gennemsnitlige mængde grøde på strækningen som af den maksimale mængde grøde. Sidstnævnte var således flere steder op mod 100 %, det vil sige, at der var næsten bunddækkende grøde i hele vandløbets bredde. Dertil kommer, at grøden for en stor dels vedkommende var meget højt voksende med skud, der rakte fra bund til overflade, selv på stor dybde.

Granskingen af de mulige årsager til de forhøjede sommervandspejlskoter peger således på den generelt øgede mængde grøde som den primære årsag.

Der er ikke foretaget en nærmere analyse af grødens kvalitative forandringer, men det kunne ikke desto mindre konstateres, at stigningen i grødemængden skyldes særlig én art – børstebladet vandaks, se figur 2.4. og 2.5.

Med til billedet af grødens betydning hører også, at der er sket forandringer af kantvegetationen siden undersøgelsen af vegetationen i Gudenåen i 2002. Forandringerne består først og fremmest i en meget markant stigning i mængden af tykskulpet brøndkarse. I 2002 forekom arten på strækningen, men dækningsgraden var forsvindende lille. I 2009 var dækningsgraden øget markant, og der var stedvis brede bræmmer af brøndkarse, se figur 2.6. og 2.7.



Figur 2.4. Tætte, næsten bunddækkende bevoksninger af især børstebladet vandaks i hele åens bredde kort nedstrøms udløbet af Hinge-Alling Å, 3. september 2009.



Figur 2.5. Meget tætte bevoksninger af børstebladet vandaks i Gudenåen på strækningen mellem udløbet af Hinge-Alling Å og Kongensbro 3. september 2009.



Figur 2.6. Bred bræmme af tykskulpet brøndkarse i venstre side af Gudenåen nedstrøms Kongensbro, 3. september 2009.



Figur 2.7. Bræmme af tykskulpet brøndkarse i Gudenåen nedstrøms Kongensbro, 3. september 2009. Bemærk det klare vand og den store dybdeudbredelse.

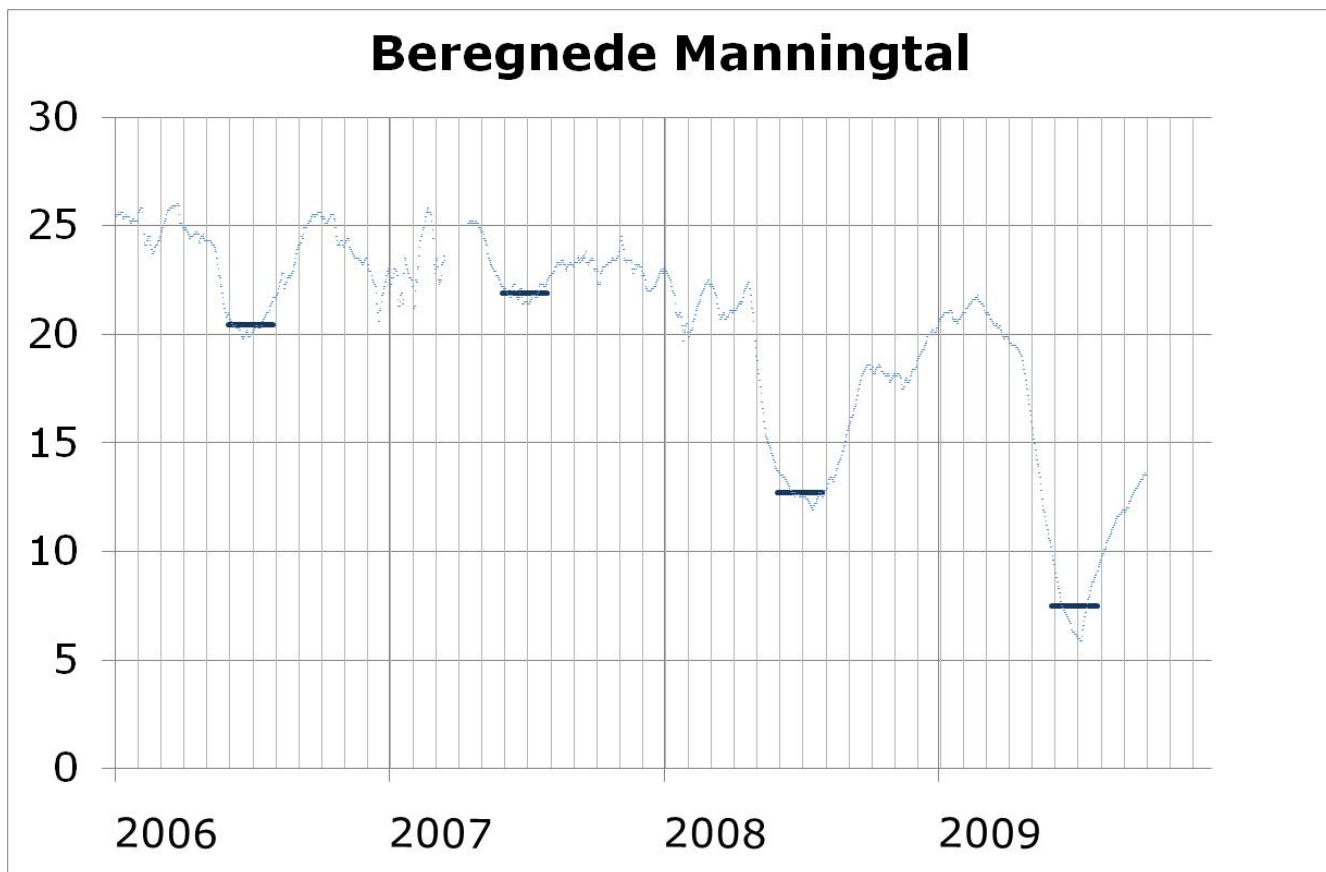
Der findes ingen referenceoplysninger om bredden af kantvegetationen, men med den observerede stigning i mængden af brøndkarse er der grund til at antage, at der er sket en vis øgning af bræmmernes bredde, og dermed en vis reduktion af afstanden mellem kantbræmmerne. Denne indsnævring giver også anledning til forhøjede vandstande, idet den mindsker profilet's gennemstrømningsareal. Det er dog vurderingen, at betydningen af de bredere bræmmer for åens vandføringsevne er langt mindre end betydningen af den stærkt øgede grødemængde.

2.2.4 Øget grødemængde og Manningtallet

Grøden (undervandsvegetationen) bevirker i vandløb en opbremsning af vandet, det vil sige en nedsættelse af vandhastigheden. Og når vandhastigheden falder, stiger vandstanden.

Ved den hydrometriske station ved Tvillum måler og beregner man løbende vandstand og vandføring. Disse to parametres indbyrdes variation beskrives almindeligvis ved hjælp af Manningformlen, i hvilken Manningtallet indgår som en parameter, der afspejler grødens påvirkning af vandhastigheden. Det forholder sig almindeligvis på den måde, at jo mere grøde, desto mindre Manningtal, at jo mindre Manningtal, desto mindre vandhastighed, og at jo mindre vandhastighed, desto højere vandstand.

Ved hjælp af de hydrometriske data fra målestationen ved Tvillum kan man beregne daglige værdier af Manningtallet og på den måde få et udtryk for grødemængdens tidsmæssige udvikling på strækningen ved Tvillum. Figur 2.8. viser de beregnede daglige værdier af Manningtallet ved Tvillum i årene 2006-2009.



Figur 2.8. Beregnede daglige værdier af Manningtallet på den hydrometriske målestation ved Tvillum i perioden 2006-2009. De vandrette streger angiver størrelsen af sommermiddelværdien af Manningtallet i de enkelte år.

Årene 2006 og 2007 er repræsentative for den lange periode med uklart vand, der sluttede i 2007, da vandet i åen begyndte at blive klarere. Årene 2008 og 2009 repræsenterer det man kunne kalde åens klarvandsperiode.

De beregnede Manningtal viser flere interessante forandringer.

Ganske som i andre danske vandløb er der en sæsonmæssig variation af Manningtallet som følge af grødens opvækst og kulmination i sommerhalvåret og det efterfølgende henfald i vinterhalvåret.

Mens vandet i åen stadig var uklart (2006-2007), var Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø fattig på grøde, hvilket kommer til udtryk i de generelt høje værdier af Manningtallet (>20). At der trods det uklare vand var grøde i åen og derfor også en sæsonvariation i mængden af grøde, ses af Manningstallets variation (20-26).

I 2008 faldt sommermiddelværdien af Manningtallet til en ca. 13, og denne udvikling fortsatte i 2009, da sommermiddelværdien af Manningtallet nåede det hidtidige minimum på ca. 7,5. Sidstnævnte er en værdi, man almindeligvis finder i vandløb med en meget veludviklet grøde, der bevirker kraftig redukti-

on af vandhastigheden og tilsvarende stor stigning af vandstanden, jf. figur 2.1.

Det bemærkes endvidere, at Manningtallet i de seneste 2 år ikke er steget til det oprindelige vinterniveau i forbindelse med grødens naturlige henfald i vinterhalvåret.

Sidstnævnte tolkes på den måde, at der ikke blot har været en markant øget mængde grøde i sommerhalvåret, men også i vinterhalvåret. En enkelt observation tyder på, at det især kan have været vintergrønne bevoksninger af vandranunkel, der har været årsag til de reducerede vinterværdier af Manningtallet. Det vil sige, at åen i de seneste to år har været mere rig på grøde i vinterhalvåret, end den har været tidligere.

2.2.5 Øgede grødemængder er den primære årsag til høje vandstande

Både de visuelle bedømmelser af grødemængden på strækningen fra Hinge-Alling Å til Tange Sø og data fra målestationen ved Tvillum peger entydigt på øgede mængder grøde som den vigtigste årsag til de forhøjede sommervandstande i åen i de seneste 2 år.

De mange observationer af, at åens vand de seneste to år har været langt mere klart end tidligere, giver sammen med den generelle viden om lysets betydning for grødens vækst og udvikling anledning til at pege på det mere klare vand som den primære og helt afgørende årsag til, at mængden af grøde er øget.

Hvad der er årsagen eller årsagerne til, at åens vand siden 2007 er blevet stadig mere klart og nu er så klart, at der synes at kunne vokse grøde (undervandsvegetation) selv i åens dybeste partier, er ikke afklaret i detaljer.

Det er dog overvejende sandsynligt, at det stadig mere klare vand i åen er nært koblet til introduktionen af vandremuslingen i Gudenå-systemet, idet denne art gennem masseudvikling i søerne opstrøms Silkeborg har formået at nedbringe vandets indhold af planteplankton til meget lave værdier. Dertil kommer, at vandremuslingen også forekommer i selve åen, hvor den er med til at reducere vandets indhold af planteplankton yderligere.

3 Regulativets bestemmelser om vandføringsevne

Det gældende regulativ fra 2000 beskriver den vandføringsevne, vandløbet skal have.

Frem til 2007, da åens vand stadig var uklart som følge af algevæksten i søerne ved og opstrøms Silkeborg, var grødemængden i åen så lille, at den ikke udgjorde et problem i henseende til overholdelse af regulativets bestemmelser om vandføringsevne og grødeskæring.

De øgede grødemængder og stigende sommervandstande i 2008 og 2009 har på grund af stedvise oversvømmelser af haver og ånære landbrugsarealer imidlertid sat fokus på regulativets bestemmelser og overholdelsen af disse.

Vandføringsevnen er beskrevet i form af en række vandspejlskoter ned gennem vandløbet, gældende ved medianmaksimumsvandføringen. Kravet til vandføringsevnen anses for opfyldt, når vandspejlskoterne ned gennem vandløbet ikke overstiger regulativets kravværdier.

Tabel 3.1. indeholder en oversigt over disse kravværdier.

Station	Krav	Beregnet	Dif.
170	19.99	19.36	0.63
1790	19.83	19.32	0.51
3600	19.36	18.87	0.49
5550	19.11	18.73	0.38
6500	19.03	18.68	0.35
7800	18.89	18.65	0.24
8500	18.80	18.55	0.25
8750	18.75	18.42	0.33
11999	17.46	17.12	0.34
13500	16.78	16.29	0.49
15500	15.75	15.40	0.35
17500	14.88	14.79	0.09
18000	14.80	14.71	0.09
18400	14.77	14.61	0.16
20849	14.75	14.37	0.38

Tabel 3.1. Oversigt over regulativets krav (kolonne 2) til vandspejlskoten (m. o. DNN) på en række stationer (kolonne 1) ned gennem Gudenåen fra Silkeborg til Tange Sø. Kolonne 3 viser de beregnede vandspejlskoter ved medianmaksimumsvandføringen under anvendelse af opmålingen fra 1997 og beregnede vinter-Manningtal (jf. figur 2.8.). Kolonne 4 viser forskellen mellem regulativets kravværdier og de beregnede værdier, det vil sige afstanden fra de beregnede vandspejlskoter op til regulativets kravkoter.

Kontrollen af, hvorvidt vandløbets vandføringsevne er i overensstemmelse med regulativets krav, vanskeliggøres af, at der ikke foreligger kontrolaflæsninger af vandstanden ned gennem vandløbet og af, at der ikke foreligger nogen kontrolopmåling af vandløbet efter stigningen af grødemængden i 2008 og 2009.

Kontrolberegningerne er derfor baseret på 1997-opmålingen og beregnede vinter-Manningtal fra perioden 2008-2009, idet det på baggrund af screeningen af den nedre del af strækningen i 2009 er antagelsen, at der ikke er sket betydelige ændringer af det fysiske profil.

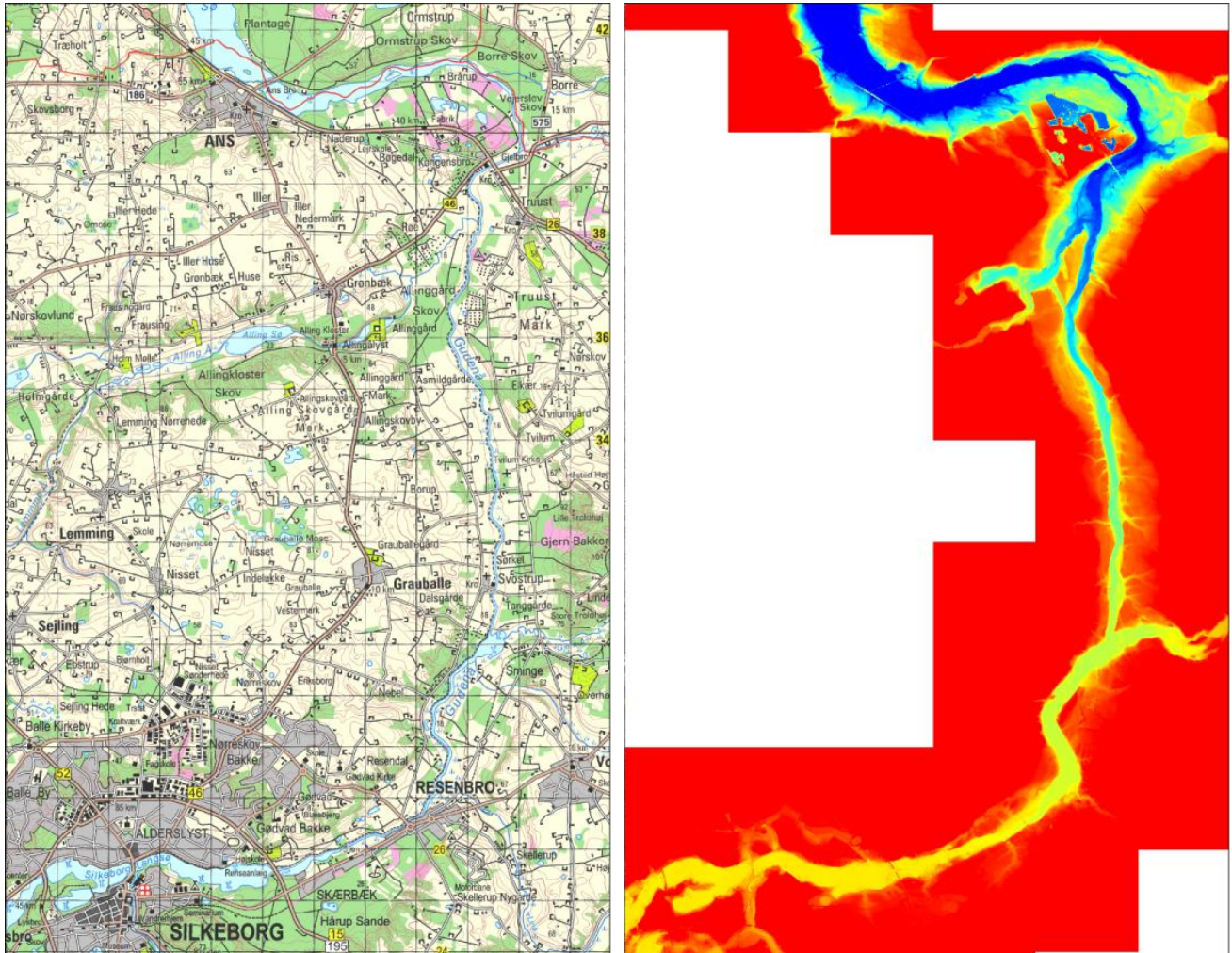
Beregningerne viser, at regulativets kravværdier i intet tilfælde er overskredet. I de fleste stationer er der tilmed en betydelig margin, og det skal i den forbindelse bemærkes, at medianmaksimumsvandføringen er en meget stor vandføring, der i gennemsnit kun overskrides hvert andet år og som hovedsagelig er forekommende i vinterhalvåret. Det skal dog nævnes, at denne kontrol af vandløbets vandføringsevne hviler på en - ganske vist begrundet - antagelse om ingen betydelige profilændringer, og ikke - som det er sædvanlig praksis - på en kontrolopmåling og aflæsning af vandstande.

Uagtet at regulativets krav til vandføringsevnen er opfyldt for så vidt angår vandstanden, har den kraftige stigning i mængden af grøde bragt vandløbet i konflikt med en anden af regulativets bestemmelser, nemlig at der på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø skal være en strømrønde på 7 meters bredde.

Der er ikke foretaget en systematisk gennemgang af grødeforholdene på hele strækningen, men screeningen af strækningen mellem Hinge-Alling Å og Tange Sø i sensommeren 2009 viste, at kravet om en 7 meter bred (grødefri) strømrønde ikke var opfyldt overalt. Og hvor grøden var tættest og bedst udviklet, var der slet ikke nogen grødefri strømrønde.

