

# God internet og mobildækning til togpassagererne i hele Danmark

Beslutningsgrundlag version 1.9.2

banedanmark





God internet og mobildækning til  
togpassagererne i hele Danmark

Version 1.9.2

Cathrine Carøe  
Senior markedsanalytiker

Rapportskabelon 1.0

Revideret  
DD-MM-ÅÅÅÅ

Indkøb  
Kommerciel Forhandling &  
Sourcing  
Amerika Plads 15  
2100 København Ø

Revideret af  
Initialer

Telefon  
8234 0000

Direkte  
91399837

Godkendt  
DD-MM-ÅÅÅÅ

ccro@bane.dk  
banedanmark.dk

Journalnr.  
O/IM0074200

Godkendt af  
Initialer



# God internet og mobildækning til togpassagererne i hele Danmark

<b>Indhold</b>		<b>Side</b>
<b>1</b>	<b>Sammenfatning og anbefaling</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Opdrag og løsningsmodel</b>	<b>13</b>
2.1	Baggrund	13
2.2	Situationsbeskrivelse	13
2.3	Opdrag	14
2.4	Løsningsmodel	15
2.4.1	Brugeroplevelse	17
2.4.2	Oplevet effekt af en repeaterløsning	18
2.4.3	Dækningshullers betydning for brugeroplevelsen	21
2.5	Afgrænsninger	21
2.5.1	Rammer for udbygningsmodellen	22
2.6	Beslutningsgrundlagets opbygning	23
<b>3</b>	<b>Kortlægning af dækning langs banen</b>	<b>24</b>
3.1	Formål med kortlægning af internetdækning	24
3.2	Teleoperatørernes kortlægning af dækning	24
3.2.1	Teoretisk metode	25
3.2.2	Teleoperatørernes definition på dækning og dækningshuller	25
3.2.3	Arbejdsform og metodevalg	25
3.2.4	Resultater af teleoperatørernes teoretiske kortlægning	26
3.3	Kortlægning gennem drivetest	26
3.3.1	Drivetest	27
3.3.2	Resultater af drivetest dækningsanalyse	28
3.4	Samlet dækningsbillede	29
<b>4</b>	<b>Løsning til sikring af dækning langs hele statens jernbanenet</b>	<b>30</b>
4.1	Løsningskoncept	30
4.2	Analysegrundlag og omfang af udbygning	31
4.2.1	Metode og forudsætninger	31
4.2.2	Principper for prioritering af strækninger og dækningshuller	32
4.3	Omfang og ramme for udbygning	33
4.4	Forudsætninger for implementering	35
4.4.1	Samspelet med andre Banedanmark projekter	35
4.4.2	Arealbehov, myndighedsgodkendelse, trafikgodkendelser mv.	36
4.4.3	Fremtidssikring	36
4.5	Tidsplan og proces	37
4.5.1	Proces for konkret prioritering og aftaler om sites	37
4.5.2	Aftalegrundlag og forpligtelser	38
4.6	Infrastruktur og prissætning	39
4.6.1	Indhold af infrastruktur til etablering af nye sites	39

4.6.2	Leje og prissætning	41
4.6.3	Anlægsoverslag	42
<b>5</b>	<b>Den samlede løsningsmodel</b>	<b>44</b>
5.1	Repeater: status, proces og tidsplan	44
5.2	WiFi-System Integrator (SI): status, proces og tidsplan	44
5.3	Samlet løsningsmodel – master, repeater og WiFi-SI	44
5.3.1	Effekt af samlet løsningsmodel	44
5.4	Investeringsbehov for samlet løsningsmodel	47
5.5	Risici og risikostyring	48
5.6	Forventet tidsplan for samlet løsningsmodel	49
<b>6</b>	<b>Brugerinddragelse</b>	<b>51</b>
6.1	Togpassagerens oplevelse af internet i tog	51
6.2	Måling af brugeroplevelsen	51
6.3	Forventninger til efterspørgsel	53
	<b>Bilag 1: Opdrag</b>	<b>54</b>
•	<b>1. Baggrund</b>	<b>54</b>
•	<b>2. Løsningsmodel</b>	<b>55</b>
<b>Bilag 2</b>	<b>57</b>	
	Banedanmarks infrastruktur – GSM-R	57
	Signal Programmets FTN	57

# 1 Sammenfatning og anbefaling

## Baggrund og opdrag

Med aftale om "En moderne jernbane – udmøntning af Togfonden DK" af 14. januar 2014 besluttede parterne bag aftalen (S, R, SF, EL og DF), at danskerne skal sikres god internetdækning i alle tog på hele statens jernbanenet med henblik på, at passagererne blandt andet skal kunne anvende toget som en funktionsdygtig arbejdsplads.

Nærværende beslutningsgrundlag følger op på de tidligere afrapporterede beslutningsgrundlag for henholdsvis analyse fase 1 og 2. I beslutningsgrundlaget for anden undersøgelsesfase af februar 2015 præsenteredes et oplæg til en samlet løsning på de identificerede udfordringer med dækning, dæmpning, og kapacitet.

Den samlede løsning skal ses i lyset af, at dele af det statslige jernbanenet går gennem relativt tyndt befolkede områder uden tilstrækkelig forretningsmæssig værdi for teleoperatørerne til, at det hidtil har været attraktivt at etablere dækning og netværk som i andre dele af landet. Der vil derfor med nærværende løsning opnås markant bedre mulighed for at arbejde i toget for togpassagerer på tværs af landet samt for pendlerne i landdistrikterne.

I forlængelse heraf indgik Banedanmark, de fire teleoperatører med netværk langs banen samt togoperatørerne, DSB og Arriva, en samarbejdsaftale og nedsatte et samarbejdsforum til yderligere at konkretisere denne samlede løsning.

Samtidig anbefalede Banedanmark i forbindelse med afrapporteringen af anden undersøgelsesfase følgende aktiviteter:

- Igangsætning af indgåelse af en aftale mellem DSB og teleoperatørerne om repeatere (signalforstærkere) i DSB's tog for at adressere udfordringer med **dæmpning** af det signal, der trænger ind i toget
- En kortlægning af dækningen langs banen med henblik på en efterfølgende igangsætning af udbygninger og opgraderinger af infrastruktur<sup>1</sup> og forbedringer af dækning langs banen for at adressere de identificerede udfordringer med **dækning**
- Igangsætning af udbud af nyt WiFi i DSB's tog for blandt andet at skabe mulighed for tilstrækkelig **kapacitet** i toget til arbejdsbrug og for prioriteret brug blandt brugere

Jævnfør opdraget (bilag 1) skal nærværende beslutningsgrundlag præsentere et samlet beslutningsgrundlag og danne grundlag for en beslutning om frigivelse af de 100 mio. kr., som forligskredsen tidligere har reserveret til udbygninger af Banedanmarks infrastruktur som led i projektet.

---

<sup>1</sup> For Banedanmarks infrastruktur se bilag 2.

Den overordnede løsningsmodel, der blev anbefalet med anden undersøgelsesfase, og som nærværende beslutningsgrundlag bygger videre på, er nærmere beskrevet i kapitel 2 samt i opdraget i bilag 1.

### Den samlede løsning

Banedanmark, togoperatører og teleoperatører er i fællesskab blevet enige om de nærmere rammer for den samlede løsning, der vil muliggøre en brugeroplevelse, hvor toget kan anvendes som en funktionsdygtig arbejdsplads. For at sikre en god brugeroplevelse kan togoperatørerne shape dvs. fordele kapaciteten mellem passagererne.

Løsningen indeholder følgende:

- Repeatere i DSB's tog, der neutraliserer udfordringerne med dæmpning.
- Udbygning af Banedanmarks infrastruktur til forbedring af mobildækning langs hele statens jernbanenet, så der opnås en mere stabil og kontinuerlig dækning.
- En multi-WiFi-løsning; dvs. en WiFi-løsning, hvor flere teleoperatører leverer data, i DSB's tog, der giver mulighed for at anvende signaler fra alle netværk langs banen, og som skaber bedre muligheder for at tilvejebringe både bedre dækning og øget kapacitet i toget.

Nedenstående skema viser brugeroplevelse i dag hhv. med den nye samlede løsning:

Brugeroplevelse for:	Løsning i dag	Samlet løsning med
		1. Repeatere, der giver: <i>Bedre signal inde i toget</i>  2. Netudbygning, der giver: <i>Udvidet dækning</i>  3. Multioperatør WiFi, der giver: <i>Bedre datadækning og – kapacitet</i>
<b>Tale</b>	Ustabil forbindelse.  Egen teleoperatør.	Stabil forbindelse*.  Egen teleoperatør.
<b>Arbejde i tog via egen internetforbindelse med mobilt bredbånd</b> Mail, dokumenter, præsentationer, VPN-forbindelse	Ustabil forbindelse med afbrydelser.  Egen teleoperatør.	God forbindelse.  Bedre brugeroplevelse.  Egen teleoperatør.
<b>Arbejde i tog via WiFi</b> Mail, dokumenter, præsentationer, VPN-forbindelse	WiFi udbydes i dag i udvalgte togsæt og er begrænset til udvalgte strækninger.	God brugeroplevelse som <u>funktionsdygtig arbejdsplads</u> med stabil forbindelse via alle tilgængelige teleoperatørers netværk**

\* Taledækning over hele landet evt. med få undtagelser afhængig af egen teleoperatør, jf. afsnit 5.3.

\*\* Løsningen med alle tre elementer er det bedst mulige. Der kan ikke gives en 100 pct. garanti for forbindelse, idet forbindelsen ikke kun afhænger af dækning, men også af antallet

af øvrige brugere og kvalitet af brugerens eget udstyr.

Sund & Bælt Holding A/S (Sund & Bælt), der via datterselskaberne A/S Storebælt og A/S Øresund ejer og driver jernbaneanlæggene på henholdsvis Storebæltsforbindelsen<sup>2</sup> og Øresundsbanen<sup>3</sup>, er efterfølgende inddraget i arbejdet med henblik på at finde en løsningsmodel - herunder finansiering, på disse dele af det statslige jernbanenet sammen med teleoperatørerne. Banedanmark bistår med at facilitere denne proces parallelt med implementering af opgradering af egen infrastruktur, og samarbejdsforum med teleoperatørerne, Sund & Bælt samt Banedanmark er etableret. Tidsmæssigt vil parterne arbejde for at udbygningen i tunnelerne kan være gennemført parallelt med de øvrige aktiviteter frem til senest udgangen af 2019.

Løsningen involverer investeringer fra både teleoperatører, togoperatører og Banedanmark, og kan illustreres i nedenstående skema:

<b>Investeringer</b>	Installation af <b>repeatere</b> i alle DSB- tog	<b>Infrastruktur til mobil bredbånds-udbygning</b>  Etablering af op til 75 nye antennepositioner i Banedanmarks master	Installation af multioperatør <b>WiFi</b> i alle DSB-tog
<b>Banedanmark</b>		Op til 100 mio. kr.	
<b>DSB<sup>(1)</sup></b>	Ca. 80 mio.kr.		Ca. 346 mio. kr.
<b>Arriva<sup>(2)</sup></b>			
<b>Teleoperatører<sup>(1)</sup></b>	Ca. 30 mio. kr.	Op til 180 mio. kr. <sup>(4)</sup>	
<b>Sund &amp; Bælt<sup>(3)</sup></b>			

(1) Beløb er skønnet af Banedanmark på basis af oplysninger fra "BWCS Report for Banedanmark, v2.1, 28th. November 2014", og indgår ikke i kvalitetssikringen.

(2) Løsningen indebærer ikke investeringer for Arriva, idet selskabet allerede har installeret en WiFi-SI løsning og vurderer, at der pga. togenes konstruktion og lavere kørehastighed ikke er behov for repeaterløsning. Banedanmarks og teleoperatørernes investeringer inkluderer også strækninger betjent af Arriva.

(3) Investeringer for Sund & Bælt og teleoperatører i forbindelse med Storebælts-tunnel og Øresundsbanen er ikke estimeret.

(4) Estimeret af teleoperatørerne: Anlægsinvesteringer (CAPEX) 45 mio. kr. og driftsudgifter (OPEX) 135 mio. kr.

<sup>2</sup> Storebæltsforbindelsen; Storebæltstunnelen udgør 8 km.

<sup>3</sup> Øresundsbanen; forbinder Københavns Hovedbanegård med Kastrup Lufthavn og har tunnelerne Sydhavns Tunnel, Tårnby Tunnel og Kastrup Tunnel.



Der er tale om en samlet løsning for alle tre elementer for at sikre, at både togoperatørerne og teleoperatørerne kan byde togpassagererne en god brugeroplevelse med at arbejde i toget. Geografisk vil statens jernbane over hele landet blive forbedret signaldækningsmæssigt. Dog er S-banen ikke omfattet, jf. de tidligere afrapporterede beslutningsgrundlag, idet der ikke er vurderet behov for netudbygning som følge af en i forvejen høj mastetæthed i Hovedstadsområdet, og da der ikke er samme udfordringer med dæmpning som i fjern- og regional-tog.

Der forventes indgået en endelig aftale hen over sommeren 2016 om **repeatere** i alle DSB's ejede fjern- og regionaltog, der forventes at operere i Danmark på tidspunktet for aftalens indgåelse.

