

Klimatilpasning i Danmarks Højdemodel (DHM) ved dynamisk fremskrivning af vandstands- og højdeændringer

INTRODUKTION Helt ude for enden af Harbøre Tange ligger Thyborøn – en by omgivet af vand til alle sider og med en stor og moderne fiskerihavn. Alt i mens det går op og ned indenfor fiskerierhvervet, går det kun én vej for niveauforholdene i byen, og det er ned. Gentagne præcisionsnivelelementer gennem de senere år viser, at byen sætter sig med 2 - 7 mm/år. Samtidig stiger middelvandstanden, hvilket betyder, at land- og havniveau nærmer sig hinanden med op til 1 cm om året. Ved at fremskrive rater for højdeændringer og vandstandsstigninger til et hvilket år ud i fremtiden og modellere resultaterne i DHM gives et forbedret grundlag for vurdering af oversvømmelsesfaren og for beslutning af klimatilpasningstiltag.

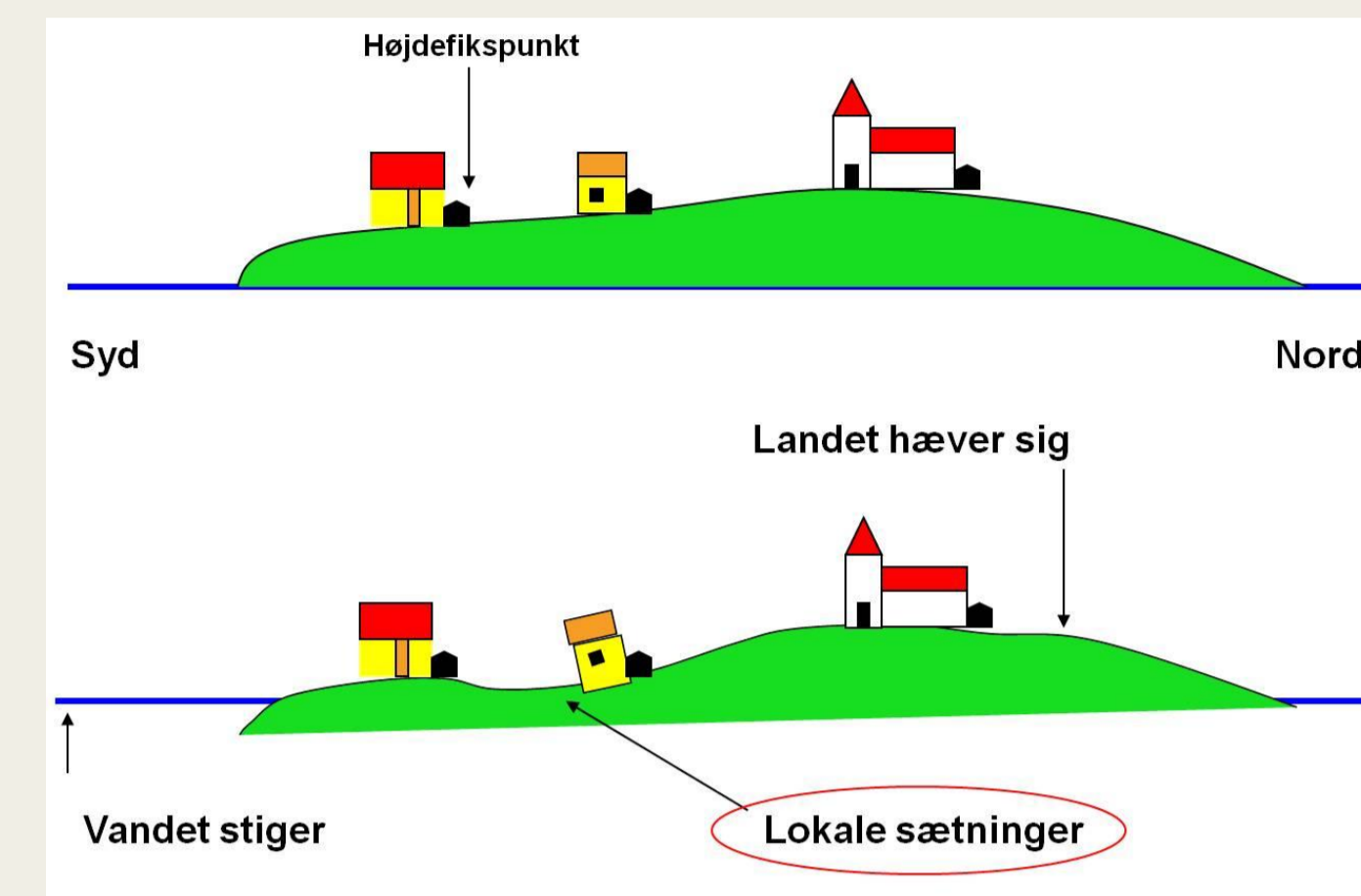
TILGANG Metodestudiet i Thyborøn (Fig. 1) har til formål at evaluere og udvikle nye anvendelsesområder af DHM i forbindelse med primært kystnær klimatilpasning. Udviklingen i den relative havspejlsstigning i dag (Fig. 2), som er en sum af bidrag fra en stigning i middelvandstand, en mindre generel landhævning og lokale sætninger, er undersøgt på baggrund af målinger af vandstand og koter. De målte landændringsrater, der er beregnet på baggrund af præcisionsnivelelementer udført i 2012, 2009 og 2006, er herefter fremskrevet ud fra forsimplede antagelser til at vise højdeforholdene i 2060 og til at vurdere fremtidigt oversvømmelsesomfang.