4 Vandstande i åen og oversvømmelse af de ånære arealer

Til belysning af, hvordan forskellige vandstande i Gudenåen påvirker fugtighedsforholdene på de ånære arealer, er der anvendt en digital højdemodel. Ved hjælp af denne kan man visualisere, hvordan fugtighedsforholdene vil være omkring åen ved forskellige vandstande i åen. Figur 4.1. viser, hvorledes terrænmodellen ser ud for strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø.



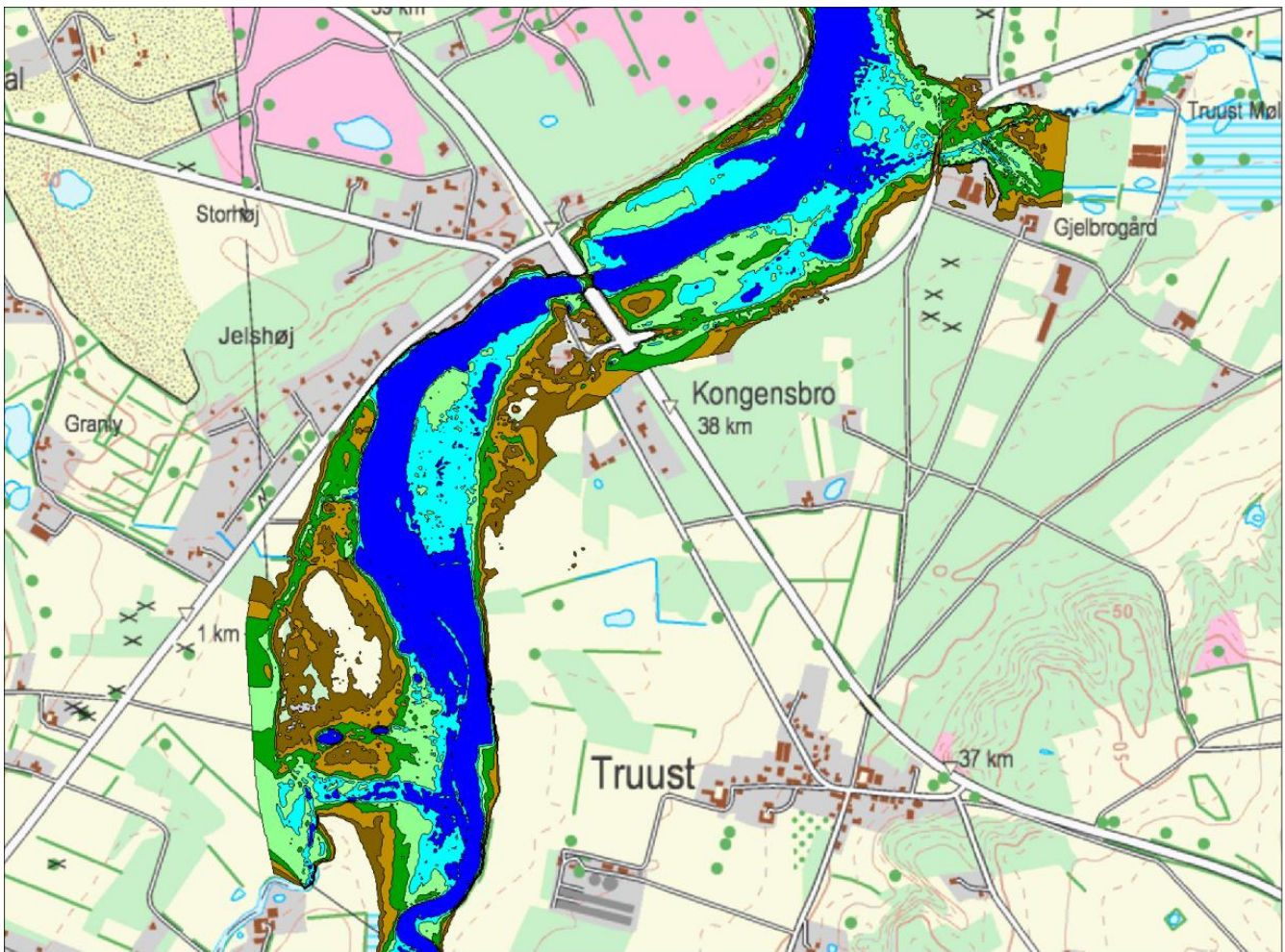
Figur 4.1. Topografisk kort over Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø (til venstre) og digital højdemodel for samme strækning (til højre).

Med udgangspunkt i data fra den hydrometriske station ved Tvilum Bro er der foretaget en analyse af, ved hvilke vandspejlskoter forskellige karakteristiske vandføringer afvikles dels hen over hele strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø, se bilag 1, og dels hen over strækningen omkring Kongensbro, afsnit 4.1-4.4. I tillæg hertil er vist situationen omkring Kongensbro i forbindelse med én ekstreme afstrømningssituation i januar 2007, afsnit 4.5.

De beregnede vandspejlskoter er projiceret vandret ud i det omgivende terræn, hvorved man får et billede af, hvor højt det vandrette vandspejl fra åen står i forhold til terrænoverfladen omkring åen.

4.1 Normal vintersituation før 2007

Til belysning af fugtighedsforhold og oversvømmelse i en normal vintersituation er der gennemført beregninger af vandspejlet ved vintermiddelvandføring og et vinter-Manningtal på 24,5, se figur 4.2.



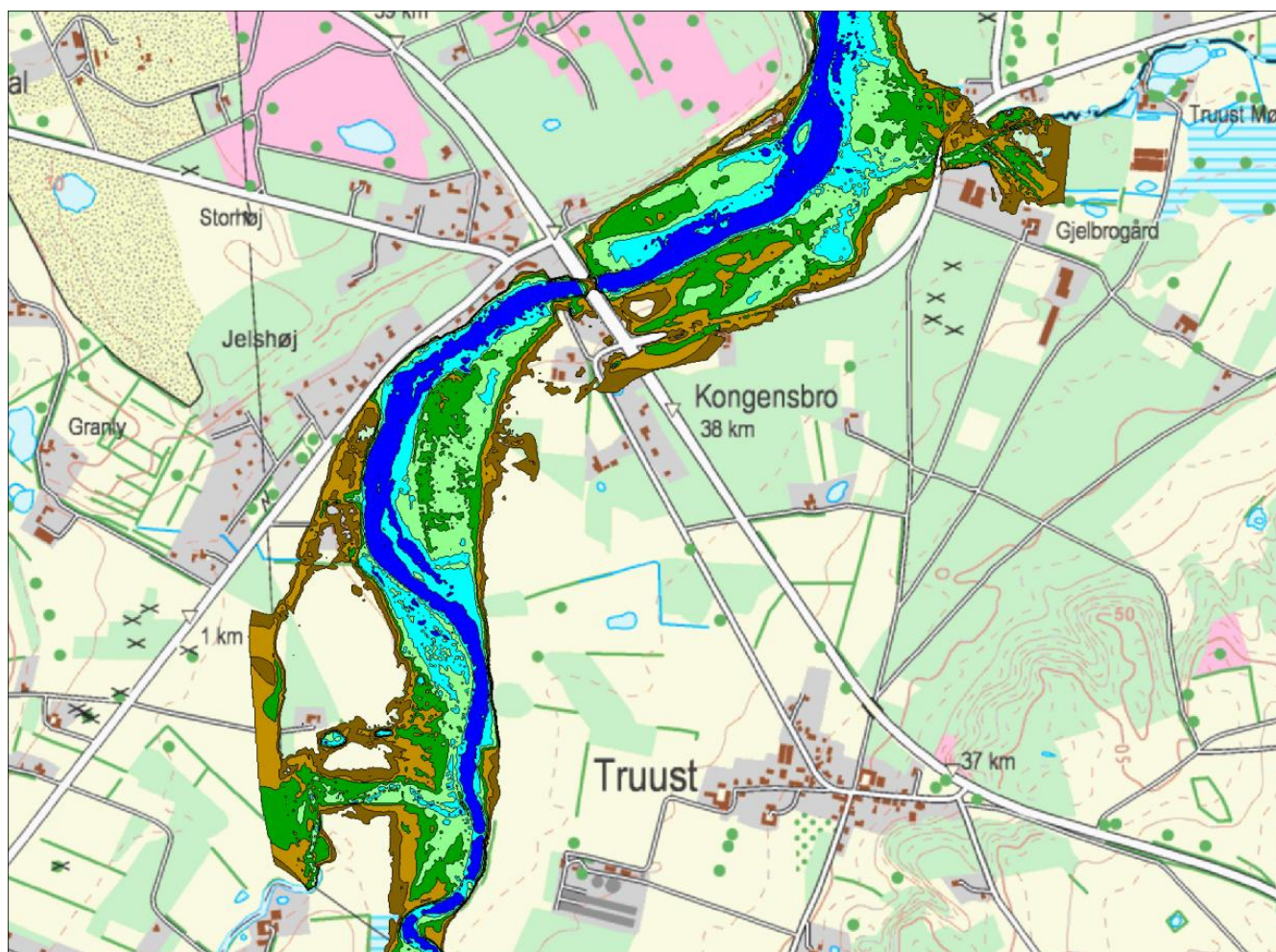
Figur 4.2. Oversigt over fugtighedsforholdene omkring Gudenaåen ved Kongensbro i en typisk vintersituation (vintermiddelvandføring og Manningtal 24,5).

Den typiske vintersituation er en god reference for de fugtighedsforhold og oversvømmelser, der er normalt forekommende, når vandstanden i åen er højest, hvilket før 2007 typisk fandt sted i vinterhalvåret.

4.2 Normal sommersituation før 2007

Til belysning af fugtighedsforhold og oversvømmelse i en normal sommersituation er der gennemført beregninger af vandspejlet ved sommermiddelvandføring og et sommer-Manningtal på 22, se figur 4.3.

Sommersituationen fra før 2007 er en god reference for, hvordan fugtighedsforholdene var i sommerperioden omkring åen mens denne stadig var fattig på grøde.



Figur 4.3. Oversigt over fugtighedsforholdene omkring Gudenåen ved Kongensbro i en typisk sommerafstrømningssituation mens åen stadig var fattig på grøde (før 2007).

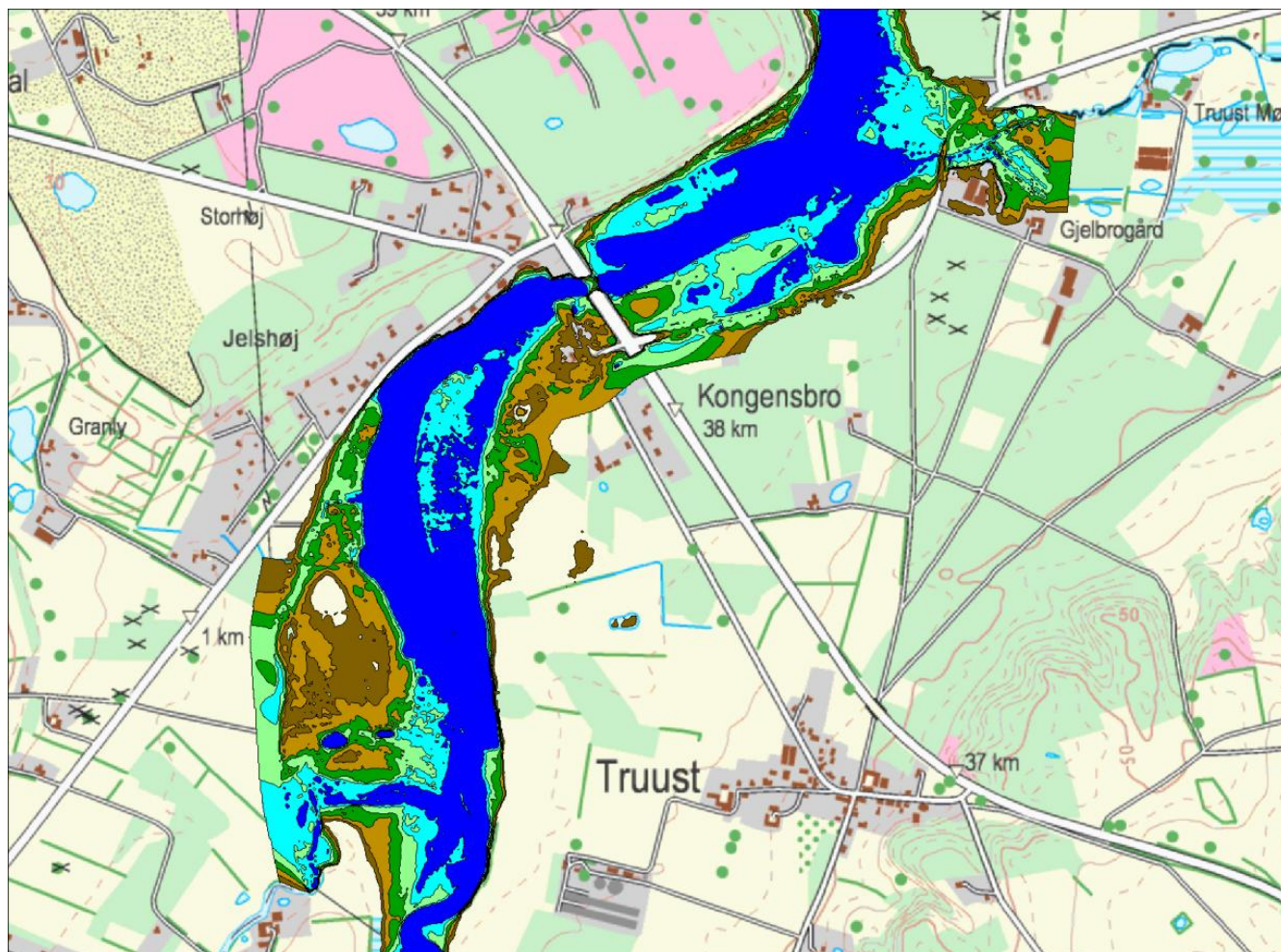
4.3 Sommersituationen 2009

Sommeren 2009 var karakteriseret af en lav vandføring gennem en usædvanligt lang periode. Sommeren 2009 var derudover præget af en usædvanligt veludviklet grøde.

Til belysning af fugtighedsforholdene omkring åen i sommeren 2009 er der foretaget beregninger af åens vandspejlskote under anvendelse af den aktuelle

sommermiddelvandføring ($6,8 \text{ l/s/km}^2$) på strækningen omkring Kongensbro og det beregnede sommermiddel-Manningtal (7,5) ved Tvillum Bro.

Figur 4.4. giver en god illustration af situationen, som den er blevet oplevet, nemlig at den normale sommersituation er blevet afløst af en situation, der har stor lighed med den normale vintersituation. Det bemærkelsesværdige er, at der trods en lav sommervandføring har forekommet vandstande og fugtighedsforhold, der hidtil især har forekommet i vinterhalvåret, jf. figur 4.2.

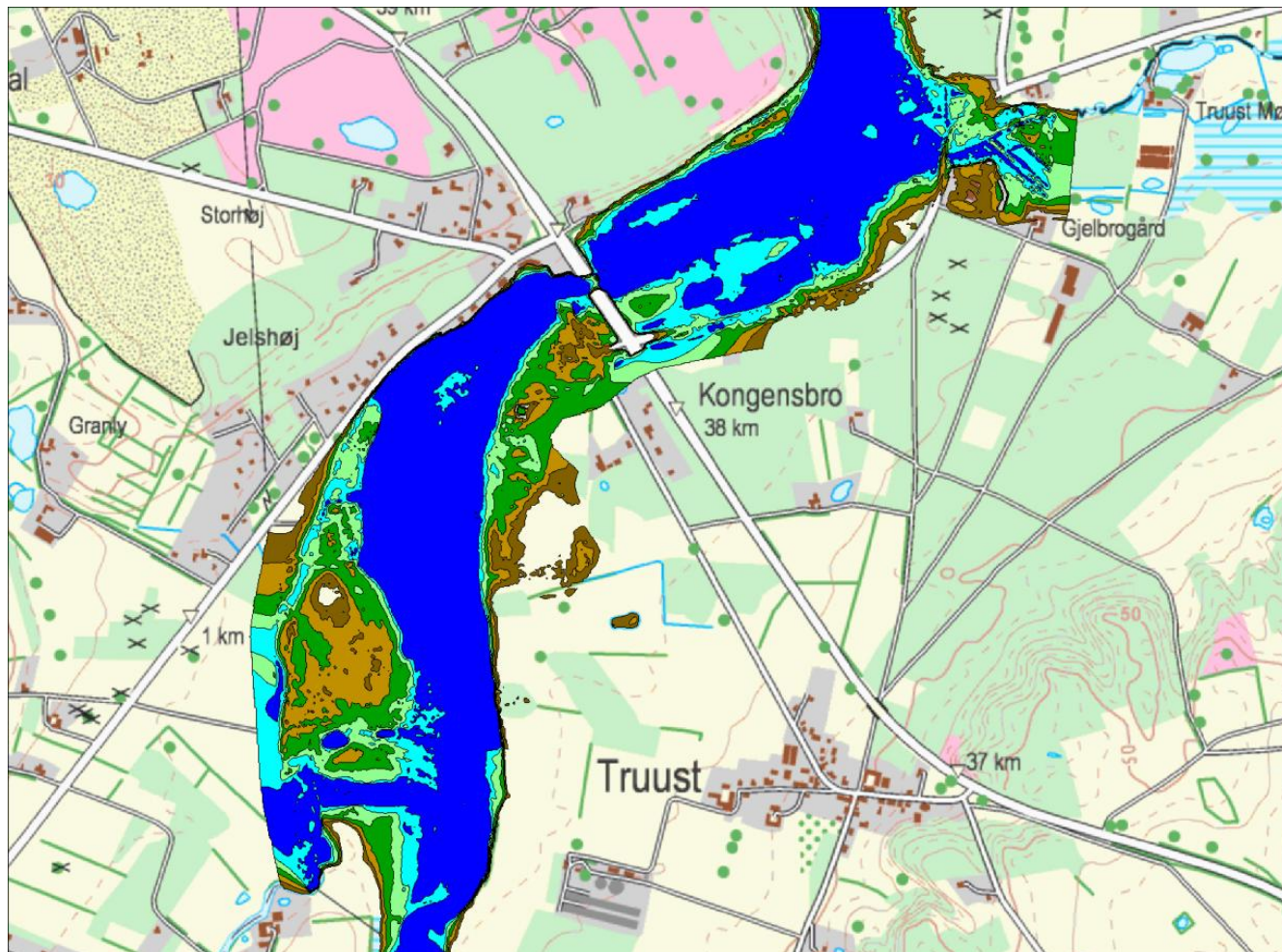


Figur 4.4. Oversigt over fugtighedsforholdene omkring Gudenåen ved Kongensbro i den atypiske sommerafstrømningsituation 2009, da åen var blevet meget rig på grøde.