DSB vil igangsætte udbud af **WiFi** i fjern- og regionaltog samt S-tog. Den nye WiFi-løsning vil gøre det muligt at anvende data fra alle netværk langs banen, og der opnås dermed en yderligere forbedring af dækningen på data. Samtidig skabes mulighed for større kapacitet til togkunderne på strækninger, hvor flere netværk er tilgængelige.

Løsningen indebærer, at Banedanmark inden for rammen på 100 mio. kr. påtager sig anlægsomkostninger til **master** samt – hvor dette ønskes anvendt af teleoperatørerne – fibernet til transmission samt teknikhytter. Denne infrastruktur stilles til rådighed for teleoperatørerne til en reduceret pris og anvendes af teleoperatørerne til at udbygge **dækningen** på de pågældende lokationer. Teleoperatørerne vil skulle afholde investeringer og løbende drifts- og vedligeholdelsesomkostninger i forbindelse med aktivt udstyr i masterne.

Der er opnået enighed mellem Banedanmark, teleoperatørerne og togoperatørerne om, at der med udbygning af dækningen på op til 75 lokationer kan opnås markante forbedringer, der i sammenhæng med de øvrige elementer i den samlede løsning vil gøre det muligt at nå målet om en funktionsdygtig arbejdsplads. Der tages forbehold for, at hverken model eller investeringer er tiltrådt eller besluttet i de enkelte mobilselskaber, DSB bestyrelse eller i forligskredsen. Det gælder tilsvarende, at udgifter for DSB, som overstiger 100 mio. kr., vil skulle godkendes af Folketingets Finansudvalg (jf. opdraget skal der foreligge en positiv business case ift. den konkrete investering DSB skal stå for). Mobilselskabernes tiltrædelse forventes at ske i andet halvår 2016.

De op til 75 lokationer er baseret dels på en kortlægning forestået af teleoperatørerne, dels på en dækningsmåling gennemført fra tog for Banedanmark. Netudbygningen er målrettet mod "dækningshuller", hvor ingen teleoperatør i dag har dækning. Dermed opnås størst mulig forbedring af brugeroplevelsen ved arbejde i toget, idet der sigtes efter en kontinuerlig og stabil dækning. Det indgår desuden i modellen, at der vil kunne ske en nedskalering af rammen på de 75 udbygninger, såfremt parterne – Banedanmark, teleoperatører og togoperatører - på baggrund af løbende evalueringer af den faktiske brugeroplevelse ved arbejde i tog er enige om, at målet vil kunne nås inden for en lavere ramme.

Siden den indledende kortlægning af dækningen langs banen i 2015 er der påbegyndt et fælles analysearbejde ved teleoperatørerne og Banedanmark med henblik på en detailprioritering og nærmere fastlæggelse af behovet for netudbygning og de

nærmere placeringer af disse. Det er i den forbindelse foreløbig vurderet, at der er sket forbedringer i dækningen langs banen, idet teleoperatørerne i anden sammenhæng har etableret nye løsninger flere steder.

### Samlet forventet tidsplan for Internet i tog:

	2016				2017				2018				2019			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
<b>Netudbygning</b>																
Beslutning																
Klargøre master			1-2 master		15-20 master				30-40 master				5-30 master			
Etablering af op til 75 positioner					1-2 antennepositioner		15-20 antennepositioner		30-40 antennepositioner				5-30 antennepositioner			
<b>Installation af repeatere</b>																
Aftale/godkendelse																
Forberedelse																
Serieinstallation																
<b>Installation af WiFi i tog</b>																
Godkendelse																
Forberedelse																
Serieinstallation																
<b>Måling af dækning og brugeroplevelse</b>																
Drivetest langs banen																
Brugertilfredsmåling DSB tog																
<i>(1) De angivne intervaller af fordelingen af 75 indplaceringer i de enkelte år er foreløbige estimater. Summen kan herudover blive lavet efter aftale i Joint Advisory Board på baggrund af måling af dækning og brugeroplevelse.</i>																
<i>(2) Tidspunkt for gennemførelse af målinger er fleksibelt og aftales i Joint Advisory Board efter behov.</i>																
<i>(3) DSB forventer at træffe beslutning om endelig tidsplan for den planlagte udrulning af WiFi og repeatere 4. kvartal 2016.</i>																

Banedanmark etablerer mulighed for 1-2 nye antenneindplaceringer i 2016, der efterfølgende ibrugtages af teleoperatørerne til udbygning af dækningen på de pågældende lokationer. For størstedelen af Banedanmarks udbygninger vil der først skulle foretages VVM-undersøgelser og indhentes diverse godkendelser, og dette sætter en begrænsning for antallet af udbygninger, der vil kunne ske i 2016. Der foretages løbende evalueringer af brugeroplevelsen og behovet for udbygninger fra årsskiftet 2017-2018, når udrulning af repeatere og WiFi er begyndt. De resterende udbygninger og opgraderinger af infrastruktur færdiggøres inden udgangen af 2019.

Rammen på de op til 75 lokationer omfatter ikke tunneler. Sund & Bælt Holding A/S forventer at finde en løsnings- og aftalemodel på deres dele af det statslige jernbanenet (dvs. Storebæltsforbindelsen samt Øresundsbanen) i samarbejde med teleoperatørerne.

Parterne er enige om, at der er behov for udbygning af mobildækningen på de nævnte strækninger. Der pågår derfor drøftelser vedrørende valg af teknologi mv. således, at det på rimelige vilkår bliver muligt for teleoperatørerne at udbygge mobildækningen til opnåelse af kontinuerlig internetdækning.

Tidsmæssigt vil parterne arbejde for at udbygningen på strækningerne kan være gennemført parallelt med de øvrige aktiviteter og senest med udgangen af 2019.

Banedanmark vil bistå med at facilitere denne forhandlingsproces, selvom disse udbygninger ikke er omfattet af de reservede 100 mio. kr., således at den samlede løsning vil komme til at omfatte hele statens jernbanenet inklusive tunneler.

Banedanmarks udbygninger anbefales igangsat i henhold til ovenstående tidsplan med henblik på, at en samlet løsning for hele statens jernbanenet kan være færdigudrullet med udgangen af 2019.

Det bemærkes, at der forudsættes at være en vis tidsmæssig sammenhæng mellem de tre elementer i den samlede løsning (multi-operatør WiFi, repeatere og netudbygninger). Såfremt der sker væsentlige ændringer i tidsplan eller scope for et af de tre elementer, vil dette også kunne betyde ændringer i tidsplanen for de øvrige elementer.

Banedanmarks Boulevardtunnel<sup>4</sup> vurderes at have tilstrækkeligt kommercielt grundlag til, at udbygning foregår løbende, såfremt der kan indgås bilaterale aftaler på rimelige vilkår, jf. afsnit 2.5.

Med den samlede løsning vil brugeroplevelsen i toget dermed være, at togpassagerer vil kunne opnå forbindelse ved internetbrug på hele statens jernbanenet. Det gælder både på strækninger betjent af DSB og strækninger betjent af Arriva. Der vil således komme en forbedret dækning langs hele banen. Da især arbejdsrelateret netforbrug kan tåle kortvarige udfald, uden betydning for brugeren, opnås en god understøttelse af muligheden for at arbejde i toget. Samtidig understøttes en markant bedre taledækning.

Det forhold, at den samlede internetkapacitet deles af andre brugere, gør dog, at den oplevede forbindelse kan påvirkes af andres forbrug. Datakrævende anvendelse så som videostreaming, der i mindre grad vurderes at være en del af det typiske arbejdsbehov, vil stille større krav til den tilgængelige kapacitet og belaste den oplevede kapacitet. For at sikre en god brugeroplevelse i forbindelse med at arbejde under togrejsen, kan togoperatørerne via WiFi-løsninger prioritere e-mail og internet-browsing frem for streaming af lyd og billeder (shaping) eller alternativt begrænse båndbredden pr. bruger generelt. På markedet for internetbrug må forventes, at brugertilfredshed aldrig bliver 100 %, og at brugertilfredsheden endda vil dale i takt med, at brugerne vænner sig til udbuddet.

---

<sup>4</sup> Boulevardtunnelen er ejet af Banedanmark; Tunneler mellem Hovedbanegården, Nørreport og Østerport i København

### **Oplæg til beslutning**

Under forudsætning af opnåelsen af en samlet løsning med teleoperatørerne og togoperatørerne for så vidt angår repeatere, multioperatør-WiFi og udbygning af infrastrukturen, jf. løsningen beskrevet ovenfor, anbefales det at:

- Den reservede ramme på 100 mio. kr. til investeringer i Banedanmarks infrastruktur frigives.
- Udbygning og opgradering af Banedanmarks infrastruktur igangsættes ud fra en fælles prioritering med teleoperatørerne mod, at teleoperatørerne udbygger dækning på aftalte lokationer gennem antenneindplaceringer i Banedanmark master.

## 2 Opdrag og løsningsmodel

### 2.1 Baggrund

---

Forligskredsen besluttede med aftale om "En moderne jernbane – udmøntning af Togfonden DK" af 14. januar 2014, at "*Parterne vil sikre danskerne god internetdækning i alle tog på hele statens jernbanenet med henblik på, at passagererne bl.a. skal kunne anvende toget som en fuldt funktionsdygtig arbejdsplads.*"

På baggrund af Banedanmarks første undersøgelsesfase om Internet i Tog har parterne reserveret 100 mio.kr. til fortsat udbygning af Banedanmarks masteinfrastruktur, transmissionsnet m.v.

Banedanmark har sammen med DSB, Arriva og teleoperatørerne TDC, Telia og Telenor (TTN) samt Hi3G siden gennemført yderligere analysefase vedrørende internet i tog. Samarbejdet er sket i et fælles forum, Joint Advisory Board, og med underskrivelse af Letter-Of-Intent i 2015. Målsætningen er at finde en samlet løsning, som kan implementeres inden for 2-3 år fra påbegyndelse af udrulning.

Sund & Bælt Holding A/S (Sund & Bælt), der ejer jernbanestrækningerne på Storebæltsforbindelsen samt Øresundsbanen<sup>5</sup>, er efterfølgende i september 2015 inddraget i arbejdet med henblik på at finde en løsningsmodel på disse strækninger af det statslige jernbanenet.

### 2.2 Situationsbeskrivelse

---

En bedre internetdækning i toget vil medføre, at rejsetid i toget kan udnyttes mere effektivt, og at passagererne kan anvende toget som en funktionsdygtig arbejdsplads. Desuden vil en forbedret brugeroplevelse gøre toget til en mere attraktiv transportform og kunne bidrage til en øget passagervækst i de kommende år.

Udfordringerne med at skabe internet i tog er nærmere beskrevet i analyserapporterne "Internet i Tog" af april 2014 og "Beslutningsoplæg til Internet i Tog – Anden analysefase" fra februar 2015. Her er det konstateret, at signalers indtrængning dæmpes af togets metalkonstruktion, og at internetdækningen i tog ikke er tilfredsstillende. Kundetilfredsheden med internet i toget var lav i 2014<sup>6</sup>. Passagerer har oplevet ustabil og utilstrækkelig dækning og kapacitet på rejser med fjern- og regionalbanerne.

Teleoperatørerne har på 2G (tale), 3G (tale og data) samt 4G (data) dækket landet, med deres respektive netudbygninger og på deres respektive frekvenser, og de

---

<sup>5</sup> Øresundsbanen; forbinder Københavns Hovedbanegård med Kastrup Lufthavn og har tunnelerne Sydhavns Tunnel, Tårnby Tunnel og Kastrup Tunnel.

<sup>6</sup> Bl.a. analyse udført for Erhvervsstyrelsen, Djøf og ingeniørforeningen IDA (dec. 2014)

udbygger fortløbende. Langs banen er der områder, hvor det ikke har givet tilstrækkelig forretningsmæssig værdi for teleoperatørerne at forbedre dækningen, idet der ofte er tale om dyre, vanskeligt tilgængelige masteplaceringer i afsidesliggende områder og med begrænset udnyttelse grundet lav befolkningstæthed.

Internet-oplevelsen er via nuværende WiFi-løsning i DSB og Arriva blevet forbedret siden sommeren 2014 efter en opgradering til 4G på fjern- og regionalbanerne. Der er dog stadig forbedringspotentiale i forhold til at sikre togpassagerne en god internet- og mobiloplevelse. På trods af den store netudbygning oplever brugerne således fortsat ustabil dækning langs banen, og at toget således ikke kan benyttes som en funktionsdygtig arbejdsplads alle vegne.

Barrierer, som er identificeret i forhold til at skabe god internetdækning, er:

- Der er en kraftig **dæmpning** af signalet inde i toget, idet togets tætte metalkonstruktion vanskeliggør gennemtrængning af radiobølger. Problemstillingen varierer fra togtype til togtype, men er generelt størst på tunge tog bygget til høj hastighed, f.eks. IC3 og IC4, mens lettere konstruktioner lettere kan gennemtrænges.
- Der har ikke været tilstrækkelig **dækning** langs hele banen, og kunder oplever for eksempel "huller" i dækningen, som giver langvarige udfald, hvilket er uforeneligt med anvendelse af toget som en funktionsdygtig arbejdsplads.
- Der opleves begrænset **kapacitet** fra mobilnetværk langs banen, navnlig når mange passagerer ønsker at bruge nettet samtidig, hvilket kan opleves som huller i dækningen.