En lokal justering af DHM til Thyborøn anno 2012 er foretaget ud fra sammenligning med ny indmålte koter for brønddæksler i vejmidte (Fig. 3). En del af disse koter er tillige anvendt som input til bestemmelse af bundkoter for kloakbrøndene ved nedstiksmålinger. Herved kan sætningsrater for kloaksystemet bestemmes ved sammenligning med koter målt ved etableringen.

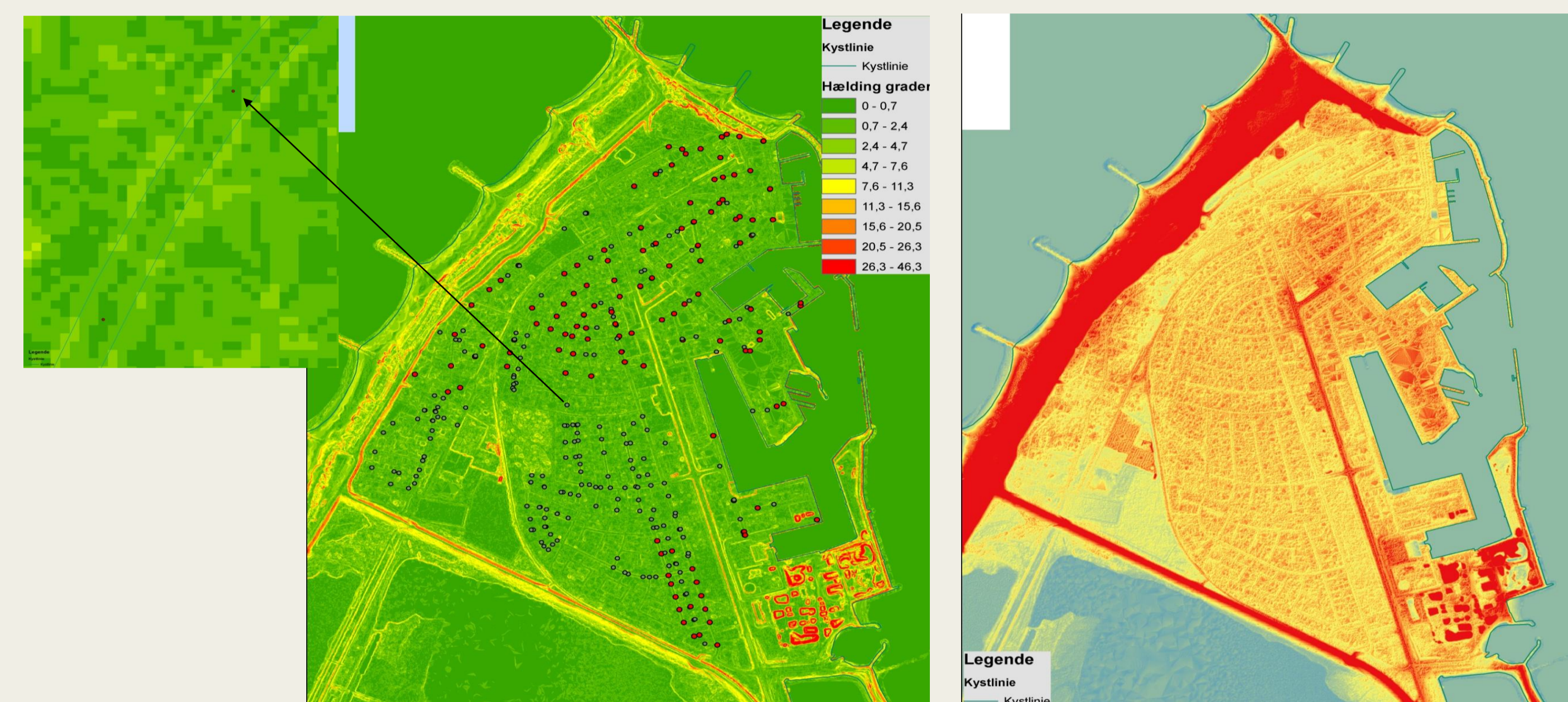
Der er endvidere beregnet højvandsstatistik for Thyborøn Havn til vurdering af, hvor ofte oversvømmelser kan forventes at indtræffe i dag og i fremtiden under forudsætning af, at udviklingen i stormflodsvandstandene (Fig. 4) vil følge havspejlsstigningen (Fig. 5). En stigning i stormflodsvandstanden på blot 15 cm frem til 2060 vil betyde, at det, der i dag kan betegnes som en 100-års hændelse, til den tid vil være en 10-års hændelse.



