

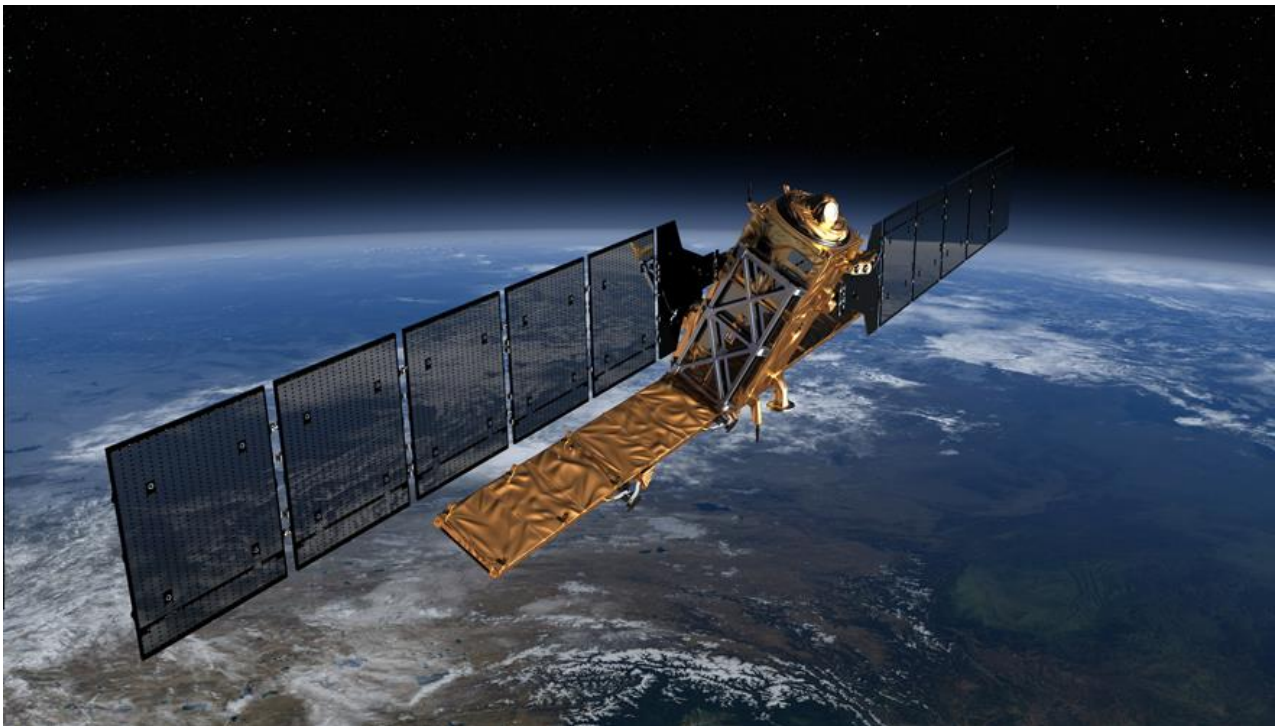
Modtager  
**SDFE**

Dokumenttype  
**Rapport**

Dato  
**November 2017**

Beskrivelse  
**InSAR-satellitdata til beskrivelse af vertikale landbevægelser  
En brugerbehovsundersøgelse**

# **BRUGERBEHOVS- UNDERSØGELSE INSAR-SATELLITDATA**





## INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>INDLEDNING</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>LEDELSESRESUME</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>BEHOVSUNDERSØGELSEN</b>	<b>9</b>
3.1	Fremgangsmåde	9
3.2	Overordnede indtryk	9
3.3	Et tidligt stadium	9
3.4	Brugernes kendskab og forudsætninger	10
3.5	Behov og anvendelsesmuligheder	10
3.6	Brugerens tekniske behov	21
3.7	Gennemførelse af minispørgeskemaundersøgelse	22
<b>4.</b>	<b>POTENTIELLE GEVINSTER</b>	<b>27</b>
4.1	Beskrivelse af gevinsttyper	27
4.2	Potentialevurdering og realiserbarhed	28
4.3	Omkostninger ved indførelse af InSAR-data	28
4.4	Potentielle gevinster – bygge og anlæg	28
4.5	Potentielle gevinster – klimatilpasning	34
4.6	Potentielle gevinster – forsyning	37
<b>5.</b>	<b>SAMMENFATNING</b>	<b>42</b>
<b>6.</b>	<b>BILAG</b>	<b>44</b>

# 1. INDLEDNING

Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering (SDFE) bad i maj 2017 Rambøll om at gennemføre en indledende brugerbehovsundersøgelse vedrørende brugen af InSAR-satellitdata om vertikale landbevægelser indenfor en række forretningsgange i den offentlige og private sektor.

Undersøgelsen skal bidrage til SDFEs videre arbejde med og vurdering af, hvorvidt der med fordel kan etableres en landsdækkende og flerårig service med behandlede InSAR-satellitdata.

Undersøgelsen er gennemført via afholdelse af en brugerworkshop med deltagelse af centrale interessenter samt 28 interviews, suppleret med desktop research. Workshopen blev afholdt d. 20. juni og interview blev gennemført i perioden juni til september 2017.

Brugerbehovsundersøgelsen er af praktiske hensyn blevet gennemført med afsæt i 3 udvalgte anvendelsesområder, som er vurderet til at være særligt relevante med hensyn til udnyttelse af InSAR-satellitdata. De tre områder er bygge & anlægsområdet, klimatilpasningsområdet og forsyningsområdet. Det skal dog understreges, at der med stor sandsynlighed findes en række andre anvendelsesområder, som ikke er omfattet af denne undersøgelse, og som også kan vise sig at rumme større potentialer end de 3 udvalgte områder.

Brugerbehovsundersøgelsen falder i to hoveddele.

Første del vedrører undersøgelse af hvilke behov og mulige anvendelser, der knytter sig til brugen af InSAR-satellitdata. Der er i undersøgelsen identificeret i alt 20 potentielle anvendelsesmuligheder inden for de tre udvalgte anvendelsesområder.

I anden del undersøges potentialer for gevinster ved anvendelse af InSAR-satellitdata inden for de tre områder. Vurderingen er i høj grad baseret på kvalitative interview, suppleret med hypotesedrevne taleksempler og sektorspecifikke nationale eller lokale data.

## Baggrund

### Vertikale landbevægelser og InSAR-teknologien

Jordens overflade hæver og sænker sig af forskellige årsager, såsom landhævninger efter sidste istid, ændringer af grundvandsspejlet, dræning, geologiske tektoniske bevægelser, jordskred i perioder med meget nedbør, samt som følge af bygge- og anlægsarbejde. Størrelsen på disse vertikale landbevægelser kan bestemmes vha. en teknik kaldet Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR). På baggrund af analyser af radarbilleder kan man over tid følge variationer i overfladehøjden med en nøjagtighed på få mm.

Her anvendes radarbilleder optaget med det Europæiske Rumagentur's (ESA) tvillingesatellitter Sentinel-1A og Sentinel-1B, opsendt i hhv. 2014 og 2016. Satellitterne optager billeder langs et 250 km bredt satellitspor, og hvert spor genoverflyves hver 6. dag. Sentinel-1-missionen er planlagt til at fortsætte frem til mindst 2040. Denne datadækning giver en hidtil uset mulighed for at opnå en systematisk og ensartet monitorering af vertikale landbevægelser i Danmark.

Data fra satellitterne stilles frit til rådighed af ESA. Det kræver dog en videre bearbejdning af data, før de kan præsenteres som vertikale landbevægelser og dermed skabe værdi hos slutbrugerne.

SDFE overvejer således at etablere og drifte en operationel service til en landsdækkende bearbejdning af radarbillederne og udstilling af landbevægelserne via en internetportal. Servicen vil levere landbevægelser opdateret med en given frekvens og således sikre en ensartet,

kontinuert datastrøm. Det skal dog bemærkes, at udformningen af en sådan service endnu ikke er fastlagt.

For yderligere beskrivelse af InSAR-teknologien, og den potentielle fremtidige nationale service, henvises til notatet InSAR baggrundsanalyse, som er vedlagt som bilag til undersøgelsen.

### **Erfaringer og etablering af national tjeneste**

InSAR-teknologien har været kendt siden 1980'erne, hvorfor en række lande allerede nu har indhøstet en række erfaringer med at anvende InSAR-satellitdata til en række forskellige formål. Den videre udvikling knytter sig mere til, hvorvidt og evt. hvorledes det vil være hensigtsmæssigt at etablere en operationel, national service med bearbejdede InSAR-satellitdata. Et sådant tiltag vil rumme en række fordele bl.a. i forhold til udbredelsen af anvendelsen af data, samt til at få opbygget længere, ensartede og sammenhængende tidsserier af vertikale landbevægelser. Sidstnævnte vil være af stor betydning for en række anvendelsesmuligheder, eksempelvis i forbindelse med løbende monitorering af broer, havne, diger etc. Det kræver dog en række tekniske og organisatoriske afklaringer samt først og fremmest en vurdering af, om de etableringsmæssige og driftsmæssige omkostninger, som sådan en national tjeneste måtte kræve, står mål med de gevinster og besparelser, som en sådan service kan skabe.

I Danmark har der hidtil været gennemført mindre projekter over små geografiske områder, hvor bl.a. SDFE, GEUS og DTU Space har været involveret. Udbredelsen af en national service vil således også kræve en større indsats med at få modnet markedet til at anvende og udnytte InSAR-satellitdata.

### **Anvendelse i andre lande**

Der pågår i disse år en række forskellige tiltag i de europæiske lande med dels at undersøge mulighederne for at udbyde InSAR-satellitdata som en samlet national service, og dels med den konkrete anvendelse inden for specifikke områder. Samlet kan det karakteriseres ved at være under hastig udvikling både, hvad angår tekniske løsninger, konkrete anvendelser og etableringen af nationale tjenester.

I lande som Norge, Tyskland, Italien og Frankrig arbejdes der på at etablere nationale tjenester til udstilling af data om vertikale landbevægelser. I Norge er man længst fremme, idet man her er meget tæt på at kunne præsentere en operationel service til en landsdækkende kortlægning. I USA har man gennem mange år anvendt InSAR-satellitdata. Eksempelvis har man i Californien indarbejdet anvendelse af InSAR-satellitdata, som en standard del af opgaveløsningerne til vurdering af grundvandssænkningernes betydning for sætninger og påvirkning af infrastrukturen.

### **Konkrete anvendelser**

De behandlede data, som beskriver vertikale landbevægelser, har internationalt vist sig at være værdifulde inden for en lang række fagområder. Som eksempler på anvendelsesområder kan nævnes følgende:

- Fremskrivning af terrænhøjder og klimaeffekter (havniveau, stormflod, nedbør) samt vurdering og kalibrering af oversvømmelsesmodeller.
- I det åbne land vedrører anvendelser en øget forståelse for årstidsvariationer i nedbør og ændring i grundvandsindvinding, identifikation af årsager til vandlidende marker og marginaljorde og fremskrivning af vandmættede og oversvømmede jorde.
- I forhold til geologiske processer kan en forbedret punktæthed forbedre kortlægning af prækvartæroverfladens geologi, identifikation af forkastningszoner, detaljering af isostatisk landhævning og vurdering af stabilitet af kystklinter, skrænter og udpegning og forståelse for erosion af kyststrækninger.

- Tidligere kortlægninger har resulteret i identifikationen af en række såkaldte 'hot spots' – områder, der ændrer sig hurtigere end omgivelserne, og som typisk ikke indfanges med traditionel landmåling. Hermed kan ændringer af enkelte bygninger (fx sætninger), jernbaner, veje, tunneller, moler, diger, broer, synlige ledningsnet mv. identificeres og monitoreres over tid

Nedenstående liste er eksempler på fagområder, hvor man internationalt benytter InSAR-satellitdata:

- Vertikale bevægelser relateret til grundvandsindvinding
- Bygge- og anlægsarbejder
- Byplanlægning
- Landbrug
- Kystovervågning
- Asset Management af nedgravede ledninger (kloak, drikkevand og gas)
- Landsænkning som følge af mine-aktiviteter eller gas/olie-indvinding
- Jordskredsmonitorering og varsling
- Jordskælv og vulkanudbrud

Som eksempler på konkrete projekter i forskellige lande, hvor der er benyttet InSAR-satellitdata kan følgende nævnes:

- I Norge anvendes InSAR-teknologien til kortlægning og overvågning ift. fjeldskredfare og infrastruktur, herunder til monitorering af sætninger i området omkring Oslo centrum<sup>1</sup>.
- I San Francisco anvender man InSAR-teknologien i forbindelse med The Millennium Tower til at identificere landbevægelser, der udfordrer sikkerheden og byplanlægningen i nærområdet<sup>2</sup>.
- I Italien har man anvendt teknologien til et større nationalt projekt, hvor man har kortlagt ustabile områder i et forsøg på at forebygge og dermed formindske risici<sup>3</sup>.
- Internationale forskere har lavet en undersøgelse, der påviser, at overdrevent grundvandsudvinding langs den amerikanske østkyst kan medføre landbevægelser, der som konsekvens kan resultere i problematiske oversvømmelser i urbane områder<sup>4</sup>.
- I Kina har man anvendt InSAR-teknologien til at monitorere sætninger som følge af minedrift<sup>5</sup>
- I Grækenland har man benyttet InSAR-satellitdata til analyse af sætninger som følge af diverse vand-relaterede elementer<sup>6</sup>
- I Polen er InSAR-satellitdata blevet anvendt til at analysere sætninger i områder med saltminer<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> 'Kartlegging og overvågning av skredfare og infrastruktur ved bruk av radarsatellitter og InSAR- metodikk', Norsk Romsenter, 2014

<sup>2</sup> <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/thematic-areas/land-monitoring-content/-/article/satellites-confirm-sinking-of-san-francisco-tower>

<sup>3</sup> Costantini et. al., 2016: 'Analysis of surface deformations over the whole Italian territory by interferometric processing of ERS, Envisat and COSMO-SkyNed radar data'

<sup>4</sup> <https://eos.org/articles/playing-with-water-humans-are-altering-risk-of-nuisance-floods>

<sup>5</sup> <https://link.springer.com/article/10.1007/s12404-011-0205-2>

<sup>6</sup> [http://www.remsenslab.geol.uoa.gr/papers/Vassilopoulou\\_etal\\_2013\\_Larissa.pdf](http://www.remsenslab.geol.uoa.gr/papers/Vassilopoulou_etal_2013_Larissa.pdf)

<sup>7</sup> Surala et. al., 2012: 'Application of SAR interferometric methods to identify the mobility of the area above salt diapir in Inowroclaw region (Poland)'.

## 2. LEDELSESRESUME

Der er i perioden maj til september 2017 gennemført en brugerbehovsundersøgelse inden for anvendelsen af InSAR-satellitdata til beskrivelse af vertikale landbevægelser. Det vil sige data der beskriver, hvordan jordens overflade hæver og sænker sig indenfor få mm nøjagtighed. InSAR-satellitdataene fra Sentinel-1 dækker hele Danmark, og repeteres hver sjette dag, hvorved den tidlige udvikling kan følges.

Undersøgelsen indgår i Styrelsen for Dataforsyning og Effektiviserings (SDFE) videre arbejde med InSAR-satellitdata i forhold til en vurdering af potentialet i at etablere en længerevarende landsdækkende service til udstilling af behandlede InSAR-satellitdata, herunder hvordan en sådan service med fordel kan udformes.

I lande som Norge<sup>8</sup> og Tyskland<sup>9</sup> er man allerede i gang med etableringen af operationelle nationale services. Tilsvarende overvejelser pågår i en række andre europæiske lande såsom Italien og Frankrig, hvor man er i fuld gang med at undersøge muligheder og potentialer.

Den danske undersøgelse er gennemført inden for tre udvalgte anvendelsesområder, som er vurderet til at være særligt relevante. Det er bygge & anlægsområdet, klimatilpasningsområdet og forsyningsområdet. Det bør dog understreges, at der med stor sandsynlighed findes en række andre anvendelsesområder, som ikke er omfattet af denne undersøgelse.

Denne undersøgelse er baseret på 28 interviews med centrale aktører inden for de tre områder.

### Behovsundersøgelse

I første del af undersøgelsen identificeres der konkrete behov og anvendelsesmuligheder inden for de tre områder.

På **bygge & anlægsområdet** blev der udtrykt stor interesse for anvendelse af InSAR-satellitdata. Her var forhåndskendskabet til InSAR-satellitdata og dens muligheder, modsat de to andre områder, ikke særligt stort. Der er generelt stor interesse for mulighederne, og man ser store perspektiver i en fremtidig anvendelse. Der blev her blandt andet identificeret anvendelser inden for dæmninger og diger til infrastruktur, monitorering af broer og større bygningsværker, havneanlæg og i forbindelse med store infrastrukturprojekter. Da anvendelsen i stort omfang knytter sig til monitorering og overvågning, har man typisk brug for hyppigt opdaterede data.

Inden for **klimaområdet** har der været stor interesse for at deltage i undersøgelsen, og der er blevet identificeret en række konkrete anvendelsesmuligheder i relation til klimatilpasning af klimavariabler såsom kyst og fjord, vandløb, grundvand og nedbør. Generelt knytter anvendelsen sig til planlægnings- og screeningsaktiviteter.

Der blev her tilkendegivet behov for pilotprojekter for at kunne forstå og udnytte potentialerne ved klimasikring til fulde. Der blev rejst spørgsmål vedrørende datatæthed i InSAR-satellitdata, og om data kan anvendes i det mere åbne terræn.

Inden for **forsyningsområdet** er man generelt mere forbeholdne sammenlignet med de to andre anvendelsesområder, hvad angår potentiale for anvendelse. Casen fra Thyborøn, hvor der er markante fordele ved at benytte InSAR-satellitdata, er meget velkendt blandt forsyningssekskaberne. Der er identificeret en række konkrete anvendelsesmuligheder navnlig inden for kloakanlæg, men hvorvidt det hovedsageligt knytter sig til Thyborøn, er umiddelbart

<sup>8</sup> Rammeavtale, NGU, NVE og NRS, 2016

<sup>9</sup> Kalia and Lege, 2016: 'A Copernicus downstream-service for the nationwide monitoring of surface displacements in Germany'

svært at vurdere, bl.a. fordi der endnu ikke foreligger en national beregning af vertikalbevægelser.