Fremadrettet arbejdes der mod at opnå en **samlet løsning**, hvor togoperatører, teleoperatører og Banedanmark arbejder sammen på at løfte opgaven med at forbedre muligheden for at bruge internettet i toget, herunder forbedre internetdækningen langs statens jernbanenet. Samspillet med andre Banedanmark projekter herunder Signalprogrammets udbygning af GSM-R med master og FTN omkring transmission i fiberudbygning er blevet overvejet, og indgår hvor det er relevant. Sund & Bælt er som nævnt efterfølgende inddraget i arbejdet.

## 2.3 Opdrag

---

Opdraget for løsning for god internet- og mobildækning til togpassagererne fremgår i sin helhed af bilag 1. De centrale elementer er:

Der sikres en god dækning langs banen ved, at Banedanmark opgraderer og udbygger sit mastenet.

Løsningen skal indgå i et samlet beslutningsgrundlag med installation af repeater i DSB's tog og WiFi System Integrator (WiFi-SI) løsning, og er en forudsætning for en frigivelse af de 100 mio. kr. til investeringer i Banedanmarks infrastruktur, der tidligere er reserveret til projektet.

Beslutningsoplægget skal indeholde en kortlægning af dækningen langs jernbanen og en identifikation af "sorte huller"; det vil sige, hvor der ingen dækning er fra nogen af teleoperatørerne.

Planen forudsætter, at der leveres et tilstrækkeligt godt billede af dækningen langs banen.

Nedenstående skema viser, hvilke elementer nærværende Beslutningsgrundlag omhandler, samt hvilket element der skal granskes og bevilliges penge til.

Elementer	Ramme 100 millioner kr.	
	Indeholdt i ramme	Øvrig finansiering
<b>Infrastruktur på Banedanmarks net*</b>	Op til 75 sites	
- Boulevardtunnel**		x
- Nye tunneler v. Kbh.-Ringsted***		x
<b>Sund &amp; Bælts anlæg</b>		x
- Storebæltsforbindelsen		
- Øresundsbanen		
<b>WiFi</b>		x
<b>Repeater</b>		x

\* Se afsnit 4.6 Særskilt om transmission og FTN.

\*\* Boulevardtunnelen er ejet af Banedanmark; Tunneler mellem Hovedbanegården, Nørreport og Østerport i København.

\*\*\* Ny bane København-Ringsted; se afsnit 2.5

## 2.4 Løsningsmodel

Hovedpunkterne i løsningsmodellen, jævnfør beslutningsgrundlaget for anden analysefase, er:

1. Udfordringen med **dæmpning** af signalet inde i toget afbødes ved, at der etableres repeaterer i DSB's tog. Det bemærkes, at Arriva har vurderet, at det ikke er nødvendigt at installere repeaterer i Arrivas tog, idet der er tale om en togtype, hvor signalet dæmpes mindre, lige som en generelt lavere toghastighed medfører bedre signal i toget.

Der etableres **repeaterer** i alle DSBs ejede fjern- og regionaltog, der forventes at operere i Danmark på tidspunktet for aftalens indgåelse, hvorved signalet inde i toget forstærkes, så det svarer til signalet uden for toget. For effekten af repeaterløsning se afsnit 2.4.2. For den enkelte teleoperatørs egne kunder i toget vil signalforstærkning gennem repeater medføre en bedre brugeroplevelse, idet brugerens oplevelse for både telefoni og mobilt bredbånd afhænger af eget abonnement og respektive udbyders dækning uden for toget.

2. Udfordringerne med at sikre tilstrækkelig **dækning** afbødes ved at Banedanmark og teleoperatørerne i samarbejde udvælger positioner, hvor

Banedanmark udbygger og/eller opgraderer infrastrukturen langs banen.

Der sikres god dækning langs banen ved, at teleoperatørerne udnytter Banedanmarks infrastruktur langs banen med nye antenneindplaceringer, og at Banedanmark opgraderer og udbygger sin **infrastruktur** (master og transmissionsnet) for op til 100 millioner kr. Ud over statens tilskud på 100 millioner kr. vil teleoperatørerne skulle investere i bl.a. antenneudstyr samt afholde løbende årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger.

På Sund & Bælts anlæg gennemføres der også en opgradering af dækningen i samarbejde med teleoperatørerne, jf. afsnit 2.5.

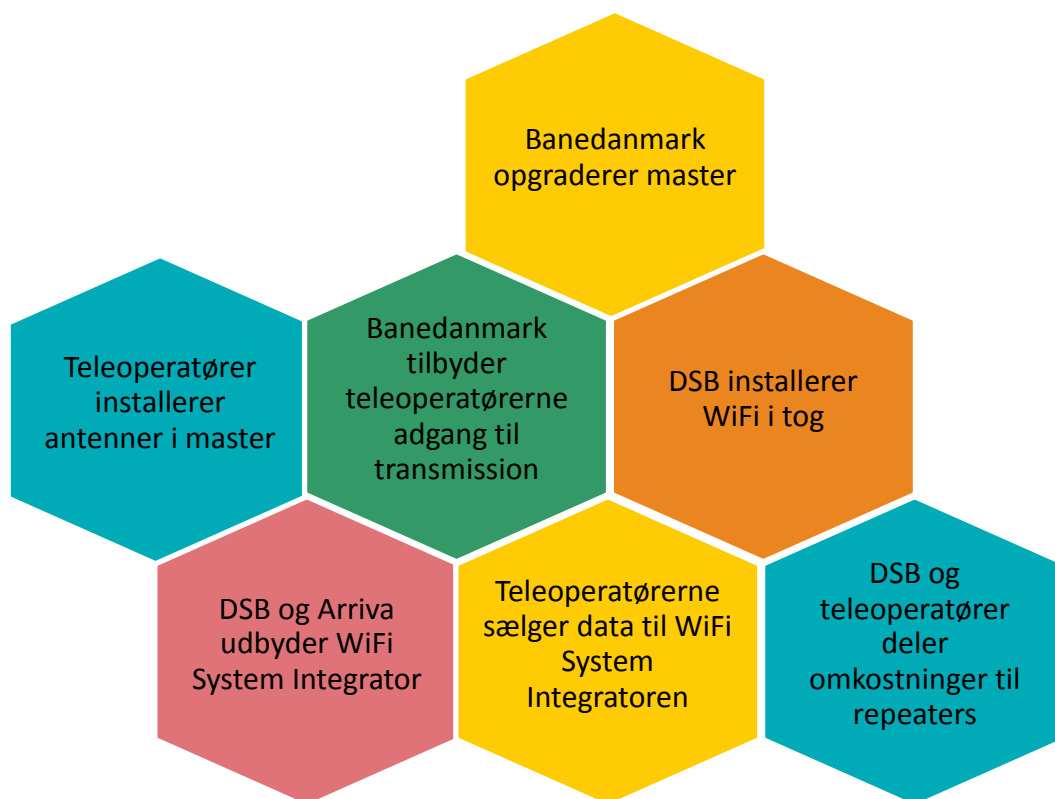
3. For at opnå tilstrækkelig **kapacitet** i WiFi-løsningen etablerer DSB et WiFi system leveret af en WiFi System Integrator (WiFi-SI) i toget. Arrivas nuværende løsning er allerede et WiFi-SI. WiFi-SI indebærer, at togoperatøren stiller et trådløst internet (WiFi) til rådighed for passagererne i toget. WiFi-SI kommunikerer med omverdenen igennem teleoperatørernes netværk og vil kunne hente data fra alle de teleoperatører, som togoperatøren har aftale med. WiFi System Integratoren vil løbende kunne følge forbruget af data i toget og kunne registrere, hvis der bliver mangel på datakapacitet fra teleoperatørerne. Dette betyder, at WiFi-SI løsningen i princippet vil hente data fra alle tre mobilnetværk, og dermed opnå den bedst mulige dækning og kapacitet på et hvilket som helst sted langs banen.

Løsningen rummer desuden mulighed for, at kapaciteten kan fordeles (shapes), så togoperatøren kan fordele kapaciteten i toget og dermed bedre sikre, at alle passagerer oplever dækning uanset om enkelte passagerer foretager datakrævende aktiviteter. Dette er et kardinalpunkt for DSB jf. tidligere analyserapport.

Kombinationen af de tre elementer i løsningsplanen vil indebære væsentlig forbedring af muligheden for at anvende internet i toget således, at toget på hele statens jernbanenet kan anvendes som en funktionsdygtig arbejdsplads.

Løsningsmodellen betyder afhængighed mellem statens infrastruktur, teleoperatørernes signaldækning og togene. Disse afhængigheder illustreres i nedenstående figur:





Banedanmark har sammen med teleoperatører og togoperatører etableret et samarbejdsforum – Joint Advisory Board. Her har parterne underskrevet et Letter-of-Intent, hvor man stiler efter at yde hver sit bidrag til den vedtagne fælles samlede løsningsmodel. Gennem gensidige aftaler er det ambitionen, at dækningshuller bliver prioriteret i Joint Advisory Board, og parterne tilsammen tilvejebringer en samlet løsning inden for omkring 3 år. Joint Advisory Board har i enighed udarbejdet en udbygningsmodel, så det kan sikres, at toget efter gennemførelse af planen vil kunne fungere som funktionsdygtig arbejdsplads. Udbygningsmodellen omfatter hele statens jernbane med undtagelse af S-banen, jf. afsnit 2.5.

Banedanmark har tilbudt Sund & Bælt at facilitere et forum for deres forhandlingsproces med teleoperatørerne for at finde en løsning, der kan indgå i den samlede løsningsmodel med at skabe en funktionsdygtig arbejdsplads langs hele statens jernbane inklusiv Storebæltstunnelen.

### 2.4.1 Brugeroplevelse

Både togoperatører og teleoperatører ønsker at give deres kunder en god brugeroplevelse med internet i toget. Der er i tidligere analyserapporter og det politiske mandat taget udgangspunkt i, at en forbedret internet- og mobildækning først og fremmest skal tilgodese behovet for at kunne arbejde i toget.

En funktionsdygtig arbejdsplads kan defineres på flere måder. Defineres behovet som det til enhver tid gældende krav for "en dag på kontoret", vil behovet ændres og øges i takt med tiden. Derfor er en skalerbar løsning nødvendig.

Togpassageren har brug for taledækning hhv. datatransmission. I forbindelse med at kunne arbejde i toget må man forvente at kunne sende og modtage e-mails, surfe online og hente dokumenter, billede og lydfiler som en del af jobbet. Omfanget af datatrafik varierer fra branche til branche, men med øgede muligheder vokser behovet.

Der vil være stor forskel på, hvor meget forskellige togpassagerer vil belaste den samlede tilgængelige datakapacitet. Sender og modtager passageren e-mail, vil belastningen være begrænset og selv en langsom, men stabil forbindelse vil kunne anvendes. Mere grafiktunge anvendelser så som videostreaming vil belaste i betydeligt omfang. Adgang til vpn-tunnel kræver stabil internetforbindelse med tilstrækkelig stærk signalstyrke for at undgå decideret afbrydelse af internetforbindelsen.



Det kan ikke forventes, at brugeren relaterer sig til årsagen til, hvorfor forbindelsen er svag eller falder. For at sikre en god brugeroplevelse for passagererne, der ønsker mulighed for at arbejde under togrejsen, kan det derfor være nødvendigt for togoperatøren via WiFi-løsningen at prioritere e-mail og internetbrowsing frem for streaming af lyd og billeder. Kommunikation omkring, hvordan kapacitet kan og ikke kan udvides, er essentiel for slutbrugernes forståelse for internetadgangen i et transportmiddel i bevægelse.

Togpassageren kan desuden opnå internet forbindelse i toget via eget abonnement uden brug af WiFi og afregne direkte med sin teleoperatør, på de strækninger denne har dækning og kapacitet.

#### **2.4.2 Oplevet effekt af en repeaterløsning**

Mobilsignaler dæmpes, når de skal trænge ind i en kraftig metalkonstruktion som et tog jvf. udredning i første analyserapport. Signaler inde i toget kan imidlertid forstærkes ved at installere repeater i toget, hvilket blandt andet gøres i Sverige.

Ved at sammenligne signalstyrken uden for toget med, hvordan dæmpning af indtrængende signaler vil opleves inde i et IC3 er effekten af repeater vist nedenfor.

Kortet viser strækninger med svag indendørsdækning<sup>7</sup> på 2G i et IC3 tog.



<sup>7</sup> Indendørsdækning: teoretisk beregning af togets dæmpning foretaget af radioteknisk rådgivningsfirma i radiodødt kammer for hhv. IC3 og IC4 tog. (Se også afsnit 3.4)

Nedenfor vises et kort med svag dækning på 2G i et IC3 tog, som hvis der var installeret repeater i toget:



Forskellen mellem de to dækningskort viser tydeligt effekten af repeater i toget for 2G dækningen. Antallet lokationer med svag dækning reduceres markant. Da 2G giver taledækning, betyder det, at togpassagererne vil opleve langt færre udfald samt langt færre strækninger med svagt signal i et tog med repeater installeret. Banen vil stort set være taledækket<sup>8</sup>.