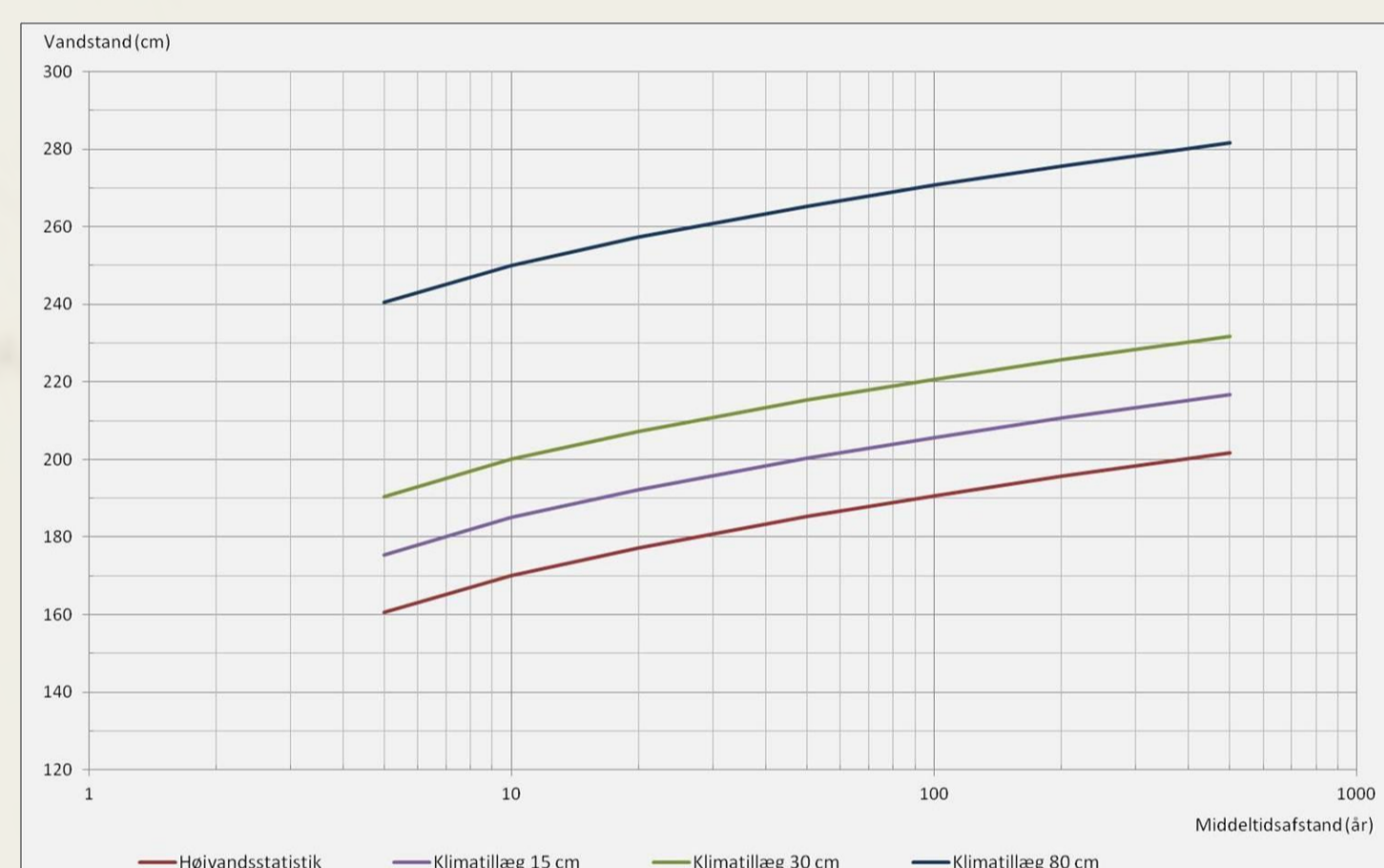
Figur 1 Thyborøn set mod syd (Foto: KDI/Hunderup Luftfoto)