4.4 Sommersituationen 2009 ved sommermiddelvandføring

Mens det, der i 2009 af mange blev oplevet som en meget problematisk sommersituation, var et resultat af en lav sommervandføring og en usædvanligt veludviklet grøde, ville situationen kunne have været markant anderledes, dersom grødemængden havde været den samme, men vandføringen den normale sommervandføring, se figur 4.5.

Det er ikke givet, at grødemængden i åen ville have været den samme, dersom vandføringen havde været markant højere end i 2009, men hvis den havde, ville oversvømmelserne omkring Kongensbro have været endnu mere udtalte, end de faktisk var i 2009. Ja faktisk ville ådalen omkring Kongensbro have været mere oversvømmet, end den tidligere var i en normal vintersituation.

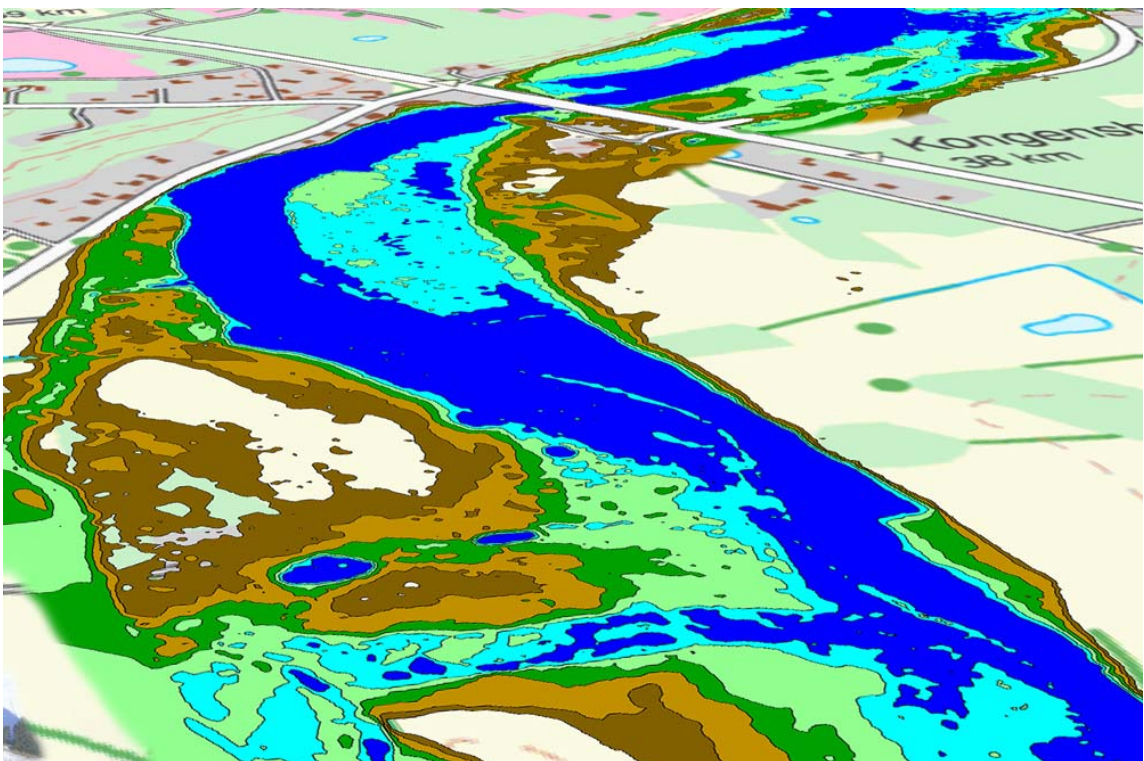


Figur 4.5. Oversigt over fugtighedsforholdene omkring Gudenåen ved Kongensbro som de ville have været med samme grødemængde som i 2009 og normal sommermiddelvandføring.

4.5 Ekstremesituationen i vinteren 2007

Den mest ekstreme afstrømningshændelse, der er registreret i Gudenåen (og mange andre vandløb) i nyere tid, fandt sted i slutningen af januar 2007.

Ved den lejlighed blev der gennemført luftfotografering af en række østjyske vandløb, heriblandt også Gudenåen. Og et af de eksisterende fotos viser netop strækningen omkring Kongensbro, se figur 4.6. Anvender man vandføringsdata fra stationen ved Tvillum Bro, kan man ved hjælp af normale vinter-Manningtal regne sig frem til et oversvømmelsesscenario, der i hovedtræk svarer til det, der kunne observeres og registreres fra luften.



Figur 4.6. Øverst: strækningen omkring Kongensbro, som den så ud i slutningen af januar 2007 kort efter den største afstrømningshændelse, der er registreret i nyere tid. Nederst: samme strækning med beregnede fugtighedsforhold og oversvømmelser.

Det skal dog bemærkes, at de beregnede fugtighedsforhold visse steder afviger fra de faktisk observerede forhold. Disse afvigelser skyldes antagelig især nøjagtigheden i den digitale terrænmodel, men derudover er der også en vis usikkerhed på vandspejlsberegningerne.

Disse usikkerheder til trods er det dog vurderingen, at de beregnede fugtighedsscenarier giver et både brugbart og ganske retvisende billede af forholdene.

5 Samlet vurdering

Granskningen af vandstandsforholdene i Gudenåen peger entydigt på den markant øgede mængde grøde som den vigtigste årsag til de seneste to års forhøjede sommervandstande. Granskningen peger også på øgede mængder af overvintrende grøde som årsag til, at åens vandføringsevne også i vinterhalvåret har været mere påvirket af grøde end tidligere.

De øgede mængder grøde i åen er uden tvivl især et resultat af, at åens vand i de seneste 2 år har været langt mere klart end tidligere. Faktisk har vandet været så klart, at man for første gang i mange år har kunnet se bunden i åen.

Mens åens vand stadig var uklart som følge af udskylning af store mængder planteplankton fra de næringsrige søer ved og opstrøms Silkeborg, var lysindfaldet til bunden for ringe til at der kunne vokse grøde på de dybest liggende bundflader. Dengang var grøden næsten udelukkende begrænset til vandløbets brednære bundflader, og den samlede mængde af grøde var derfor ringe.

Det er overraskende, at stigningen i grødemængden har fundet sted over så kort tid, og det er ikke umiddelbart indlysende, hvordan spredning fra de brednære bundflader til de centrale bundflader har fundet sted. Men forløbet understreger med stor tydelighed betydningen af lysforholdene, selv i vandløb.

Mens det således er overvejende sandsynligt, at det mere klare vand er årsagen til den øgede grødemængde, er det mere uvist, hvad der har bevirket forbedringen af vandets klarhed.

Flere faktorer kan være i spil, men det dog overvejende sandsynligt, at en af de vigtigste er vandremuslingen. Denne i sig selv ganske uanseelige musling har i kraft af dens meget store individtætheder i søerne ved og opstrøms Silkeborg potentialet til at filtrere store mængder planteplankton ud af søvandet, hvorfor det i dag er langt klarere end tidligere, når det strømmer fra søerne videre ned gennem Gudenåen.

En af de ting, der understøtter antagelsen om vandremuslingens betydning for vandets klarhed er, at muslingen blev registreret for første gang få år forud for den observerede forbedring af vandets klarhed, og at beregninger har vist, at individtæthederne er tilstrækkelige til at kunne forklare de observerede reduktioner af vandets indhold af planteplankton.

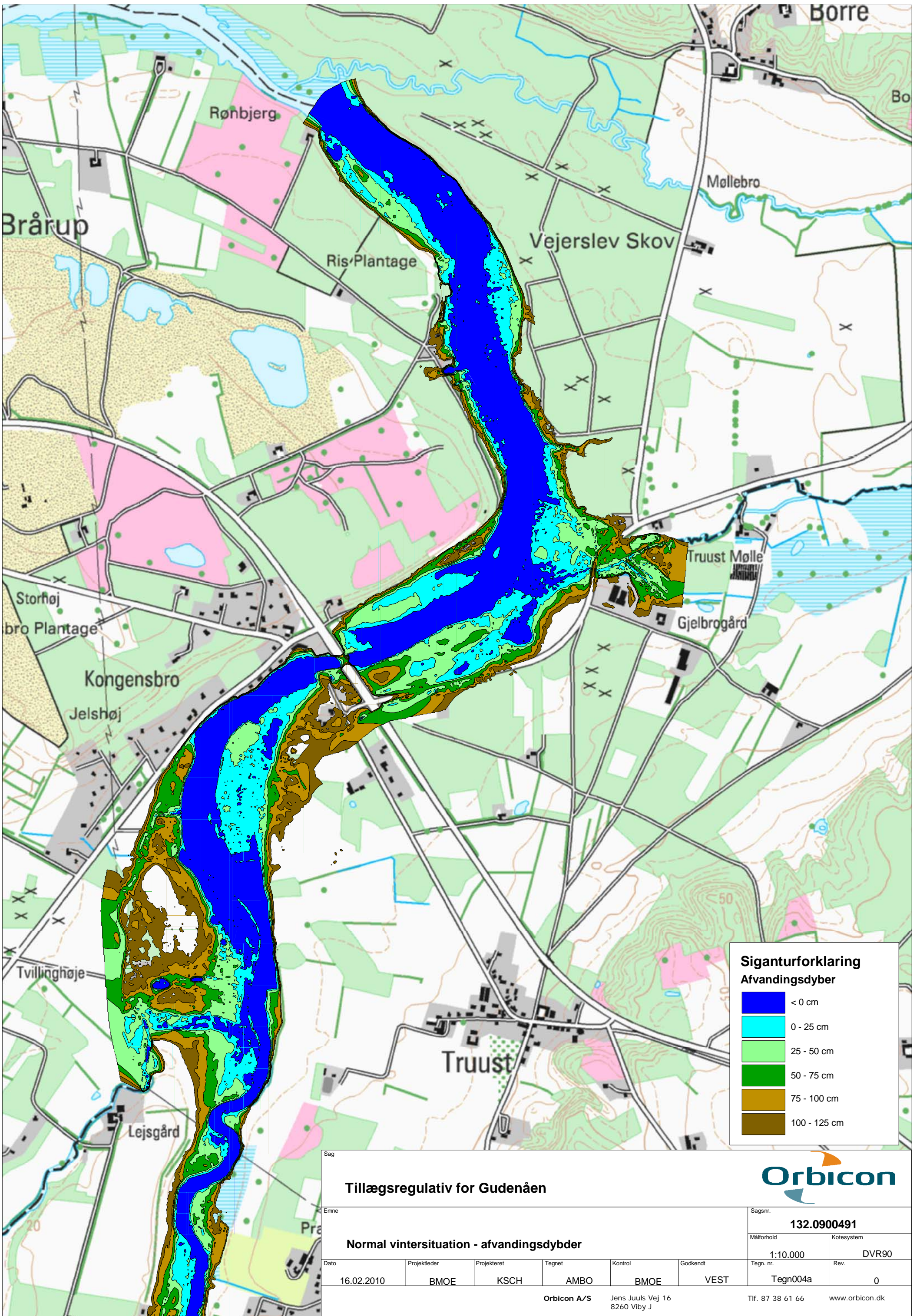
Man kan ikke vide, om vandremuslingens spredning og bestandsudvikling vil fortsætte, ligesom man ikke kan vide, om de nuværende bestande vil overleve. Men, så længe åens vand forbliver så klart som i 2008 og 2009, vil grøden have de nødvendige lysmæssige forudsætninger for at kunne opretholde mængder og tætheder af samme størrelse som i 2008 og 2009.

Det stiller i fremtiden myndighederne overfor at skulle træffe beslutninger om, hvordan de forhøjede vandstande skal håndteres. Dette notat skal ses som det første skridt i det udredningsarbejde, som kommunerne har iværksat for at kunne træffe disse beslutninger på et velbelyst grundlag.

6 **Bilag 1 – Kort over afvandingstilstanden omkring Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø**

Kortene viser afvandingstilstanden omkring Gudenåen ved følgende karakteristiske vandføringer:

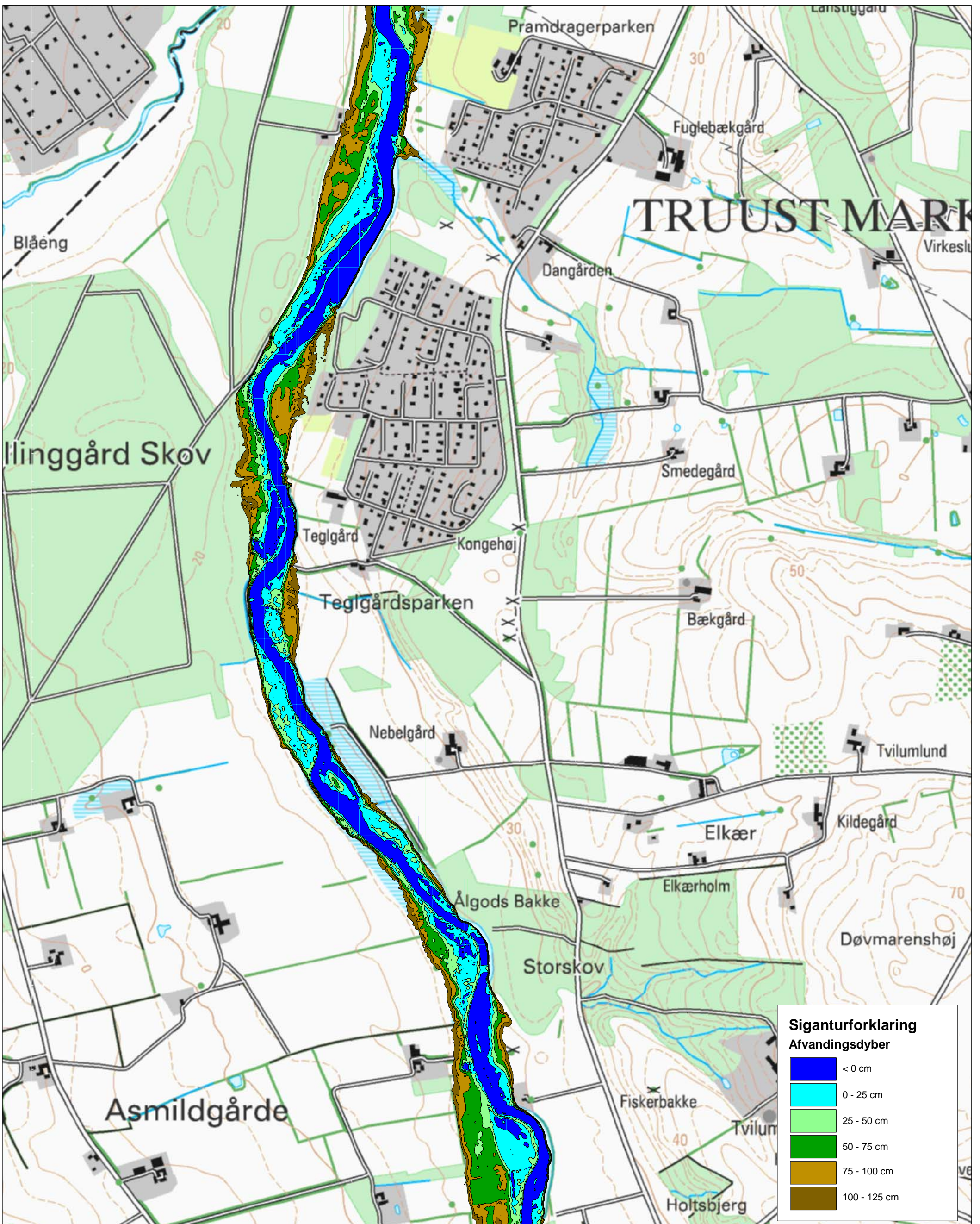
- "Normal vintersituation før 2007" = middelvintervandføring (15,7 l/s/km²) og Manningtal 24,5
- "Normal sommersituation før 2007" = sommermiddelvandføring (8,9 l/s/km²) og Manningtal 22
- "Sommersituationen 2009" = sommermiddelvandføring 2009 (6,8 l/s/km²) og Manningtal 7,5
- Sommersituationen 2009 ved sommermiddelvandføring = sommermiddelvandføring (8,9 l/s/km²) og Manningtal 7,5