Tilsvarende vil en repeaterløsning for 3G og 4G medføre væsentlige forbedringer, om end ikke kunne stå alene som løsning på dækningsudfordringerne.

I blandt andet Sverige, Schweiz og Tyskland har man god erfaring med anvendelsen af repeatere i tog, og siden 2011 har der været repeatere på Øresundstog i Danmark.

<sup>8</sup> Konkret dækning afhænger dog af den enkelte brugers abonnement.

### 2.4.3 Dækningshullers betydning for brugeroplevelsen

Brugeroplevelse betyder, at dækningshuller ikke er et entydigt begreb. Taledækning er meget sensitivt for stabil dækning, og selv en mindre stækning uden signaldækning er et dækningshul, der kan give udfald eller afbrydelse. Brugerens egen telefonmodel har også betydning for, hvor godt telefonen modtager signaler.

Datadækning er knap så sensitiv for selv større dækningshuller, idet data lagres i en buffer og sendes i mindre batches og kan således tåle et kortvarigt signaludfald uden at det får betydning for brugeroplevelsen. Tilsvarende kan signaler fra én teleoperatør yde "handover" til en anden teleoperatør ved en multioperatør WiFi-løsning.

Dækningshuller langs banen vil derfor i varierende grad have betydning for den faktiske brugeroplevelse for passagerer, der bruger internet i toget. Disse forhold vil der blive taget højde for ved prioritering af dækningshuller, således at brugeroplevelsen søges optimeret.

## 2.5 Afgrænsninger

---

Egentlige fremskrivninger af behovet for fremtidig internet kapacitet i tog indgår ikke i denne opgave. Det forudsættes, at en løsning skal være i stand til at vokse i takt med behovet ved først og fremmest at sikre dækning, da det giver åbne muligheder for senere at kunne øge kapaciteten uden tilsvarende store anlægsinvesteringer i den fysiske mastinfrastruktur. Det vil dog kræve investeringer fra teleoperatørernes side, hvis kapaciteten skal øges over tid.

Løsningen omfatter ikke S-banen, idet en høj mastetæthed i hovedstadsområdet gør at mobildækningen i dag er så god, at DSB har vurderet, at der ikke er behov for netudbygning her. S-togskarrossernes lette konstruktion giver desuden en væsentlig mindre radiodæmpning end togvognene på regional- og fjern tog, hvilket betyder, at det er vurderet af DSB, at der ikke er behov for at installere repeatere i S-tog.

Den gennemsnitlige rejsetid er kort - ca. 12 min. - hvor mange anvender smartphones via eget mobilnet og ofte uden at skifte til WiFi. DSB's kommende WiFi udbud forventes også at omfatte S-tog, idet DSB forudsætter en udskiftning af den nuværende løsning inden for de næste 3 år. Der forudsættes desuden at være tilstrækkelig kommerciel værdi for teleoperatørerne at foretage løbende udbygning af deres respektive dækninger her, jf. beslutningsgrundlag for tidligere analysefaser.

Tilsvarende vurderes Boulevardtunnelen<sup>9</sup> at have tilstrækkeligt kommercielt grundlag til, at udbygning foregår løbende, idet det forudsættes, at der kan indgås bilaterale aftaler på rimelige vilkår.

---

<sup>9</sup> Boulevardtunnelen er ejet af Banedanmark; Tunneler mellem Hovedbanegården, Nørreport og Østerport i København

De nye tunneler som anlægges i forbindelse med den nye København-Ringsted bane forventes at blive korte og lige, hvilket dels fremmer signaldækning, dels muliggør, at kortvarige signaludfald ikke får betydning for brugeroplevelsen af internet i toget. Signalprogrammet vil være opmærksomt på Internet i Tog projektet i forbindelse med færdigprojekteringen og anlæggelse af banen i de kommende år og Signalprogrammets øvrig udrulning i hele landet.

Sund & Bælt og Banedanmark har for nylig drøftet Internet i Tog projektet særligt vedrørende netudbygning i Storebæltstunnelen. Med Banedanmarks mellemkomst er der efterfølgende etableret og afholdt opstartsmøde omkring aftale for proces for kommende forhandlinger og konkrete drøftelser mellem teleoperatørerne og Sund & Bælt, om udbygning og finansiering vedrørende dækning på Sund & Bælts tunnelstrækninger. Der er etableret arbejds møderække med parterne med henblik på at gennemføre netudbygning for Storebæltstunnelen og de tre tunneller på Øresundbanen (Sydhavnstunnelen, Tårnby tunnelen og Kastrup tunnelen). Tidsmæssigt vil parterne arbejde for at udbygningen i tunnelerne kan være gennemført senest ved udgangen af 2019. En eventuel opgradering af dækningen her er ikke forudsat finansieret inden for de reservede 100 mio. kr.

### **2.5.1 Rammer for udbygningsmodellen**

Forligskredsen har tidligere besluttet, at den anbefalede løsning til udbygningsmodel skal eksternt kvalitetssikres.

Projektet er ikke en anlægsopgave i traditionel forstand, men et opdrag om at finde en løsning i form af en udbygningsmodel sammen med alle fire teleoperatører om at øge dækningen, subsidiært kapaciteten langs banen. Bevillingen på 100 millioner kr. vil blive anvendt top-down, således at beløbet forventes at blive anvendt fuldt ud for at skabe bedst mulig løsning.

I udbygningsmodellen indgår udbygning af Banedanmarks infrastruktur for op til 100 millioner kr. som økonomiske incitamenter mod, at teleoperatørerne investerer i antenneudstyr m.m. og indplacerer dem i Banedanmarks master for at sikre dækning på strækninger med dækningshuller. Midler til finansieringen af de fornødne investeringer i Sund & Bælts anlæg indgår ikke heri, og forudsættes således dækket af Sund & Bælt og de involverede teleoperatører.

Baggrunden for Banedanmarks og togoperatørernes forhandlinger med teleoperatørerne har været kortlægning af dækningshuller for at klarlægge problemets omfang og dermed behovet for investeringer fra alle parter.

Detailplanlægning med teleoperatørerne og fordeling af konkrete mastepositioner ligger uden for dette opdrag og vil foregå frem til en politisk beslutning om frigivelse af de 100 millioner kr. Dette kommer til at ske parallelt med, at de respektive teleoperatørers direktioner tiltræder udbygningsmodellen og investeringsbehovet, og parallelt med at DSB tilsvarende får godkendt deres investeringsplaner for projektet.

## **2.6 Beslutningsgrundlagets opbygning**

---

I kapitel 3 præsenteres metode og resultater af de gennemførte analyser af den eksisterende dækning langs banen.

I kapitel 4 præsenteres den samlede løsning til udbygning af dækning langs banen, herunder løsningskoncept til opgraderinger af Banedanmarks infrastruktur, samt modellen for prioritering og fordeling af sites, hvor der vil skulle ske udbygning af dækningen langs banen.

I kapitel 5 præsenteres status og oplæg til videre proces for den samlede løsning for WiFi, repeatere og udbygninger af dækning samt samlet tidsplan.

I kapitel 6 præsenteres model for brugerinddragelse.

## 3 Kortlægning af dækning langs banen

### 3.1 Formål med kortlægning af internetdækning

---

Forud for samarbejdet parterne imellem var der ingen fælles oversigt over omfang og udbredelse af dækningshuller langs banen. Hver teleoperatør har hidtil udelukkende haft overblik over egen dækning inden for de frekvenser, de selv sender på.



For at opnå et samlet overblik over teleoperatørernes dækning langs banen i relation til at vurdere behovet for udbedring har teleoperatørerne gennemført et analysearbejde, hvor dækningshuller langs banen er kortlagt for udvalgte banestrækninger. Supplerende har Banedanmark herudover fået foretaget en teknisk måling – en såkaldt drivetest, jf. afsnit 3.3, af dækningen langs hele statens jernbane.

Det samlede analysearbejde har dels som formål at kortlægge det samlede omfang af dækningshuller langs banen med henblik på at belyse omfanget af investeringer, der vil skulle foretages for at skabe en tilstrækkelig dækning langs banen. Herudover har analysearbejdet til formål at skabe grundlag for videre fælles drøftelser mellem teleoperatører, togoperatører og Banedanmark om konkrete beslutninger om opgraderinger af infrastruktur og udbygninger af den eksisterende dækning langs banen.

Den gennemførte teoretiske kortlægning af dækningshuller langs banen samt drivetesten beskrives nærmere i det følgende.

### 3.2 Teleoperatørernes kortlægning af dækning

---

Teleoperatørerne har bidraget fagligt med teknisk dokumentation med henblik på en udbygning af mastepositioner, som kan danne grundlag for en sammenhængende dækning langs banen. Det er en forudsætning for sammenhængende dækning, at radiosignalerne aktivt føres ind og fordeles i togene med WiFi og forstærkes med en repeater løsning.



### 3.2.1 Teoretisk metode

Gennem teoretisk beregnet kortlægning af teleoperatørernes respektive dækninger har teleoperatørerne i samarbejde udarbejdet en kortlægning over, hvor de samlet set mangler dækning. Teleoperatørerne er til dette formål blevet enige om en fælles metode for at kunne identificere dækningshuller.

Dækningshullerne er kortlagt uden prioritering teleoperatørerne imellem, og er ikke i sig selv commitment til, hvornår eller hvorvidt den enkelte operatør skal udbygge med henblik på at lukke konkrete identificerede dækningshuller. Prioritering og konkrete aftaler om forbedringer er foregået i Joint Advisory Board regi i forhandlingerne Banedanmark og teleoperatørerne imellem.

### 3.2.2 Teleoperatørernes definition på dækning og dækningshuller

Teleoperatørerne er i fællesskab kommet frem til følgende tekniske definition:

*Dækning: Der vil være acceptabel og god dækning for togpassagerer, hvis der uden for toget langs banen er signal for den pågældende frekvens, for så vil en repeater inde i toget eller en WiFi-installation også forstærke signalet nok til at servicere passagererne inde i toget.*

Teleoperatørerne har vurderet frekvensbånd, der er relevante i forbindelse med kortlægning af dækning langs banen på 2G, 3G og 4G<sup>10</sup>. Kortlægningen af dækningshuller er baseret på datadækning, hvorfor der godt kan være taledækning i forvejen i et sådant dækningshul.

### 3.2.3 Arbejdsform og metodevalg

Gennem identifikation af egne dækningshuller, har teleoperatørerne forsynet kort med markering af fælles dækningshuller langs banestrækningerne:

Hovedstrækningerne:

1A) København – Aarhus – Aalborg

1B) Fredericia – Lunderskov

Regionale linjer:

1B) København – Helsingør

1B) Ringsted - Rødby

2A) Roskilde – Holbæk - Kalundborg

Lokale linjer:

2A) Roskilde – Køge

2A) Køge - Næstved

<sup>10</sup> 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz og 2100 MHz, da de vil kunne forstærkes af de kommende repeaterer. LTE 2600 MHz er ikke medtaget, da dette frekvensbånd ikke bruges for at øge dækning, men kun som en kapacitets udvidelse.

Øvrige strækninger er endnu ikke kortlagt af teleoperatørerne. I alt er 907 km af statens jernbane blevet kortlagt svarende til 46 % af Banedanmarks jernbanenet eller berørende 55 % af Banedanmarks sites.

Teleoperatørerne har udarbejdet et oplæg med løsningsmuligheder for steder, hvor alle teleoperatører har et dækningshul, og hvor der ikke findes egnede teleoperatørejede positioner i området og derfor kan være behov for etablering af en ny eller forstærket Banedanmark-mast.

### **3.2.4 Resultater af teleoperatørernes teoretiske kortlægning**

Teleoperatørernes teoretiske kortlægning viser omkring 50 "sorte" dækningshuller, det vil sige uden datadækning (3G og 4G) for nogle af teleoperatørerne. På de resterende lokationer har mindst én operatør dækning, men en eller flere af de øvrige teleoperatører har angivet at mangle dækning. Disse delvise dækningshuller, som er kortlagt af teleoperatørerne, indgår ikke i den samlede prioritering af dækningshuller (kapitel 4), idet der ved en multi-operatør WiFi-løsning vil være dækning på disse lokationer. Der er ledig kapacitet i Banedanmarks master på strækninger med dækningshuller, men udbedringer her vil ikke være tilstrækkeligt til at kunne lukke alle dækningshuller langs banen.

## **3.3 Kortlægning gennem drivetest**

---

Banedanmark har over sommeren 2015 i samarbejde med Banedanmarks Signalprogram og DSB foretaget egne målinger af dækningen langs banen over hele landet fra et tog gennem en drivetest. Der er målt på strækninger betjent af såvel DSB som Arriva. Se nedenstående kort over statens jernbane.



### 3.3.1 Drivetest

Drivetest er fysisk måling on-site af signaldækningen på banen på det pågældende tidspunkt og forhold. Der vil være en usikkerhed på testresultater.

Banedanmark har anskaffet udstyr dedikeret til at måle signaldækning langs banen i forbindelse med kortlægning af dækningen forud for prioritering af dækningshuller. Derudover kan udstyret anvendes i en senere fase til at måle, om signaldækningen er forbedret i henhold til de konkrete aftaler, der indgås med den enkelte teleoperatør om forbedring af dækning.