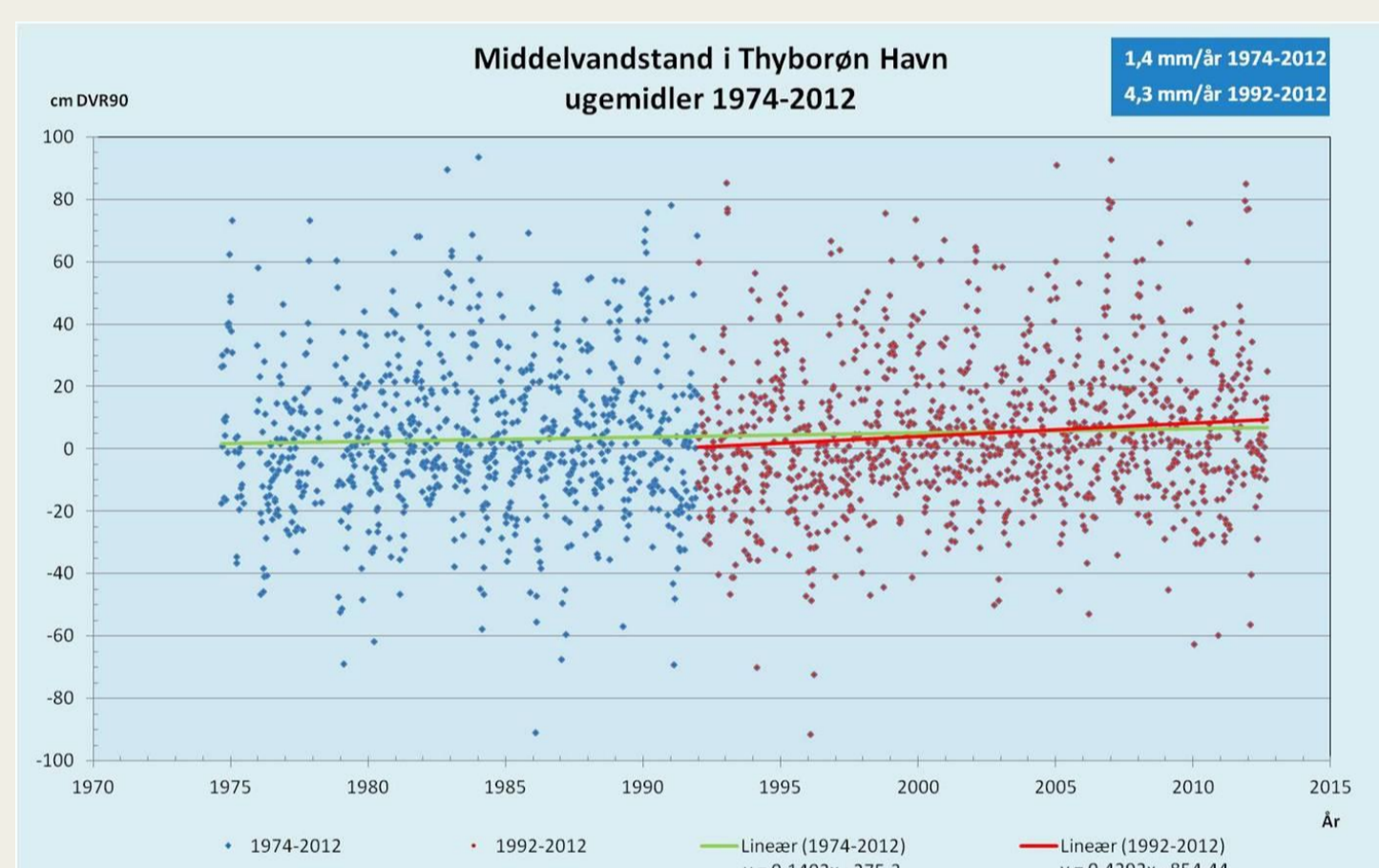
Figur 2 Skitse over vertikal landbevægelse og havspejlsstigning



Figur 3 Koter på brønddæksler på lokaliteter uden for meget 'støj' (grøn), dvs. fladt terræn mellem naboceller i DHM (t.v.), anvendes til at justere højdemodellen, så den bliver mere nøjagtig