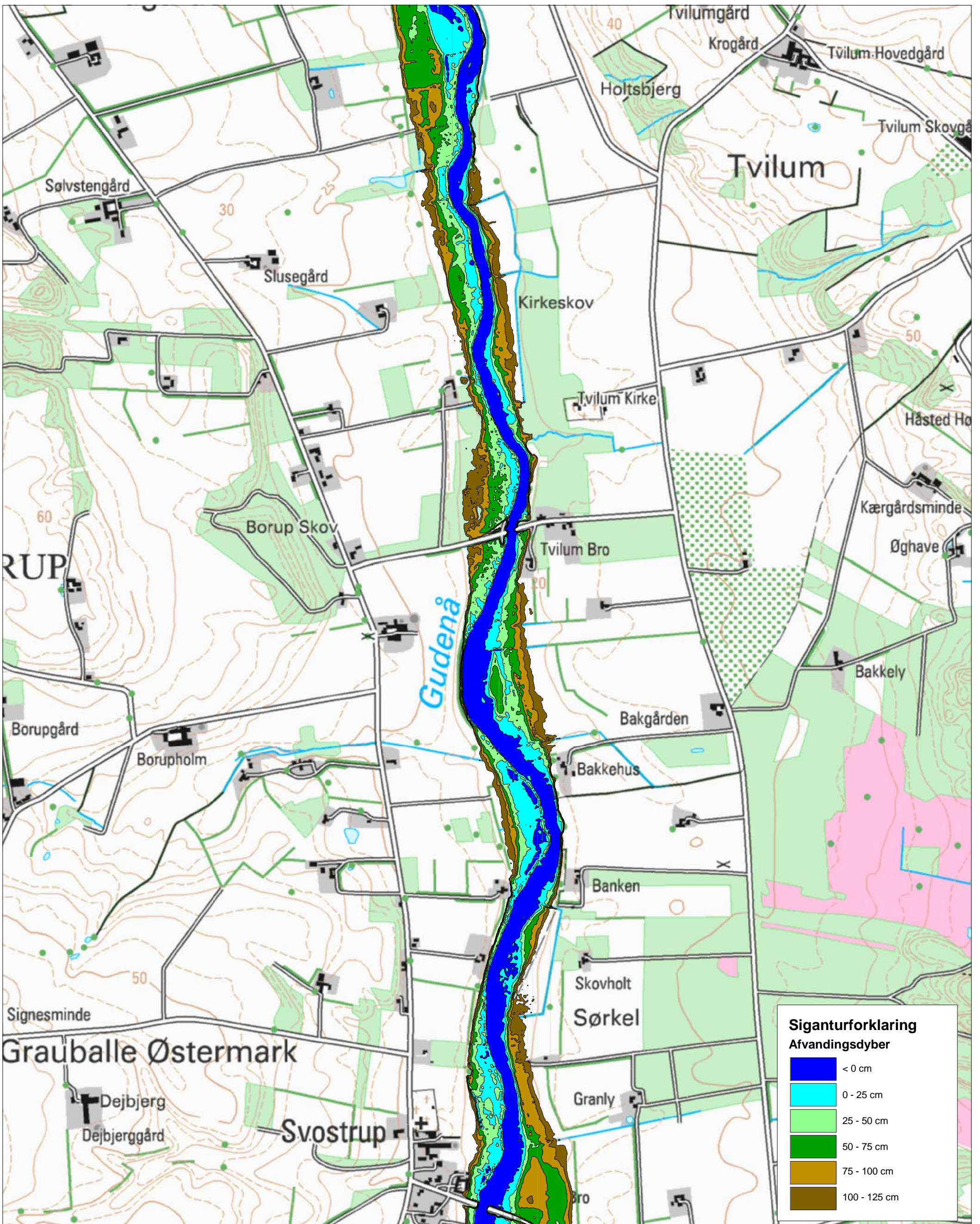
**Siganturforklaring
Afvandingsdyber**

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

Sag							Orbicon	
Tillægsregulativ for Gudenåen								
Emne							Sagsnr.	
Normal vintersituation - afvandingsdyber							132.0900491	
							Mållorhold	Kotesystem
							1:10.000	DVR90
Dato	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
16.02.2010	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn004a	0	
Orbicon A/S				Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66 www.orbicon.dk		



Sag										
Tillægsregulativ for Gudenaåen										
Emne							Sagsnr.			
Normal vintersituation - afvandingsdyber							132.0900491			
Dato							Mållorhold		Kotesystem	
16.02.2010							1:10.000		DVR90	
Projektleder			Projekteret		Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
BMOE			KSCH		AMBO	BMOE	VEST	Tegn004b	0	
Orbicon A/S							Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66	www.orbicon.dk



Siganturforklaring
Afvandingsdyber

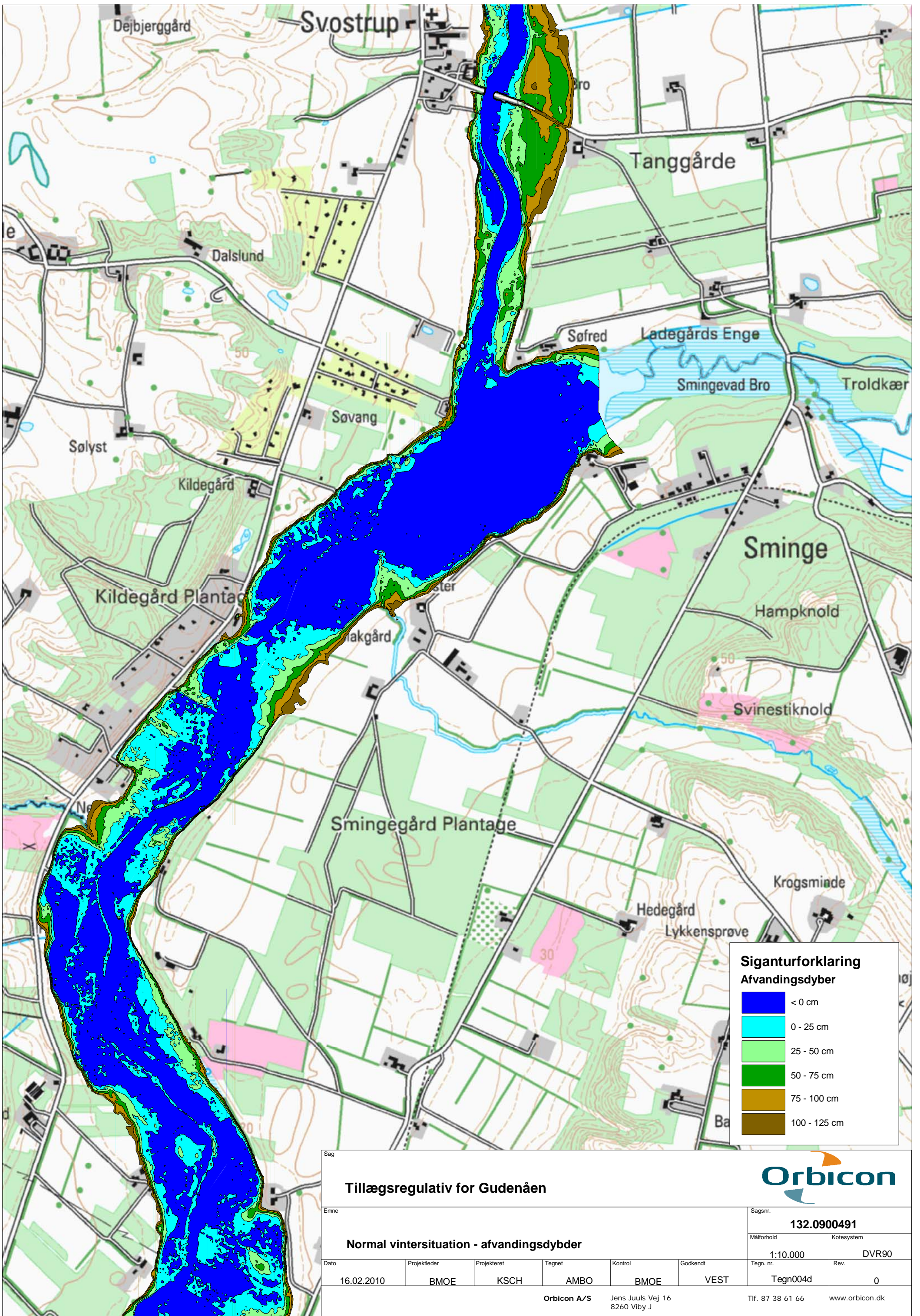
	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

Tillægsregulativ for Gudenåen



Normal vintersituation - afvandingsdybder

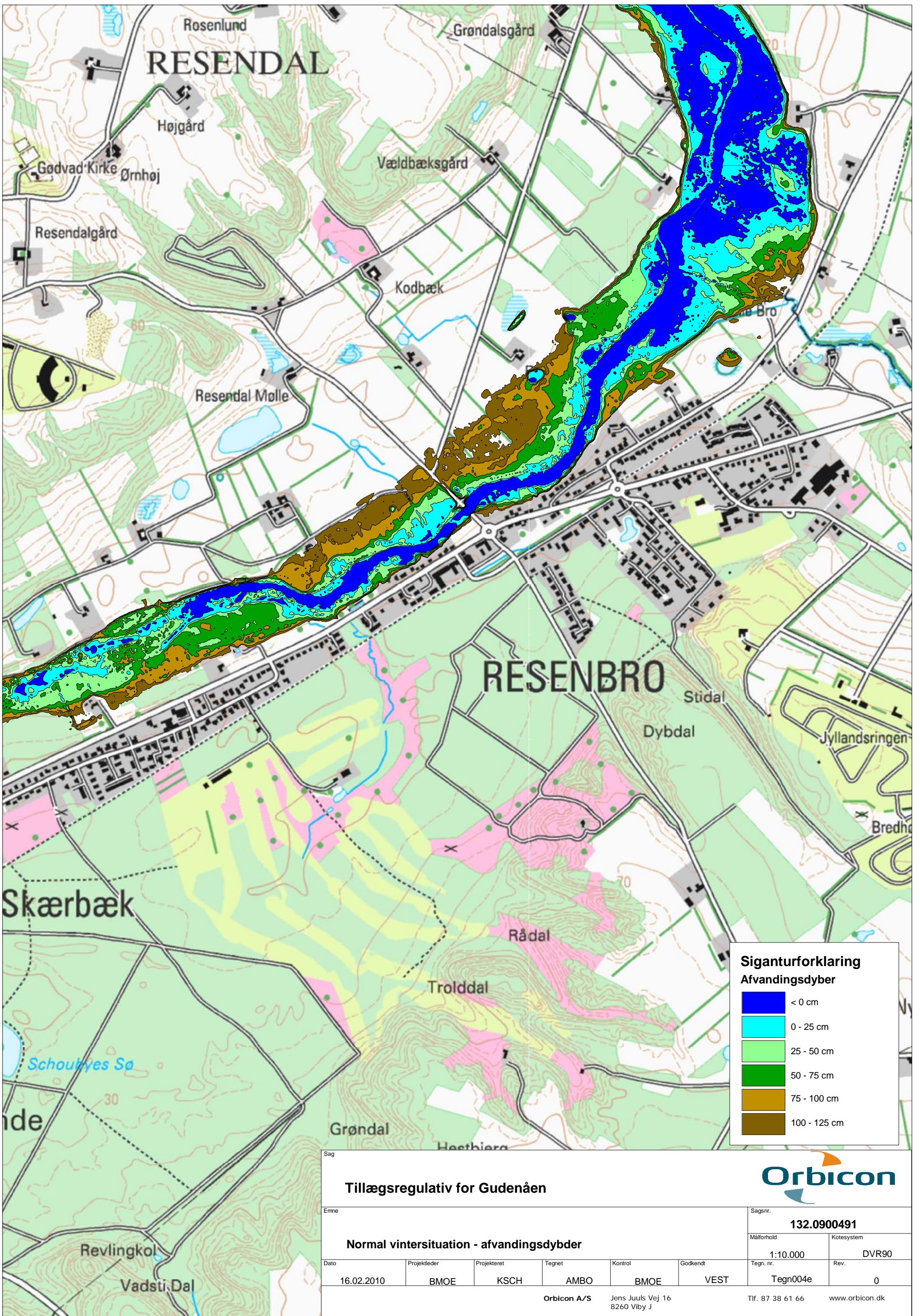
Sag							Sagsnr.	
							132.0900491	
Emne							Mållorhold	Kotesystem
							1:10.000	DVR90
Dato	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
16.02.2010	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn004c	0	
Orbicon A/S				Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66 www.orbicon.dk		



Siganturforklaring
Afvandingsdyber

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

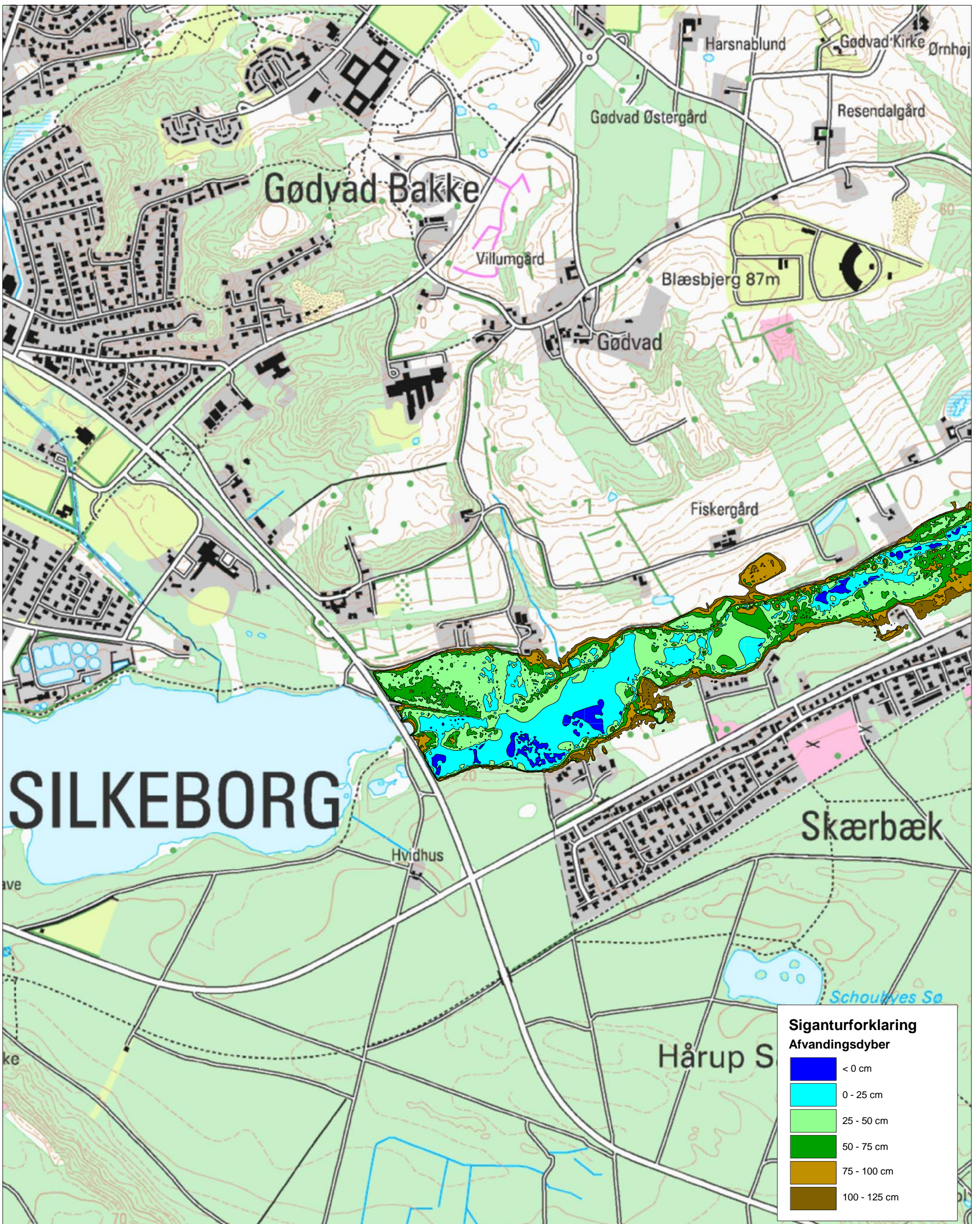
Sag									
Tillægsregulativ for Gudenåen									
Emne							Sagsnr.		
Normal vintersituation - afvandingsdyber							132.0900491		
Dato							Mållorhold	Kotesystem	
16.02.2010							1:10.000	DVR90	
Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.			
BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn004d	0			
Orbicon A/S							Jens Juuls Vej 16		Tlf. 87 38 61 66
							8260 Viby J		www.orbicon.dk









Siganturforklaring
Afvandingsdyber

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm


Sag							Orbicon	
Tillægsregulativ for Gudenaen								
Emne							Sagsnr.	
Normal vintersituation - afvandingsdyber							132.0900491	
							Mållorhold	Kotesystem
							1:10.000	DVR90
Dato	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
16.02.2010	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn004e	0	
Orbicon A/S				Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66 www.orbicon.dk		