Ved at montere antenneudstyr på togenes tage på et MR2 hhv. MF tog (fra DSB) og køre hele statens jernbanestrækning igennem to gange er den udvendige signaldækning blevet kortlagt. Desuden har et radioteknisk rådgiverfirma foretaget teoretisk beregning af dæmpning, så signalstyrken også svarer til det niveau, en passager vil modtage inde i toget for et IC3 hhv. IC4 tog. Dette anvendes bl.a. til at vurdere effekten af en eventuel repeater løsning inde i toget (se effekt af repeater i afsnit 2.4.2). Der er målt både på DSB's og på Arrivas strækninger<sup>11</sup>. Der er kørt i tunneler, men måleudstyret kan ikke modtage positionsdata inde i lange tunneler<sup>12</sup>.



### 3.3.2 Resultater af drivetest dækningsanalyse

Drivetestens måling viser, at der på taledækning for 2G er få dækningshuller uden for toget. Med en repeaterløsning vil 2G dækningen inde i toget dermed være næsten komplet. I det følgende er et "sort" dækningshul defineret som steder, hvor ingen teleoperatør har dækning på hverken 3G eller 4G (uden for toget). Ifølge drivetestens målinger er der 42 "sorte" dækningshuller langs statens jernbane.

Derudover er der strækninger med svagt signal og med en vis risiko for udfald. For togpassageren kan dette opleves som et dækningshul, såfremt internetforbindelsen mistes. Der er fundet ca. 75 lokationer med sådanne svage dækninger gennem en måling med drivetest. Med en multioperatør WiFi-løsning i toget vil alle teleoperatørernes signaldækning kunne anvendes uafhængig af, hvilket mobilabonnement togpassageren har. Det vil således være muligt at trække på det til enhver tid stærkeste signal, ligesom der vil kunne hentes kapacitet fra flere netværk. Dette må forventes at have en positiv effekt på brugeroplevelsen.

Udover ovenstående områder med dækningshuller eller svagt signal, vil passagererne i dag kunne opleve dækningshuller på langt flere lokationer som følge af dæmpning. Dette vil blive adresseret med repeater, idet antallet af oplevede dækningshuller vil reduceres markant med repeater i tog (se afsnit 2.4.2), og passageren derfor får en bedre brugeroplevelse med mindre risiko for langsom forbindelse eller udsving i signalet.

---

<sup>11</sup> Derudover er der taget højde for (i) IDLE måling på tværs af alle teleoperatører, (ii) IDLE målinger på 2G, 3G og 4G (iii) Analyserer målinger på teleoperatør, (iv) Måledata tagget med GPS positioner (v) Automatiske målinger.

<sup>12</sup> I drivetesten sammenholdes teleoperatørers signaldækning med GPS position. Selvom GPS'en er en højpræcisions-GPS kan den dog miste positionsbestemmelsen i en tunnel for så at genfangne denne, når toget kører ud af tunnelen. Hvis signalet har været mistet i mere end 5 minutter, antages det automatisk, at toget er kørt i en lige linje mellem to punkter. Derfor kan der ikke vises, hvordan dækningen er i Storebæltstunnelen.

Samlet set viser analysen, at der ikke er markante forskelle på omfanget af manglende dækning på 3G og 4G imellem landsdelene.

### 3.4 Samlet dækningsbillede

---

Resultaterne fra de to kortlægninger gennem to forskellige målemetoder viser, at:

- Teleoperatørerne har kortlagt i alt omkring 50 dækningshuller (uden dækning fra nogen teleoperatør) på data på deres afdækkede strækninger.
- Banedanmark har via en drivetest målt omkring 42 dækningshuller over hele landet, hvor ingen teleoperatør har dækning på 3G eller 4G. Drivetesten måler den samlede dækning for alle net på data på hele statens jernbane.
- Drivetesten har desuden kortlagt lokationer, hvor der er målt dækning med svagt signal.
- Forskellen i antallet af dækningshuller, beror på blandt andet definition af dækningshul mht. niveau for signalstyrke, målemetodik, længden af dækningshullet og andre forhold så som statistisk usikkerhed.
- På geografisk strækninger, der er kortlagt med begge metoder, er der væsentlig sammenfald mellem de fundne resultater.
- 2G, som sikrer taledækning, dækker stort set hele jernbanen for både TDC og TT. Hi3G har ikke 2G<sup>13</sup>.
- 3G, som sikrer både tale- og datadækning, har dækningshuller.
- 4G, som sikrer data- og taledækning via WiFi, men ikke taledækning via mobiltelefon, har dækningshuller.
- Teoretisk beregning viser, at installation af repeater i togene vil have en meget stor positiv effekt på forstærkning af signaler inde i toget, og dermed nedsætte indtrængende signalers dæmpning.
- Det er ikke teknisk muligt gennem drivetest at måle dækning i Storebæltstunnellen.
- Der er dækningshul på 4G fra alle teleoperatørerne ved Sydhavnstunnelen på Øresundsbanen.

Samlet set viser kortlægning af dækningen langs banen, at en samlet indsats med repeater i tog, multioperatør WiFi løsning samt flere antenneindplaceringer i master langs banen vil kunne afhjælpe de dækningshuller, brugerne oplever på togrejsen.

---

<sup>13</sup> Teleselskabet Hi3G har roaming aftale med TDC, således at de betaler sig adgang til TDCs netværk, på steder, hvor de ikke selv har dækning.

## 4 Løsning til sikring af dækning langs hele statens jernbanenet

På baggrund af den overordnede løsningsmodel i kapitel 2 og den gennemførte kortlægning og måling af dækningen langs banen, jf. kapitel 3, har parterne i Joint Advisory Board vurderet, at der med en etablering af op til 75 sites langs statens jernbanenet kan sikres så væsentlige forbedringer, at der opleves en mere stabil og kontinuerlig dækning langs hele statens jernbanenet, der vil muliggøre en brugeroplevelse, hvor toget kan anvendes som fuldt funktionsdygtig arbejdsplads. De 75 sites er vurderet på det nuværende grundlag, og brugeroplevelsen ved arbejde i toget vil løbende kunne blive forbedret i takt med udrulningen af repeatere og WiFi. Såfremt der ved løbende evalueringer af brugeroplevelsen opnås enighed om, at målet vil kunne indfries ved et lavere antal sites, vil antallet af sites derfor kunne nedskaleres til færre end 75 sites.

Modellen og analysegrundlaget uddybes i det følgende.

### 4.1 Løsningskoncept

---

Løsningen tager udgangspunkt i, at der hidtil ikke har været tilstrækkelig forretningsmæssig værdi for teleoperatørerne i at forbedre dækningen langs banen, idet der ofte er tale om dyre, vanskeligt tilgængelige masteplaceringer med begrænset udnyttelse. Teleoperatørerne anlægger en helhedsbetragtning i forbindelse med deres radioplanlægning og behov for dækning langs banen og har investeringsudgifter og driftsudgifter til antenner, transmission mv.

For at skabe bedre dækning stiller Banedanmark derfor eksisterende samt opgraderet infrastruktur til rådighed for teleoperatørerne og etablerer ny infrastruktur. Infrastrukturen stilles til rådighed for teleoperatørerne til en reduceret pris og sænker dermed investeringsbarrierer for teleoperatørerne.

For at sikre internetdækning langs banen kræves det, at der stilles yderligere master op i områder, hvor der er utilstrækkelig dækning selv med teleoperatørernes egne investeringer i infrastruktur. Inden for rammen af de reservede 100 mio.kr. tilbyder Banedanmark kombinationer af følgende:

- Nye master
- Opgraderede master
- Forhøjede master
- Transmission
- Teknikhytter

Øvrigt udstyr så som antenne, basestationer feeder m.v. varetager og finansierer teleoperatørerne selv.

Aftalemekanismer er blevet forhandlet i Joint Advisory Board.

## 4.2 Analysegrundlag og omfang af udbygning

---

### 4.2.1 Metode og forudsætninger

Dækningshuller er lokationer, hvor der hverken er signal på 3G eller 4G (dvs. ingen datadækning). Omfanget af dækningshuller, hvor der vil skulle foretages udbygninger af dækning, er baseret på teleoperatørernes fælles kortlægning af dækningshuller på udvalgte banestrækninger samt den gennemførte måling (drivetest), der omfatter hele statens jernbanenet, jf. kapitel 3.3.

På baggrund af de gennemførte kortlægninger og målinger og teleoperatørernes vurderinger af mulige sites, der vil kunne adressere de kortlagte dækningshuller, har radioplanlæggere i Banedanmarks Signalprogram vurderet behovet for nye sites på hele Banedanmarks jernbanenet samt de mulige placeringer af sites. Den tekniske gennemgang er foretaget uden prioritering eller fravalg af dækningshuller.

Således er alle teleoperatørernes kortlagte dækningshuller vurderet efter en lang række parametre; lokation af nærliggende Banedanmark mast, mastetype, mastehøjde, behov for beregning af statik (for at vurdere hvor mange antenner masten kan bære), evt. placering af en teleoperatørs mast, nærmeste master ejet af teleoperatørerne, pr. teleoperatør en angivelse af evt. dækningshul, angivelse af løsningsforslag i forhold til Banedanmark infrastruktur ud fra kendskab til status for Banedanmarks nuværende master (eksisterende/med tilpasning/ nyetablering/ henvisning til teleoperatørs mast, estimerede priser for henholdsvis mast, hytte med og uden GSM-R, UPS samt afstandsafhængig pris for etablering af transmission ved alle nyetablerede sites).

Derudover er angivet status og evt. plan for adgangsvej til de konkrete lokationer samt angivelse af hvilke frekvenser på hvilke net, hvor der under drivetesten er registreret svagt eller intet signal (dækningshul).

For de jernbanestrækninger, teleoperatørerne ikke har kortlagt, har Banedanmark vurderet resultaterne fra drivetesten, og indplaceret lokationer derfra i samme oversigt som ovennævnte og med udfyldelse af de samme parametre (dog ikke frekvensangivelse) under forudsætning af, at der intet eller kun svagt signal var fra nogen af de tre teleoperatører.

De estimerede priser tager udgangspunkt i bl.a. erfaringsbaserede priser fra andre projekter i Banedanmarks Signalprogram.

Antallet af sites, der vurderes at skulle etableres for at sikre dækning, varierer for de enkelte dækningshuller, idet der i nogle tilfælde kan være behov for mere end ét site for at adressere ét dækningshul. Mens ét site i andre tilfælde kan forbedre dækningen for to dækningshuller.

Efterfølgende er der foretaget en prioritering af dækningshullerne, jf. nedenfor.

#### 4.2.2 Principper for prioritering af strækninger og dækningshuller

Det grundlæggende princip i prioriteringen er at skabe dækning, hvor ingen teleoperatør i dag har dækning. På disse lokationer antages det, at behovet for kapacitet at være mindre end på lokationer, hvor teleoperatørerne allerede har sikret dækning ud fra forretningsmæssige betragtninger. Denne antagelse vil blive verificeret gennem effektanalyse i 2018 (se afsnit 6.2)

Strækninger, hvor der i forvejen er dækning fra mindst én teleoperatør vil således ikke som udgangspunkt blive omfattet af den anbefalede løsning. Dette skal ses i sammenhæng med, at WiFi-løsningen vil gøre det muligt at anvende signaler fra alle netværk langs banen og dermed løfte kapaciteten.

Der fokuseres på 3G og 4G dækningshuller, dvs. på data frem for tale (2G). Princippet skal ses i sammenhæng med, at brugeroplevelsen på taledækning forbedres markant med repeater i DSB's tog, jf. yderligere beskrivelse af brugeroplevelsen i afsnit 6.2.<sup>14</sup>



Prioriteringen tilgodeser, at der inden for den tilgængelige økonomiske ramme i videst muligt omfang sikres stabil og kontinuerlig dækning langs hele statens jernbanenet. Når der først er etableret dækning og en grundlæggende infrastruktur, vil det efterfølgende være mindre investeringskrævende for teleoperatørerne at etablere yderligere kapacitet, hvis efterspørgslen fra togpassagererne giver et tilstrækkeligt forretningsmæssigt grundlag for en sådan udbygning i fremtiden.

Det har af tekniske årsager ikke været muligt at foretage måling af dækningen i Storebæltstunnelen jf. afsnit 3.3.2. Omfanget af udbygninger, der vil være nødvendigt for at sikre dækning i tunneler skal estimeres af Sund & Bælt.

---

<sup>14</sup> Der vil aldrig kunne stilles garanti mod lejlighedsvis udfald i et kørende tog, og hvor mobildækning deles af alle brugere i området - inklusive husstande og brugere i modkørende tog. Den konkrete taledækning vil desuden være afhængig af mobilbrugerens håndsat, hvor forskellige fabrikater kan udvise meget forskellig evne til at modtage signal. Derudover vil netværket hos den enkelte mobilbrugers teleoperatør være en faktor, idet det ikke er muligt at aggregere dækning til tale fra flere mobile netværk.