Figur 4 Højvandsstatistik for Thyborøn i dag og med klimaeffekter



Figur 5 Udvikling i middelvandstand i Thyborøn for to perioder

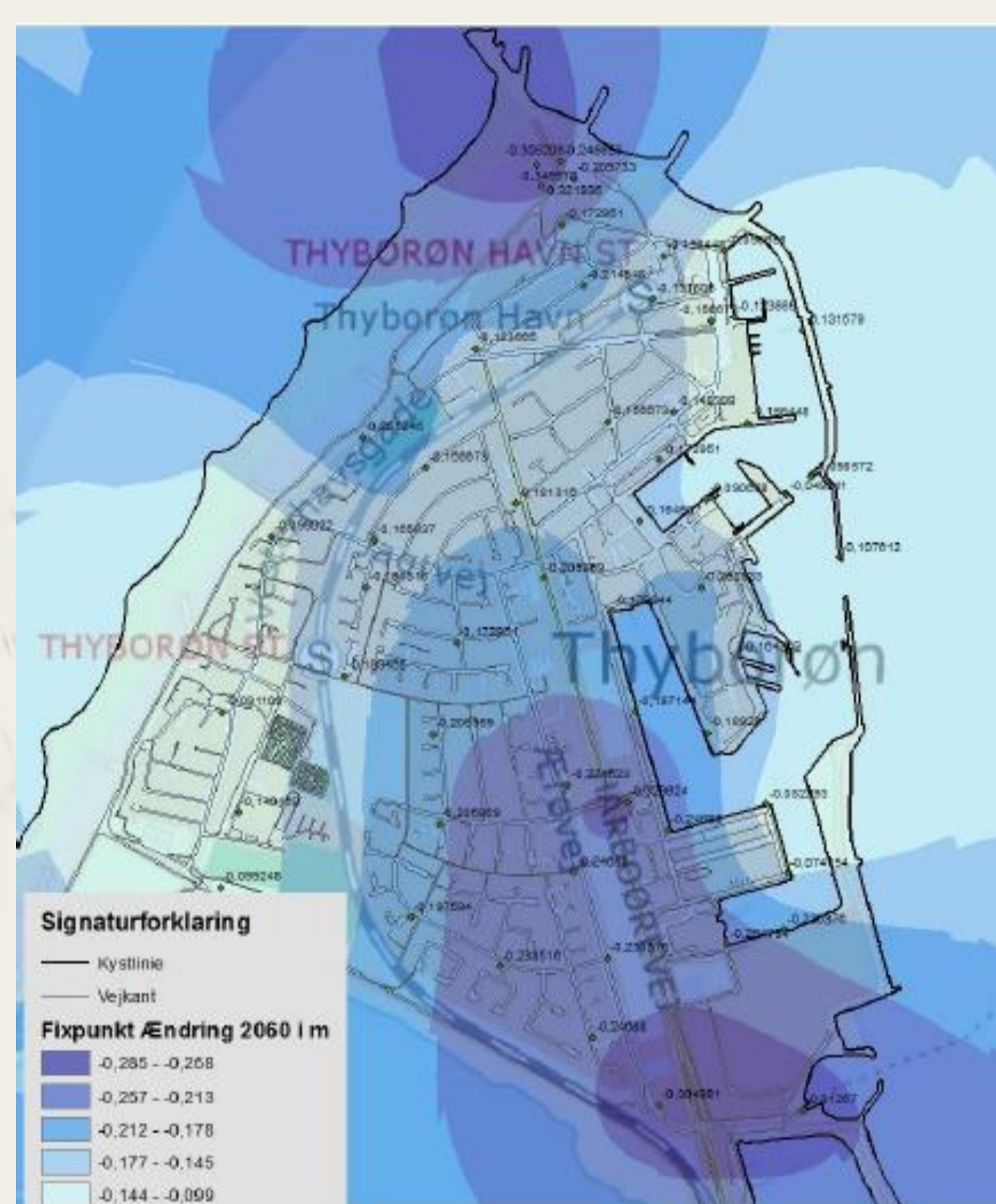
DYNAMISK DHM GIVER BEDRE KLIMATILPASNING

Høje sætningsrater på op til 7 mm/år ses i den SØ-lige del af Thyborøn, hvilket svarer til omkring 30 cm frem til 2060 (Fig. 6). Målinger på kloaknettet viser ligeledes store sætningsrater (Fig. 7), hvilket allerede i dag betyder, at vandet flere steder "løber den forkerte vej", og manglende fald fører til ophobning af slam (Fig. 8). Vurderingen af lokale sætninger bidrager således til et forbedret grundlag for kommende investeringer i spildevandssystemerne.