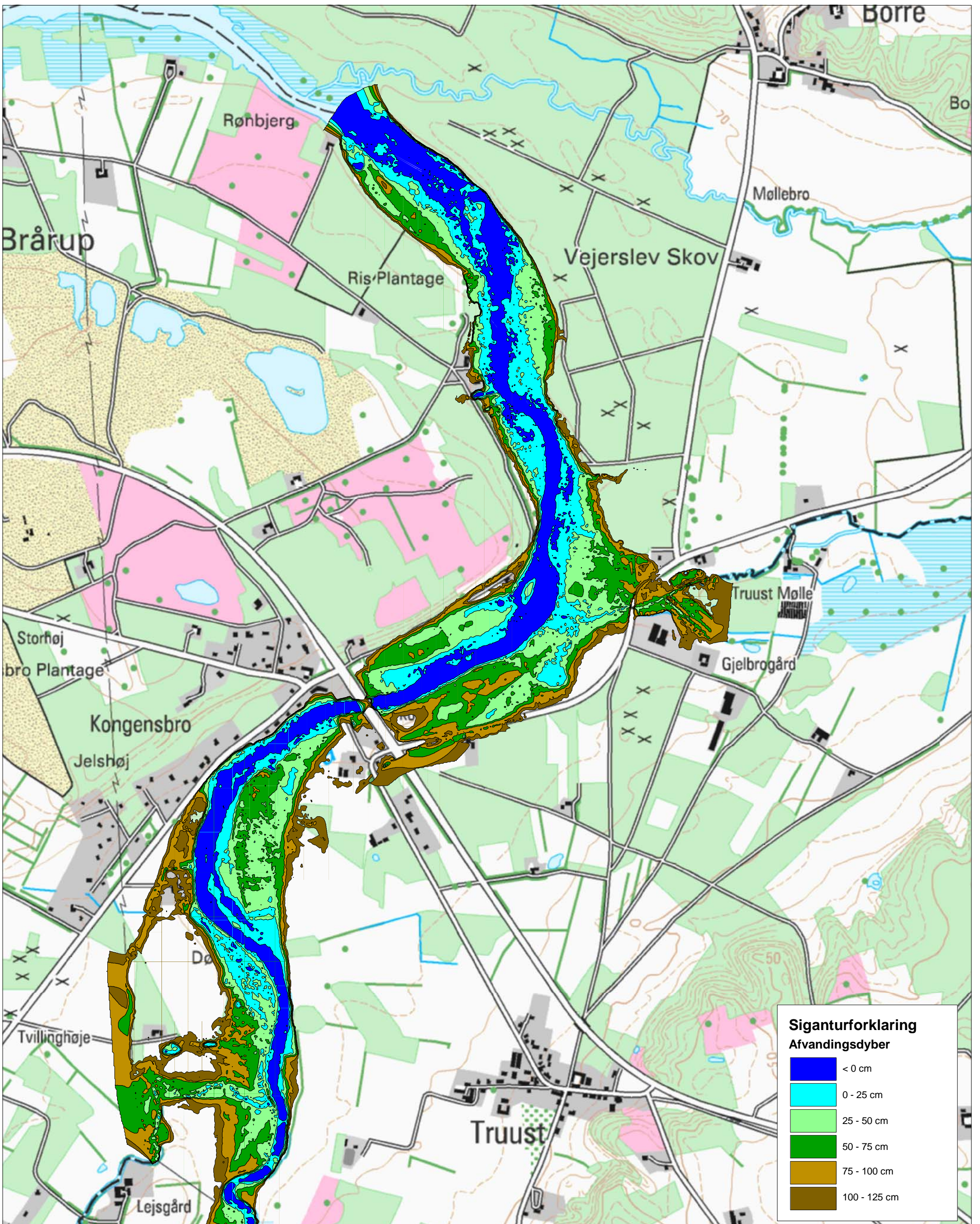


Siganturforklaring
Afvandingsdyber

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

ORDSKOVEN
Korsdal Høj

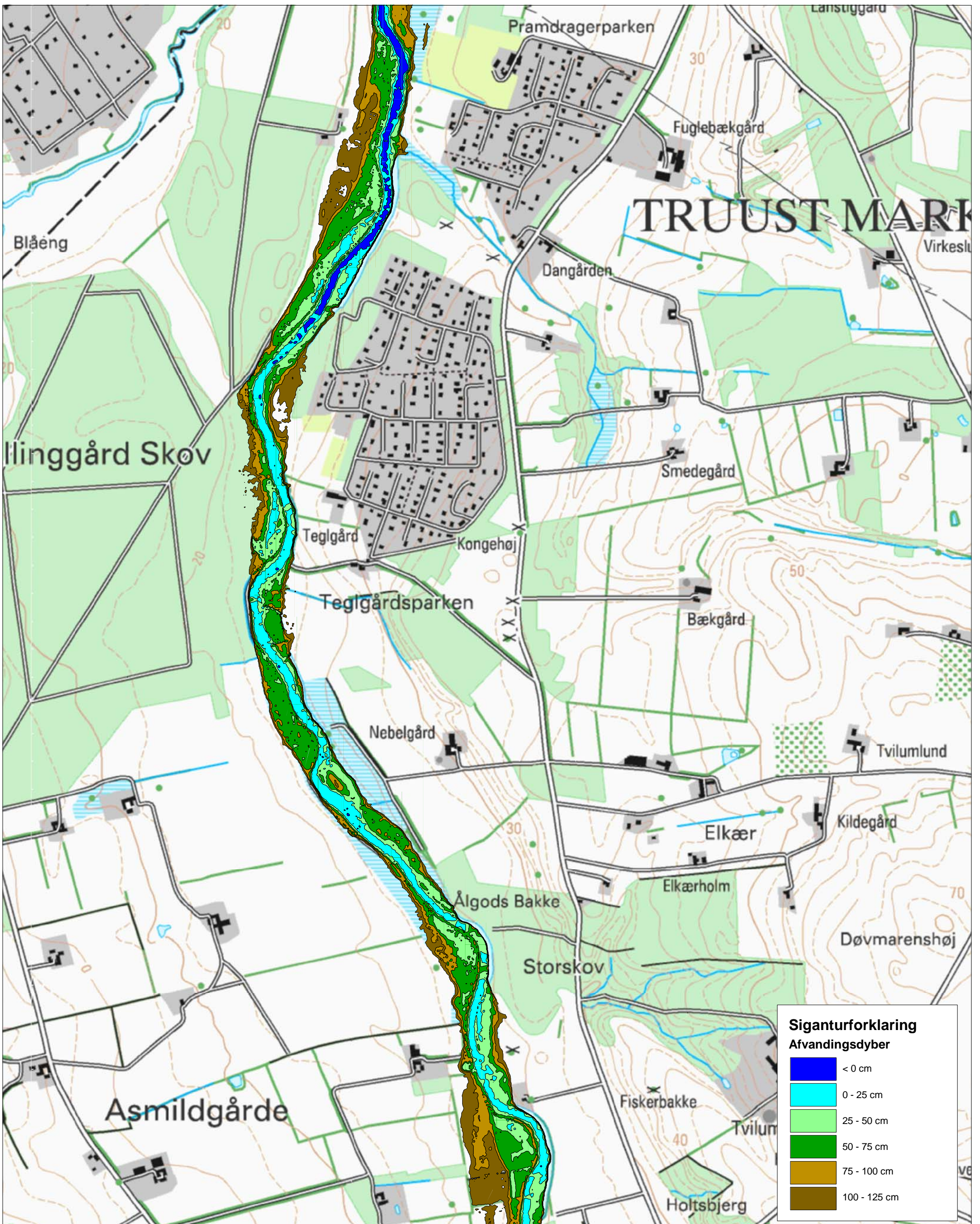
Sag							 132.0900491			
Tillægsregulativ for Gudenåen										
Emne							Mållorhold		Kotesystem	
Normal vintersituation - afvandingsdyber							1:10.000		DVR90	
Dato	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.			
16.02.2010	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn004f	0			
Orbicon A/S				Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66		www.orbicon.dk		



Siganturforklaring
Afvandingsdyber

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

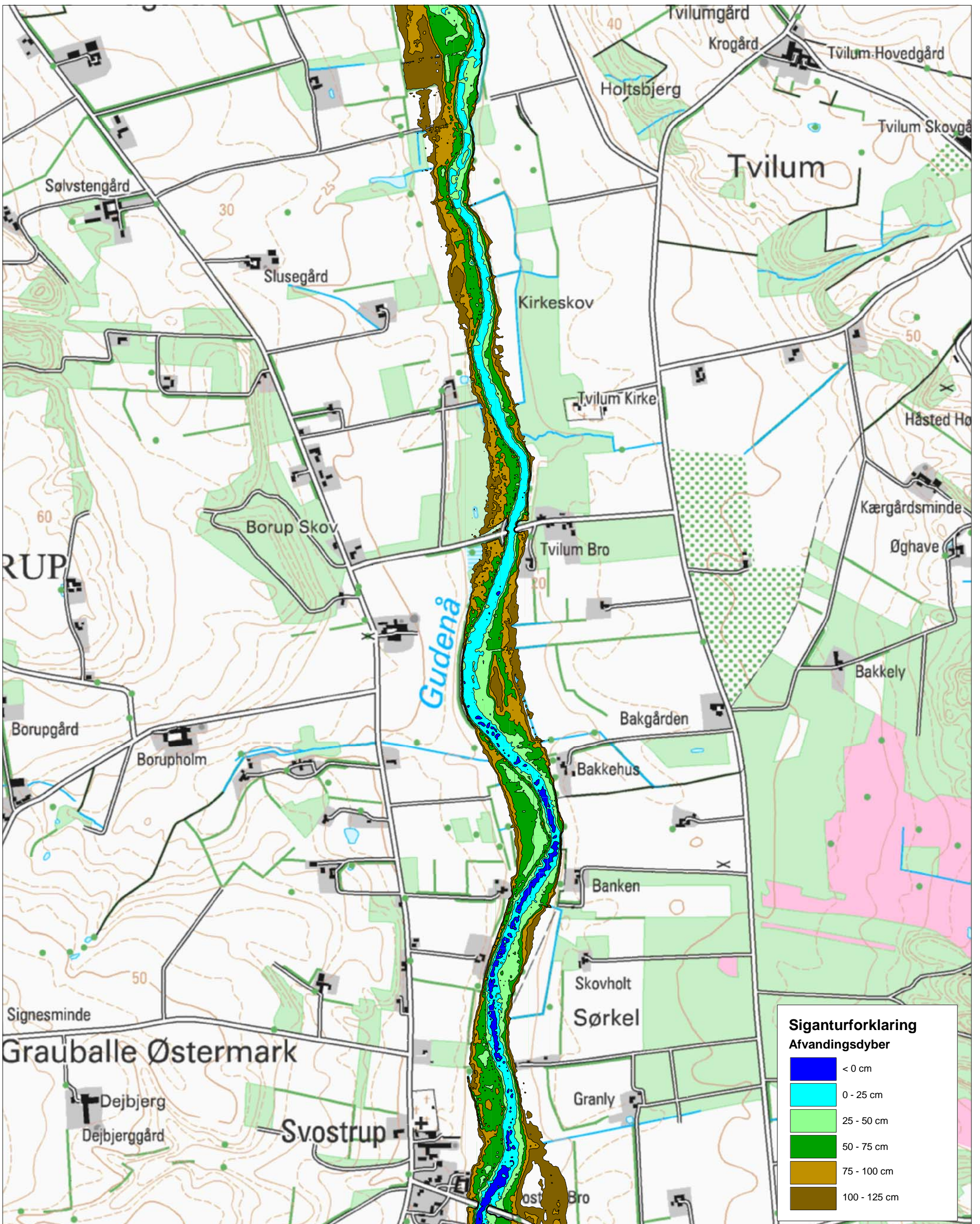
Sag							Orbicon	
Tillægsregulativ for Gudenåen								
Emne							Sagsnr.	
Normal sommersituation før 2007 - afvandingsdyber							132.0900491	
Dato							Mållorhold	Kotesystem
16.02.2010							1:10.000	DVR90
Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.		
BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn002a	0		
Orbicon A/S			Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66		www.orbicon.dk	



Siganturforklaring
Afvandingsdyber

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

Sag										
Tillægsregulativ for Gudenåen										
Emne							Sagsnr.			
Normal sommersituation før 2007 - afvandingsdyber							132.0900491			
Dato							Mållorhold		Kotesystem	
16.02.2010							1:10.000		DVR90	
Projektleder			Projekteret		Tegnet		Kontrol		Godkendt	
BMOE			KSCH		AMBO		BMOE		VEST	
Tegn nr.							Rev.			
16.02.2010							Tegn002b		0	
Orbicon A/S							Jens Juuls Vej 16		Tlf. 87 38 61 66	
							8260 Viby J		www.orbicon.dk	



Siganturforklaring
Afvandingsdyber

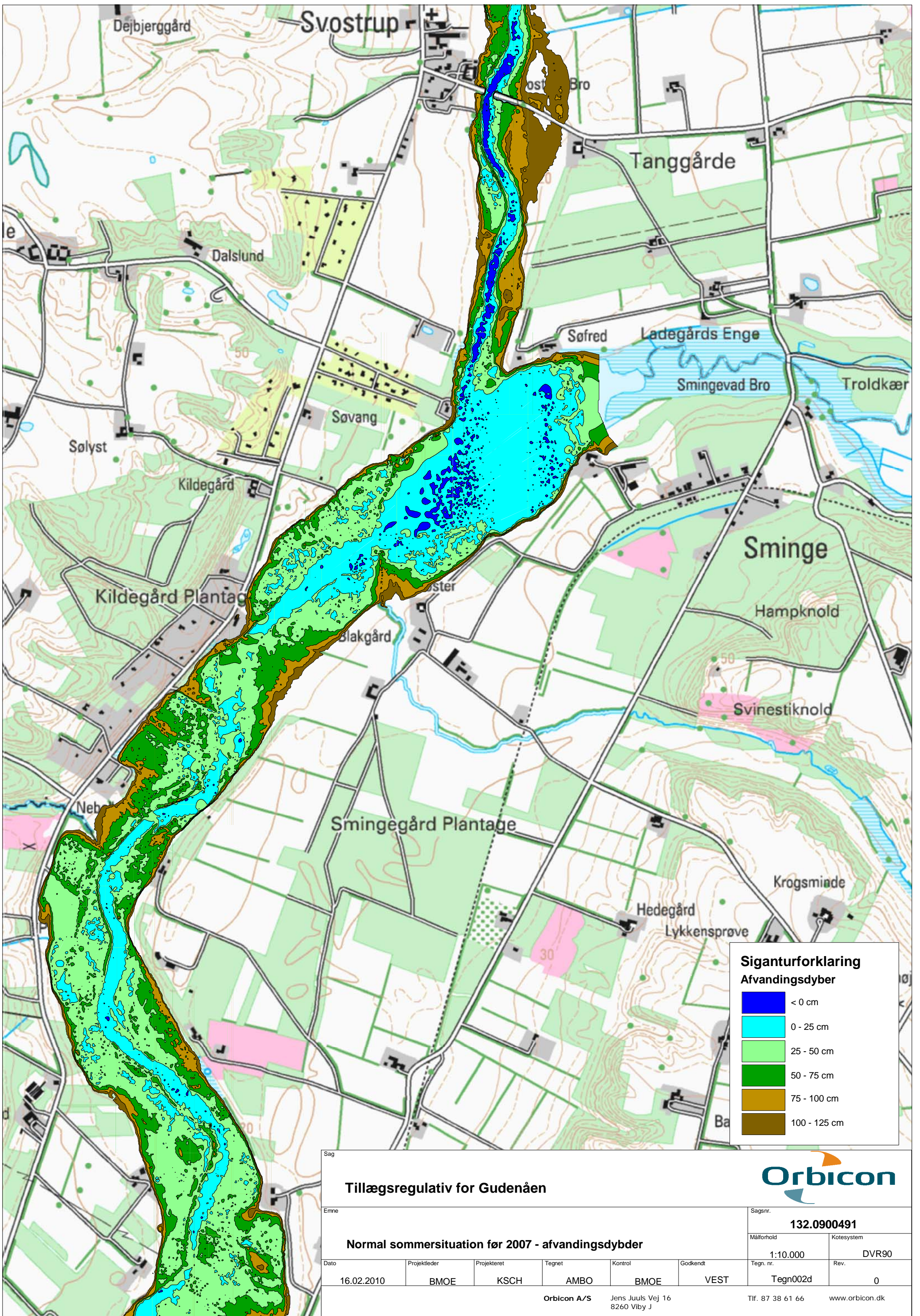
	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

Tillægsregulativ for Gudenåen



Normal sommersituation før 2007 - afvandingsdybder

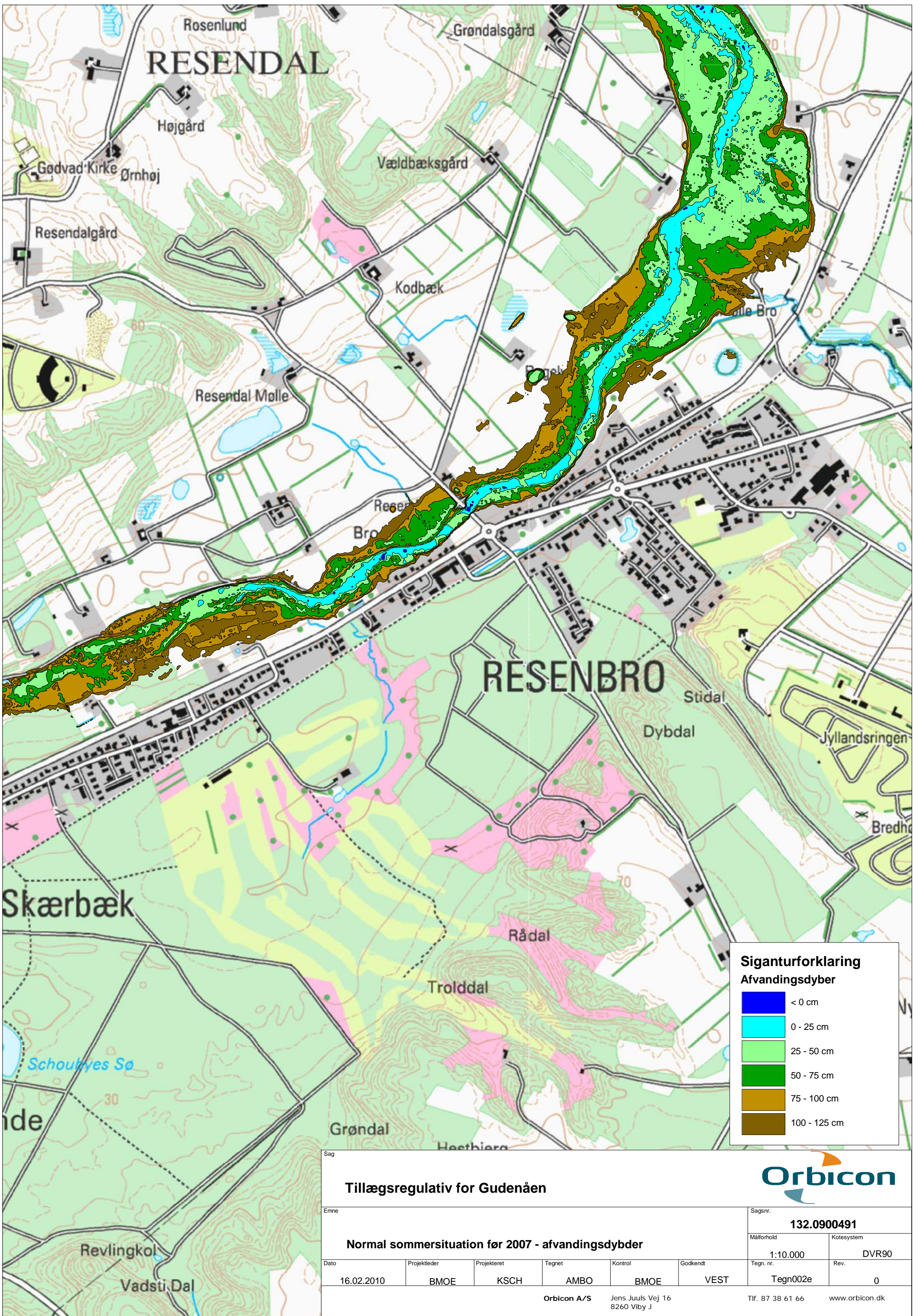
Sag							Sagsnr.	
							132.0900491	
Emne							Mållorhold	Kotesystem
							1:10.000	DVR90
Dato	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
16.02.2010	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn002c	0	
Orbicon A/S				Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66 www.orbicon.dk		