Der kan være tale om, at der reelt kun er sætningsudfordringer i den størrelsesorden i Thyborøn, eller også er man måske ikke helt klar over, at det også forekommer i andre dele af landet. Et nærmere studie af InSAR-satellitdata vil være en måde at opnå større klarhed over størrelsen af sætningsrater rundt om i landet.

### **Potentielle gevinster**

I anden del af undersøgelsen blev der vurderet potentialer for gevinster ved anvendelse af InSAR-satellitdata inden for de tre områder. Vurderingen er i høj grad baseret på kvalitative interview, suppleret med hypotesedrevne taleksempler og sektorspecifikke nationale eller lokale data. Potentialerne skal således betragtes som værende af indikativ karakter, og de enkelte anvendelsesmuligheder vurderes ud fra henholdsvis størrelse og realiserbarhed.

Det relativt største potentiale vurderes at være inden for **bygge- & anlægsområdet**, som også vurderes til at være relativt nemt at realisere sammenlignet med de to andre anvendelsesområder. Anvendelsesmuligheder som store infrastrukturprojekter, jordskred, havneanlæg, validering af geotekniske parametre og beregninger, private boliger og grundsalg vurderes alle til at ligge i kategorien stor eller mellem, hvad angår realiserbarhed.

Specielt forventes anvendelse af InSAR-data i forbindelse med store infrastrukturprojekter at kunne bidrage med supplerende data og mulig effektivisering af nuværende manuelle løsninger med en mere automatiseret tilgang. Det skal dog pointeres, at der stadig er betydelig usikkerhed omkring, hvilken udstrækning InSAR-data kan anvendes i denne relation, og hvor stor den eventuelle gevinst vil være.

Inden for **klimaområdet** spænder de identificerede anvendelsesmuligheder over hele potentialespekteret. Størst potentiale ses i forhold til stormflodssikring af kyst og fjord. Her er der store muligheder for at anvende InSAR-satellitdata til at sikre det rette sikkerhedsniveau i forhold til at kvalificere sikringernes højde, hvilket potentielt kan forhindre store skadesomkostninger. Samtidigt bliver denne anvendelse vurderet stor i forhold til realiserbarhed. De resterende anvendelsesmuligheder inden for klimaområdet bliver vurderet til at have en lille til moderat gevinst forbundet med anvendelse, og en generel lav mulighed for at blive realiseret.

Denne vurdering bør dog også sammenholdes med den udvikling, som klimaområdet og særligt klimatilpasning med meget stor sandsynlighed vil gennemløbe de kommende år med stærkt stigende investeringer og stigende antal klimahændelser. Denne udvikling vil alt andet lige udvide potentialet for anvendelse af InSAR-satellitdata. Som et konkret eksempel på at denne udvikling allerede er i gang kan nævnes, at kommunernes udgifter til kystbeskyttelse er blevet fordoblet i perioden 2012 til 2016.

På **forsyningsområdet** vurderes det umiddelbart, at det kun er en lille del af den samlede forsyningssektor, hvor der kan skabes gevinster ved hjælp af InSAR-satellitdata. Der er dog knyttet en relativ stor usikkerhed til denne vurdering - jf. tidligere nævnte forhold om eventuelt manglende kendskab til den reelle påvirkning af de geologiske forhold på forsyningsområdet, samt en eventuelt manglende lyst til at offentliggøre sådanne udfordringer. Samlet set vurderes både potentialestørrelse samt realiserbarhed som værende lavere end på de andre to områder.

Nedenstående illustration viser den samlede oversigt over alle identificerede anvendelsesmuligheder med tilhørende vurderinger. Dette skal ses i lyset af interessenternes forståelse for muligheder/ begrænsninger med teknikken, da de blev interviewet.



## Anvendelsesmuligheder

Bygge og anlæg				Klima				Forsyning			
	Interesse-angivelse	Potentiale-vurdering	Realiser-barhed		Interesse-angivelse	Potentiale-vurdering	Realiser-barhed		Interesse-angivelse	Potentiale-vurdering	Realiser-barhed
Monitorering af broer	Enkelte	○	○	Stormflodsikring fra kyst & fjord	Størstedelen	●	●	Investeringsplanlægning	Flere	●	○
Monitorering af større byggerier	Flere	●	○	Oversvømmelsessikring fra vandløb og åer	Enkelt	●	○	Planlægning og projektering af ledninger	Størstedelen	●	●
Monitorering i forbindelse med forbelastning	Enkelte	○	○	Oversvømmelsesrisiko grundvand	Enkelte	○	○	Kloakfornyelse	Størstedelen	●	●
Store infrastruktur projekter	Flere	●	●	Oversvømmelsesrisiko nedbør	Størstedelen	○	○	Opdatering af hydrauliske modeller for ledningsanlæg og overflade	Enkelt	○	○
Jordskred	Enkelte	○	●	Dæmninger og diger til infrastruktur	Flere	●	●	Indvinding af drikkevand	Enkelt	○	○
Havneanlæg – kaj anlæg og moler	Enkelte	●	●					Vurdering af fremtidigt nedsvingspotentiale	Enkelt	○	○
Validering af geotekniske parametervalg og beregninger	Enkelte	●	●								
Private boliger	Enkelte	○	●								
Grundsøg	Enkelt	○	●								

Potentialevurderingen og realiserbarhedsvurderingen skal læses på følgende måde:

○ = lille, ● = mellem og ● = stor

### Udnyttelse af InSAR- satellitdata

I forbindelse med interviewrunden blev der som afslutning på hvert interview gennemført en mindre spørgeskemaundersøgelse, som den interviewede skulle besvare. Der er blevet besvaret i alt 22 spørgeskemaer. Her blev der spurgt ind til deres generelle og overordnede vurderinger af mulighederne ved at anvende InSAR-satellitdata.

Her tilkendegiver 64 pct., at de enten i meget høj eller i høj grad kan udnytte InSAR- satellitdata på nuværende tidspunkt. Spørger man nærmere ind til, hvilke former for udnyttelse, de kan se, angiver 35 pct., at de enten i meget høj eller i høj grad kan udnytte InSAR-satellitdata til at spare dem for nogle investeringer. Tilsvarende svarer 50 pct., at de enten i meget høj eller i høj grad kan udnytte InSAR-satellitdata til at gøre deres planlægning og investeringer mere effektiv, og 60 pct. at InSAR-satellitdata enten i meget høj eller i høj grad kan bidrage til innovation og udvikling.

Endelig angiver 81 pct., at de enten i meget høj eller i høj grad vil anbefale, at der etableres en landsdækkende InSAR-service i Danmark.

Denne ret positive tilkendegivelse kan ses som udtryk for, at de overordnet er ret positive, hvad angår muligheder for udnyttelse af InSAR-data, men når de skal blive mere konkret og operationelt i forhold til nogle specifikke anvendelsesmuligheder, bliver de mere usikre på muligheder og potentialer.

En mulig måde at komme denne usikkerhed i møde på kunne være at fremvise nogle indledende beregninger, gerne landdækkende, hvor det vil være muligt for den enkelte potentielle bruger at få konkret indblik og indsigt i de områder, der måtte have interesse. På denne måde vil det blive konkret og nærværende for den enkelte. En sådan fremgangsmåde vil være effektiv til at modne processen med at skabe bedre forståelse for de konkrete anvendelsesmuligheder og de gevinster, der ville kunne opnås.

## 3. BEHOVSUNDERSØGELSEN

### 3.1 Fremgangsmåde

Formålet med denne del af undersøgelsen er at identificere de behov og anvendelsesmuligheder, som knytter sig til InSAR-data. Undersøgelsen er gennemført via i alt 28 interviews med nøgleinteressenter (se bilag for oversigt), der dækker de tre udvalgte anvendelsesområder.

Forud for interviewrunden blev der afholdt en indledende brugerworkshop. Workshoppen havde til formål at give de første indikationer på anvendelsesmuligheder og behov knyttet til InSAR-data, men som først og fremmest skulle give deltagerne et lidt dybere indblik i InSAR-data, og de perspektiver og muligheder, der knytter sig hertil for dermed bedst muligt at ruste dem til den efterfølgende interviewrunde. Til at give denne indsigt blev den norske case præsenteret på workshoppen af repræsentanter fra såvel de norske myndigheder som fra det konsortium, som skal levere de bearbejdede InSAR-data til Norge. Det bør bemærkes, at ikke alle interviewdeltagere deltog på workshop. Vi vil beskrive dette nærmere under afsnit 3.4.

Til brug ved interviewrunden er der blevet udarbejdet en baggrundsanalyse (se bilag), der giver en nærmere indføring i InSAR-teknologien, den mulige fremtidige landsdækkende service samt beskrivelse af forskellige anvendelsesmuligheder. Denne baggrundsanalyse blev sammen med en udførlig interviewguide fremsendt til interviewdeltagerne forud for interviewene.

Interviewene var typisk af godt en times varighed og blev enten gennemført som telefoninterview eller ved fysisk fremmøde alt efter, hvad der var mest hensigtsmæssigt. Som afslutning på hvert interview blev der gennemført en mini-spørgeskemaundersøgelse, hvor interviewdeltagerne blev bedt om at besvare en række spørgsmål. Resultaterne af denne mini-spørgeskemaundersøgelse er vedlagt i bilag.

### 3.2 Overordnede indtryk

Gennem workshop og interviews blev det forholdsvist hurtigt klart, at undersøgelsen ikke så meget kortlægger nogle på forhånd veldefinerede behov og ønsker blandt interviewdeltagere, men mere afdækker nogle overordnede muligheder og perspektiver for brugen af InSAR-data inden for forskellige anvendelsesområder. Der er således i højere grad tale om en eksplorativ undersøgelse mere end en reel beskrivende. Det gav sig bl.a. til udtryk ved, at der ofte under selve interviewene blev skabt nye ideer og perspektiver på anvendelsesmuligheder i dialogen mellem interviewdeltager og den ansvarlige interviewer.

Samme tendens var der under workshoppen, hvor nye ideer og muligheder udviklede sig under dialogen og debatten på mødet.

De anvendelsesmuligheder, som er beskrevet i denne behovsundersøgelse, skal derfor også læses ud fra dette perspektiv. De skal ikke ses som endelige og veldefinerede, men mere som dynamiske og fleksible under stadig udvikling.

### 3.3 Et tidligt stadium

Baggrunden for denne undersøgende tilgang skal i høj grad findes i det forhold, at anvendelsen af nævnte type data i Danmark i dag er relativt begrænset. Det er simpelthen et nyt marked, der skal opdyrkes. Teknikken og dermed de data, som kan fås med InSAR-teknikken, er beskrevet på en forholdsvist overordnet niveau. Under interviewene blev der rejst en lang række mere konkrete og operationelle spørgsmål, når der blev fokuseret på de konkrete anvendelsesmuligheder. Usikkerheder knytter sig særligt til områder som validitet, nøjagtighed og frekvens af data.

Hertil kommer, at en optimal udnyttelse af InSAR-data ofte vil kræve nye arbejdsmetodikker, når det gælder fortolkning af årsagen til de observerede vertikale landbevægelse, og dette forhold koblet med en usikkerhed, om de konkrete muligheder for dataanvendelse betyder, at man befinder sig på et forholdsvist tidligt stadie.

Det gav sig bl.a. til udtryk ved, at mange af interviewdeltagerne efterspurgte konkrete cases og eksempler på anvendelse, som de kunne spejle sig i og anbefalede og at der bliver gennemført pilotprojekter, således at anvendelsesmuligheder og nytteværdi kan blive konkrete og valideret.

### 3.4 Brugernes kendskab og forudsætninger

Hovedparten af interviewdeltagerne repræsenterer offentlige organisationer. Offentlige organisationer dækker eksempelvis over kommuner, regioner, forsyninger, havne, research organisationer mm. De resterende interviewdeltagere repræsenterer brancheorganisationer samt private virksomheder med fokus på bygge og anlæg.

Ud af de 28 gennemførte interviews deltog 16 på workshoppen<sup>10</sup>. Dette svarer til en procentdel på ca. 57 pct. Derved har hovedparten af interviewdeltagerne modtaget en række informationer og haft mulighed for at diskutere potentielle anvendelsesmuligheder, behov og barrierer på workshoppen før selve interviewrunden. Herved deltog ca. 43 pct. af interviewdeltagerne dog ikke på workshoppen, hvilken kan have en betydning for udfaldet af interviewrunden.

De fleste interviewdeltagere har diskuteret muligheder for at udnytte InSAR-satellitdata med deres kollegaer. 24 pct. svarer i meget høj grad, 33 pct. svarer i høj grad, 24 pct. svarer i nogen grad, 10 pct. svarer i ringe grad, 5 pct. svarer slet ikke og yderligere 5 pct. svarer ved ikke/ikke relevant. Dog svarer hovedparten af interviewdeltagerne, at de i nogen grad eller ringe grad har tilstrækkeligt med information til at vurdere, hvorvidt satellitdata vil være relevant for deres organisation. Mere specifikt i forhold til dette spørgsmål svarer 18 pct. i meget høj grad, 15 pct. i høj grad, 27 pct. i nogen grad, 27 pct. i ringe grad, 6 pct. slet ikke og 6 pct. ved ikke/ikke relevant. Disse ovennævnte fordelinger bygger på 22 interviewdeltageres svar. Denne tendens peger på, at det er et forholdsvis nyt område for mange af interviewdeltagerne, og derved er der behov for mere information.

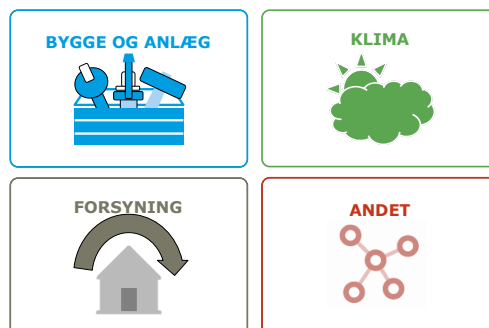
Mange af interviewdeltagerne har en del tekniske spørgsmål, hvilket peger på, at der er et udbredt behov for mere teknisk indsigt samt yderligere information om selve anvendelsen af data.

Der bliver efterspurgt flere danske anvendelseseksempler. En håndfuld af interviewdeltagere understreger yderligere, at de vil være interesseret i at deltage i pilotprojekter. Det kan være pilotprojekter med fokus på sætningsudviklingen i områder, hvor der foretages intens afvanding, klimaopgaver, hvor man ønsker at ændre på digesystemer og havne som udfordres af sætninger i indvundne områder, sætninger af moler og kajkanter mv.

### 3.5 Behov og anvendelsesmuligheder

Behov og ønsker til anvendelsesmuligheder identificeret i interviews fremgår af det følgende. Behov og anvendelsesmuligheder er opdelt på følgende cases:

- Bygge og Anlæg
- Klima
- Forsyning
- Andet



For hvert defineret anvendelsesområde er der foretaget en kvalitativ vurdering af primære brugergrupper.

<sup>10</sup> Bemærk at et interview godt kan bestå af flere personer

Generelt har meget få af de interviewede erfaring med anvendelse af InSAR-satellitdata. Derfor har de interviewede ofte tilkendegivet et behov for at se danske eksempler og at opnå en dybere teknisk indsigt.

Af de i alt 28 interviewede deltog 16 i den afholdte workshop. Deltagere i workshoppen har udvist særlig interesse i mulighederne med InSAR-satellitdata og opnået en dybere indsigt sammenlignet med dem, som ikke deltog i workshoppen. Særligt blandt de interviewede inden for bygge og anlæg havde man ikke på forhånd hørt om mulighederne med InSAR-satellitdata.

**Primære brugergrupper:** Hvilke organisationer, virksomheder med mere vil være oplagte som brugere af InSAR-data inden for det givne anvendelsesområde.

### 3.5.1 Bygge & Anlæg



## BYGGE OG ANLÆG

Der er foretaget i alt syv interviews med fokus på anvendelse af InSAR-data i bygge- & anlægssektoren. De interviewede dækker bredt fra offentlige myndigheder som Vejdirektoratet og Banedanmark til private virksomheder, som ingeniør-virksomheder og entreprenører.

Mange af de interviewede har ikke på forhånd haft kendskab til InSAR-data. Baggrunden for deltagelse i interviewene har derfor for størstedelen været med reference til den fremsendte baggrundsanalyse. Tre af de interviewede deltog i workshoppen afholdt af SDFE.

Inden for bygge & anlæg vil man typisk have brug for hyppigt opdaterede data, da man ser mulighed for at anvende InSAR-data i overvågningssammenhæng. Flere af de interviewede understreger at en årlig eller halvårlig genberegningshyppighed vil være for sjældent i forhold til anvendelse af InSAR-data. Der skal snarere forlægge nye data en gang pr. måned eller kvartalsvis.

Interviewdeltagerne inden for bygge & anlæg er generelt meget interesseret og ser store perspektiver for brugen af InSAR- dataene.

#### 3.5.1.1 Potentialer

De identificerede potentialer inden for bygge & anlæg spænder vidt. Nedenstående tabel lister anvendelsesområder, som er identificeret af mere end én respondent.

Potentiel anvendelsesmulighed	Primær brugergruppe	Interesseangivelse
Monitering af broer	Banedanmark Vejdirektoratet	Enkelte interviews
Monitering af større byggerier	Bygherrer Entreprenører	Flere interviews
Monitering i forbindelse med forbelastning	Entreprenører	Enkelte interviews
Store infrastruktur projekter	Bygherrer Konsulenter Entreprenører	Flere interviews
Jordskred	Kommuner, Universiteter GEUS	Enkelte interviews
Havneanlæg - Kaj anlæg og moler	Havne	Enkelte interviews

<b>Validering af geotekniske parametervalg og beregninger</b>	Konsulenter	
	Geoteknikere	Enkelte interviews
<b>Private boliger Grundsalg</b>	Private husejere/købere	
	Kommuner	Enkelte interviews
	Private grundudstykkere	

### Monitering af broer

BaneDanmark har etableret monitoreringssystemer på broer, hvor man ser en risiko for sætninger. Der er tale om monitorering af både vertikale og horisontale bevægelser. InSAR-data opmålt hver sjette dag vil kunne bruges til at kvantificere og minimere bevægelsesstøj, som kan skyldes trafik eller vejforholdene. Det er usikkert, om InSAR-data vil kunne erstatte de eksisterende måleprogrammer. Det er muligt, at InSAR-data kan anvendes til at identificere broer påvirket af sætninger, som ikke i forvejen undergår en intens overvågning. Det skal afklares, om InSAR-data vil kunne erstatte eller minimere behovet for andre monitoringsbehov.