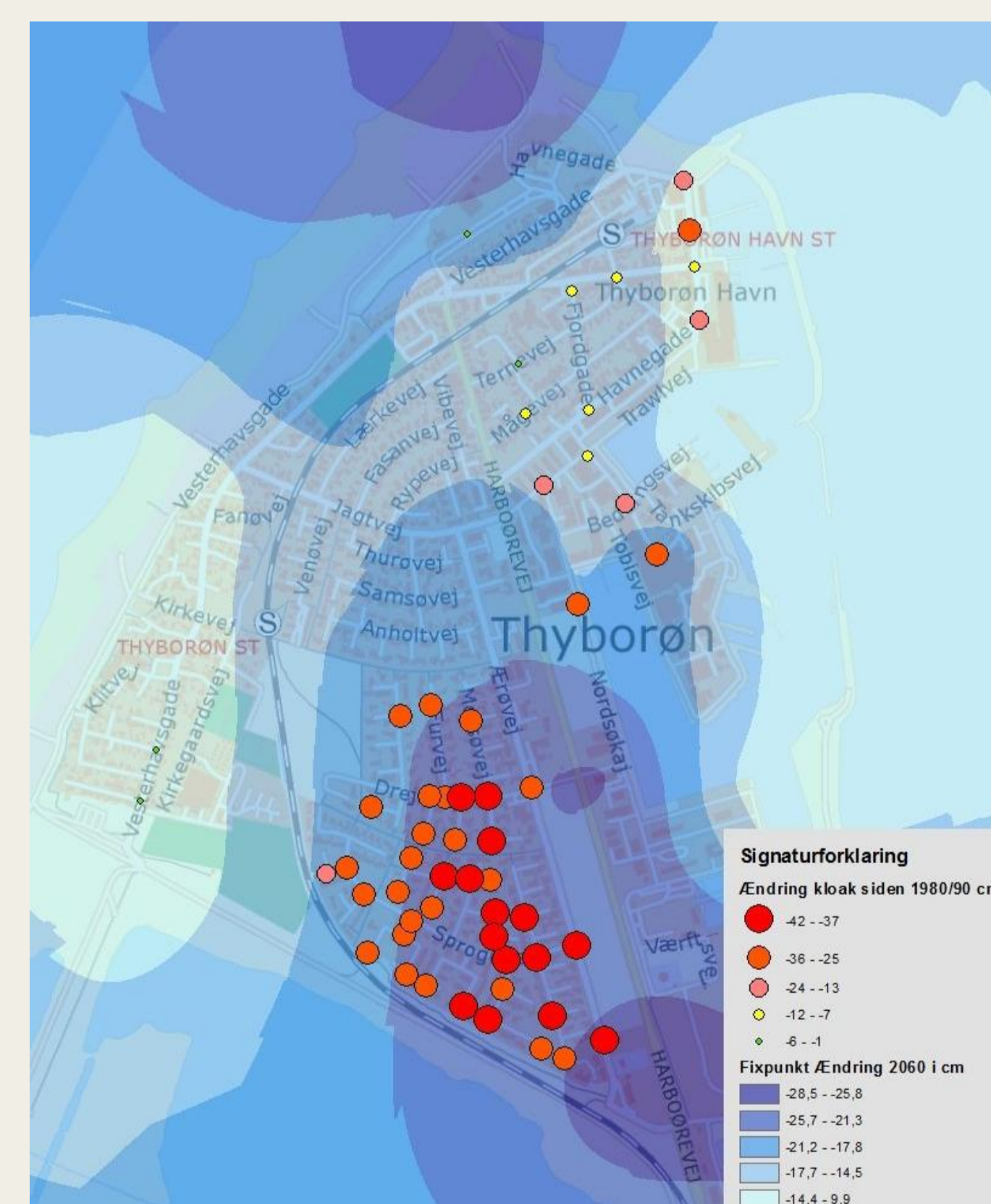
Udviklingen i det potentielle oversvømmelsesomfang under stormfloder i Thyborøn, som følge af en stigende vandstand og lokale sætninger frem til 2060, er dramatisk (Fig. 9). Allerede i dag er en del af byen oversvømmelsestruet ved omkring en 100-års hændelse, men stort set hele byen risikerer at stå under vand ved en tilsvarende hændelse i 2060. Selvom tidsfaktoren for oversvømmelsesudbredelsen ikke er medtaget, viser eksemplet, at sætninger lokalt kan have stor betydning for oversvømmelsesfaren, og at sætningernes påvirkning af oversvømmelsesomfanget ikke kun begrænser sig til kysten, men grundet en større oversvømmelsesdybde også vil medføre større skader længere inde i land.

Endvidere viser eksemplet fra Thyborøn, at fremskrivningen af de lokale højdeforhold i en dynamisk højdemodel, udgør et markant forbedret grundlag for vurderinger af fremtidig oversvømmelsesfare og for beslutninger om klimatilpasningstiltag og oversvømmelsesbeskyttelse.