Siganturforklaring
Afvandingsdyber

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

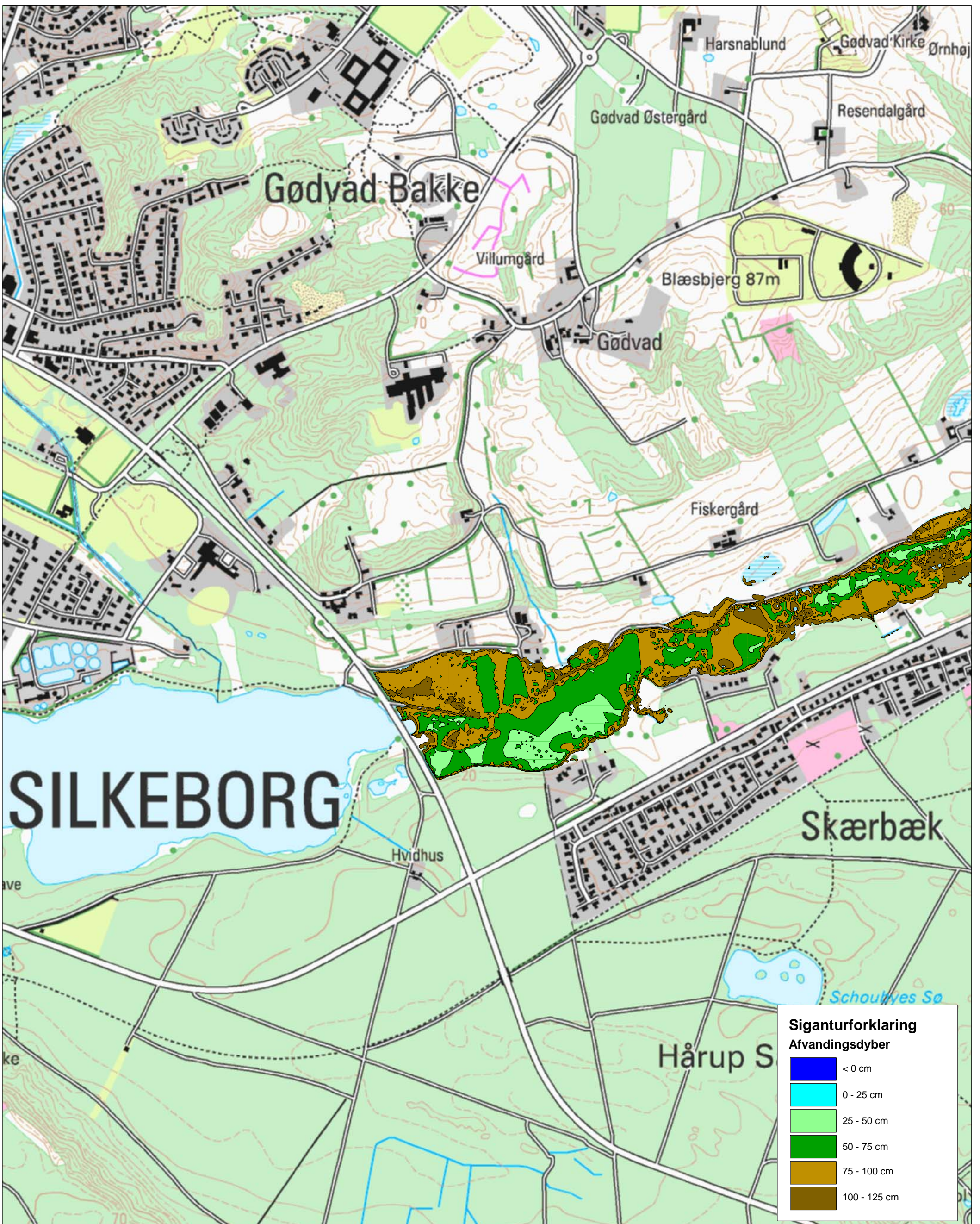
Sag									
Tillægsregulativ for Gudenåen									
Emne							Sagsnr.		
Normal sommersituation før 2007 - afvandingsdyber							132.0900491		
Dato							Mållorhold	Kotesystem	
16.02.2010							1:10.000	DVR90	
Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.		Rev.		
BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn002d		0		
Orbicon A/S							Jens Juuls Vej 16		Tlf. 87 38 61 66
							8260 Viby J		www.orbicon.dk



Siganturforklaring
Afvandingsdyber

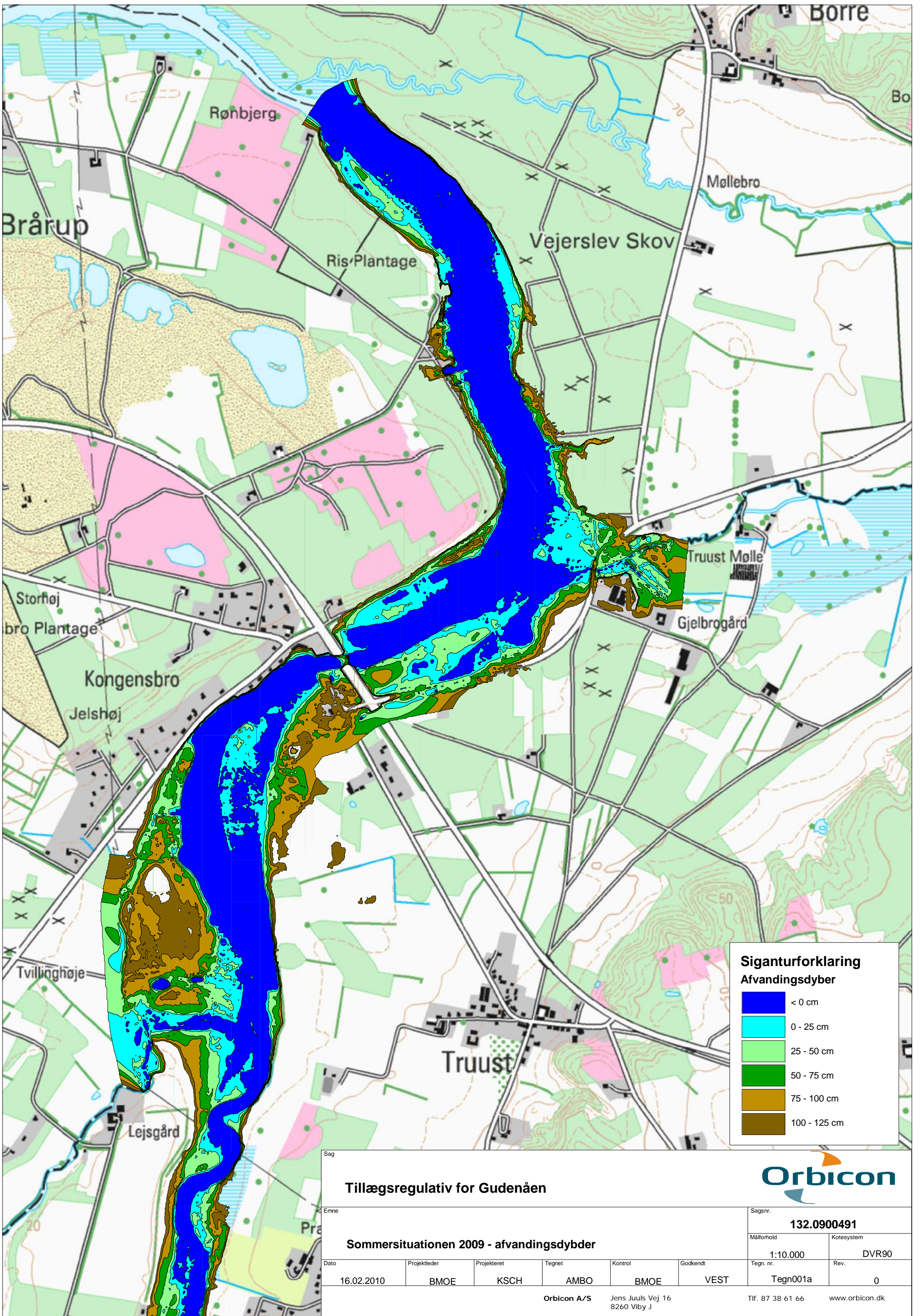
	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

Sag							Sagsnr.	
Tillægsregulativ for Gudenaåen							132.0900491	
Emne							Mållorhold	Kotesystem
Normal sommersituation før 2007 - afvandingsdyber							1:10.000	DVR90
Dato	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
16.02.2010	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn002e	0	
Orbicon A/S				Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66 www.orbicon.dk		



ORDSKOVEN
Korsdal Høj

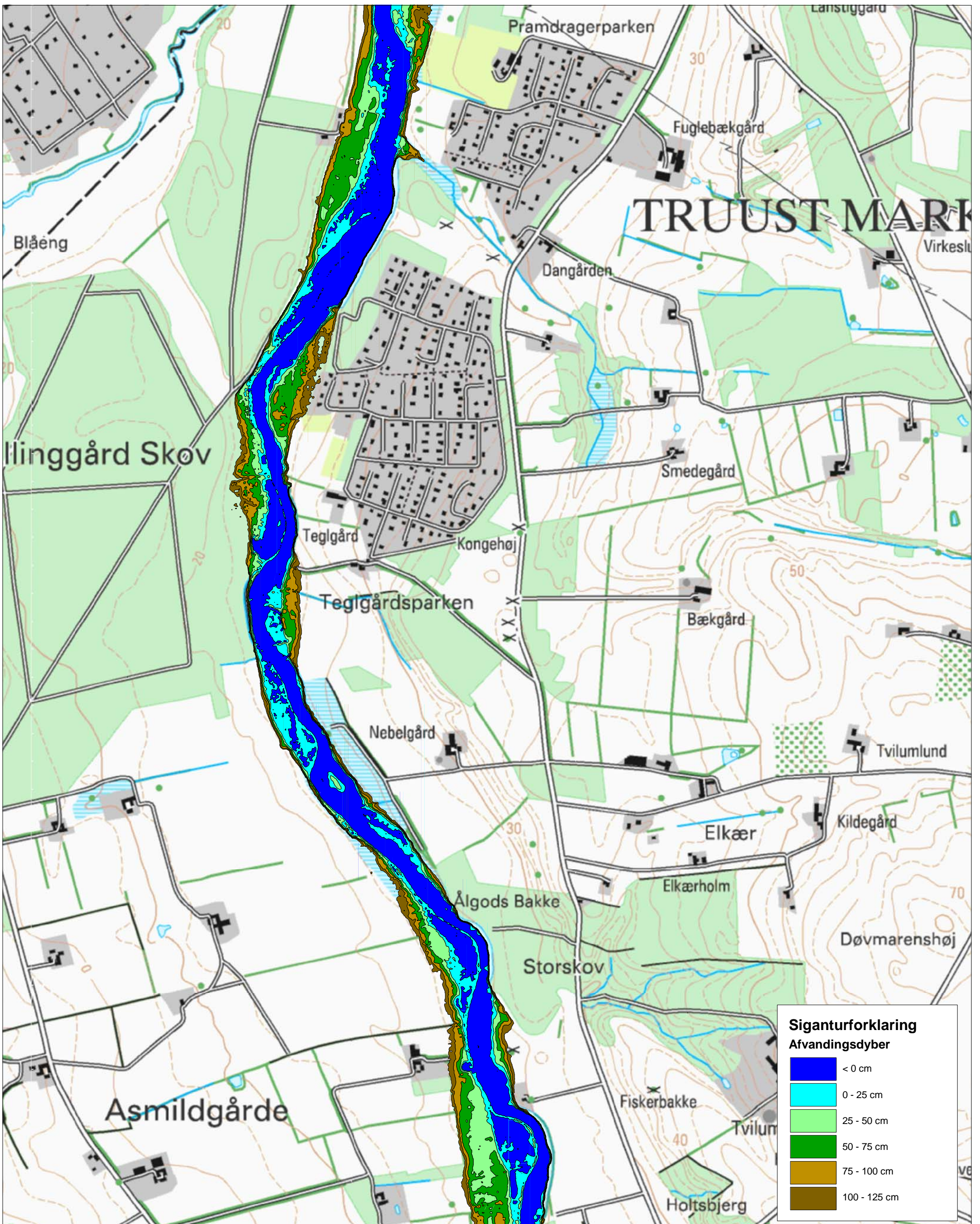
Sag										
Tillægsregulativ for Gudenåen										
Emne							Sagsnr.			
Normal sommersituation før 2007 - afvandingsdyber							132.0900491			
Dato							Mållorhold	Kotesystem		
16.02.2010							1:10.000	DVR90		
Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.				
BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn002f	0				
Orbicon A/S							Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66	www.orbicon.dk



**Siganturforklaring
Afvandingsdybder**

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

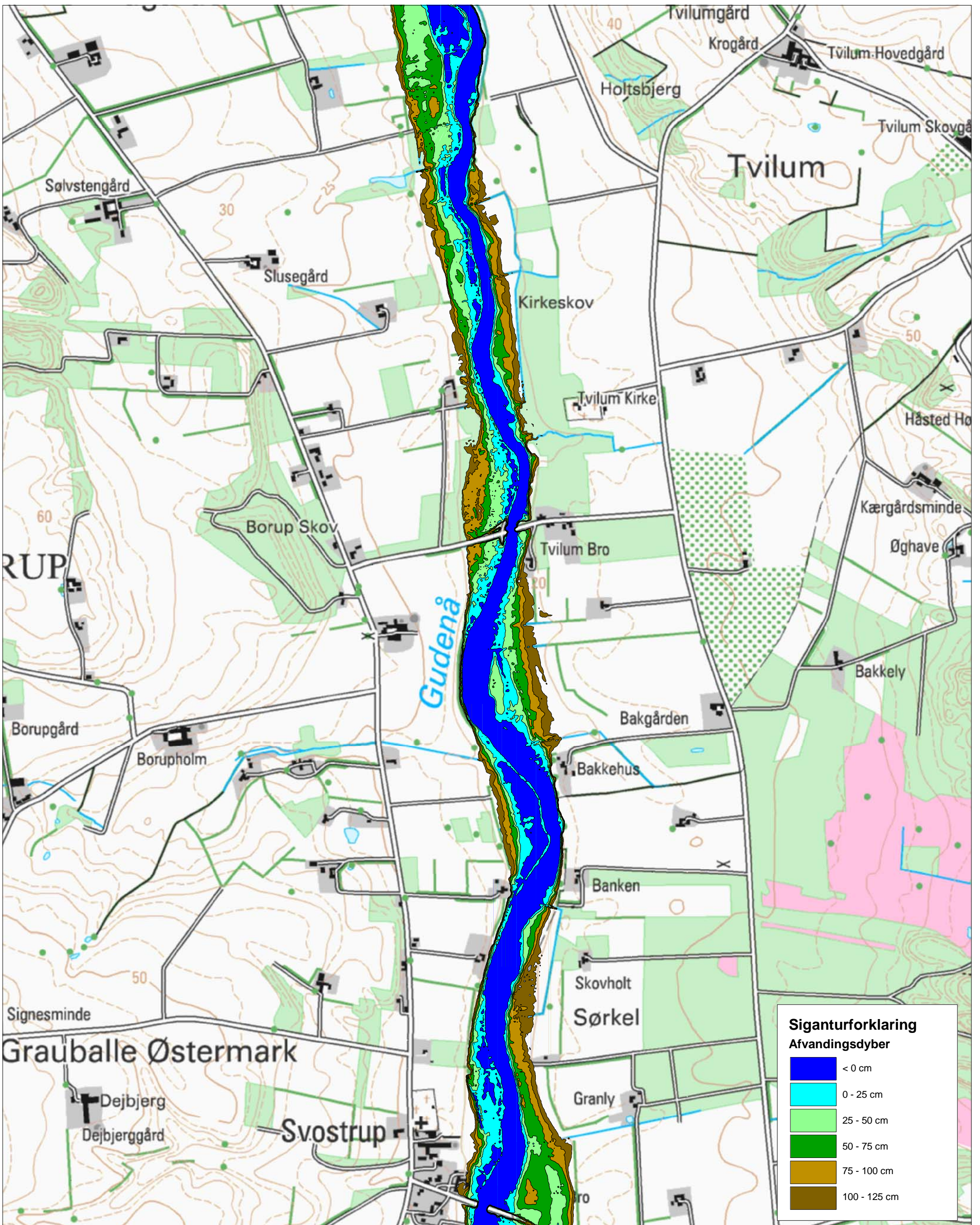
Sag							Orbicon	
Tillægsregulativ for Gudenåen								
Emne							Sagsnr.	
Sommersituationen 2009 - afvandingsdybder							132.0900491	
							Mållorhold	Kotesystem
							1:10.000	DVR90
Dato	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
16.02.2010	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn001a	0	
Orbicon A/S				Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66 www.orbicon.dk		



Siganturforklaring
Afvandingsdyber

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

Sag										
Tillægsregulativ for Gudenåen										
Emne							Sagsnr.			
Sommersituationen 2009 - afvandingsdyber							132.0900491			
Dato							Mållorhold	Kotesystem		
16.02.2010							1:10.000	DVR90		
Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.				
BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn001b	0				
Orbicon A/S							Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66	www.orbicon.dk