### Større bygningsværker

Bygningsværker sætter sig over tid. I forbindelse med en fem års overlevering kontrolleres om sætningerne ligger inden for specifikationerne. Med InSAR-data vil bygherre umiddelbart kunne følge udvikling i sætningerne, og om sætninger ligger inden for specifikationerne. Det er muligt, at InSAR-data vil kunne erstatte en traditionel landmåleropmåling.

InSAR-dataene vil inden igangsætning af et større bygningsprojekt kunne danne grundlag for fastlæggelse af de generelle sætninger i et område. Hermed skabes der et datagrundlag til vurdering af, om et byggeri har forårsaget nye sætninger i området.

En af de interviewede nævner, at nogle bygherrer er begyndt at kræve to uafhængige datasæt, som dokumentation af eventuelle sætninger i forbindelse med store byggeprojekter. Her vil InSAR-data formentlig kunne udgøre et sæt dokumentation.

### Forbelastning

I områder med blødbund er forbelastning en udbredt teknik til at fremskynde sætningerne, som belastningen fra eksempelvis en vejdæmning eller et større byggeri vil afstedkomme. Forbelastningen har typisk en varighed af et halvt til et helt år. InSAR-data vil i et byggeforløb give vished om, at udviklingen og størrelsen af sætningerne skabt under forbelastningen er i overensstemmelse med, hvad der er forventet. Det er muligt, at InSAR-data vil kunne reducere behovet for landmåleropmålinger. Dette kan kvalificeres gennem en række projekter.

### Jordskred

I områder med lerede aflejringer og skrånende terræn, vil der kunne opstå bevægelser af selv store jordmasser. Bevægelserne i Danmark vil typisk være relateret til øget belastning, som følge af byggeri eller en periode med megen nedbør. Jordskred vil ofte være meget små bevægelser, som over tid kan få stor betydning for byggeri og anlæg.

InSAR-data vil kunne bruges til at kvantificere størrelsen af jordskred og dermed bidrage til vurdering af behovet for tiltag.

### Havne

På havneanlæg i Danmark optræder der ofte sætninger, når nye anlæg skaber ekstra belastning i områder med blød bånd eller når havneområder udvides ved opfyld.

I anlægsfasen af f.eks. moler skal entreprenøren dokumentere sætningerne. Det koster gentagne opmålinger, som måske kan reduceres ved brug af InSAR-data

Forbelastning er udbredt på havnearealer. Se afsnit om forbelastning.

De ofte store sætninger i havneområder kan skabe bagfald på kloaker. InSAR-data vil kunne beskrive variationerne i sætningerne og anvendes til at forudsige de fremtidige sætninger

Kranspor på havnearealer kan sætte sig uens og mere end forventet. InSAR-data vil kunne hjælpe til at kvantificere variationerne og størrelsen af sætningerne, hvilket kan danne grundlag for en kvalificeret renoverings-indsats.

Sætninger af kajkanter kan skyldes underminering forårsaget af store skibe eller sætninger, som kan henføres til geologien. InSAR-data vil kunne beskrive sætningerne og dermed danne grundlag for at kvantificere omfang og vurdere årsagssammenhænge.

### **Store infrastrukturprojekter**

Sætninger opstået under store infrastrukturprojekter som eksempelvis tunnelbyggerier kan være en betydelig udfordring for bygherre og entreprenøren. Som oftest har man ikke et dækkende datagrundlag, som beskriver sætninger før et anlægsprojektet er gået i gang. Her vil InSAR-data kunne anvendes som baseline for området. Under byggeprocessen vil man kunne sammenholde observerede sætninger med fremdriften i byggeprojektet og dermed vurdere eventuelle sætninger, som kan være relateret til byggeaktiviteterne. I Norge har man gode erfaringer med anvendelse af InSAR data til dette formål.

### **Validering af geotekniske parametervalg og beregninger**

I flere danske byer planlægges nye meget høje byggerier, hvilket stiller store krav til funderingen. Geoteknikere modellerer funderingsbehovet. Nøjagtigheden af modelleringssoftwaren og valgte geotekniske parametre valideres i dag ved at sammenholde målte sætninger for reference-bygværker (ex. den Ny Lillebæltsbro) med modellerede sætninger. Der er behov for flere reference data på tværs af landet til validering af de beregnede sætninger. Dette vil give geoteknikerne mulighed for med større sikkerhed at beregne funderingsbehovet i forbindelse med nye byggerier. Det forventes, at man i nogle tilfælde vil kunne reducere behovet for fundering og dermed opnå store besparelser, mens man i andre tilfælde vil identificere et behov for øget fundering.

### **Private boliger**

InSAR-data vil kunne give et billede af sætninger på private boliger. Det vil være interessant i forbindelse med bolighandler.

### **Grundsalg**

En enkelt kommune har vist stor interesse for at kunne anvende denne type data i forbindelse med kommunalt grundsalg. De har store udgifter forbundet med klager i forbindelse med grundsalg, og flere af disse er relateret til, at grundene sætter sig. Kommunen vurderer, at det kunne være relevant at vedlægge oplysninger om historiske vertikale landbevægelser i forbindelse med grundsalg, således at køber er oplyst om dette. Ligeledes er det relevant i forbindelse med klagesager at kunne se, hvor meget grunden har sat sig.

For at dette potentiale kan realiseres kræver det, der kan leveres den ønskede datatæthed og der kan leveres data for ikke-bebyggede områder. Der er derfor behov for yderligere afklaring af dette potentiale.

#### **3.5.1.2 Opsummering**

Der er identificeret en bred række anvendelsesmuligheder og interesser indenfor bygge og anlæg. Det forventes ikke, at dette område er helt afdækket, idet der er mange aktører på området. Det har ikke været muligt at inddrage alle aktører på området og alle aktører er ikke dækket bredt. Der har f.eks. ikke været interview indenfor bygge- og anlæg, der dækker

rådgiverområdet, metro- og letbanebyggeri med mere. Det forventes derfor, at der vil være yderligere anvendelsesmuligheder indenfor bygge- og anlæg end de identificerede.

Af de tre anvendelsesområder, er det bygge- og anlæg, hvor der er blevet identificeret flest anvendelsesmuligheder og mange anvendelsesmuligheder med potentiel bred anvendelse af mange aktører, til mange projekter og på mange stadier af et bygge- og anlægsprojekt.

### 3.5.2 Klima



Der er foretaget i alt otte interviews med fokus på anvendelse af InSAR-data i klimasektoren. De interviewede repræsenterer offentlige myndigheder såsom Kystdirektoratet, en region samt forskellige kommuner.

InSAR-data er i begrænset omfang blevet anvendt i Danmark til klimatilpasning. Dette har været i forbindelse med Thyborøn-casen, hvor historiske data for vertikale landbevægelser er blevet anvendt til at fremskrive det fremtidige sætningsniveau. Der er gennemført hydrauliske beregninger af risiko for oversvømmelser, hvor de fremtidige sætninger er indarbejdet som et scenarium for et fremtidigt terræn. Der er dog tale om meget indledende beregninger.

Ud af de otte interviewede deltog fem på workshoppen afholdt af SDFE d. 20. juni. Her viste der sig stor interesse for at anvende InSAR-satellitdata omkring vertikale landbevægelser til klimatilpasning. Der ses muligheder indenfor klimasikring af følgende klimavariabler:

- Kyst og fjord: Stigende havvandsstand og stormfloder
- Vandløb: Fremtidig afstrømning
- Grundvand: Stigende grundvandsstand
- Nedbør: Hyppigere og mere intensiv nedbør

Der ses blandt andet mulighed for at klarlægge følgende:

- Hvilken kote skal højvandsikring langs kyst, fjord og vandløb etableres til, når vertikale landbevægelser tages i betragtning?
- Hvorledes sætter vandløb sig, og hvorledes er de kommende vandløbsprofiler?
- Hvorledes påvirker vertikale landbevægelser risikoen for terrænnært grundvand?
- Hvad er fremtidige strømningsveje, og hvor er risikospots for oversvømmelse i områder med nævneværdige vertikale landbevægelser?

#### 3.5.2.1 Potentialer

Overordnet set nævnes data for vertikale landbevægelser i forhold til klimatilpasning primært i planlægnings- og screeningsfaser. Derudover nævnes det på kommuneplans/byplanlægningsniveau, hvor sådanne data kan inddrages i vurderingen af, hvor der fremover skal byudvikles. Data kan anvendes til mere nøjagtigt at kortlægge fremtidens risikoområder for klimatilpasning og vurdere nødvendige fremtidssikrende tiltag.

Nogle nævner også, at der er så stor usikkerhed på klimavariabler, at øget viden om vertikale landbevægelser i begrænset omfang sikrer mere optimale løsninger. Et eksempel er i forhold til ændrede stormflodsvandstande. Det vides, at vi i fremtiden vil opleve hyppigere og kraftigere stormfloder, da havvandsstanden stiger generelt, og da det kommer til at blæse mere. Der er dog stor usikkerhed på, hvor kraftige fremtidens stormfloder bliver, og den usikkerhed må i langt de fleste tilfælde formodes at overstige sætningsniveauet. Andre nævner, at det er en fordel, at det giver stor værdi at have præcise estimater på fremtidige sætninger.

Der nævnes behov for pilotprojekter for til fulde at kunne forstå og udnytte potentialerne i forhold til klimatilpasning. Markedet vurderes at være nysgerrigt, men lidt famlende i forhold til, hvorledes de ville anvende det helt konkret, hvis data på nuværende tidspunkt var tilgængelige.

Der er stor usikkerhed omkring, hvilken datatæthed der kan leveres, især om data kan anvendes i det åbne land, hvor der ikke er mange fixpunkter. De interviewede nævner, at de er meget interesseret i at se datatætheden i forskellige områder for at få en større forståelse for anvendelsesmuligheder.

Desuden ønskes viden om, hvorledes historiske landbevægelser kan omsættes til fornuftige estimater af fremtidige sætninger.

Der er identificeret nedenstående ønsker til anvendelsesmuligheder:

Potentielt anvendelsesområde	Primær brugergruppe	Interesseangivelse
Stormflodssikring fra kyst og fjord	Kommuner	Størstedelen af interviews
	Virksomheder (til egen stormflodssikring)	
	Grundejere/grundejerforeninger	
Oversvømmelsessikring fra vandløb og åer	Kommuner	Enkelt interview
	Grundejere	
	Landbrug	
Oversvømmelsesrisiko grundvand	Kommuner	Enkelte interviews
	Grundejere	
Oversvømmelsesrisiko nedbør	Kommuner	Størstedelen af interviews
	Forsyningsselskaber	
Dæmninger og diger til infrastruktur	Banedanmark	Flere interviews
	Vejdirektoratet	

### Stormflodssikring fra kyst og fjord

Der er stor interesse for at anvende teknologien til at vurdere til, hvilken kote stormflodssikring skal anlægges. Ofte bestemmes koten for højden af et stormflodssikringsanlæg ud fra en gentagelsesperiode for overskridelse, eller med andre ord, hvor ofte det tillades, at vand skyller over stormflodssikringsanlægget. Normalt vurderes det ud fra historiske stormflodsstatistikker og klimafremskrivninger. Sætter terrænet sig, vil der dog være behov for at bygge højere for at opnå den ønskede stormflodssikringskote.

Eksisterende højvandssikringsstrukturer som diger og højvandsmure kan sætte sig. Her nævner flere af de interviewede, at det kunne være relevant at overvåge hvilke højvandssikringsanlæg, der sætter sig og hvor meget. Herved opnås viden om hvilke højvandssikringsanlæg, der ikke reelt sikrer til den ønskede kote, og der kan tages beslutning om løbende udbygning.

Teknologien vurderes at være velegnet til dette formål, og det er indenfor dette område, at de interviewede har set det største potentiale.

### Oversvømmelsessikring fra vandløb og åer

Flere af de interviewede nævner, at de oplever sætninger langs vandløb og åer. I fremtiden vil der grundet øget nedbør og stigende havvandsspejl være øget risiko for oversvømmelse fra vandløb og åer og derfor er der fra enkelte interviewede ytret interesse for anvendelsen af teknologien i denne sammenhæng. Der er interesse for hvorvidt teknologien kan anvendes til at vurdere fremtidige sætninger langs vandløb og åer og evt. ændrede forløb af vandløb og åer. De interviewede er opmærksomme på, at dette ville kræve en meget stor datatæthed, som nok ikke kan leveres langs vandløb. De nævner dog også, at det ville være interessant at se i hvilke områder der er sætninger, men ved endnu ikke hvorledes de konkret ville anvende denne viden.



### **Oversvømmelsesrisiko grundvand**

I områder med terrænnært grundvand kan det være særligt interessant at vide om terrænet sætter sig. Dette kan nemlig betyde en øget risiko for grundvand, der i fremtiden oversvømmer terræn. Enkelte interviewede har udtrykt interesse for at anvende teknologien i den sammenhæng. Grundvandsstanden er generelt højest om vinteren og her nævner en enkelt, at teknologien måske kunne anvendes til at vurdere hvilke områder, der står oversvømmede i lang tid samt dybden af oversvømmelsen. Udfordringen er her igen egnede datapunkter i det åbne land/for en blank vandspejlsflade for at kunne opnå det ønskede udbytte.

### **Oversvømmelsesrisiko fra nedbør**

Flere af de interviewede nævner, at sætninger evt. kan påvirke hvilke områder, der er i risiko for oversvømmelser under skybrud i fremtiden. Sætninger kan medføre nye strømningsveje for overfladevand på terræn samt nye lavpunkter. I dag vurderes strømningsveje og risikoområder for oversvømmelse ud fra ret præcise højdemodeller. InSAR-teknologien kan ikke levere samme datatæthed og derfor vurderes realiserbarheden at være begrænset ud fra den nuværende teknologi. Dog bør teknologien kunne anvendes til at screene hvilke områder, der på mere overordnet plan vil være i øget risiko for oversvømmelser under skybrud i fremtiden, og som der bør være et særligt fokus på.

Generelt er der behov for at få afdækket nærmere, hvorvidt data for vertikale landbevægelser baseret på InSAR-teknologien kan anvendes til klimatilpasning i forhold til vandløb og åer, grundvand og nedbør. Det ville være relevant indenfor caseområder at vurdere, hvilke relevante data, InSAR-teknologien kan levere, og dernæst anvendelsesmuligheder dermed, således der opnås et realistisk billede af anvendelsespotentialer. De interviewede kommuner har udvist stor interesse for at bidrage til den type vurderinger.

### **Dæmning og diger til infrastruktur**

Mange veje og jernbaner er placeret på diger og dæmninger. Stabiliteten af dæmningerne og digerne kan i nogle områder være udfordret. Det kan være i forbindelse med perioder med meget nedbør eller grundet sætninger i aflejringerne, hvorpå dæmningen eller diget ligger.

En begyndende skade på et dige eller en dæmning, hvorpå der ligger en jernbane eller en vej, kan med fordel udbedres på et tidligt stadie, hvorved man undgår eller reducere driftsforstyrrelser og omfanget af skaden.

Banedanmark opmåler f.eks. en gang i kvartalet med en specialvogn langs strækninger, hvor de har fokus på sætninger. Langs andre strækninger opmåles der mindre hyppigt. Ud over de vertikale bevægelser måles der med meget høj præcision på en række andre parametre, som sporvidde, horisontale bevægelser mv. InSAR-data vil kunne fungere som et screeningsværktøj på diger og dæmninger. Man vil med data kunne identificere bevægelser, som ikke i forvejen er kendte. Det ville være interessant med et pilotprojekt, der undersøgte sammenhængen mellem InSAR-data og registrerede begyndende skader på diger.

#### 3.5.2.2 Opsummering

Der er størst interesse for at anvende InSAR-teknologien til klimasikring i forhold til stormflod og klimasikring. Interessen og nysgerrigheden er generel stor, men der er også meget usikkerhed i forhold til, hvad det reelt kan benyttes til. Der efterspørges i høj grad casestudies og pilotprojekter, der kan tydeliggøre konkrete anvendelsesmuligheder. Flere nævner desuden, at de oplever, at når først data er offentligt tilgængelige, så opstår der løbende flere idéer til, hvorledes dette data kan anvendes. Generelt vurderes, at InSAR-teknologien vil have bred anvendelsesmulighed i forhold til klimatilpasning.

### 3.5.3 Forsyning



Dansk fokus på hvorledes vertikale landbevægelser påvirker forsyningsinfrastruktur og forretning startede i Thyborøn, hvor der blev registreret betydelige flere udfordringer med stillestående vand, slamaflejringer, bagfald og knækkede ledninger i forhold til resten af forsyningsområdet i Lemvig Kommune. Et pilotstudie viste, at brøndene på kloakledningerne havde sat sig med op til 40 centimeter, siden de blev anlagt i perioden 1980-1990. Siden har det udviklet sig til et casestudie med mange interessenter, heriblandt SDFE. Det omtalte casestudie har fået stor lokal, national og international opmærksomhed, og der er bl.a. blevet udgivet avisartikler, faglige artikler, indlæg i tv om projektet samt været afholdt indlæg på konferencer. Indledningsvist kendes ikke til andre danske forsyningselskaber, der har registreret samme udfordringer relateret til vertikale landbevægelser som i Thyborøn.