Yderligere oplysninger om metodestudiet findes i Teknisk rapport nr. 16 fra Geodatastyrelsen (Broge et al, 2013): http://ftp.kms.dk/download/Technical_Reports/GST_Technical_Report_16.pdf.



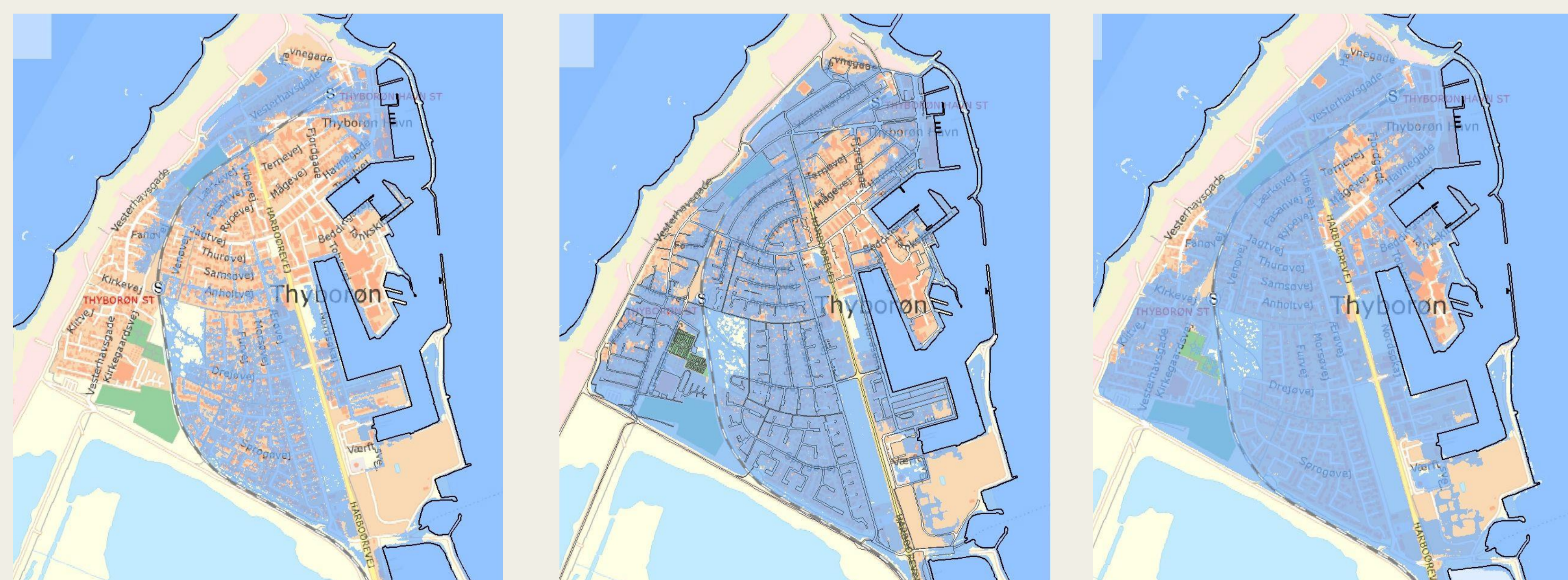
Figur 6 Fremskrevet lokal vertikal landbevægelse indtil 2060 ud fra 65 fikspunkter med ordinær kriging interpolation



Figur 7 Forskel mellem nyberegnete og gamle bundkoter i kloakker vist i kombination med beregnede sætningsrater



Figur 8 Måling af bundkote i brønd med kraftig slamaflejring i bundløbet



Figur 9 Maksimalt potentielt oversvømmelsesomfang ved en 100-års hændelse i dag (t.v.), i 2060 med havspejlsstigning på 15 cm (midt) og i 2060 med inddragelse af havspejlsstigning, generel landhævning og lokale sætninger