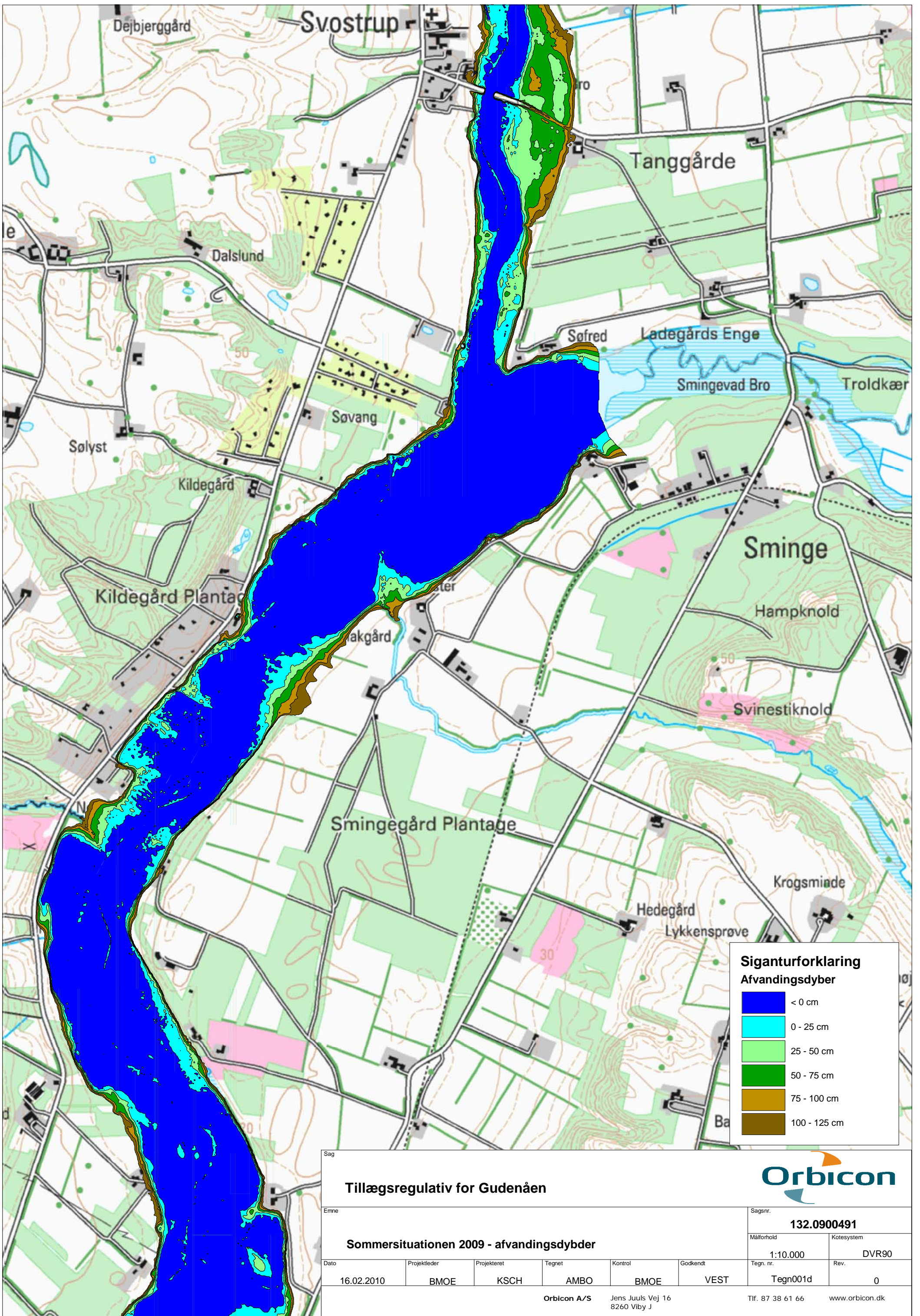


Tillægsregulativ for Gudenåen



Sommersituationen 2009 - afvandingsdybder

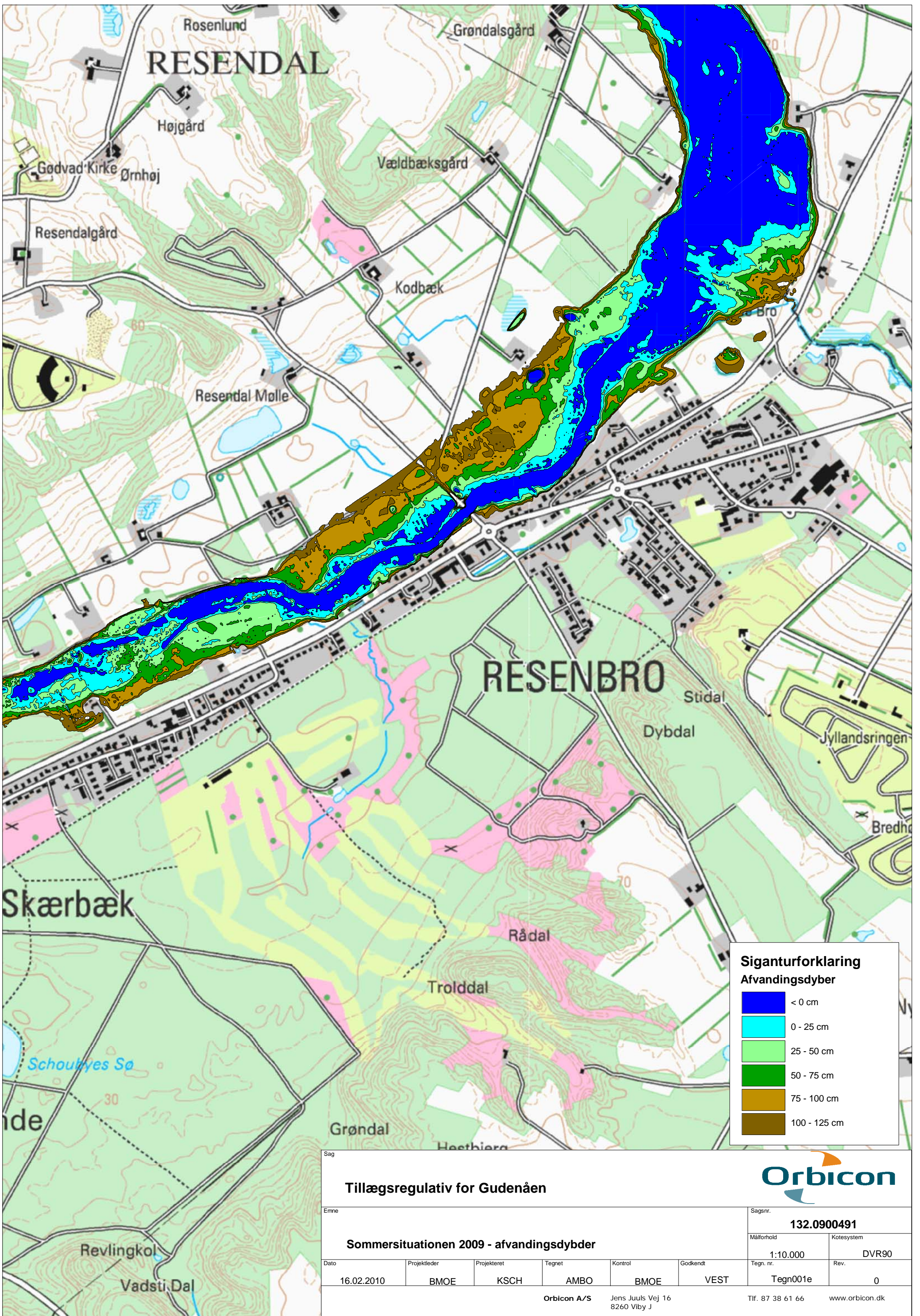
Sag							Sagsnr.	
							132.0900491	
Emne							Mållorhold	Kotesystem
							1:10.000	DVR90
Dato							Tegn. nr.	Rev.
16.02.2010	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn001c	0	
	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST			
Orbicon A/S				Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66 www.orbicon.dk		



**Siganturforklaring
Afvandingsdyber**

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

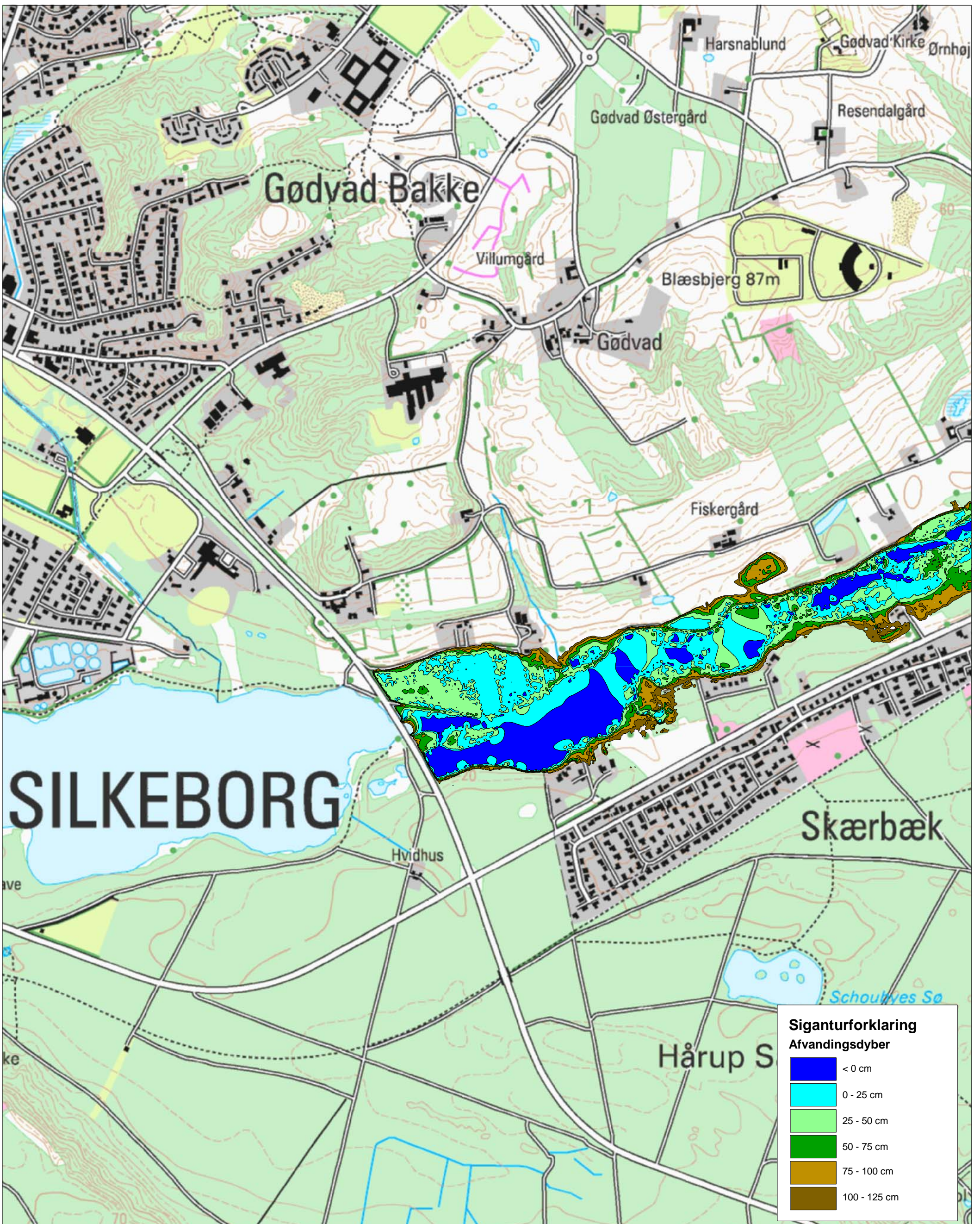
Sag										
Tillægsregulativ for Gudenåen										
Emne							Sagsnr.			
Sommersituationen 2009 - afvandingsdyber							132.0900491			
Dato							Mållorhold	Kotesystem		
16.02.2010							1:10.000	DVR90		
Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.		Rev.			
BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn001d		0			
Orbicon A/S							Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66	www.orbicon.dk









Siganturforklaring
Afvandingsdybder


	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

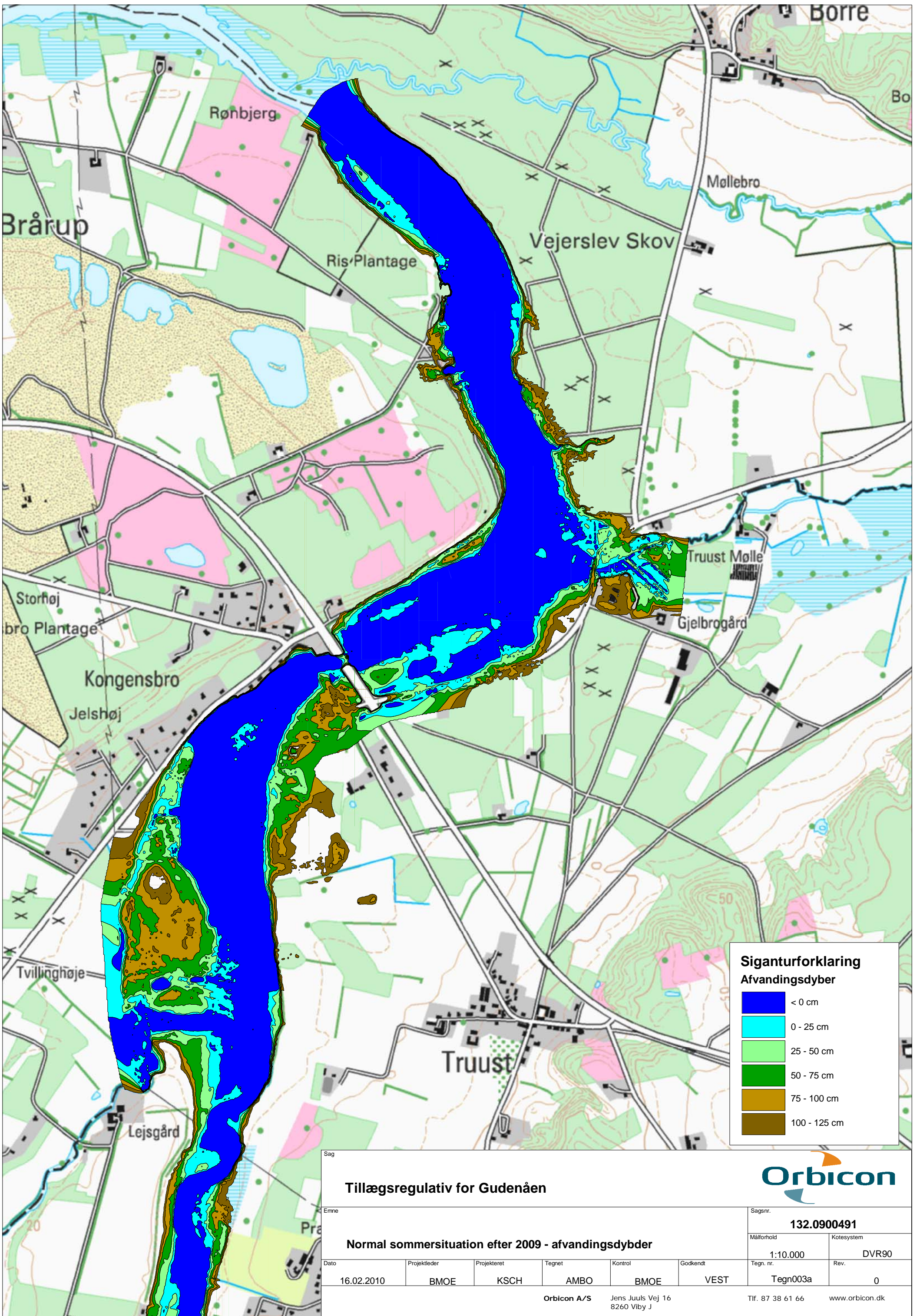
Sag								
Tillægsregulativ for Gudenåen								
Emne							Sagsnr.	
Sommersituationen 2009 - afvandingsdybder							132.0900491	
							Mållorhold	Kotesystem
							1:10.000	DVR90
Dato	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
16.02.2010	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn001e	0	
Orbicon A/S							Tlf. 87 38 61 66	
Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J							www.orbicon.dk	



Siganturforklaring
Afvandingsdyber

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

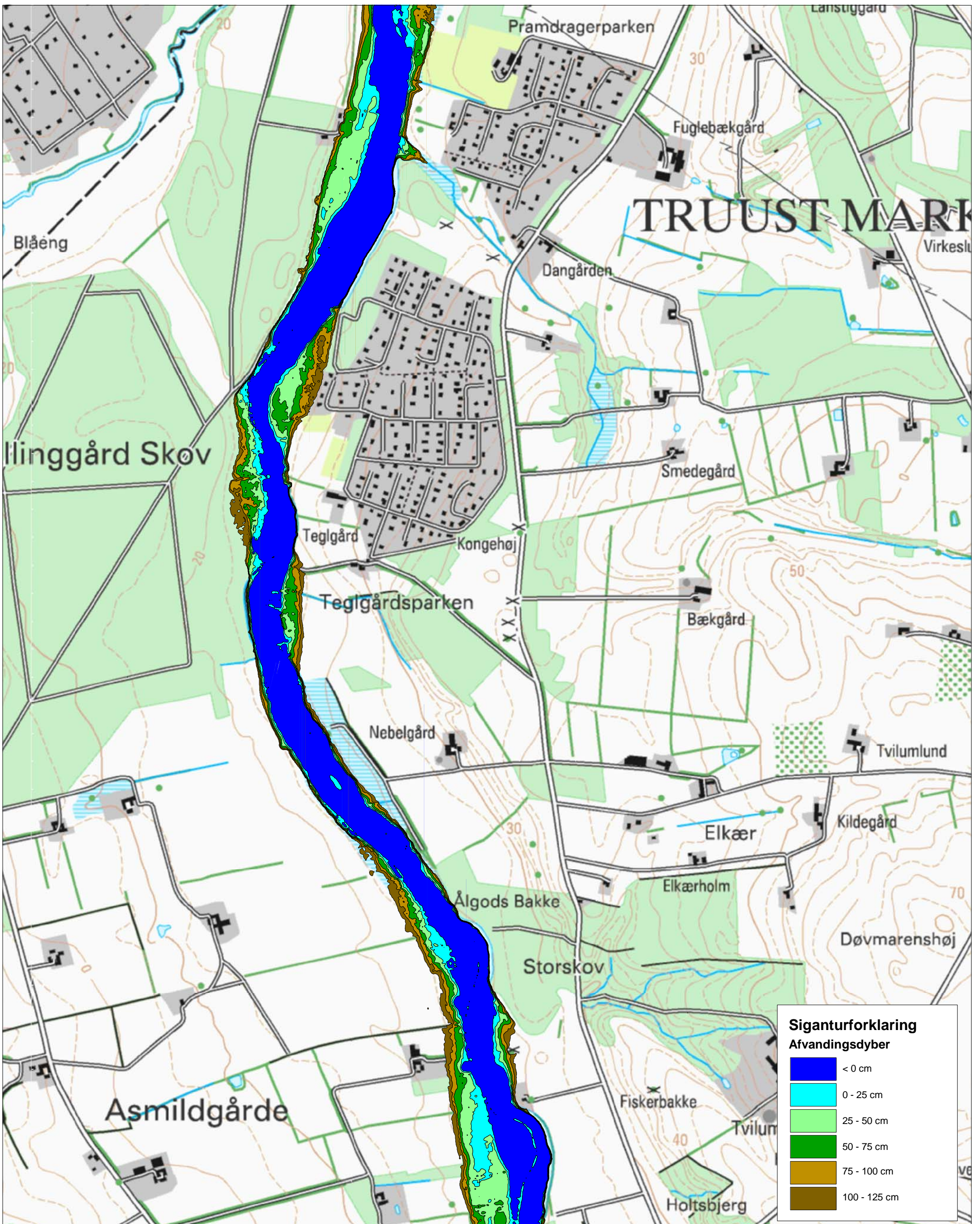
Sag									
<p>Tillægsregulativ for Gudenåen</p>									
Emne							Sagsnr.		
<p>Sommersituationen 2009 - afvandingsdyber</p>							<p>132.0900491</p>		
Dato							Mållorhold		Kotesystem
16.02.2010							1:10.000		DVR90
Projektleder			Projekteret		Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	
BMOE			KSCH		AMBO	BMOE	VEST	Tegn001f	
Rev.			Rev.						
0			0						
Orbicon A/S							Jens Juuls Vej 16		Tlf. 87 38 61 66
8260 Viby J							www.orbicon.dk		