#### 3.5.3.1 Reaktionen på anmodning om interview

Der er foretaget i alt fem interviews med fokus på anvendelse af InSAR-data i forsyningssektoren. De fem interviewede repræsenterer tre forsyningselskaber, en brancheorganisation samt en rådgiver. Der er rettet henvendelse til en række andre forsyningselskaber for at høre, om de ønsker at deltage i interviewrunden. Der er i alt rettet henvendelse til 10 andre forsyningselskaber, der af forskellige årsager ikke har ønsket at deltage. Således har kun to forsyningselskaber ønsket at deltage i interviews.

Fire forsyningselskaber har vendt retur, at de ikke ønsker at deltage i interviews, da de ikke mener, at de kan bidrage til behovsanalysen og businesscasen. De ser ikke behov for at rekvirere denne type data, da de ikke oplever ændringer i forsyningsinfrastruktur anlæg, som de relaterer til vertikale landbevægelser. En forsyning oplyser, at de kontrollerer ganske få punkter i overfladen, der har deres interesse på 5-10 års basis, og de kan se af resultaterne, at dette er tilstrækkeligt. Seks forsyningselskaber har ikke svaret retur.

DANVA, Dansk Vand- og Spildevandsforening har ønsket at deltage i interview. DANVA har forud for interviewet indkaldt omtrentligt 40 forsyningselskaber, der indgår i deres GIS-netværk til et fælles møde omkring emnerne i spørgeskemaet, hvis formål var at komme med en besvarelse, der repræsenterede den danske forsyningsbranche bredt. Syv forsyningselskaber valgte at deltage i dette møde. Af disse deltagere ønskede en forsyning at stille op til interview, da de vurderer ud fra viden om den lokale geologi, at der er områder, hvor forsyningsinfrastruktur anlæg påvirkes af vertikale landbevægelser.

#### 3.5.3.2 Potentialer

Potentiale italesættes som at være primært indenfor spildevandsledninger, da der her er tradition for at anvende "hårde" ledninger, der særligt vil være udsatte for skader ved variationer i sætningsmønsteret. Sætninger vil desuden kunne skabe bagfald på spildevandsledninger. Inden for de øvrige forsyningsgrene anvendes bløde ledninger, som ved begrænsede variationer i sætningsmønsteret indenfor et område ikke vil medføre de store potentielle skader.

Den helt store risiko for skader på ledninger relateret til sætninger er i områder, hvor der er variationer i sætningsmønsteret, og der derfor kan være ledninger, der sidder fast på to brønde, der sætter sig forskelligt. Hvis hele området sætter sig nogenlunde ens, må der formodes at være en nogenlunde ens sætning af ledningsanlægget, hvilket ikke vil medføre udfordringer med bagfald, tilstopninger, knækkede ledninger mm. Der nævnes, at det ville være relevant at kunne

identificere disse områder, således der kan investeres i bløde ledninger her, der ikke så let knækker og dermed vil have en forventet længere levetid end en hård ledning.

De forsyningsselskaber, vi har snakket med, er opmærksomme på casen i Thyborøn men mener ikke, at de har udfordringer i lignende skala. Dog vurderes det, at der kan være udfordringer flere steder langs Vestkysten. Især i sommerhusområder italesættes problemet med sætninger ikke af frygt for faldende sommerhus- og huspriser og faldende interesse for at bosætte sig i områder med mange sætninger.

De største potentialer, der peges på, vedrører planlægning og projektering af nykloakeringer, samt til strategisk kloakfornyelse, hvor indsatsen prioriteres geografisk i forhold til bl.a. viden om sætninger. Med et kendskab til variationer i sætningerne vil man i planlægnings- og projekteringsfasen kunne tilstræbe at undgå, at ledninger krydser områder med store variationer i de vertikale landbevægelser eller gøre brug af fleksible rør i sådanne områder.

Overordnet set er det identificeret, at InSAR-data potentielt kan anvendes til

- Investeringsplanlægning
- Planlægning og projektering af kloakeringer
- Driftsplanlægning
- Kloakfornyelse

Nedenfor er de helt konkrete anvendelsesmuligheder identificeret. I forhold til udarbejdelse af baggrundsanalysen har potentialerne været så godt belyst gennem Thyborøn casen, at baggrundsanalysen er stort set dækkende for potentielle anvendelsesmuligheder.

Desuden er der identificeret et forventet potentiale indenfor rådgivningsbranchen. Det forudses, at man vil kunne gøre InSAR data til en integreret del af opgaveløsninger.

Forsyningsselskaberne er nysgerrige på, hvorledes sammenhængen er mellem sætninger på jordoverfladen og sætninger af ledningsanlæg ned i jorden. Desuden er de interesseret i, om InSAR-data kan leveres med en sådan datatæthed, at der kan udpeges specifikke områder, hvor der ses variationer i sætningerne. Det vil nemlig være langs disse områder, at det vil være interessant at overveje at anlægge bløde kloakledninger. Derudover efterspørges hvorledes historiske data kan anvendes til at sige noget om fremtidige sætninger. Her ønskes integration af viden, der tydeliggør potentialet.

Potentielt anvendelsesområde	Primær Brugergruppe	Interesseangivelse
Investeringsplanlægning	Forsyningsselskaber	Flere interviews
Planlægning og projektering af ledninger	Forsyningsselskaber	Størstedelen af interviews
Kloakfornyelse	Forsyningsselskaber	Størstedelen af interviews
Opdatering af hydrauliske modeller for ledningsanlæg og overflade	Forsyningsselskaber	Enkelt interview
Indvinding af drikkevand	Forsyningsselskaber	Enkelt interviews
Vurdering af fremtidigt nedsivningspotentiale	Forsyningsselskaber Kommuner	Enkelt interview

### Investeringsplanlægning

I Thyborøn har det vist sig, at sætninger har stor betydning for ledningers levetid. I områder med betydelige sætninger kan forsyningsselskaber dermed forvente, at de oftere skal investere i reparationer og udskiftning af ledninger. Der forelægger ikke materiale i Danmark, som beskriver sammenhængen mellem levetider og sætningsrater. Det nævnes desuden, at det kunne være interessant for forsyningsselskaberne, hvis det i fremtiden kunne være muligt at opnå ændret

prisloft ved store sætningsudfordringer, som afspejler en mindre gennemsnitlig levetid på ledningsanlæg end landsgennemsnittet.

### **Planlægning og projektering af ledninger**

Der er interesse for at kunne anlægge større kloakledninger i et blødt materiale, der ikke i samme grad udsættes for sætninger, hvor dette er relevant. Det er dyrere og ikke praksis at anlægge bløde kloakledninger for større ledningsstørrelser. Det vil kræve, at teknologien kan levere en sådan datatæthed, at variationer i sætningsmønster kan identificeres for, at det ikke er nødvendigt at anlægge et helt område med bløde ledninger.

### **Kloakfornyelse og driftsplanlægning**

Ved at overvåge sætninger på jordoverfladen i områder, der i dag er kloakeret, vil det være muligt for driften i forsyningen at holde øje med, om der er ledningsanlæg, der vil være særligt udsatte for sætninger. Det giver driftspersonalet mulighed for at intensivere overvågningen af disse ledninger, f.eks. ved kloak-tv. Herved kan skader opdages, mens de f.eks. stadig kan udbedres ved reparationer, og inden der er risiko for større indsvivning af grundvand (uvedkommende vand) i ledningsanlæggene eller udsivning af forurennet kloakvand til jord og grundvand.

### **Opdatering af hydrauliske modeller for ledningsanlæg og overflade**

I 2013 blev alle forsyninger pålagt af staten at udarbejde hydrauliske modeller for ledningsanlæg og overflade. De hydrauliske modeller anvendes til at beregne, hvor der opstår oversvømmelser på terræn under skybrud, når der ikke er mere plads i kloaksystemet. I områder med mange sætninger kan koten på brøndene og terrænet sætte sig. Derfor er det nævnt, at det kunne være relevant at opdatere de hydrauliske modeller. Potentialet vurderes dog forholdsvist lille, da der ikke er vurderet generel interesse for dette, og der er behov for en række antagelser, hvor der pt. mangler viden. Desuden er der behov for softwareudvikling således at InSAR-data kan anvendes til opdatering af hydrauliske modeller..

### **Indvinding af drikkevand**

Inden for vandforsyningsbranchen benævnes lokaliteter, hvor der indvindes drikkevand som kildepladser. Ved en for høj indvinding på en kildeplads sænkes grundvandsspejlet. En sådan sænkning kan afstedkomme, at terrænet omkring kildepladsen sætter sig. Flere af de interviewede har nævnt, at teknologien evt. kunne anvendes til generel overvågning af kildepladser i Danmark, hvor der indvindes drikkevand.

### **Vurdering af fremtidigt nedsivningspotentiale**

Der er generelt rigtig stor interesse for at nedsive regnvand fremadrettet for at mindske belastningen af eksisterende afløbssystemer og reducere spidsbelastningen af udledt regnvand til vandløb og søer. For at nedsivning af regnvand er hensigtsmæssig skal der være en tykkere umættet zone mellem grundvandsspejlet og terræn. Dette for at regnvandet renses tilstrækkeligt, inden det når ned i grundvandet. I flere dele af i Danmark forventes et stigende grundvandsspejl som følge af klimaændringer. Derfor er der områder, hvor der i dag kan nedsives regnvand, hvor det ikke er muligt i fremtiden. Hvis terrænet samtidig sætter sig, vil det yderligere mindske afstanden mellem terræn og grundvandsspejlet, og dermed reducere de fremtidige nedsivningsmuligheder. Teknologien vil derfor potentielt kunne anvendes til at hjælpe forsyningsselskaber med at vurdere fremtidig regnvandsafledning og undgå fejlinvesteringer i områder, hvor nedsivning ikke er mulig i fremtiden. Det vil dog kræve, at det kobles med viden om nuværende og fremtidigt grundvandsspejl.

#### 3.5.3.3 Opsummering

Der er identificeret mange potentielle anvendelsesmuligheder for forsyningssektoren, i særdeleshed for kloakanlæg. På baggrund af de gennemførte interviews står det klart, at interessen er begrænset fra forsyningsselskaberne og baseret på, at mange har den forestilling,

at det kun er i Thyborøn, at disse data er relevante, da der generelt ikke forventes tilsvarende sætninger andre steder i landet. Dog har vi gennem interviews hørt om andre områder med lignende udfordringer, men det ønskes ikke, at der sættes navn på disse, da det ikke ønskes offentliggjort. Potentialet er på nuværende stadie begrænset grundet den manglende interesse fra forsyningsselskaberne, men ved cases/pilotprojekter der tydeliggør de økonomiske potentialer i andre områder end i Thyborøn, forventes potentialet at stige betydeligt.

Det bør dog bemærkes, at der er mange udviklingsprojekter i gang, der vil evaluere potentialet ved at anvende InSAR-satellitdata til forskellige formål. I forhold til realiserbarhed afhænger dette af, om der kan leveres den nødvendige datatæthed til at identificere detaljerede sætningsmønstre samt, om der er direkte sammenhæng mellem sætninger på overfladen og sætninger af ledningsanlæg.

#### 3.5.4 Andre anvendelsesmuligheder

Flere respondenter ser muligheder for anvendelse af InSAR-data, som ikke umiddelbart kan kategoriseres inden for de tre ovennævnte områder. Disse anvendelsesmuligheder er opsummeret nedenfor. Afsnittet "Andre anvendelsesmuligheder" omfatter derfor ikke samtlige potentielle andre anvendelsesmuligheder, men dækker blot de anvendelsesområder, der er blevet identificeret gennem interviews. Der er ikke spurgt yderligere ind til disse andre anvendelsesmuligheder, hvorfor disse ikke behandles i kapitlet vedrørende potentielle gevinster.

Potentiel anvendelsesmulighed	Primær brugergruppe	Interesseangivelse
Kvalitetssikring af fikspunktnettet og prioritering af andre opmålingsindsatser	SDFE Kommuner	Flere interviews
Danmarks højdemodel	SDFE	Et interview
Grundforskning – nutidige bevægelser i undergrunden	Universiteter og andre læresteder	Enkelte interviews
Sætninger af lavtliggende landbrugsarealer	Landbrug	Enkelt interview

#### **Kvalitetssikring af fikspunktnettet og prioritering af andre opmålingsindsatser**

De geodætiske fikspunkter er påvirket af vertikale landbevægelser, hvorfor der med mellemrum er behov for genopmåling. Punkterne opmåles med nivellement. InSAR-data vil kunne bruges til at prioritere behovet for genopmåling af fikspunkterne.

#### **Danmarks højdemodel**

SDFE har ansvaret for opdatering af Danmarks højdemodel. Det ønskes naturligvis, at højdemodellen afspejler den aktuelle virkelighed. InSAR-data kan være relevant i forhold til at prioritere indsatser relateret til ajourføring af højdemodellen, herunder ændringsudpegninger og opdatering af terrænet.

InSAR-data vil desuden være interessante i forhold til fremskrivning af højdemodeller samt til hydrologisk modellering, f.eks. ifm. vurdering af oversvømmelsesfarer.

#### **Grundforskning – nutidige bevægelser i undergrunden**

Viden om vertikale landbevægelser på terræn kan i forskningssammenhæng anvendes til at beskrive aktive bevægelser i undergrunden, beskrivelse af lag som kompakteres, effekter som isostatisk landhævning efter sidste istid, terrænbevægelser relateret til salthorste, jordfaldshuller relateret til udvaskning af kalk mv. Særligt hvis data i det åbne land vil kunne stilles til rådighed, da vil InSAR-dataene kunne skabe grundlag for nye forskningsstudier af undergrunden.

#### **Sætninger af lavtliggende landbrugsarealer**

Inden for landbrugssektoren er der afsat store summer til arealforvaltningen. Det gælder lavbundsområder/vådområder og etablering af grønne korridorer. Kvalificeret viden om de enkelte arealers reelle sætninger og dermed også de forventelige fremtidige sætninger vil kunne bidrage

til, at landmændene opnår tilstrækkelig indsigt som beslutningsgrundlag for at udtage jorde, som er udfordret af terrænsætning. Det kan være svært inden for branchen at skabe grundlag for en kvalificeret diskussion, da der ikke foreligger data, som objektivt kan bruges til at redegøre for de historiske sætninger og dermed give mulighed for at forudsige fremtidige sænkninger. Viden om terrænsætninger baseret på satellitdata vil kunne afmontere diskussionen mellem myndigheder og landbrug. Spørgsmålet går på, om de våde arealer kan henføres til landsætning eller stigende vandspejl i recipienterne.

Særligt InSAR-data i det åbne land vil kunne have stor værdi.

### 3.6 Brugerens tekniske behov

I forbindelse med baggrundsanalysen og under interviewrunden er planerne for udstilling af data til beskrivelse af de vertikale landbevægelser baseret på behandlede InSAR-data præsenteret. De interviewede har responderet som følger på planerne for udstilling af data:

- En webportal, hvor de vertikale landbevægelser præsenteres som en tematiseret punktsky. På portalen er der desuden mulighed for at udvælge et punkt eller en gruppe af punkter og for disse se en graf over de vertikale landbevægelser. Alle de interviewede har udtrykt, at dette vil være en nyttig form, hvormed man hurtigt kan danne sig et overblik.
- GIS temakort. Mange af de interviewede anvender GIS og vil med stor sandsynlighed gøre brug af GIS i fortolkningen af data. Der er ikke særlige krav til det specifikke GIS format.
- Flere ønsker adgang til data i Ascii-format, regnearksformat og lignende formater, da det vil være nødvendigt, når man ønsker at gå nærmere ind i fortolkningen af årsagerne til de observerede bevægelser.
- Generelt har alle de interviewede udtrykt ønske om, at usikkerheden på datapunkterne kvantificeres og præsenteres.

Flere af de interviewede ser, at InSAR-dataene kan have værdi i det åbne land. I denne anvendelsessammenhæng er der behov for en generel beskrivelse af mulighederne og begrænsningerne.

Behovet for genberegningsfrekvensen varierer for de tre fagområder. Forsyning og Klima vil være tilfredse med årlige genberegninger, mens bygge og anlæg har behov for hyppigt opdaterede data f.eks. pr. kvartal og endnu bedre pr. måned.

De interviewede har ikke forholdt sig til behovet for datatæthed.

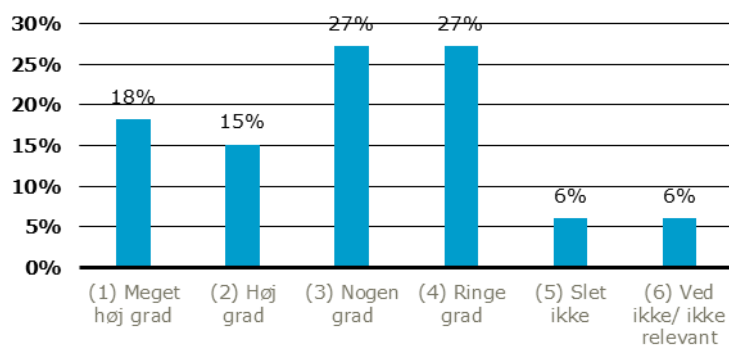
Mange af de interviewede har ønske om, at der iværksættes danske pilotprojekter. Præsentationen af pilotprojekterne vil give mulighed for at demonstrere, hvordan data kan udstilles og hvad der teknisk er muligt inden for det specifikke fagområde.

### 3.7 Gennemførelse af minispørgeskemaundersøgelse

I forbindelse med interviewrunden blev der som afslutning på hvert interview gennemført en mindre spørgeskemaundersøgelse, som den interviewede skulle besvare. Der blev modtaget i alt 22 besvarelser. Her blev der spurgt ind til deres generelle og overordnede vurderinger af mulighederne ved at anvende InSAR-data.

#### 3.7.1 Tilstrækkeligt informationsgrundlag

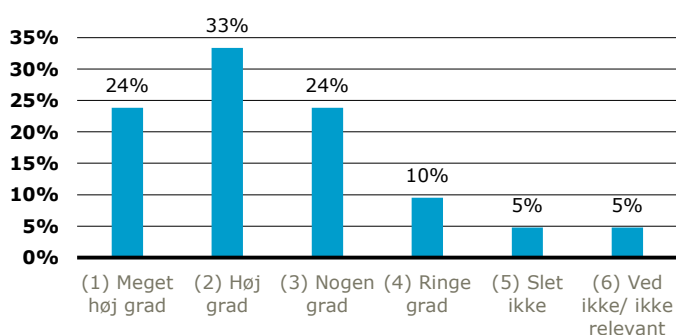
Har du tilstrækkelig med information og baggrund til at vurdere, hvorvidt satellitdata vil være relevant for jeres organisation/virksomhed?