## 4.3 Omfang og ramme for udbygning

---

Omfanget af sites og fordelingen af disse er, ud fra opdraget om at toget skal kunne anvendes som en funktionsdygtig arbejdsplads, baseret på at tilgodese:

- at der opnås de størst mulige forbedringer af den oplevede dækning inden for den afsatte økonomiske ramme til statslige investeringer i infrastruktur.
- at der skal sikres bedre internetdækning i tog på hele Banedanmarks jernbanenet (ekskl. S-banen, der ikke er en del af opdraget).

Den anbefalede udbygning med op til 75 antenneindplaceringer er målrettet mod, at der skal kunne opleves en kontinuerlig og stabil datadækning på hele statens jernbanenet.

Ved den efterfølgende detailprioritering mellem teleoperatørerne og Banedanmark og med inddragelse af togoperatørerne vil der dog kunne ske en nærmere målretning af udbygningerne, således at disse målrettes mod de dækningshuller, der har størst betydning for brugeroplevelsen i toget.

Antallet af indplaceringer svarer til, at der kan udbygges dækning på de lokationer, hvor der på baggrund af teleoperatørernes kortlægninger og drivetesten vurderes at være dækningshuller, hvor ingen teleoperatør i dag har dækning.

Efter Banedanmarks og teleoperatørernes faglige vurderinger anbefales følgende løsning for dækningen langs banen:

- For at sikre bedre dækning på 3G (tale og data) og 4G (data) vil løsningen adressere strækninger, hvor ingen teleoperatør har hverken 3G dækning eller 4G dækning i dag.
- Geografisk vil Banedanmarks jernbanestrækninger over hele landet således blive forbedret signaldækningsmæssigt<sup>15</sup>.
- Der vil blive indplaceret antenne fra minimum én teleoperatør pr. site.
- I udgangspunktet installeres op til 75 antenneindplaceringer i et tilsvarende antal Banedanmark master.
- Teleoperatørerne fordeler sites imellem sig.
- Eventuel reduktion af antenneindplacering vil blive vurderet efter to år på basis af opnåede resultater



---

<sup>15</sup> Se herudover afsnit 2.5 og afsnit 4.4.2 vedrørende særskilte løsninger for Sund og Bælts anlæg, der udgør den resterende del af statens samlede jernbanenet).

og på baggrund af brugeroplevelser. Evaluering foretages af Banedanmark, teleoperatørerne og togoperatørerne indbyrdes. Kriterierne for denne evaluering vil blive aftalt nærmere i Joint Advisory Board.

- Antenneindplaceringer vil blive fordelt over tre år, hvilket dels vil sikre, at det fysisk og praktisk er muligt at implementere i et tempo, hvor tilladelser og gravearbejde kan nås, dels at de nævnte evalueringer kan få indvirkning inden for projektperioden.
- Teleoperatørernes adgang til Banedanmarks infrastruktur vil for master og housing blive tilbudt til priser, der dækker de løbende drifts- og vedligeholdelsesomkostninger eksklusive afskrivninger og forrentning i de første 10 år bortset fra transmission, der beregnes ud fra markedspris.
- Banedanmark tilbyder fleksible tillægsydelser beskrevet i efterfølgende afsnit 4.6, og som kan tilvælges i det omfang, den enkelte teleoperatør finder behov.

I forløbet frem mod en løsning er forskellige modeller blevet drøftet for at finde et dækningsniveau, hvor togpassageren oplever en funktionsdygtig arbejdsplads langs hele statens jernbane, og som alle parter økonomisk er interesseret i at bidrage til at løse. Da det i Banedanmarks tidligere analyserapporter har været skønnet, at teleoperatørernes investeringer ville blive på niveau med statens bidrag på 100 mio. kr., har teleoperatørerne beregnet, at dette investeringsniveau for teleoperatørerne (inkl. teleoperatørernes investeringer i repeatere) ville svare til et antal antenneindplaceringer (ca. 35). Dette vil ifølge teleoperatørerne give et væsentligt løft, men måske ikke i alle tilfælde ville kunne give en funktionsdygtig arbejdsplads i toget. Teleoperatørerne har beregnet, at de op til 75 masteindplaceringer udgør en investering over 10 år på op til 210 millioner kr. for deres vedkommende.

På den baggrund er parterne i Joint Advisory Board nået til enighed om et udbygningsniveau, hvor det vil være muligt at opnå målet om en funktionsdygtig arbejdsplads inden for rammerne af de samlede investeringer parterne imellem.

Alle strækninger med prioriterede dækningshuller vil blive adresseret, og ved en samtidig etablering af WiFi-SI-løsningen vil brugeren sjældent opleve, at signalet bliver forstyrret, selv om der kan forekomme korterevarende udfald eller områder med svag dækning og/eller lav kapacitet, idet især arbejdsrelateret netforbrug kan tåle kortvarige udfald uden mærkbar betydning for brugeren.

Der tages forbehold for, at hverken model eller investeringer/omkostninger er tiltrådt eller besluttet i de enkelte mobilselskabers direktioner/bestyrelser. Den anbefalede løsning er den model, som alle parter arbejder videre med frem mod politisk beslutning om frigivelse af de 100 mio. kr. og teleoperatørernes beslutninger.

Teleoperatørerne forventer at have investeringsomkostninger (CAPEX) for ca. 0,6 mio. kr. pr. antenneindplacering samt årlige driftsomkostninger (OPEX) på 0,2 mio. kr.

Banedanmarks faglige forventninger til udbygningsniveau med indplacering af antenner i op til 75 master er, at skulle foretage følgende udbygning af masteinfrastrukturen:

Infrastrukturudbygning	Cirka antal
<b>Nyetablere</b>	38 master
<b>Opgradere</b>	14 master
<b>Forhøje</b>	13 master
<b>Klar til brug uden VVM undersøgelse af master</b>	10 master
<b>I alt op til</b>	75 master

\* Der vil i den fælles detailprioritering og analyse forventeligt ske ændringer i fordelingen. Den anslåede fordeling er på baggrund af Banedanmarks oplæg.

Såfremt der mod parternes faglige forventning viser sig behov for flere nye master, end estimeret, vil parterne i detailplanlægningen af de enkelte antenneindplaceringer løbende tilsikre, at eksisterende infrastruktur udnyttes i videst muligt omfang, idet der vil være en vis fleksibilitet i de præcise lokationer, hvor der udbygges dækning. Det vil ske under hensyntagen til, at der skal skabes dækning og opnås de størst mulige forbedringer i brugeroplevelsen ved arbejde i tog på hele statens jernbanenet. Detailprioriteringen vil således tage udgangspunkt i Banedanmarks samlede oplæg med en konkret placering af op til 75 antenneindplaceringer.

## 4.4 Forudsætninger for implementering

### 4.4.1 Samspelet med andre Banedanmark projekter

#### *København-Ringsted og Ringsted Femern*

Særskilt for den kommende, ny bane København-Ringsted, vil behovet for mastepositioner til brug for internet i tog indgå i planlægningen i forbindelse med etablering af GSM-R på strækningen. Der vil blive etableret tilstrækkelig transmissionskapacitet, men der kan blive tale om, at enkelte master skal være højere eller stærkere end oprindeligt planlagt. Eventuelle merudgifter hertil vil indgå som en del af budgettet til etablering af GSM-R på strækningen og finansieres som led i Banedanmarks Signalprogram.

Da sporene ikke er lagt på København-Ringsted endnu, og alle dele (herunder tunneler) endnu ikke er fuldt detailprojekteret, er der ikke foretaget drivetest på denne strækning. Tilsvarende har teleoperatørerne ikke foretaget samlet kortlægning af denne strækning. Men ifølge teleoperatørernes egne offentliggjorte dækningskort er den nye banestrækning godt dækket af hver teleoperatørs individuelle dækninger.

Masteindplaceringer vil blive tilbudt teleoperatørerne på samme vilkår, herunder prisvilkår, som de øvrige sites, der etableres med henblik på internet i tog.

I forbindelse med etablering af Ringsted–Femern banen bliver der etableret en del flere antennemaster til GSM-R, som kan tilbydes teleoperatørerne.

#### *Signalprogrammet og FTN projektet*

Udover master indeholder Banedanmarks infrastruktur også fibernet. Banedanmarks Signalprogram er netop i gang med at etablere nyt landsdækkende fibernet (FTN projektet). Ifølge EU direktiv fra 2014, der har til formål at øge bredbåndsdækningen i medlemsstaterne, skal ledig kapacitet i passiv fysisk infrastruktur stilles til rådighed på rimelige vilkår og betingelser.



Teleoperatørerne vil fremover også i andre sammenhæng få stadigt stigende behov for adgang til landsdækkende og tidssvarende fiberinfrastruktur, og det vil kræve betydelige investeringer i fibernet for teleoperatørerne for at sikre fremtidens behov. Ved at reducere denne økonomiske barriere vil teleoperatørerne have større incitament til at øge deres dækning både nu og i fremtiden.

Ved at samtænke opgradering af Banedanmarks master til teleoperatørernes dækning langs banen med teleoperatørernes behov for adgang til Banedanmarks kommende fiberinfrastruktur kan opnås synergieffekter i anlægsarbejdet.

Det skal afklares med Signalprogrammet, om der kommer merudgifter i forbindelse med fremrykning af FTN-arbejdet og koordinering med tredje part.

#### **4.4.2 Arealbehov, myndighedsgodkendelse, trafikgodkendelser mv.**

Trafikale forhold omkring adgangsveje skal myndighedsgodkendes. VVM undersøgelser af siteplaceringer, placering af teknikhytter og UPS forudsættes at tage cirka et år inklusiv myndighedsgodkendelser. Opkøb eller anvendelse af egne arealer skal vurderes og behandles, og der kan komme ændringer pga. prisforhold, jordbundsforbehold, mv. for det enkelte site. Banedanmark kan således ikke på forhånd garantere for myndighedsgodkendelser.

#### **4.4.3 Fremtidssikring**

Der tages forbehold for ændringer i markedet, ny teknologi og andet, der på nuværende tidspunkt ikke kan forudses med sikkerhed. Desuden er der forhold, der for nuværende ikke er endelige og derfor bør undersøges og afklares som noget førstkommande, og inden projekt Internet i Tog er færdig implementeret. Det drejer sig om eventuel overdragelse af DSB's lokal- og regionalkørsel på Aalborg-Frederikshavn (TIB 25) til Nordjyske medio 2017. Intercitykørsel bibeholder DSB.

Idet Banedanmark ejer måleudstyr til at foretage drivetest og måling af en given dækning og har gjort det forud for kommende opgraderinger af infrastruktur, installation af repeatere hhv. WiFi-SI, kan kommende forbedringer i dækning måles ved ny drivetest efter aftale.

Såfremt der fremadrettet skal udføres drivetest på en eller flere strækninger sker dette på samme måde som tidligere, dvs. dækning for minimum én teleoperatør på enten 3G eller 4G på en strækning, der ikke viste dækning i drivetesten før dækningsudbygningen, med mindre andet aftales mellem parterne.

På baggrund af vurderingerne i rapport fra eksterne telefaglige konsulenter i forbindelse med projektets anden analysefase forventes det, at behovet for kapacitet til arbejde i tog, vil være opfyldt, når Internet i Tog projektet er gennemført. I takt med at behovet for mobil datatransmission fra togpassagererne stiger, forventes det, at de enkelte teleoperatører løbende udbygger deres kapacitet, idet de fakturerer WiFi-SI for dataforbrug og dermed har et økonomisk incitament til kapacitetstilpasning. WiFi-SI udbyderen kan løbende følge forbruget af data i toget og dermed behovet for yderligere kapacitet. I henhold til Letter-Of-Intent er det teleoperatørernes ambition at tilbyde deres kunder en kontinuerligt bedre service.

## **4.5 Tidsplan og proces**

---

### **4.5.1 Proces for konkret prioritering og aftaler om sites**

Banedanmark har på baggrund af kortlægninger udarbejdet oplæg til udvalg af konkrete sites i forbindelse med detailplanlægningen. Dette vil skulle aftales nærmere mellem Banedanmark og teleoperatørerne, idet der vil være behov for en mere detaljeret, fælles gennemgang af de enkelte strækninger og sites. Herunder vil teleoperatørerne skulle foretage mere konkrete vurderinger af de enkelte siteplaceringer i forhold til deres egen netudbygning. Teleoperatørerne sikrer selv fordelingen af sites.

Banedanmark og teleoperatørerne vil i fællesskab og med inddragelse af togoperatørerne evaluere brugeroplevelsen efter nærmere aftale i løbet af 2018 for at vurdere effekten af de første udrullede repeatere og WiFi i togene samt af udbygningen af mobildækningen (se afsnit 6.2). Denne og efterfølgende evalueringer vil indgå i planlægningen af den resterende del af netudbygningen inden for projektperioden med henblik på, at investeringer i infrastruktur og antenneindplaceringer sker, hvor det i praksis gør størst gavn.

Desuden vil der kunne udbygges på lokationer, hvor det oprindeligt blev vurderet, at der ikke var behov for udbygning, hvis dette i praksis vil vise sig at blive tilfældet ud fra evaluering af brugeroplevelser. Det samlede antal indplaceringer vil ikke overstige 75 antenneindplaceringer.