**Siganturforklaring
Afvandingsdybder**

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

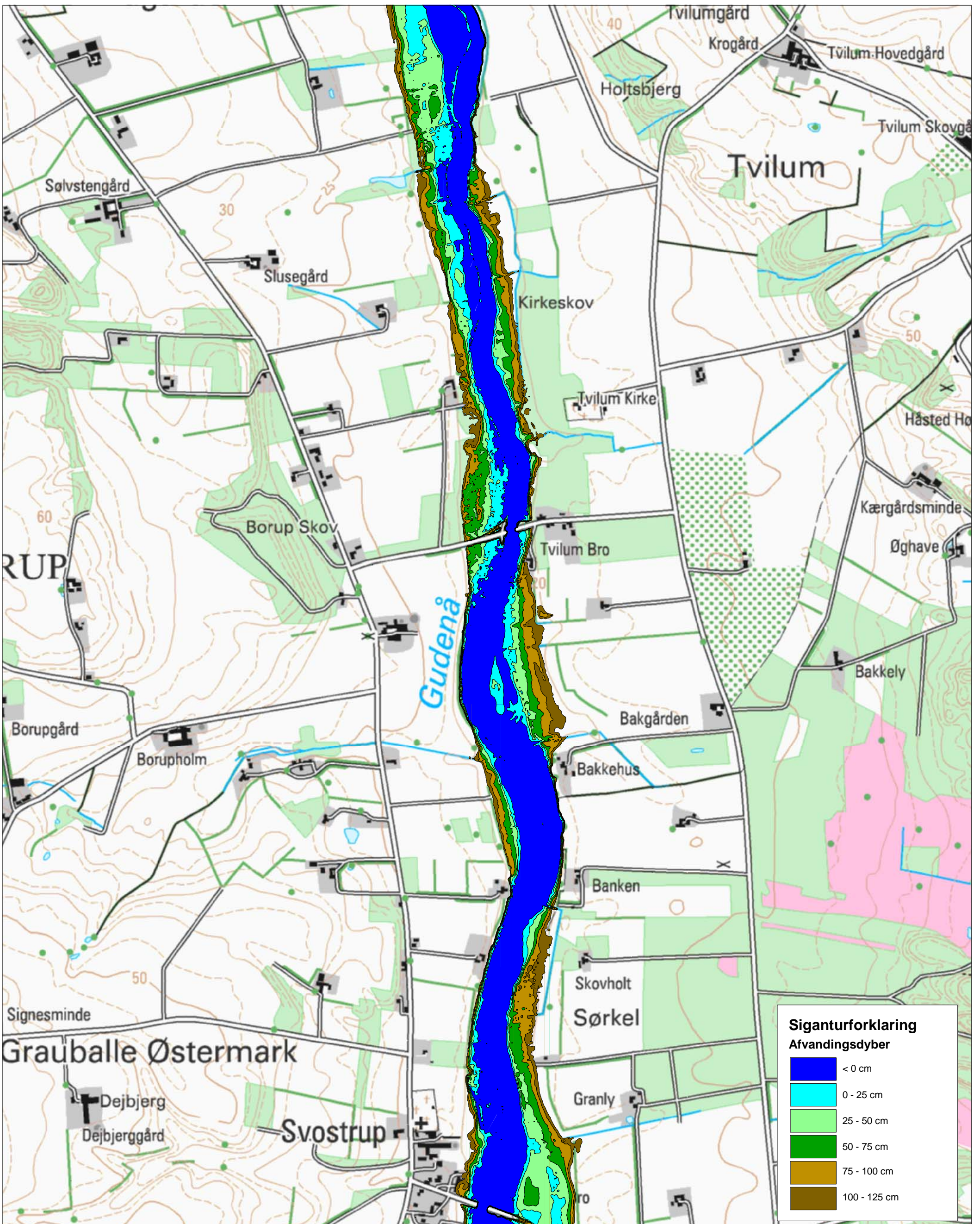
Sag										
Tillægsregulativ for Gudenåen										
Emne							Sagsnr.			
Normal sommersituation efter 2009 - afvandingsdybder							132.0900491			
Dato							Mållorhold		Kotesystem	
16.02.2010							1:10.000		DVR90	
Projektleder			Projekteret		Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
BMOE			KSCH		AMBO	BMOE	VEST	Tegn003a	0	
Orbicon A/S							Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66	www.orbicon.dk



Tillægsregulativ for Gudenåen



Emne							Sagsnr.	
Normal sommersituation efter 2009 - afvandingsdybder							132.0900491	
Dato							Mållorhold	Kotesystem
16.02.2010							1:10.000	DVR90
Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.		
BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn003b	0		
Orbicon A/S			Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66		www.orbicon.dk	



Siganturforklaring
Afvandingsdyber

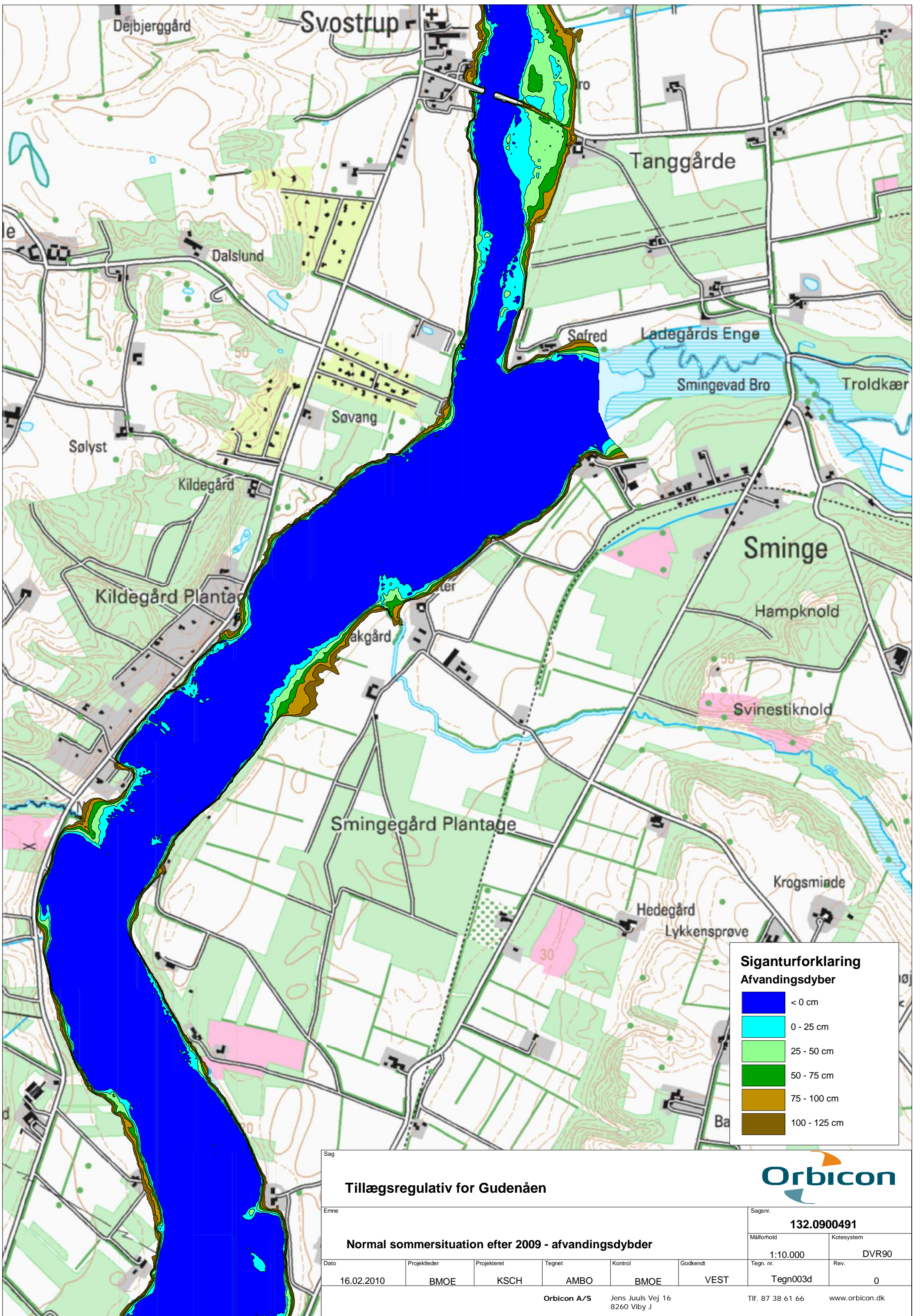
	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

Tillægsregulativ for Gudenåen



Normal sommersituation efter 2009 - afvandingsdyber

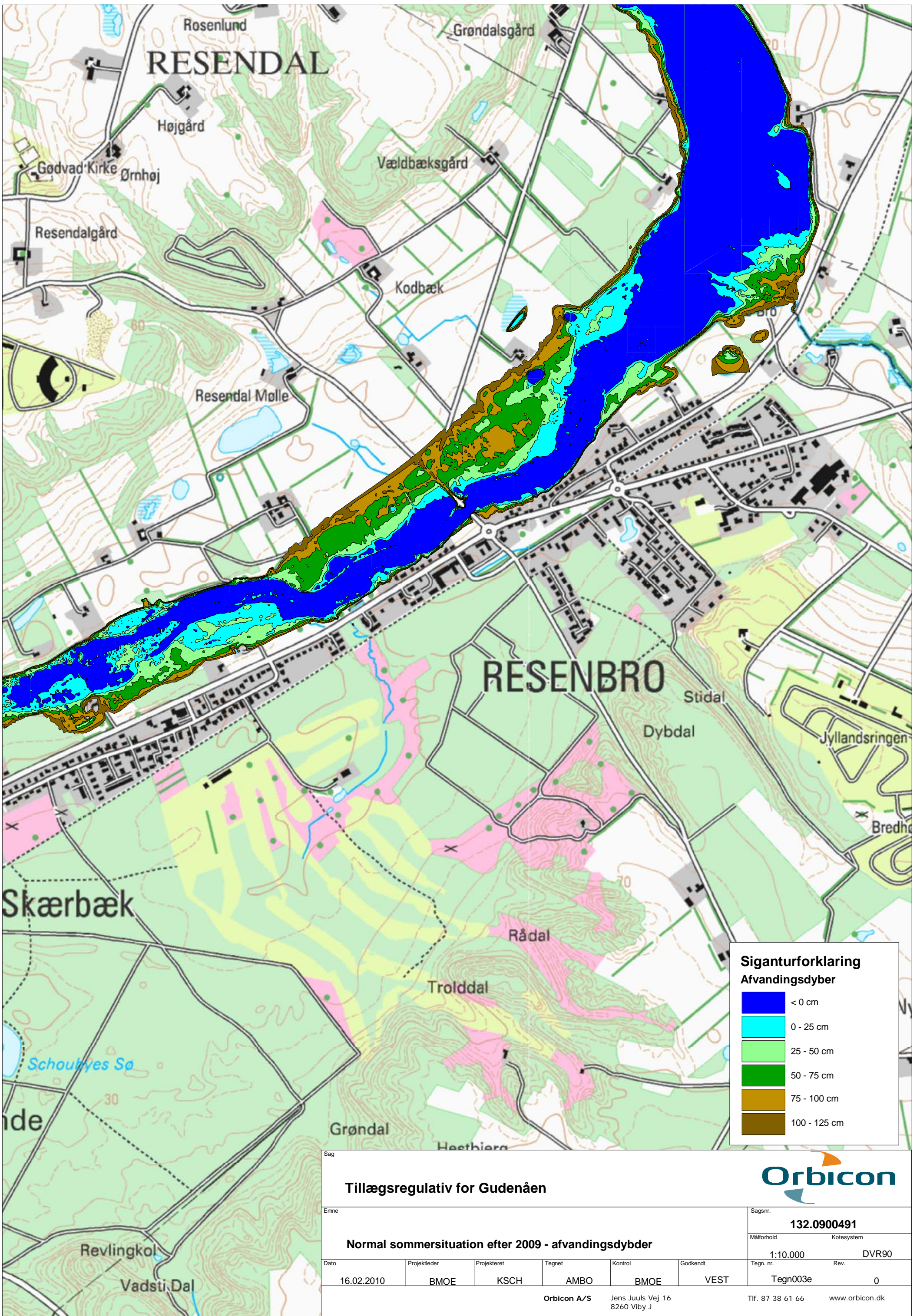
Sag							Sagsnr.	
							132.0900491	
Emne							Mållorhold	Kotesystem
							1:10.000	DVR90
Dato	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
16.02.2010	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn003c	0	
Orbicon A/S				Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66 www.orbicon.dk		



**Siganturforklaring
Afvandingsdyber**

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm

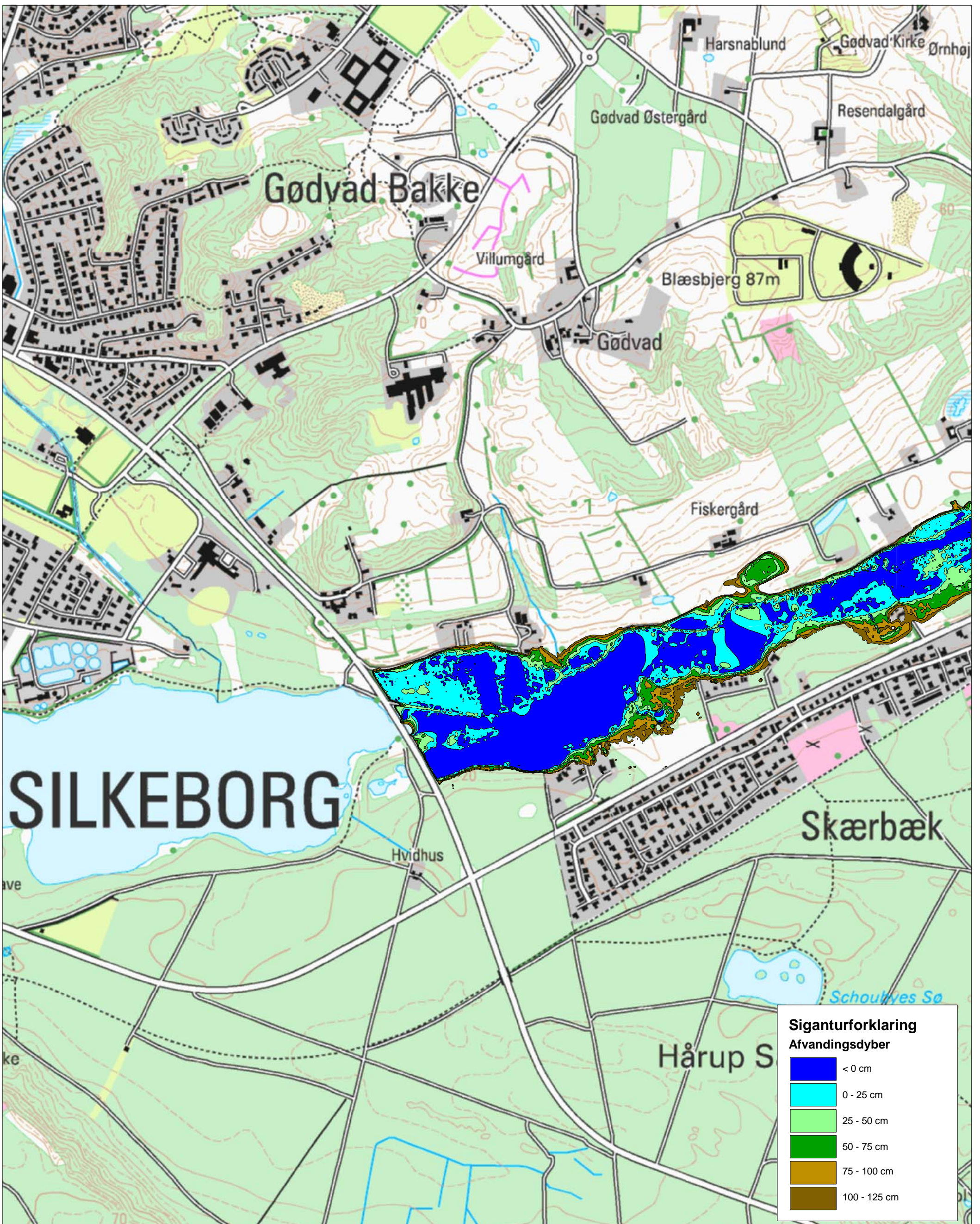
Sag									
Tillægsregulativ for Gudenåen									
Emne							Sagsnr.		
Normal sommersituation efter 2009 - afvandingsdyber							132.0900491		
Dato							Mållorhold		Kotesystem
16.02.2010							1:10.000		DVR90
Projektleder			Projekteret		Tegnet	Kontrol	Godkendt		
BMOE			KSCH		AMBO	BMOE	VEST		
Tegn nr.							Rev.		
16.02.2010							0		
Orbicon A/S							Jens Juuls Vej 16		
							8260 Viby J		
							Tlf. 87 38 61 66		
							www.orbicon.dk		



Siganturforklaring
Afvandingsdyber

	< 0 cm
	0 - 25 cm
	25 - 50 cm
	50 - 75 cm
	75 - 100 cm
	100 - 125 cm


Sag							Orbicon	
Tillægsregulativ for Gudenåen								
Emne							Sagsnr.	
Normal sommersituation efter 2009 - afvandingsdyber							132.0900491	
							Målløshold	Kotesystem
							1:10.000	DVR90
Dato	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
16.02.2010	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn003e	0	
Orbicon A/S				Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66 www.orbicon.dk		



SILKEBORG

Hvidhus

ØRDSKOVEN
Korsdal Høj

Sag								
Tillægsregulativ for Gudenåen							132.0900491	
Emne							Mållorhold	Kotesystem
Normal sommersituation efter 2009 - afvandingsdyber							1:10.000	DVR90
Dato	Projektleder	Projekteret	Tegnet	Kontrol	Godkendt	Tegn. nr.	Rev.	
16.02.2010	BMOE	KSCH	AMBO	BMOE	VEST	Tegn003f	0	
Orbicon A/S				Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J		Tlf. 87 38 61 66 www.orbicon.dk		