På spørgsmålet om, hvorvidt de har tilstrækkelig med information til at vurdere, hvorvidt InSAR-satellitdata vil være relevant for deres virksomhed/organisation falder svarene i tre næsten lige store grupperinger. 33 pct. svarer i meget høj grad eller høj grad, 27 pct. svarer i nogen grad, mens 33 pct. svarer i ringe grad eller slet ikke. Det bekræfter indtrykket fra interviewene, hvor man har forståelse for den overordnede metode og tilgang, men så snart det skal konkretiseres og nedbindes til konkrete anvendelsesmuligheder, melder der sig en lang række spørgsmål til mulighederne og begrænsninger i brugen af InSAR-data.

#### 3.7.2 Diskuteret med andre

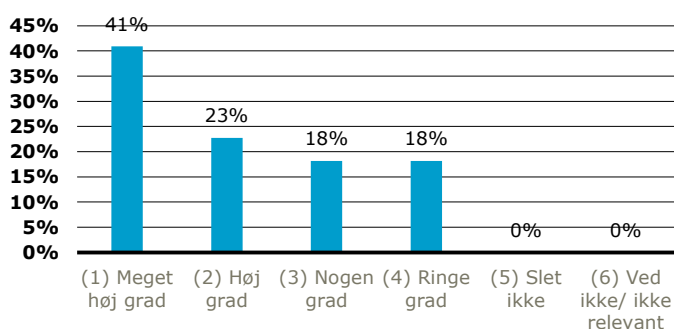
Har du diskuteret muligheder for at udnytte satellitdata med dine kollegaer?



På spørgsmålet om hvorvidt de har diskuteret mulighederne for at benytte InSAR-data med deres kollegaer svarer hele 57 pct., at det har de gjort i meget høj grad eller i høj grad, mens 24 pct. svarer i nogen grad. Kun 15 pct. tilkendegiver i ringe grad eller slet ikke vil diskutere muligheder for brugen af satellitdata med sine kollegaer. De vidner om forholdsvis stor interesse for området og for at diskutere muligheder og perspektiver med sine kollegaer.

## 3.7.3 Drage nytte i dag

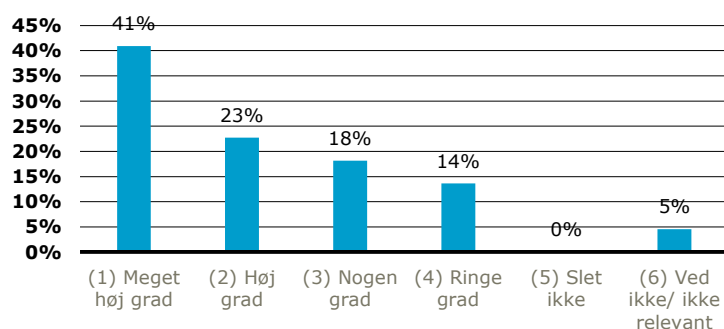
Vil I allerede på nuværende tidspunkt kunne få nytte af sådanne data?



På spørgsmålet om hvorvidt de interviewede allerede på nuværende tidspunkt vil kunne få nytte af InSAR-data svarer hele 64 pct. i meget høj grad eller i høj grad. Det svarer til 2/3 af respondenterne i overvejende grad kan se nytte af at benytte disse data, såfremt de var tilgængelige i dag. Kun 18 pct. svarer i ringe grad eller slet ikke. Det står umiddelbart lidt i kontrast til de tilbagemeldinger, som interviewene giver udtryk for med hensyn til muligheder og behov for de enkelte anvendelsesmuligheder, hvor der bliver udtrykt en mere forbeholdende holdning til potentialer. Sammenholder man de to sæt tilbagemeldinger, kan det tolkes, at der er stor opbakning til selve grundideen bag at udnytte InSAR-satellitdata, men når det skal konkretiseres nærmere og forsøges anvendt inden for specifikke områder, så tager usikkerhed og tvivl over. Dette kan skyldes usikkerhed omkring konkrete muligheder og begrænsninger der ligger i brugen af InSAR-data., da området stadig er forholdsvist nyt i Danmark.

## 3.7.4 Drage nytte i fremtiden

Hvis vi ser 5-10 år frem i tiden, vil I i øget omfang kunne få nytte af sådanne data?

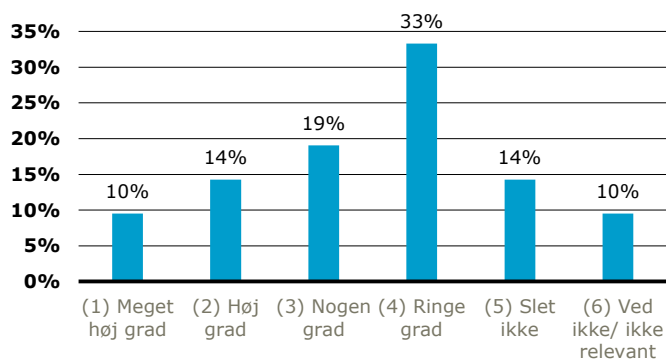


På spørgsmålet om hvorvidt de interviewede i øget omfang vil få nytte af InSAR-data, hvis vi ser 5-10 år frem i tiden, svarer hele 64 pct. i meget høj grad eller i høj grad, 18 pct. svarer i nogen grad og 14 pct. i ringe grad. Der er således store forventninger til nytten af disse data i fremtiden.



## 3.7.5 Krav til udnyttelse

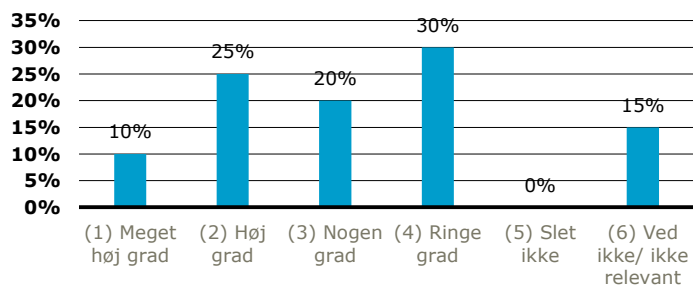
Vil det stille store krav til jer for at kunne udnytte disse data?



På spørgsmålet om hvorvidt det vil stille store krav til dem, før de kan udnytte InSAR-data svarer 24 pct. i meget høj grad, 19 pct. i nogen grad og 47 pct. ringe grad eller slet ikke. Der er således tale om en moderat forventning til, hvor store krav det måtte stilles, før de kan udnytte InSAR-data.

## 3.7.6 Besparelse i investeringer

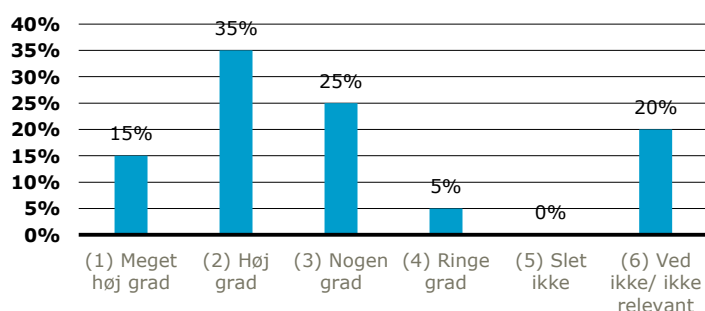
Vil udnyttelse af satellitdata kunne spare jer for nogle investeringer?



På spørgsmålet om, hvorvidt anvendelse af InSAR-data kan give besparelser i investeringer tilkendegiver 35 pct., at det i meget høj grad eller høj grad vil være tilfældet. 20 pct. siger i nogen grad og 30 pct. i ringe grad. Halvdelen af respondenterne forventer således besparelser på investeringsfronten.

## 3.7.7 Mere effektiv planlægning og investeringer

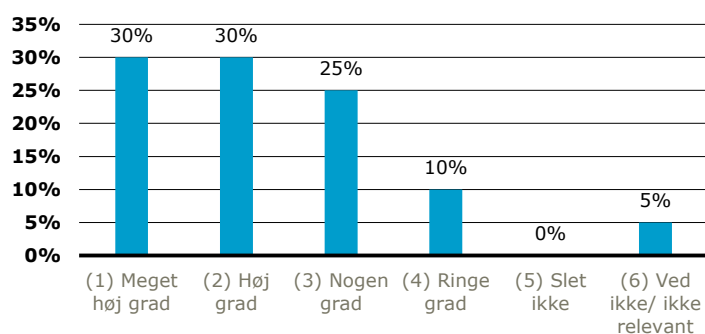
Vil udnyttelse af satellitdata kunne gøre jeres planlægning og investeringer mere effektiv?



På spørgsmålet om hvorvidt udnyttelse af InSAR-data kan gøre planlægning og investeringer mere effektive, svarer 50 pct. i meget høj grad eller høj grad, 25 pct. i nogen grad, og kun 5 pct. i ringe grad. Det skal bemærkes, at hele 20 pct. svarer ved ikke/ikke relevant. 3 ud af 4 respondenter forventer således, at InSAR-data kan gøre deres planlægning og investeringer mere effektiv.

### 3.7.8 Bidrage til innovation og udvikling

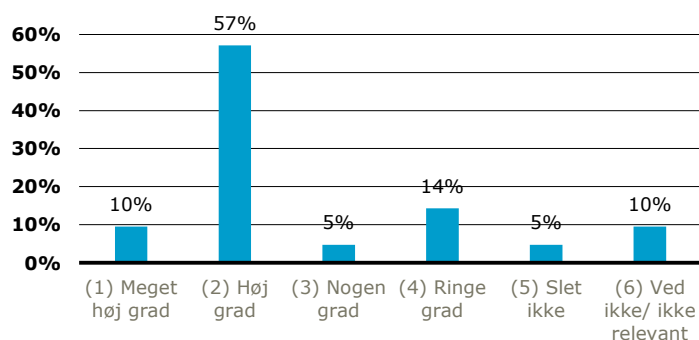
Vil udnyttelse af satellitdata kunne bidrage til innovation og udvikling hos jer?



På spørgsmålet om hvorvidt udnyttelse af InSAR-data kan bidrage til innovation og udvikling hos respondenterne, tilkendegiver 60 pct., at det i meget høj grad eller høj grad vil være tilfældet. Kun 10 pct. siger i ringe grad. Der er således store forventninger til, at InSAR-data kan bidrage til innovation og udvikling.

### 3.7.9 Understøtte strategier og målsætninger

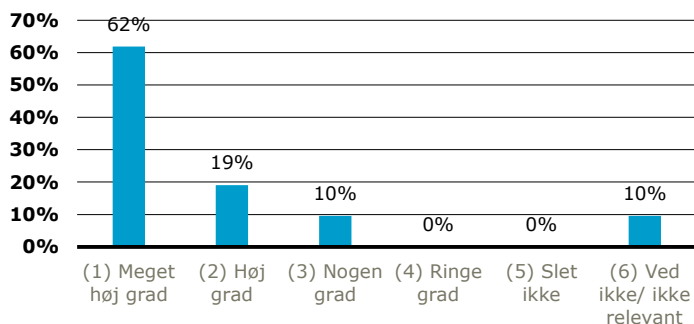
Vil udnyttelse af satellitdata kunne understøtte jeres strategier og målsætninger i jeres organisation?



På spørgsmålet om hvorvidt udnyttelse af InSAR-data kan understøtte respondenternes strategier og målsætninger, svarer hele 67 pct. i meget høj grad eller høj grad. Kun 19 pct. svarer ringe grad eller slet ikke. InSAR-data vil således i stort omfang kunne understøtte strategier og målsætninger blandt respondenterne.

## 3.7.10 Anbefale etablering af landsdækkende service

Vil I anbefale, at der etableres en sådan landsdækkende service i Danmark?



På spørgsmålet om hvorvidt respondenterne vil anbefale, at der etableres en landsdækkende service med InSAR-data, svarer hele 81 pct., at det vil de i meget høj grad eller høj grad anbefale. 10 pct. svarer i nogen grad og 10 pct. ved ikke/ikke relevant. Der er således en massiv opbakning blandt respondenterne til etableringen af en sådan service.

## 3.7.11 Sammenfatning

Generelt er tilkendegivelsen blandt respondenterne i spørgeskemaet mere positiv over for anvendelse af InSAR-data sammenholdt med deres tilbagemelding under selve interviewrunden.

Denne positive tilkendegivelse kan ses som udtryk for, at respondenterne overordnet er ret positive, hvad angår muligheder for udnyttelse af InSAR-data, men når det bliver mere konkret og operationelt i forhold til nogle specifikke anvendelsesmuligheder i selve interviewet, bliver de mere usikre på muligheder og potentiale.

Det kan indikere et behov for yderligere analyser på konkrete anvendelser og igangsætning af konkrete pilotprojekter for at udbygge indsigt og erfaringer inden for de enkelte anvendelsesmuligheder. En fremgangsmåde kunne også være, at fremvise nogle indledende beregninger, gerne landdækkende, hvor det vil være muligt for den enkelte potentielle bruger, at få konkret indblik og indsigt i de områder, der måtte have interesse. På denne måde vil det blive konkret og nærværende for den enkelte

## 4. POTENTIELLE GEVINSTER

Dette afsnit har til formål at beskrive de potentielle gevinster, der kan opstå i forbindelse med etableringen af en mulig, operationel tjeneste til udstilling af vertikale landbevægelser fra InSAR-data i Danmark. Disse gevinster bliver beskrevet med udgangspunkt i de behov, der blev identificeret i behovsundersøgelsen, og bliver tilsvarende opdelt på de tre anvendelsesområder:

- Bygge og anlæg
- Klima
- Forsyning

Den oprindelige ambition var at kortlægge disse besparelser på nationalt plan gennem en business case baseret på en 'Statens Business Case'-model. Det har dog vist sig ikke at være muligt at indhente valide estimater af gevinster og omkostninger på et tilstrækkeligt detaljeret niveau gennem interviews med repræsentanter fra de respektive områder. Vurderingen af de potentielle gevinster baserer sig derfor primært på de kvalitative beskrivelser, der er fremkommet gennem en række interviews med repræsentanter fra de respektive anvendelsesområder.

De forskellige InSAR-anvendelsesmuligheder beskrives ud fra, hvor stort et relativt potentiale på tværs af anvendelsesområderne, der forventes at kunne opstå, samt hvor realiserbar muligheden forventes at være. Pointerne fra det kvalitative grundlag vil så vidt muligt blive illustreret gennem hypotesedrevne taleksempler samt sektorspecifikke, nationale eller lokale data.

De ekstra anvendelsesmuligheder som blev identificeret i forbindelse med analysearbejdet, men som ikke kan henføres til nogle af de tre hovedområder, er der ikke foretaget en potentialevurdering af. Det skyldes, at der under interview og workshop er blevet fokuseret på de tre anvendelsesområder, og der derfor ikke foreligger tilstrækkeligt grundlag til at gennemføre en sådan vurdering.

### 4.1 Beskrivelse af gevinsttyper

I forbindelse med de afholdte interviews er der beskrevet tre overordnede typer af potentielle gevinster, der kan opstå. Dette er potentielle gevinsttyper og er altså ikke ensbetydende med, at disse gevinster rent faktisk vil opstå.



- **Drifts- og vedligeholdelsesbesparelser:** I de tilfælde, hvor etableringen af en operationel InSAR-service giver anledning til at drifts- eller vedligeholdelsesprocesser bliver effektiviseret, forbedret eller præciseret, opstår der en drifts- eller vedligeholdelsesgevinst. En effektivisering indebærer at en allerede foretaget proces bliver gennemført mere effektivt og derfor har behov for færre ressourcer. Præcisering af behov for vedligehold gennem bedre viden omkring sætninger kan give mulighed for at prioritere kritiske sætningsområder og nedskalere indsatsen i mindre udsatte områder.



- **Investeringsbesparelser:** Bedre information omkring vertikale landbevægelser kan give mulighed for at foretage mere kvalificerede investeringsbeslutninger. Dette kan herved give mulighed for at foretage informerede beslutninger om anlægsinvesteringer. Gennem bedre viden vil det være muligt at placere anlæg strategisk i forhold til, hvor landbevægelserne forekommer og herved potentielt mindske fremtidige udgifter.



- **Reduktion af usikkerhed:** InSAR-data giver ikke nødvendigvis anledning til konkrete besparelser, men derimod reduktion af usikkerhed i processer påvirket af vertikale landbevægelser. En kontinuert dataindsamling over en længere periode, samt bedre kvalitet i viden omkring vertikale landbevægelser vil formodentligt være med til at mindske den usikkerhed, som opstår ved projekter, der er udsatte overfor vertikale landbevægelser. Dette kunne være i supplement til allerede anvendte procedurer til at bestemme sætninger.

## 4.2 Potentiale vurdering og realiserbarhed

Hver af de identificerede anvendelsesmuligheder er vurderet ud fra to parametre: Potentiale og realiserbarhed.



- **Potentiale vurdering:** Beskriver den umiddelbare indflydelse, som anvendelsesmuligheden kan forventes at have på det indførte område. Det kan være i form af drifts- eller vedligeholdelsesbesparelser, investeringsbesparelser, forbedringer i kvalitet eller blot reduktion af usikkerhed. Tilsvarende de gevinsttyper beskrevet ovenfor.



- **Realiserbarhed:** Beskriver hvor let eller svært det vil være at realisere den konkrete anvendelsesmulighed og dermed indløse de identificerede potentialer.