I tidsplanen for udbygning af dækning er det forudsat koordinering mellem alle tre elementer i den samlede løsningsmodel. Kabler for repeatere og WiFi installeres samtidigt for at opnå synergieffekter og undgå mest mulig gene for togpassagererne ved at tage tog ud af drift. Tilsvarende udrulles Banedanmarks infrastruktur i koordination med dette og med hensyntagen til, hvad der praktisk er fysisk muligt. Udbygning af Banedanmarks infrastruktur vil kunne starte andet halvår 2016 umiddelbart efter tegning af lejeaftaler med teleoperatørerne. Her sættes VVM undersøgelser i gang, teleoperatører får udarbejdet statik for de sites, hvor dette kræves, og der kan udføres projektering og effektivering af transmission for de sites,

der skal stå klar til teleoperatøernes første indplaceringer. Herefter etableres de resterende sites af Banedanmark i 2017 - 2019. Udrulning vil så vidt muligt ske i koordination med DSBs udrulning af repeatere og WiFi samt i koordination med, hvad der fysisk vil være rationelt i forbindelse med øvrige anlægsprojekter i Banedanmark for at sikre størst mulig optimering.

Hvis der opstår væsentlige forsinkelser af idriftsættelse af repeatere og/eller multioperatør WiFi vil dette også kunne betyde ændringer i den faktiske tidsplan for udrulningen af netudbygningen.

Overdragelse til Banedanmarks Signalprogram vil ske i en løbende proces, hvor detailplanlægningen konkretiserer sig i projektering og implementering dvs. tidsmæssigt primo 2016. Signalprogrammet har løbende været involveret i projektet med bidrag, idet de har erfaring med infrastrukturopgradering i forbindelse med GSM-R projektet (se afsnit 4.4.1), og overdragelsesprocessen er igangsat og vil blive beskrevet nærmere i interne arbejdsprocesser med nærværende Beslutningsgrundlags projektteam. Projektteamet deltager og koordinerer fortsat arbejdet i Joint Advisory Board i projektperioden, mens Signalprogrammet overtager projekteringen af infrastrukturopgraderingen.

Signalprogrammets overdragelse til Banedanmarks Teknisk Drift vil ske successivt som sites er implementeret og klar til drift. Dette vil ske efter normal Banedanmark standard, idet dette er normal og kendt procedure. Teknisk Drift har tilsvarende været involveret og bidraget til projektets tilblivelse.

Se detaljeret tidsplan i kapitel 5.6.

#### **4.5.2 Aftalegrundlag og forpligtelser**

Der laves aftaler og konkrete kontrakter mellem de enkelte teleoperatører og Banedanmark om antenneindplacering forud for igangsætning af udbygning. Tre måneder efter at Banedanmark har gjort et aftalt site klar, skal teleoperatørerne have installeret det nødvendige radioudstyr, så sitet er i drift.

De nærmere vilkår vil skulle detaljeres nærmere, men forventes at tage udgangspunkt i, at:

- der indgås forpligtende lejeaftaler om brug af infrastruktur af minimum 10 års varighed.
- ved indgåelse af aftaler om de konkrete sites fastsættes tidsrammen for Banedanmarks opgraderinger af infrastruktur.

Ved kontraktindgåelsen forpligter teleoperatøren sig til at sikre dækningsudbygning for det pågældende site forud for, at Banedanmark påbegynder opgradering eller etablering af et nyt site. Her aftales kvalitet af såvel Banedanmark mast som teleoperatørers antenneudstyr. Idet etableringsomkostninger er relativt høje i forhold til udstyr, vil det for teleoperatøren bedst kunne svare sig at anskaffe fuldt udstyr første gang frem for successiv udbygning i samme mast.

Vedligeholdelse sker efter standard vilkår. Afregning for hvert site betales til Banedanmark fra det ibrugtagningstidspunkt, der aftales for den aktuelle antenneindplacering.

## **4.6 Infrastruktur og prissætning**

---

### **4.6.1 Indhold af infrastruktur til etablering af nye sites**

For at gøre det mere attraktivt for teleoperatørerne at etablere dækning på lokationer langs banenettet<sup>16</sup>, hvor der i dag ikke er dækning, har Banedanmark udarbejdet en liste med tre hovedelementer, som kan anvendes som tillægsydelse. Disse elementer er udarbejdet på baggrund af forhandlinger i Joint Advisory Board. Elementerne vil kunne tilvælges fleksibelt pr. antenneindplacering alt efter behov. Teleoperatørerne har efterspurgt denne fleksibilitet, idet de selv kan have mere favorable aftale med eksempelvis entreprenører omkring gravning til transmission.

I den efterfølgende detailplanlægning vil der i de konkrete aftaler blive taget stilling til omfanget af tilvalgte elementer for hver antenneindplacering, inden netudbygningen igangsættes.

Banedanmarks prissætning af de enkelte elementer på listen er af hensyn til den samfundsmæssige nytte af internetdækning i tog stærkt reduceret over for teleoperatørerne ved aftaleindgåelsen.

Banedanmark vil stille følgende tre hovedelementer til rådighed for teleoperatørerne:

1. En plads til antenner i relevante master hos Banedanmark
2. Teknikhytter med overvågning, køl, UPS og adgangsveje
3. Adgang til fibertransmission, der sikrer høj kapacitet, således at disse sites kan fungere som hovedstationer til at sende til andre sites ude i landet

Udgangspunktet er, at eksisterende infrastruktur anvendes, hvor dette er muligt. På en række lokationer vil det være nødvendigt at foretage opgraderinger, herunder forstærkning, forhøjelse eller udskiftning af eksisterende Banedanmark master. Endvidere er der identificeret en række lokationer med behov for at etablere nye master.

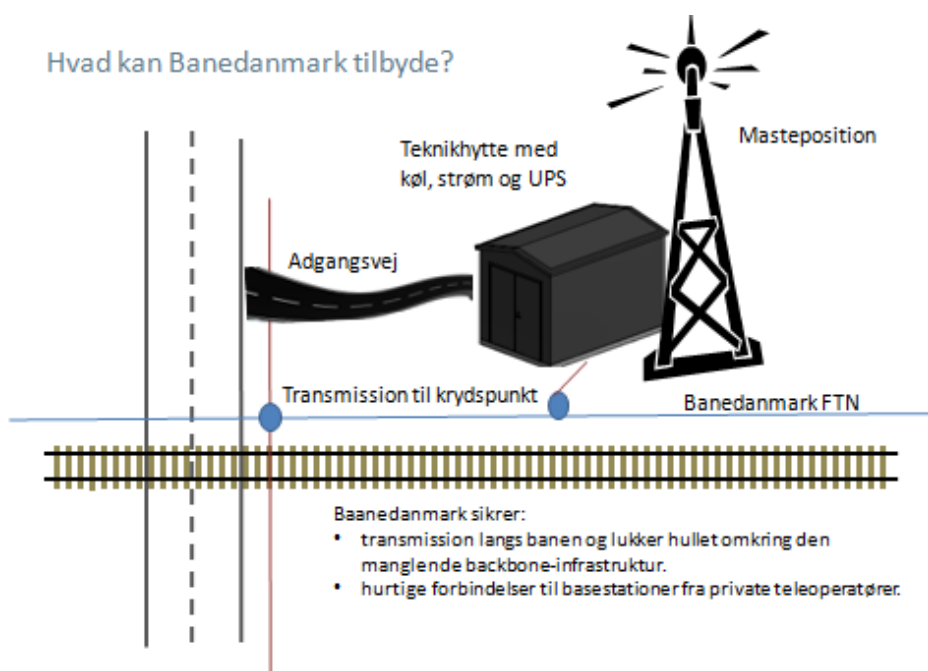
Med adgang til Banedanmarks mastepositioner, kan teleoperatørerne udvide dækningen langs jernbanen. Banedanmarks infrastruktur vil samtidig kunne anvendes til eventuelle andre kunder i området.

Banedanmark sikrer transmission langs banen samt lukker hullet omkring den manglende backbone-infrastruktur dvs. sikrer fiberrør til nærmeste krydspunkt for teleoperatøren. Desuden sikrer Banedanmark hurtige forbindelser til basestationer fra private teleoperatører.

---

<sup>16</sup> Sund & Bælt etablerer egne aftaler med teleoperatørerne om vilkår for etablering og adgang til anlæg hos Sund & Bælt.

Nedenstående figur illustrerer, hvad Banedanmark tilbyder teleoperatører:



Transmission stilles til rådighed for teleoperatørerne som en valgfri mulighed (inden for en samlet økonomisk ramme hertil), og såfremt dette aftales i forbindelse med den nærmere detail-prioritering af sites. Der etableres i så fald ny transmissionskapacitet med sorte fibre (dvs. ledige fibre) langs banen – såfremt der ikke allerede er ledig kapacitet til rådighed - der både vil kunne anvendes af teleoperatørerne og af Banedanmarks Signalprogram, men etableringen fremrykkes i forhold til Signalprogrammets udrulningsplan, hvor dette er muligt. Der vil være en væsentlig synergi for sametablering af transmission til teleoperatørernes brug og til Banedanmarks Signalprogram uanset, at ibrugtagningstidspunktet kan være forskudt af hinanden.

Ved sites, hvor teleoperatørerne ikke tilvælger transmission fra start, vil ny transmissionskapacitet blive etableret i takt med Signalprogrammets udrulningsplan og blive stillet til rådighed, når dette er muligt.

Det skønnes, at transmissionskapacitet vil blive tilvalgt ved cirka en tredjedel af de samlede nye antenneindplaceringer. Såfremt transmission ønskes tilvalgt af teleoperatørerne i et større omfang end det forudsatte, stilles den yderligere transmission til rådighed i takt med Signalprogrammets udrulning af ny transmission, idet udvalgte dele heraf så vidt muligt søges håndteret inden for projektperioden. Dette finansieres tilsvarende af Signalprogrammet. Det skønnes, at teleoperatørerne tilvælger housing i alle antenneindplaceringer, og masterne forventes ligeledes tilvalgt i alle tilfælde.

Banedanmark etablerer i givet fald transmission inden for Banedanmarks areal inklusive tilslutningsbrønd, mens teleoperatørerne forestår og afholder omkostninger



til yderligere tilslutning samt gravning og etablering af fibre uden for Banedanmarks arealer.

#### 4.6.2 Leje og prissætning

Med løsningsmodellen reduceres teleoperatørernes investeringsomkostninger ved etablering af nye sites. Teleoperatørerne vil dog fortsat have væsentlige investeringer i blandt andet antenner og basestationer i forbindelse med indplacering af antenner i Banedanmarks master.

Der tilstræbes en prissætning, som tager højde for, at der ydes et statsligt investeringstilskud med henblik på at understøtte målet om at gøre det muligt at arbejde i toget. Samtidig skal prissætningen afspejle krav om ligebehandling i forhold til øvrige udbydere og eventuelle fremtidige teleoperatører.

Banedanmarks nuværende prissætning tager udgangspunkt i ens priser for alle banestrækninger, over statens jernbane uanset trafikintensitet i afsidesliggende områder. Markedsprisen for strækninger med dækningshuller, har hidtidigt været prissat for højt til at være attraktivt for teleoperatørerne, og gennem forhandling er priseniveauet fremkommet som i nedenstående prisskema. Banedanmark tilbyder - nu og inden for en 10 årig periode - alle teleoperatører, der har frekvenstilladelse til og mulighed for at tilbyde mobilt bredbånd til deres kunder i Danmark, adgang på visse vilkår til infrastrukturelementer, der skal sikre den nødvendige bredbåndsudbygning langs statens jernbanenet på de prioriterede lokationer.

Da Sund & Bælts strækninger ikke er forhandlet endnu, vil der i udgangspunktet aftales særskilte priser herfor.

Teleoperatørerne betaler leje for elementer, som de tilvælger:

1. Housing/Teknikhytte (strømforsyning, køl og UPS)
2. Transmission (hvor dette tilvælges)

Dækning af løbende drifts- og vedligeholdelsesomkostninger eksklusive afskrivninger og forrentning afholdes af teleoperatørerne for adgang til master

#### **Priser for op til 75 prioriterede lokationer**

<b>Priser pr. tilvalgt element</b>	<b>Pris pr. år (DKK)</b>
Arealleje	0
Masteleje	0
Housing*	4.000
Transmission, leje pr. fiberpar pr. km**	2.400
(Ved estimeret gns. længde på 3 km: 7.200 DKK/år)	
Drifts- og vedligeholdelsesudgifter ekskl. afskrivning og forrentning pr. antenneindplacering***	7.000

\*) Forbrug afregnes efter måler

\*\*) Fra Banedanmark mast til punkt ved jernbanen efter aftale. Prisen inkluderer etablering af acces ved indgåelse af aftale om antenneindplacering.

\*\*\*) Afregnes som fast vederlag pr. indplacering baseret på estimerede gennemsnitsomkostninger

I aftalerne om prioritering af de enkelte sites, hvor der skal ske udbygning af dækningen, indgås aftale om etablering af dækning fra minimum en teleoperatør. Alle operatører tilbydes dog adgang til de prioriterede pågældende sites på samme prisvilkår.

Dermed sikres dels ligebehandling af teleoperatørerne, og der gives mulighed for, at der løbende vil kunne foretages yderligere udbygninger af dækningen langs banen, i det omfang brugernes efterspørgsel og forretningsmæssige interesse for teleoperatørerne er til stede.