Potentialet og realiserbarheden bliver vurderet på en skala indeholdende kategorierne lille, mellem og stor. Kategoriseringen af potentialet og realiserbarheden bliver fastsat ud fra det relative potentiale eller realiserbarhed overfor de andre identificerede anvendelsesmuligheder. Et lille, mellem eller stort potentiale skal altså vurderes relativt til de andre anvendelsesmuligheder i alle anvendelsesområder. Det konkrete potentiale er vurderet på baggrund af de kvalitative vurderinger, som blev identificeret gennem interviews med potentielle brugere af teknologien. De konkrete vurderinger af potentiale og realiserbarhed skal dermed ses som værende indikative og er ikke dokumenterede. Det vil kræve nærmere analyse for at få disse nærmere verificeret. I tolkningen af resultaterne er det relative umodne marked i Danmark for InSAR-data vigtigt at tage med i betragtning.

## 4.3 Omkostninger ved indførelse af InSAR-data

Omkostningerne ved en landsdækkende operationel InSAR-dataservice er ikke mulig at prissætte på nuværende tidspunkt, da den endelige service ikke er veldefineret. Indledende undersøgelser af SDFE indikerer, at etableringsomkostninger vil være i omegnen af 6-10 mio. kr., som vil løbe over en periode på ca. to år. Derefter forventer SDFE udgifter til drift og løbende udvikling på ca. 3 mio. kr. per år. Disse omkostninger til anlæg og løbende drift skal sættes op mod de herunder beskrevne gevinster.

Disse omkostninger dækker alene de centrale udviklings- og driftsomkostninger ved at anlægge og drive selve systemet. Udgifterne for de aktører der skal anvende InSAR-teknologien er på nuværende tidspunkt stadig ukendt. Det er dog værd at notere, at de interviewede potentielle brugere af InSAR-data ikke forventer, det vil kræve egentlige investering i software eller lignende for at kunne inddrage InSAR data i deres arbejde. På baggrund af de afholdte interviews lader der ikke til at være store omkostninger forbundet med anvendelse af InSAR-teknologien.

## 4.4 Potentielle gevinster – bygge og anlæg

Dette afsnit beskriver de potentielle gevinster, der er identificeret inden for bygge- og anlægssektoren på baggrund af de afholdte interviews.

Inden for bygge- og anlægssektoren er der identificeret anvendelsesmuligheder som beskrevet i Tabel 1. Her bliver hver anvendelsesmulighed vurderet ud fra deres potentiale samt hvor realiserbare, de pågældende potentiale er vurderet til at være. Af Tabel 1 kan det ses at anvendelsesmulighederne inden for bygge og anlæg har både store og små anvendelsespotentialer, og at disse generelt bliver vurderet til at være nemmere at realisere end hvad der blev vurderet i de to tidligere omtalte anvendelsesområder. Hver af de identificerede anvendelsesmuligheder vil blive belyst i de efterfølgende afsnit.

Potentielle anvendelsesmuligheder	Potentialevurdering	Realiserbarhed
Monitering af broer	Lille	Lille
Monitering af større byggerier	Mellem	Lille
Monitering i forbindelse med forbelastning	Lille	Lille
Store infrastruktur projekter	Stor	Mellem
Jordskred	Lille	Mellem
Havneanlæg - Kajanlæg og moler	Mellem	Mellem
Validering af geotekniske parametervalg og beregninger	Mellem	Stor
Private boliger	Lille	Mellem
Grundsalg	Lille	Mellem

**Tabel 1: Anvendelsesmuligheder – bygge og anlæg**

Kilde: Rambøll interviews og vurdering

#### 4.4.1 Monitering af broer

BaneDanmark anvender moniteringssystemer til at overvåge jernbanebroer i områder der er udsatte for sætninger. Måling af vertikale bevægelser ved broer er udsat for målestøj fra trafik og blæst. Sentinel-1s høje genbesøgnelsesfrekvens vil potentielt kunne mindske usikkerheder forbundet med denne målestøj grundet kontinuerte målinger.

#### 4.4.2 Monitering af større byggerier

Når nye store byggeprojekter bliver etableret, vil der ofte foregå en kortlægning af de vertikale landbevægelser i det pågældende område. I tilfælde hvor InSAR-data kan erstatte eller delvist erstatte de nuværende moniteringsprocedurer, kan opgaven foretages med lavere omkostninger, hvorved der opstår en gevinst i form af driftsbesparelse. Alternativt vil InSAR-data kunne supplere moniteringsprogrammet og herved potentielt skabe mere sikkerhed omkring sætninger i området.

Den potentielle gevinst, der kan opstå, kan beskrives ved at sammenligne de nuværende omkostninger til monitering af større byggerier med de omkostninger, der vil forekomme ved anvendelse af InSAR-data. I det tilfælde hvor omkostningerne ved at anvende InSAR-data til helt eller delvist at foretage moniteringen er lavere end den nuværende procedure, da vil der opstå en driftsbesparelse på størrelse med difference på de to alternativer.

Derudover vil bedre viden om sætninger have betydning for design af fundamenter. Dette kan potentielt resultere i fire typer af besparelser i forbindelse med større byggerier:

- Ved større kendskab til de vertikale landbevægelser kan en mere tilpasset fundamentdybde vælges.
  1. Fundamentdybden kan tilpasses behov og derved skabe lavere løbende vedligeholdelsesudgifter.
  2. Potentielt besparelse ved lavere fundamentdybde kan anvendes, hvilket reducerer anlægsudgifterne.

- Funderingen projekteres med større sikkerhed.
3. Større holdbarhed, da fundamentet designes efter forhold, som resulterer i lavere behov for løbende vedligeholdelse.
  4. Potentiel besparelse ved at et billigere fundament kan anvendes, som overholder de nødvendige kriterier.

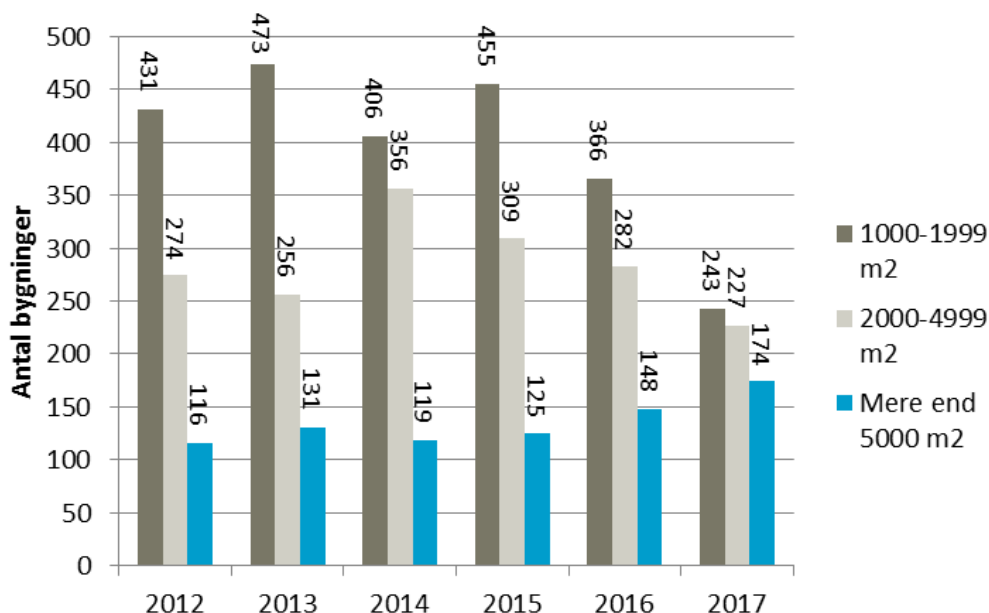
### Sektorperspektiv 1: Store byggerier

Ved etablering af store byggerier er der behov for at vurdere sætninger i det pågældende område. I det tilfælde hvor InSAR-data fører til besparelser i forbindelse med erstatning af manuel monitoring, er det interessant at vide, hvor mange store byggerier, der forekommer i Danmark generelt.

Figur 1a beskriver, med udgangspunkt i data fra Danmarks Statistik, antallet af store byggeprojekter opført i perioden fra 2012-2017. Der skelnes i denne opgørelse mellem tre intervaller af bygningsstørrelse:

- Bygningsareal: 1.000-1.999 m<sup>2</sup>
- Bygningsareal: 2.000-4.999 m<sup>2</sup>
- Bygningsareal: >5.000 m<sup>2</sup>

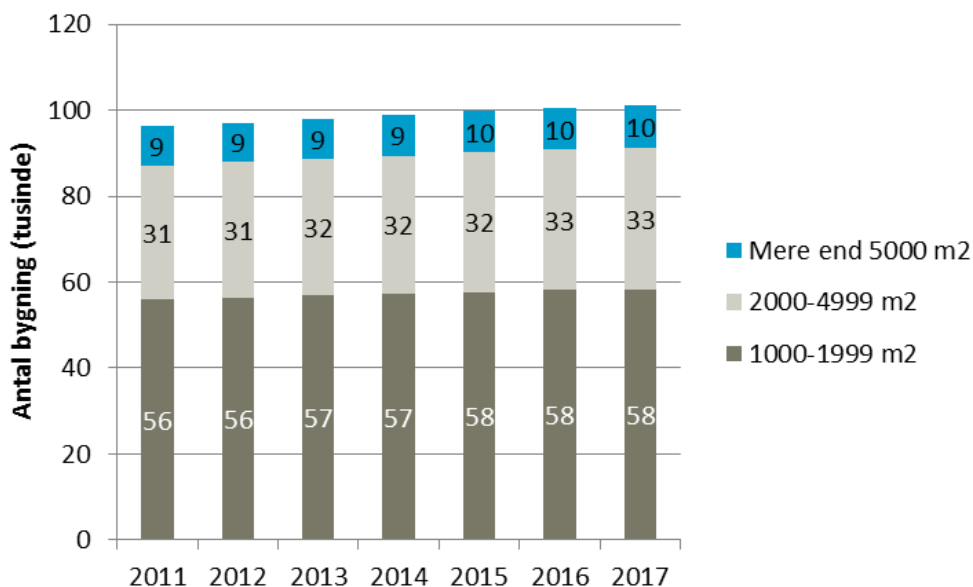
Af Figur 1a kan det ses, at der i 2016 blev opført ca. 800 bygninger som havde et areal på mere end 1000 m<sup>2</sup>. Af de 800 var ca. 150 i den største kategori (mere end 5.000 m<sup>2</sup>), og ca. 280 var i den midterste kategori (2.000-4.999 m<sup>2</sup>). Derudover er det værd at bemærke, at antallet af opførte bygninger i den største kategori er steget markant siden 2012, hvor der var blot 116 til i dag i 2017, hvor der allerede har været 174. Dette svarer til en stigning på 50 pct.



Figur 1a: Antal opførte store bygninger efter arealinterval og år

Kilde: Danmarks Statistik (BYGB12)

Figur 1b illustrerer antallet og udviklingen af store bygninger i Danmark. Figuren viser at der i 2017 er mere end 101.000 bygninger i Danmark som er mere end 1.000 m<sup>2</sup> store. Af de 101.000 bygninger er 10.000 større end 5.000 m<sup>2</sup> og 33.000 er mellem 2.000-4.999 m<sup>2</sup>. Af 1b kan det også ses, at det samlede antal af store bygninger har været stigende over perioden 2012-2017. Dette indikerer, at der på sigt kan udvikle sig et større behov for monitoringer af byggerier.



**Figur 1b: Antal store bygninger efter arealinterval**

Kilde: Danmarks Statistik (BYGB12)

Er det muligt at opnå besparelser på monitoring af byggearealet ved anvendelse af InSAR-data, og hvis denne gevinst kan indløses på hvert nyt byggeri, er der et stort besparelspotentiale. Der er dog uvist, både om det er muligt at realisere denne gevinst samt hvor stor, den eventuelt vil være.

### Eksempel 1: Dokumentation af sætninger ved større byggerier

De samlede udgifter til dokumentation ved anvendelse af den nuværende metode kan beskrives på baggrund af følgende beregning:

$$\begin{aligned}
 &[\text{Antal bygninger med } 1.000\text{-}1.999 \text{ m}^2] \times [\text{Timer det tager at monitere}] \times [\text{Pris per time}] \\
 &[\text{Antal bygninger med } 2.000\text{-}4.999 \text{ m}^2] \times [\text{Timer det tager at monitere}] \times [\text{Pris per time}] \\
 &[\text{Antal bygninger med } >5.000 \text{ m}^2] \times [\text{Timer det tager at monitere}] \times [\text{Pris per time}]
 \end{aligned}$$

Erfaring fra et større monitoringsselskaber beskriver, at en timepris for landmåling ligger mellem 500-1.200 kr. per time afhængigt af, hvor teknisk målingen er. Det bliver i denne beregning antaget at monitoring af større bygninger er relativt teknisk og koster 1.000 kr. per time. Derudover ved vi fra samme monitoringsselskab at 1.500-2.000 m<sup>2</sup> kan blive dækket per time. Den første bygningsstørrelse kan dermed monitoreres på en time, anden kategori på 2,5 time og tredje kategori på 5 timer. Omkostningerne ved monitoring af de større bygninger i Danmark i 2016 har under disse antagelser været følgende

$$\begin{aligned}
 366 \text{ bygninger} \times 1 \text{ timer} \times 1.000 \text{ kr./time} &= 366.000 \text{ kr.} \\
 282 \text{ bygninger} \times 2,5 \text{ timer} \times 1.000 \text{ kr./time} &= 705.000 \text{ kr.} \\
 148 \text{ bygninger} \times 5 \text{ timer} \times 1.000 \text{ kr./time} &= 740.000 \text{ kr.}
 \end{aligned}$$

Den samlede omkostning for dokumentering af sætninger ved bygninger fra 2016 er dermed 1.811.000 kr. under ovennævnte antagelser. Derudover antages det at alle bygninger på over 1.000 m<sup>2</sup> skal dokumenteres. Det er dog uvist hvor stor en bygning skal være for at monitoring skal dokumenteres. Antallet af monitoringer, der er nødvendig for at fastslå størrelsen på sætninger, er også uvist.



Under antagelse af at 20, 50 eller 80 pct. af landmåler monitoringer kan overtages af InSAR-data vil følgende besparelse have opstået i 2016:

1.811.000 kr. x 20 pct. = 362.200 kr.

1.811.000 kr. x 50 pct. = 905.500 kr.

1.811.000 kr. x 80 pct. = 1.448.800 kr.

Fra dette beløb skal fratrækkes alle de omkostninger, der er forbundet med at anvende InSAR-data til monitorering.

#### 4.4.3 Monitorering af større byggerier – løbende kontrol

Et andet anvendelsesområde for InSAR-data ved monitorering af større byggerier relaterer sig til løbende kontrol af bygningssætninger. Med løbende kontrol vil det være muligt kontinuerligt at overvåge bygningssætninger. Det er særligt aktuelt i forbindelse med fem års overleveringen (eftersyn) fra entreprenør til bygherre, hvor visse formaliteter skal overholdes.

På nuværende tidspunkt bliver sætningerne kontrolleret ved landopmålinger. I de tilfælde hvor InSAR-teknologien helt eller delvist kan erstatte disse manuelle landopmålinger, da vil omkostningerne til en hvis grad kunne spares. Derudover kan der potentielt være vedligeholdelsesbesparelser at hente ved at opdage bygningssætninger i et tidligt stadie for herved at forhindre alvorlige skader på bygningerne.

#### 4.4.4 Monitorering i forbindelse med forbelastning

I områder med blødbund fortages der ofte forbelastning for at opnå en sikker og økonomisk løsning på blødbundsproblemet. For at vurdere om en forbelastning er nødvendig i forbindelse med et anlægsprojekt er der behov for at kende sætningsforholdene. I denne forbindelse vil der typisk blive anvendt landmålere til at beskrive sætningspotentialer. Alternativet til landmålere kunne være InSAR-data til at beskrive disse sætninger. I det tilfælde landmålere vil kunne helt eller delvist erstattes med tilgængeligt InSAR-data, vil der opstå en gevinst, hvis dataadgangen og anvendelse er billigere end traditionel landmåling.

#### 4.4.5 Store infrastruktur projekter

Sætninger i forbindelse med store infrastrukturprojekter giver bygherre og entreprenører store udfordringer. Der er derfor behov for at lave landopmålinger for at undersøge disse vertikale landbevægelser. På nuværende tidspunkt bliver landbevægelserne bestemt manuelt af landmålere. I relation til store infrastrukturprojekter vil der potentielt kunne opstå en driftsbesparelse hvis disse manuelle landopmålinger vil kunne foretages mere automatiseret ved benyttelse af InSAR-data. Her vil det igen være differencen mellem udgifterne, der forekommer under de nuværende landopmålinger sammenholdt med de omkostninger, der opstår ved anvendelse af InSAR-data, der vil udgøre den potentielle gevinst.

Udover potentielt at reducere behovet for manuelle opmålinger leverer InSAR-data en yderligere fordel i og med, det er muligt at foretage flere og gentagende målinger, som dækker et større geografisk område. Dette kan have indflydelse på det vidensgrundlag, der bliver truffet beslutninger på baggrund af, hvilket potentielt kan have betydning for investeringsomkostninger og fremtidig vedligeholdelses- og driftsomkostninger gennem lavere usikkerhed og generel bedre kvalitet i beslutningsgrundlaget.

#### 4.4.6 Jordskred

Jordskred i Danmark forekommer oftest som små bevægelser, men dette kan have store konsekvenser inden for bygge- og anlægssektoren. InSAR data vil i denne sammenhæng kunne anvendes til at beskrive størrelsen af disse bevægelser og dermed bidrage til vurdering af behovet for tiltag der modvirker udviklingen. Det kunne være en vej, der bliver placeret i et

område, som er udsat for jordskred. Hvis dette er kendt inden projektet igangsættes, vil der være mulighed for at tilpasse løsningen efter forholdene. Dette resulterer i lavere omkostninger til vedligehold af vejen i fremtiden. Generelt må det også forventes, at hurtig intervention er omkostningseffektivt frem for at reparere, når skaden er sket.

#### 4.4.7 Havneanlæg - Kajanlæg og moler

Da havne ofte er udsatte for sætninger kan InSAR-data potentielt anvendes i stedet eller som supplement til manuelle målinger. Mange af de førnævnte problematikker forekommer ved havne områder, da de er ekstra sætningsudsatte. Dette gælder dokumentation af sætning ved anlæg, monitoring i forbindelse med forbelastning og generel overvågning af sætninger. Ens for disse problemer er behovet for at få afklaret, hvor stort sætningsproblemer er i området. På nuværende tidspunkt vil dette blive håndteret ved manuelle landmålinger, hvilket formentligt ville kunne forbedres og måske automatiseres ved benyttelse af InSAR-data. Er dette muligt vil der potentielt være drifts- og vedligeholdelsesbesparelser at hente.

Potentialet ved anvendelse af InSAR-data ved havneanlæg er vurderet til at være moderat sammenholdt med de andre anvendelsesmuligheder og har også et moderat realiseringspotentiale.

#### 4.4.8 Validering af geotekniske parametervalg og beregninger

Der er høje krav til fundamentet ved høje bygninger. For at kunne lave gode fundamentløsninger er der behov for et godt datagrundlag. InSAR-data kan være med til at understøtte funderingsmodeller med datainput. Bedre viden omkring vertikale landbevægelser i funderingsmodellerne vil give geoteknikerne et bedre grundlag for at bestemme det mest optimale fundament. I det tilfælde hvor fundamentet kan begrænses, vil der opstå direkte besparelser i anlægsfasen. Giver den nye model anledning til at tro, der er behov for større fundament end hvad der var planlagt, vil der potentielt opstå drifts- og vedligeholdelsesbesparelser på sigt, da et mere optimalt fundament kan anvendes.

På baggrund af de afholdte interviews er det vurderet, at dette bedre datainput i funderingsmodellerne har et middelstort potentiale relativt til andre identificerede anvendelsesmuligheder, og at anvendelsesmuligheden burde være nemmere at realisere.

#### 4.4.9 Private boliger

InSAR-data vil kunne anvendes i forbindelse med sætninger i private boligområder og dermed skabe mere gennemsigtighed ved bolighandel. Dette vil give købere bedre indsigt i sætningsudviklingen i det område, de overvejer at handle bolig i. Et bedre kendskab til sætninger i området vil give køber bedre information om potentielle problemer, der vil kunne opstå.

På baggrund af de afholdte interviews er det blevet vurderet, at denne anvendelsesmulighed har et lille potentiale relativt til andre identificerede anvendelsesmuligheder. Anvendelsesmuligheden er vurderet til at være realiserbar.

#### 4.4.10 Grundsalg

For at dette potentiale kan realiseres kræver det, der kan leveres den ønskede datatæthed og der kan leveres data for ikke-bebyggede områder. Der er derfor behov for yderligere afklaring af dette potentiale. Anvendelsesmulighed har derfor et lille potentiale relativt til andre identificerede anvendelsesmuligheder. Anvendelsesmuligheden vurderes til at være realiserbar.

#### 4.4.11 Delkonklusion – bygge- og anlægspotentialer

Bygge- og anlægssektoren har relativt til de andre to anvendelsesområder flere anvendelsesmuligheder, som har et betydeligt potentiale, som bliver vurderet til at være relativt nemme at realisere. Specielt forventes anvendelse af InSAR-data i forbindelse med store infrastrukturprojekter at kunne bidrage med supplerende viden og effektivisering af nuværende

manuelle løsninger med en mere automatiseret tilgang til sætningsmåling i de aktuelle områder. Det skal dog pointeres, at der stadig er betydelig usikkerhed omkring i hvilken udstrækning, InSAR-dataet kan anvendes i denne relation og hvor stor, den eventuelle gevinst vil være.

De resterende anvendelsesmuligheder inden for bygge- og anlægssektoren spænder bredt i både potentialevurdering og realiserbarhed.

#### 4.5 Potentielle gevinster – klimatilpasning

Dette afsnit beskriver de potentielle gevinster, der er identificeret inden for klimatilpasningsområdet på baggrund af de afholdte interviews.

Inden for klimatilpasning er der identificeret anvendelsesmuligheder som beskrevet i Tabel 2. Her bliver hver anvendelsesmulighed vurderet ud fra deres potentiale, samt hvor realiserbare det pågældende potentiale er. Af Tabel 2 kan det ses, at InSAR-data anvendt ved klimatilpasning har anvendelsesmuligheder inden for hele potentialespektret, men bliver i hovedparten af tilfældene vurderet til at være svære at realisere. Hver af de identificerede anvendelsesmuligheder vil blive belyst i de efterfølgende afsnit.

Potentielle anvendelsesmuligheder	Potentialevurdering	Realiserbarhed
Dæmninger og diger til infrastruktur	Mellem	Mellem
Stormflodssikring fra kyst og fjord	Stor	Stor
Oversvømmelsessikring fra vandløb og åer	Mellem	Lille
Oversvømmelsesrisiko grundvand	Lille	Lille
Oversvømmelsesrisiko nedbør	Lille	Lille

**Tabel 2: Anvendelsesmuligheder - klimatilpasning**

Kilde: Rambøll interviews og vurdering

##### 4.5.1 Dæmninger og diger til infrastruktur

Da der ofte er placeret veje og jernbanespor på dæmninger og diger er der potentielt store konsekvenser ved sætninger af disse. I de tilfælde, hvor tilstrækkeligt store landbevægelser forekommer, vil det kunne have indflydelse på vej- og banedrift, som herved skaber store omkostninger for brugerne, baneudbyderne og samfundet som helhed. Det er derfor vigtigt at opdage disse vertikale landbevægelser, inden det har indflydelse på transportdriften. Denne monitorering kræver specialudstyr og dermed betragtelige omkostninger.

InSAR-data kan potentielt være med til at præcisere, hvor det største behov for monitorering er og derved minimere benyttelse af de manuelle målinger til blot at inkludere de mest udsatte områder.

I det tilfælde, hvor InSAR-data vil kunne erstatte eller nedskalere benyttelsen af den gængse monitoringsmetode, vil der potentielt kunne opstå drifts- og vedligeholdelsesbesparelser. Det afhænger af, hvorvidt InSAR-løsningen er tilstrækkelig billig sammenholdt med den nuværende løsning. På baggrund af de afholdte interviews vurderes det, at det er usikkert, hvorvidt det vil være muligt at erstatte den nuværende monitoringsmetode med InSAR-data.

En potentielt højere og mere kontinuert datadetaljeringsgrad leveret af InSAR-data ved dæmninger og diger vil derudover skabe et bedre grundlag for vurdering af den generelle udvikling over tid. Det vil dermed potentielt kunne være med til at præcisere forventningerne til den fremtidige udvikling i de vertikale landbevægelser. En højere datafrekvens vil formodentligt også give øget mulighed for tidlig opmærksomhed omkring sætninger, der vil kunne påvirke

trafikdriften. Ved at håndtere denne udvikling i et tidligt stadie undgås eller reduceres driftsforstyrrelserne og det generelle omfanget af en eventuel skade.

### **Sektorperspektiv 2: Kystbeskyttelse**

Miljø- og Fødevareministeriet har i deres Kystanalyse fra 2016 offentliggjort, at det offentlige har 103 mio. kr. i årlige udgifter til kystbeskyttelse. Kystbeskyttelse dækker beskyttelse mod kysterosion og oversvømmelse. I forbindelse med InSAR-data er det beskyttelse mod oversvømmelse, der er aktuelt. Det har ikke været muligt at lave en opsplitning af udgifterne fordelt på henholdsvis erosions- og oversvømmelsesbeskyttelse.

Der er altså store årlige udgifter til klimatilpasning hos det offentlige. Det betyder, at selv ved små procentuelle effektiviseringer i statens årlige klimatilpasningsomkostninger ved anvendelse af InSAR-data, er der tale om betydelige besparelser. Ved at anvende InSAR-data i forbindelse med drift og vedligehold af klimatilpasningsløsninger er forhåbningen at effektivisere og herved skabe en driftsgevinst. På baggrund af de afholdte interviews er det usikkert, hvorvidt der forekommer besparelser på klimatilpasningstiltag og størrelsen på disse.

#### 4.5.2 Dæmninger og diger mod oversvømmelser

Meget tilsvarende fordelene ved diger og dæmninger i relation til infrastrukturprojekter kan der også potentielt være drifts- og effektiviseringsbesparelser ved at anvende InSAR-data til monitorering af sætninger i forbindelse diger og dæmninger mod oversvømmelser.

På grund af havvandsstigninger samt hyppigere og kraftigere storme er der et stigende behov for at sikre kystnære områder mod oversvømmelse. Kvaliteten af denne sikring afhænger af højden på dæmninger og diger. Det betyder, at sætninger har betydning for, hvilket sikkerhedsniveau der kan overholdes af dæmningerne og digerne. Der skal derfor løbende holdes kontrol med at dæmninger og diger overholder den ønskede højde og dermed sikkerhed.

På nuværende tidspunkt bliver denne monitorering foretaget af manuelle landmålere. Hvis det i stedet var muligt at erstatte denne manuelle afmåling helt eller delvist med anvendelse af InSAR-data vil der potentielt være driftsbesparelser at hente. Dette afhænger igen af omkostningerne forbundet med anvendelse af InSAR-data sammenholdt med omkostningerne ved den nuværende løsning.

Hvis det ikke er muligt direkte at erstatte landmålingerne med InSAR-data, vil det potentielt være mulighed for at præcisere, hvor måleindsatsen er mest påkrævet for herved at gå udenom lavprioritetsområder.

**Eksempel 2: Monitering af diger**

Der er ca. 1100 km diger i Danmark, som skal overholde et vist sikkerhedsniveau. Der er derfor behov for løbende at undersøge sætninger af disse diger for at sikre, at sikkerhedsniveauet bliver overholdt. Antages det, at digerne bliver monitoreret manuelt en gang om året ved landopmåling, vil der være følgende estimerede omkostninger forbundet med dette:

[Antal km diger] x [Timer det tager at monitere en km diger] x [Pris per time]

1.100 km x 1 time x 1.000 kr. per time = 1.100.000 kr.

Antal kilometer, der kan monitoreres i timen samt prisen per time er baseret på et interview med en af Danmarks førende landmålere. Der er dog stor usikkerhed omkring de to anvendte parametre, da timeprisen er meget situationsafhængig, og dermed kan være svær at generalisere. Timeprisen kan variere mellem 500-1.200 kr. per time afhængigt af opgaven. Denne estimerede omkostninger skal altså tages som et overslag forbundet med betydelige usikkerheder.

Under antagelse af at 20, 50 eller 80 pct. af denne manuelle monitering af landmålere kan overtages af InSAR-data, vil der opstå følgende årlig besparelse på den manuelle opmåling:

1.100.000 kr. x 20 pct. = 220.000 kr. per år

1.100.000 kr. x 50 pct. = 550.000 kr. per år

1.100.000 kr. x 80 pct. = 880.000 kr. per år

Fra dette beløb skal fratrækkes alle de omkostninger, der er forbundet med at anvende InSAR-data til monitering. Dette kunne være omkostninger forbundet med implementering af data i den respektive forretning samt oplæring af personale i anvendelse af ny teknologi eller anskaffelse af nyt materiel for at kunne anvende den nye teknologi. De udførte interviews giver dog ikke anledning til at tro at disse omkostninger er høje.

#### 4.5.3 Stormflodssikring fra kyst og fjord

For at forhindre oversvømmelser anlægges stormflodssikring af kyst og fjorde. Sikkerhedsniveauet af stormflodssikringen afhænger af sikringens højde, og denne kan ændres grundet vertikale landbevægelser. InSAR-data vil derfor potentielt kunne anvendes til at vurdere, hvilke af disse stormflodssikringsstiltag, der overholder det ønskede sikkerhedsniveau.

Opretholdelse af det ønskede sikringsniveau vil dermed potentielt forhindre oversvømmelser, der ellers ville have forekommet, givet at sikkerhedsniveauet ikke overholdes. Skadesomkostninger som følge af oversvømmelser vil blive afholdt af kommunens borgere og erhverv, samt forsikringsselskaberne tilknyttet området.

#### 4.5.4 Oversvømmelsessikring fra vandløb og åer

Sætninger langs vandløb og åer skaber højere risiko for fremtidige oversvømmelser. Kendskab til hvor disse sætninger forekommer, må forventes at give en forbedret mulighed for at præcisere indsatsen, der skal forebygges disse oversvømmelser. Forhindring af oversvømmelser er en stor gevinst for kommunens borgere, erhvervsliv og forsikringsselskaberne tilknyttet området.

InSAR-teknologien vurderes dog ikke at kunne levere den nødvendige datatæthed langs vandløb og åer til at den ønskede anvendelsesmulighed kan opnå sit fulde potentiale. Derfor vurderes potentiale at være mellem, men realiserbarheden at være lille.

#### 4.5.5 Oversvømmelsesrisiko forårsaget af stigende grundvandsspejl

Der er de senere år set stigende grundvandsspejl i visse områder på over en meter. Stigende grundvandsspejl kan forårsage oversvømmelser. Sammenlignet med kendte sætningsrater vil betydning af stigningen i grundvandsspejlet langt overstige størrelsen af sætningerne. Derfor vurderes potentialet og realiserbarheden i forhold til at anvende InSAR data til udpegnig af områder der fremover er i risiko for at blive oversvømmet af grundvand som lille.

#### 4.5.6 Oversvømmelsesrisiko fra nedbør

Vertikale landbevægelser har indflydelse på, hvilke områder, der bliver oversvømmet under skybrud. Som tidligere beskrevet er InSAR-data ikke en rumlig opløsning, der er nok til at erstatte den nuværende dataindsamlingsløsning til Danmarks Højdemodel, og der er derfor nærmere tale om en gevinst ved præcisering af områder, der potentielt kan være udsat for sætninger. Ved at anvende InSAR-data som værktøj til at udpege områder med store variationer i vertikalbevægelsen, vil det potentielt være muligt geografisk at fokusere den mere præcise, men omfattende målemetode, i områder, hvor behovet er størst. Dette kunne dermed give anledning til driftsbesparelse, da et mindre område muligvis skal afsøges.

#### 4.5.7 Delkonklusion – klimatilpasningspotentialer

Høje årlige omkostninger til klimatilpasningsløsninger hos specielt staten giver incitament til at effektivisere vedligehold og drift af de nuværende løsninger samt at foretage nye investeringer på et informeret grundlag. På baggrund af de afholdte interviews er der blevet beskrevet en række potentielle anvendelsesmuligheder for InSAR-data. Det er dog med det nuværende vidensgrundlag usikkerhed omkring, både hvor stor en gevinst, der vil opstå ved implementering af disse tiltag, men også hvor realiserbare de er vurderet på baggrund af de gennemførte interviews. Bliver markedet for InSAR-data videre modnet, eksempelvis gennem offentliggørelse af indledende landsdækkende data, vil det dog sandsynligvis sætte effektivt gang i modningsprocessen og nye anvendelsesmuligheder og øget potentiale vil højst sandsynligt fremkomme.

Stormflodssikring fra kyst og fjord fremhæves som en anvendelsesmulighed med stort potentiale relativt til de andre undersøgte anvendelsesmuligheder og har god mulighed for at blive realiseret. De resterende anvendelsesmuligheder inden for klimatilpasning bliver vurderet til at have en lille til moderat gevinst forbundet med anvendelse og en generel lav mulighed for at blive realiseret.

### 4.6 Potentielle gevinster – forsyning

Som beskrevet i behovsanalysen er det kun en lille del af de interviewede interessenter fra forsyningsbranchen, der vurderer, at InSAR-satellitdata har potentiale til at skabe gevinster på deres område. I dette afsnit vil de anvendelsesmuligheder, som er identificeret i behovsanalysen blive beskrevet. I det man ikke kan forvente store vertikale bevægelser i hele Danmark, skal de beskrevne anvendelsesmuligheder ikke ses som værende aktuelle for forsyningssektoren som helhed, men nærmere for nogle specifikke geografiske områder, hvor vertikale landbevægelser er meget aktuelle. Der hersker på nuværende tidspunkt nogen usikkerhed om, i hvilket omfang det gør sig gældende.

Inden for forsyningssektoren er der identificeret anvendelsesmuligheder som beskrevet i Tabel 3. Her bliver hver anvendelsesmulighed vurderet ud fra deres relative potentiale, samt hvor realiserbart det pågældende potentiale er. Af Figur 3 kan det ses, at anvendelsesmulighederne inden for forsyningssektoren bliver vurderet over en bred kam til kun at have lille til mellem potentiale, hvor hovedparten af anvendelsesmulighederne bliver vurderet til at have potentialer, der er svære at realisere. Hver af de identificerede anvendelsesmuligheder vil blive belyst i de efterfølgende afsnit.

Potentielle anvendelsesmuligheder	Potentiale vurdering	Realiserbarhed
Investeringsplanlægning	Mellem	Lille
Planlægning og projektering af ledninger	Mellem	Mellem
Kloakfornyelse	Mellem	Mellem
Opdatering af hydrauliske modeller for ledningsanlæg og overflade	Lille	Lille
Indvinding af drikkevand	Lille	Lille
Vurdering af fremtidigt nedsivningspotentiale	Lille	Lille

**Tabel 3: Anvendelsesmuligheder - forsyning**

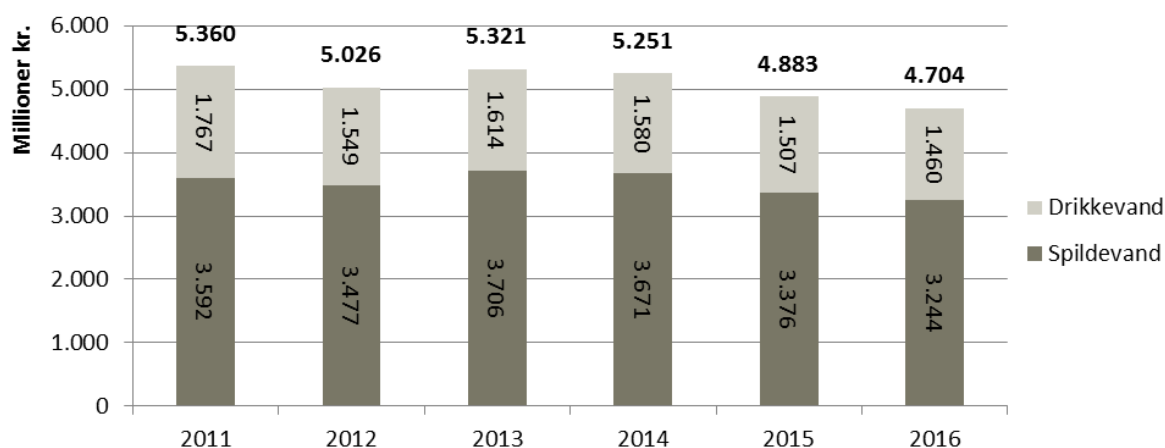
Kilde: Rambøll interviews med repræsentanter fra de forskellige anvendelsesområder

### Sektorperspektiv 3: Forsyningssektor

En stor del af forsyningssektorens omkostninger går til investeringer i faste infrastrukturaktiver i form af ledningsnet til spildevand og drikkevand. Disse investeringer er både omfangsrige og langsigtede, hvorfor et fokus på optimal investering og vedligehold er vigtigt for de samlede omkostninger i sektoren. Copenhagen Economics beskriver i deres 2015 rapport "Forsyningssektorens Erhvervspotentiale", at der årligt gennemføres investeringer for 19 mia. kr. i forsyningssektoren (2015-priser). Derudover blev det fastsat, at forsyningssektoren havde faste aktiver for 365 mia. kr. i form af ca. 109.000 km ledninger i jorden.

Figur 3 viser prisloftet på årlige driftsomkostninger i forsyningssektoren fastsat af forsyningssekretariatet. Prisloftet bliver bestemt ud fra forsyningssektorens samlede, tilladte driftsomkostninger fra året før tillagt prisudviklingen og eventuelle særlige tillæg, fratrukket effektiviseringskrav. Dette prisloft er dermed ikke nødvendigvis de faktiske driftsomkostninger, da forsyningssekskaberne kan have lavere driftsomkostninger, end hvad der bliver bestemt af prisloftet. Det forventes dog, at disse driftsomkostninger må være repræsentative for sektoren som helhed, da de fleste forsyningssekskaber forventes at have driftsomkostninger som prisloftet eller deromkring.

Af Figur 3 kan det ses, at der også bliver brugt betragtelige summer i forsyningssektoren på driften, hvor blandt andet vedligeholdelse af aktivmassen er inkluderet. Effektivisering over årene skaber en faldende tendens, men der blev stadig brugt 4,7 mia. kr. på drift i forsyningssektoren i 2016.



**Figur 3: Prisloft for driftsomkostninger i forsyningssektoren over perioden 2011-2016**

Kilde: Forsyningssekretariatets opgørelse over prisloft i forsyningssektoren 2016.

De store drifts- og investeringsomkostninger vidner om stort potentiale, hvis blot en lille andel af disse omkostninger vil kunne effektiviseres. Forhåbningen med at anvende InSAR-data i forsyningssektoren er at påvirke drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne forbundet med forsyningssektorens aktiver. Der er dog på nuværende tidspunkt lille indikation på, at InSAR-data har potentiale for hele forsyningssektoren, samt hvor stort potentialet er de områder, hvor der er et potentiale.

#### 4.6.1 Investeringsplanlægning

Forsyningselskaber har store værdier i jorden i form af ledningsanlæg. Ældre kloakledninger forventes at have en gennemsnitlig levetid på 70 år, hvorimod nyere kloakledninger forventes at have en gennemsnitlig levetid på 100 år. Kloakledningernes levetid har stor betydning for forsyningselskabernes behov for geninvesteringer i ledningsanlægget. I områder med stor sætningsrate og især store sætningsvariationer, kan forventes en kortere levetid på især hårde kloakledninger og dermed et hyppigere behov for investeringer. Viden om vertikale landbevægelser fra InSAR-data kan anvendes af forsyningselskaber til at opstille mere realistiske vurderinger af fremtidige investeringer og sikre mere hensigtsmæssig investeringsrækkefølge, som indirekte kan reducere vedligeholdelsesudgifterne til reparation af kloakledninger.

Potentialets størrelse afhænger af, hvor stor en andel af nutidige og fremtidige kloakerede områder i Danmark, det vil være relevant at tage højde for sætninger i investeringsplanlægningen. Der er behov for vidensopbygning i forhold til, i hvilken grad vertikale landbevægelser påvirker levetiden og heraf løbende vedligeholdelse. For at kunne vurdere potentialet for forsyningsbranchen generelt, er der herudover behov for en yderligere undersøgelse af, hvor mange forsyningsområder, der er sætninger i en sådan grad, at det påvirker levetiden af ledningsnettet.

Realiserbarheden afhænger af, i hvor høj grad det er muligt at fremskaffe og synliggøre relevante cases/pilotstudier, der viser et potentiale for et øget fokus fra forsyningsbranchen på vertikale landbevægelser. Ligeledes er det en forudsætning, at InSAR-teknologien kan levere data med en sådan datatæthed, at geografiske variationer, især brudfladerne, i sætningsmønstre kan identificeres.



### Eksempel 3: Forsyning i Thyborøn

Mange kystnære områder i Danmark er udfordret af terrænsætninger på op til flere mm om året. Dette er blandt andet tilfældet i Thyborøn. Når terrænet sætter sig, så sætter ledningsnettet sig også. Sætningerne varierer betydeligt lokalt også inden for meget små områder. Det betyder, at nabobrønde på kloaksystemet ikke sætter sig ens eller med samme hastighed. Når det forekommer, er der risiko for, at der opstår bagfald på kloakkerne, og der er således risiko for, at kloakledningerne knækker. Ovenstående problemstillinger betyder, at forsyningen i Thyborøn har markant forøgede udgifter, dels i form af reparationer, dels som følge af øget vedligeholdelse og dels grundet lavere levetid, hvilket alt sammen forringer investeringen betragteligt.

Anvendelse af InSAR-data vil kunne benyttes til kvalificere, hvor det kan forventes, at der vil være skader på kloakken. Dette vil i særdeleshed være relevant i forhold til langtidsplanlægning af investeringer og drift samt til teknisk at kvalificere, hvor det vil være relevant at anlægge kloakken ved hjælp af nyudviklede metoder, der reducerer risikoen for sætningsrelaterede ekstraomkostninger til anlæg og drift.

Implementering af InSAR-data har flere miljø- og klimaforbedringspotentialer, som især er forbundet til forebyggelsen af antallet af brud på ledningsnettet. Ved brud er der risiko for, at der siver vand fra ledningsnettet ud i jorden, hvilket for spildevands- og fællesledninger udgør en risiko for forurening af grundvandsressourcer. Brud kan ligeledes medføre at uvedkommende vand (grundvand) siver ind i ledningsnettet, hvilket øger risikoen for nødoverløb og overbelastning af renseanlæg samt mindsker kapaciteten i kloakken under skybrud. En reduktion af brud på ledningsnettet vil reducere spild af grundvandsressourcen og vil mindske mængde af uvedkommende vand og dermed energiforbruget til pumpning og rensning af spildevand.

På baggrund af VUDP-ansøgningen estimerer Thyborøn Vand & Spildevand at anvendelse af InSAR Sentinel-1-data vil skabe en samlet besparelse på 4.760.000 kr. på anlæggets resterende levetid for et boligområde på 125 boliger i Thyborøn. Derudover vurderer Thyborøn Vand & Spildevand, at omkostningerne forbundet med inddragelse af satellitdata vil kunne tilbagebetales på 19 år. Besparelserne forventes at knytte sig især til bedre planlægning af f.eks. renovering af ledningsnettet (lavere tidsforbrug i drift og arbejdsgange, bedre ressourcegenbrug) og en overordnet bedre økonomi, idet renoveringen af ledningsnettet bedre kan målrettes rent geografisk.

#### 4.6.2 Planlægning og projektering af ledninger

Anvendelse af kloakledninger i et blødt materiale kan mindske konsekvenserne ved sætninger på forsyningssektorens aktiver. Da rørledninger i blødt materiale er mere omkostningsfuldt end konventionelt anvendt materiale, er der behov for at udvælge udsatte områder, hvor de dyrere anlægsomkostninger muligvis kan betale sig. InSAR-data vil potentielt kunne benyttes til at præcisere hvilke områder, der er specielt udsatte for vertikale landbevægelser og dermed, hvor der potentialet er en gevinst ved at anvende bløde kloakrør. Ved anvendelse af InSAR-teknologien vil der kunne foretages investeringer i dag, der formentligt på længere sigt danner grundlag for reducerede investerings- og driftsudgifter.

For at der opstår en positiv business case ved anvendelse af bløde kloakrør, kræver det, at de besparelser, der på sigt kan opstå på drift og vedligehold, overstiger de ekstra udgifter, der kræves for at implementere denne løsning. Det skal vurderes ud fra en nutidsværdibetragtning. Det er derudover usikkert, hvor realiserbar denne anvendelse er, da det er uvist om InSAR-data giver en tilstrækkelig datatæthed til at kunne vurdere i hvilke områder, der opstår brudflader i sætningsmønstret. Som tidligere nævnt afhænger potentialet af mængden af forsyningsområder i Danmark for hvilke, data om vertikale landbevægelser er relevante at tage i betragtning.

Realiserbarheden afhænger af om forsyningerne finder dette fokus relevant fremadrettet, hvilket vil kræve yderligere cases/pilotstudier samt bedre viden om, hvorvidt datatætheden svarer til behovet.

#### 4.6.3 Kloakfornyelse og driftsplanlægning

Overvågning af jordoverfladen kan i områder med kloakering give en indikation af hvilke områder, der er påvirket af sætninger. Bedre viden om, hvor disse sætninger forekommer, kan være med til at præcisere vedligeholdelsesindsatsen af forsyningssektorens kloaknet. I de tilfælde, hvor InSAR-data giver mulighed for at skabe en forbedret planlægning af vedligeholdelsesindsatsen, kan der potentielt være drifts- og vedligeholdelsesgevinster at hente ved indføring af denne service. Tidligere nævnte forhold har betydning for det reelle potentiale og realiserbarhed.

#### 4.6.4 Opdatering af hydrauliske modeller for ledningsanlæg og overflade

Når kloak anlægges, opmåles den, og koterne indlægges i forsyningens kloakdatabase. Kloakdatabase er datagrundlag for udarbejdelse af hydrauliske modeller, der anvendes til blandt andet projektering og arbejde med at minimere risikoen for oversvømmelser. Hvis koterne for kloakkens placering samt for terrænets overflade ændres betydeligt grundet vertikale landbevægelser, vil der være en potentiel forskel mellem data i kloakdatabase, de hydrauliske modeller og virkeligheden. Det vurderes, at der er behov for yderligere videns- og erfaringsindsamling samt metodeudvikling, før der er en gangbar metode til løbende opdatering af kloakdatabaser og hydrauliske modeller baseret på InSAR-data. Ligeledes er behovet ukendt, da det ikke vides i hvor mange områder ud over Thyborøn, at de vertikale landbevægelser er så markante, at de resulterer i betydelige ændringer af koterne på ledningsanlæg.

#### 4.6.5 Indvinding af drikkevand

Indvinding af drikkevand kan skabe ændringer i grundvandsmagasinerne, som enten kan resultere i, at jorden sætter- eller hæver sig. InSAR-data kan potentielt være med til at skabe bedre viden omkring denne udvikling. Denne anvendelsesmulighed er kun blevet nævnt af en enkelt af de interviewede aktører. Potentialet vurderes begrænset, da man typisk indvinder fra sand eller kalk og disse lag har ikke en direkte sammenhæng mellem vandindhold og sætninger/sammenfald. Der er behov for en nærmere undersøgelse af dette potentiale samt realiserbarhed, hvis det vurderes relevant.

#### 4.6.6 Vurdering af fremtidigt nedsivningsmuligheder

Mulighed for nedsivning af overfladevand til grundvandet afhænger af tykkelsen af den umættede zone regnet fra terræn til grundvandsspejlet. Grundet øget nedbør ses der stigninger i grundvandsspejlet på nogle steder mere end en meter. Sammenlignet med sætningerne vil stigningen i grundvandsspejlet været den kritiske faktor i forhold til nedsivning af overfaldevand. Potentialet og realiserbarheden vurderes derfor lille.

#### 4.6.7 Delkonklusion – forsyningssektorpotentialer

Der er en opfattelse af, især indenfor forsyningsbranchen, at der ikke er andre, større, sammenhængende områder end i Thyborøn, hvor sætningerne er så markante og betydningsfulde. Denne opfattelse kan være korrekt eller det kan skyldes, at der ikke er tilgængelig viden, der underbygger, at der er lignende udfordringer i andre forsyningsområder. Desuden kan årsagen være, at det i forhold til andre interesser ikke ønskes offentliggjort, hvis der er mange sætninger i byggemodningsområder eller bebyggede områder. For at kvalificere potentialet, er der behov for ud fra nuværende bearbejdede InSAR-data at kortlægge, i hvilke urbane områder der kan identificeres sætninger på Thyborøn-niveau. Ligeledes er det relevant at kortlægge urbane områder med sætningsrater, der forventes at være betydelige for forsyningssektoren, uden de behøver at være på Thyborøn-niveau. Ud fra dette kan potentialet kvalificeres og forslag til fokusområder og pilotprojekter kan udpeges.

## 5. SAMMENFATNING

Det er på et relativt tidligt stadie, at der gennemføres en brugerbehovsundersøgelse inden for InSAR-data i Danmark. Teknikken og dermed de data, som kan komme ud af beregninger med teknikken, er kun beskrevet på en forholdsvist overordnet niveau, mens en række mere konkrete forhold endnu står uafklaret. Under interviewene blev der rejst en lang række mere konkrete og operationelle spørgsmål, når der blev fokuseret på de konkrete anvendelsesmuligheder. Usikkerheder knytter sig særligt til områder som validitet, nøjagtighed og frekvens af data.

Hertil kommer, at anvendelsen af InSAR-data ofte kræver en vis nytænkning og innovativ tilgang til både eksisterende og kommende arbejdsopgaver i dette tidlige stadie vi befinder os på i Danmark, og dette forhold koblet med en usikkerhed om de konkrete muligheder for dataanvendelse betyder, at man befinder sig på et forholdsvist tidligt stadie.

Det gav sig bl.a. til udtryk ved, at mange af interviewpersonerne efterspurgte konkrete cases og eksempler på anvendelse, som de kunne spejle sig i og anbefalede, at der blev gennemført en række pilotprojekter, således at anvendelsesmuligheder og nytteværdien kunne blive konkrete. På et overordnet niveau er respondenterne ret positive med hensyn til mulighederne ved anvendelse af InSAR-data, sådan som det kom til udtryk i besvarelserne af spørgeskemaet. Men når det bliver mere konkret og operationelt i forhold til nogle specifikke anvendelsesmuligheder, som det blev diskuteret under selve interviewene, da bliver interessenterne straks mere usikre på muligheder og potentialer.

Dette kan indikere behov for yderligere analyser på konkrete anvendelser og igangsætning af konkrete pilotprojekter for at udbygge indsigt og erfaringer inden for de enkelte anvendelsesmuligheder.

Der er i behovsundersøgelsen identificeret i alt 20 forskellige anvendelsesmuligheder inden for de tre indsatsområder (bygge & anlæg, klima og forsyning). Dertil kommer fire øvrige anvendelsesmuligheder, som ligger uden for de tre indsatsområder i fokus for analysen.

Anvendelsesmuligheder											
Bygge og anlæg				Klima				Forsyning			
	Interesse- anøgvelse	Potential- vurdering	Realiser- barhed		Interesse- anøgvelse	Potential- vurdering	Realiser- barhed		Interesse- anøgvelse	Potential- vurdering	Realiser- barhed
Monitoring af broer	Erkelte	○	○	Størstedkling fra kyst & fjord	Størstedkling	●	●	Investeringsplanlægning	Flere	●	○
Monitoring af større byggerier	Flere	●	○	Øversvømmelsestilstand fra vandløb og åer	Erkelte	●	○	Planlægning og projektering af ledninger	Størstedkling	●	●
Monitoring i forbindelse med forbelastning	Erkelte	○	○	Øversvømmelsestilstand grundvand	Erkelte	○	○	Kvalitetskontrol	Størstedkling	●	●
Store infrastruktur projekter	Flere	●	●	Øversvømmelsestilstand mulder	Størstedkling	○	○	Opdatering af hydrauliske modeller for ledningsnet og overflade	Erkelte	○	○
Jordbevægelse	Erkelte	○	●	Dæmninger og diger til infrastruktur	Flere	●	●	Indvinding af drikkevand	Erkelte	○	○
Havn anlæg – kaj anlæg og moler	Erkelte	●	●					Vurdering af fremtidigt udviklingspotentiale	Erkelte	○	○
Validering af geotekniske parameterværdier og beregninger	Erkelte	●	●								
Private boliger	Erkelte	○	●								
Grundvalg	Erkelte	○	●								

Potentiale vurderingen og realiserbarhedsvurderingen skal læses på følgende måde:

○ = lille, ● = mellem og ● = stor

Ifølge potentiale vurderingen fremstår fem anvendelsesmuligheder inden for klima samt bygge og anlæg som særligt interessante, da de vurderes til at ligge forholdsvis højt inden for såvel potentiale størrelse som realiserbarhed. Disse muligheder kan man med fordel undersøge nærmere eventuelt gennem etablering af pilotprojekter eller nærmere analyse.

Navnlig er pilotprojekter og nærmere analyse interessant med hensyn til muligheder inden for bygge og anlæg, hvor kendskabet til InSAR-data var forholdsvis beskedent, men fremstår samtidig som det område med størst potentiale. Omvendt med forsyningsområdet, som tidligere fremstod som forgangsområdet for anvendelse af InSAR-data, men som ud fra de gennemførte interviews må vurderes til at være det område med det mindste potentiale. Det bekræfter således, at markedet for anvendelsen af InSAR-data i Danmark er under udvikling.

## 6. BILAG

- Interviewdeltagere
- Deltagere på workshop
- Baggrundsanalyse
- Workshopprogram
- Resultater fra minispørgeguide
- Samlet matrix