### **Internet i tog med mobilt bredbånd**

Internet i Tog omfatter infrastrukturudbygning med bredbånd, idet Banedanmark tilbyder adgang til infrastrukturelementer, der skal sikre den nødvendige bredbåndsudbygning langs statens jernbanenet herunder adgang til

- a) fiberkabler for bredbåndstransmission frem til
- b) teknikhytte, der giver plads til basisstation (teleoperatørers), som bl.a. sikrer den videre bredbåndsforbindelse op i
- c) en dertil egnet mobilmast og derfra via antenner (teleoperatørers) frem til et tog i fart, hvor togoperatøren har installeret et multioperatør WiFi system, der kan modtage mobilt bredbåndstransmission fra alle teleoperatørerne.

I toget omsættes den radiobårne del af bredbåndsforbindelsen til trådløs fordeling inde i toget til brug for alle de passagerer, der under rejsen har behov for en bredbåndsforbindelse til deres PC, laptop eller smartphone.

Den ubrudte bredbåndsforbindelse fra en teleoperatør og frem til brugerne af mobilt bredbånd i toget sker således her via elementer i Banedanmarks netudbygning i forbindelse med Internet i Tog, hvor der ellers ikke ville være mobildækning.

### **4.6.3 Anlægsoverslag**

Anlægsoverslag for Banedanmarks investeringer fremgår af bilag og er i overensstemmelse med principperne for Ny Anlægsbudgettering (NAB) baseret på:

- Der tages udgangspunkt i erfaringsbaserede enhedspriser for ny mast, forhøjelse af eksisterende mast, udskiftning af gummimast, teknikhytter med hhv. uden GSM-R etablering.
- Der afsættes - inden for den økonomiske ramme til infrastruktur i projektet - reserver til at håndtere eventuelle uforudsete merudgifter. Med henblik på, at understøtte de størst mulige forbedringer af dækning og kapacitet til brug for internet i tog vil uforbrugt reserve løbende kunne udmøntes til yderligere transmissionsudbygninger, såfremt dette efterspørges af teleoperatørerne.

I anlægsoverslaget er der indregnet omkostning til eventuelle adgangsveje til etablering af nye sites samt etablering og rømning af arbejdsplads.

Da den anbefalede løsning vil blive finjusteret i forbindelse med detailplanlægningen, vil det være muligt at omprioritere i forhold til om konkrete master og dermed i mængderne af henholdsvis nye master, forhøjede master, opgraderede master samt bestående master, således at der opnås bedst mulig dækning for pengene.

## 5 Den samlede løsningsmodel

En samlet tidsplan for de tre elementer, repeater, udbygning af dækning samt WiFi fremgår nedenfor i afsnit 5.6.

### 5.1 Repeater: status, proces og tidsplan

---

Joint Advisory Board har nedsat en sub-gruppe til at foretage de nødvendige afklaringer, for at en aftale om repeater i alle DSB's fjern- og regionaltog kan indgås mellem DSB, Hi3G, TDC, Telia og Telenor samt udarbejde et konkret udkast til en aftale. Der er i arbejdsgruppen ikke identificeret væsentlige barrierer mod at indgå en aftale, og der sigtes efter en aftale, der indebærer repeater i alle DSB's fjern- og regionaltog. Der pågår afklaringer om konkrete hardware specifikationer og den konkrete kontraktudformning. Der forventes indgået endelig aftale samt underskrift af en aftale om repeater mellem de enkelte parter over sommeren 2016. En aftale vil dels skulle endeligt godkendes af DSB's Direktion og Bestyrelse, dels beslattes og tiltrædes i de enkelte mobilselskaber af teleoperatørernes respektive direktioner eller tilsvarende beslutningsfora med forventede godkendelser i tredje kvartal 2016.

Afhængigheden parterne imellem gør, at det er vigtigt med synkronisering i denne beslutningsproces, således at man ikke kommer til at stå kun med dele af de samlede elementer.

### 5.2 WiFi-System Integrator (SI): status, proces og tidsplan

---

DSB vil igangsætte et udbud på Wi-Fi i tog, DSB Public WiFi, som en service med multioperatør mobildata, når der foreligger et endeligt godkendt indhold og mandat fra Direktionen og Bestyrelsen på investeringen. Forventet Bestyrelses godkendelse er fjerde kvartal 2016.

Udbuddets indhold samt navnene på de kvalificerede vil ikke blive offentliggjort.

### 5.3 Samlet løsningsmodel – master, repeater og WiFi-SI

---

#### 5.3.1 Effekt af samlet løsningsmodel

Med den samlede løsning opnås bedst mulige resultat, idet både udfordringer med dækning, dæmpning og kapacitet adresseres.

Effekten af den samlede løsning er sammenfattet i nedenstående tabel og vil kunne adresse de i afsnit 2.4.1 nævnte online aktiviteter som en togpassager kan have brug for i toget for have en funktionsdygtig arbejdsplads. Nedenstående skema viser specifikt, hvad det enkelte element i den samlede løsning bidrager med til brugeroplevelsen:

Brugeroplevelse	I dag	Samlet løsning		
		...med repeatere	.. og netudbygning	..samt multioperatør WiFi
		<i>Bedre signal inde i toget</i>	<i>Udvidet dækning</i>	<i>Bedre datadækning og -kapacitet</i>
<b>Tale</b>	Ustabil forbindelse.  Egen teleoperatør.	Stort set taledækning over hele landet.  Egen teleoperatør.	Stabil forbindelse med taledækning over hele landet.  Egen teleoperatør.	
<b>Arbejde i tog via egen internetforbindelse med mobilt bredbånd</b> Mail, dokumenter, præsentationer, VPN-forbindelse	Ustabil forbindelse med afbrydelser.  Egen teleoperatør.	Bedre brugeroplevelse.  Egen teleoperatør.	God forbindelse og god brugeroplevelse.  Egen teleoperatør.	
<b>Arbejde i tog via WiFi</b> Mail, dokumenter, præsentationer, VPN-forbindelse	WiFi udbydes i dag i ca. 63% af togsæt, og som kører på udvalgte strækninger.		God forbindelse og god brugeroplevelse.	Brugeroplevelse som <u>funktionsdygtig arbejdsplads</u> med stabil forbindelse via alle operatørers net, der er tilgængelige *)

\*) Løsningen med alle tre elementer er det bedst mulige. Der kan ikke gives en 100 pct. garanti for forbindelse, idet forbindelsen ikke kun afhænger af dækning, men også af antallet af øvrige brugere og kvalitet af eget udstyr.

Med installation af **repeatere** i alle DSB tog vil strækninger, hvor der kører DSB tog, opnå en mærkbart bedre forbindelse, end der er i dag. Effekten af repeatere - se afsnit 2.4.2 – betyder, at den dæmpning, togets konstruktion giver, i alt væsentlighed vil blive neutraliseret, og togpassageren vil få en bedre brugeroplevelse der, hvor passagerens individuelle teleoperatør har dækning. Arrivas tog er af mindre kraftig konstruktion end DSBs, og de kører med lavere hastighed. Derfor er dæmpningsproblemet mindre end hos DSB.

Taledækning forbedres markant med repeatere, men sikres ikke fuldt ud igennem løsningen. Dette skyldes, at taledækning er et forhold mellem den enkelte telefonkunde og dennes teleoperatør. Der vil fortsat være huller, hvor den enkelte

teleoperatører ikke har fuld dækning, men brugere vil have en oplevelse af færre udfald pga. af infrastruktur-udbygningen og installation af repeatere i togene.

Repeatere vil samtidig give en bedre brugeroplevelse for togkunder, der bruger dataforbindelsen via deres egen teleoperatør frem for via togets WiFi. Repeatere vil dog ikke i sig selv ændre på, at der er dækningshuller, der påvirker brugeroplevelsen i toget.

Med **udbygning af Banedanmarks infrastruktur og** med udbedring af dækningshuller langs banen opnås en mere kontinuerlig og stabil dækning til databrug. Dermed fremmes den gode brugeroplevelse yderligere mærkbart for passagerer, der arbejder i toget. Udbygningen af dækning målrettes mod lokationer, hvor ingen netværk i dag har dækning og understøtter dermed, at der opnås den størst mulige effekt på brugeroplevelsen ved en samtidig etablering af en multioperatør WiFi løsning.

Med en ny WiFi-SI løsning i DSB's tog, der kan anvende data fra alle netværk langs banen, opnås en yderligere forbedring af dækningen på data. Samtidig skabes mulighed for større kapacitet til togkunderne på strækninger, hvor flere netværk er tilgængelige. Løsningen vil således også reducere risikoen for, at togkunderne får oplevelsen af, at der er "huller" i dækningen, når mange bruger nettet samtidig. Det er teknisk muligt at sikre, at en VPN forbindelse ikke afbrydes i hand-over mellem netudbydere.

Tilsvarende har Arriva WiFi-SI, og de kan tilbyde togpassagerer internetdækning på strækninger, hvor der kører Arriva tog.

Med den samlede løsning vil brugeroplevelsen i toget dermed være, at togpassagerer i hele landet vil have forbedret dækning langs statens jernbane. Det gælder både på strækninger betjent af DSB og strækninger betjent af Arriva, idet der etableres mobilt bredbåndsinfrastruktur med opgraderede Banedanmark infrastruktur og teleoperatørantenneindplaceringer.

Der vil således blive markant færre områder med svag signaldækning end i dag, og da især arbejdsrelateret netforbrug kan tåle kortvarige udfald uden betydning for brugeren, opnås en god understøttelse af muligheden for at arbejde i toget.

Togpassagerernes behov for god internet- og mobildækning vil ikke være statisk. Behovet vil udvikle sig i takt med brugeres krav til internet i øvrigt. Den anbefalede løsning tager højde for dette ved især at prioritere den investeringstunge infrastruktur (master, transmission m.v.), som muliggør teleoperatørernes stadige gradvise udvidelser af kapacitet. Løsningen er dermed skalerbar.

Teleoperatørerne vil have en kommerciel interesse i løbende at netudbygge i det omfang, der efterspørges yderligere kapacitet. Efterspørgslen vil dels komme fra WiFi-SI's og dermed indirekte fra togoperatørerne dels qua togpassagerernes eget dataabonnement og gælde for alle strækninger og ikke kun de prioriterede lokationer. En sådan incitamentsmodel vurderes at give den bedst mulige sikkerhed for at brugerne vil opleve en funktionsdygtig arbejdsplads med tilstrækkelig kapacitet også på langt sigt.

Brugeroplevelsen af internet i DSB's tog vil blive målt og fulgt. Da erfaringer bl.a. fra Holland, jævnfør analyserapport 1 om Internet i Tog, viser, at passageren hurtigt adopterer det tilbudte internetniveau som standard, og stiller øgede krav hurtigere end udbygning kan følge med, er det vigtigt for togoperatørerne at forventningsafstemme, hvad brugeren kan opleve.

## 5.4 Investeringsbehov for samlet løsningsmodel

Virksomhed	Investeringsbehov millioner kr.	Investeringsbehov millioner kr.
<b>Banedanmark</b> – infrastruktur		100
- DSB WiFi-SI*	Ca. 346*	
Hertil kommer driftsudgifter til WiFi		
- DSB repeater løsning	80*	
<b>DSB investeringer i alt</b>		Ca. 426*
- Teleoperatører repeater løsning	30**	
- Teleoperatører netudbygning****	Op til 180	
<b>Teleoperatør investeringer i alt</b>		Op til 210
- Arriva WiFi-SI	0 ***	
- Arriva repeater løsning	0 ***	
<b>Arriva investeringer i alt</b>		0
<b>Sund &amp; Bælt</b> - infrastruktur		*****
<b>Samlede investeringsbehov</b>		736

\* Beløb er skønnet af Banedanmark på basis af oplysninger fra "BWCS Report for Banedanmark, v2.1, 28th. November 2014", og må derfor være forbundet med nogen usikkerhed.

\*\* For teleoperatørerne kommer der derudover driftsudgifter.

\*\*\* Arriva har allerede WiFi-SI løsning og ønsker ikke at udbygge denne eller investere i repeaterer for nuværende (september 2015)

\*\*\*\* Teleoperatørerne vil indplacere antenner i op til 75 sites. Det endelige antal vil blive evalueret ultimo 2018 ud fra brugeroplevelsen, effekten af repeaterer og WiFi, godkendelser af sites, m.m.

\*\*\*\*\* Omfanget af investeringer i anlæg på de af Sund & Bælt ejede strækninger er endnu ikke kendt.

## 5.5 Risici og risikostyring

I forhold til om de 100 millioner kr. staten indskyder for at sikre dækning langs banen, er der i nedenstående skema identificeret en række risici, og deres værdi på nuværende tidspunkt er vurderet efter, hvor stor sandsynligheden er for, at den opstår. Dette er sket på baggrund af foreløbig og kendt viden.

Risiko ID	Risiko	Risikoværdi (S*K)	Reducerende tiltag	Risikoværdi efter reducerende tiltag (S*K)
1	<i>Der kan ikke indgås lejeaftaler med teleoperatørerne</i>	<i>Høj</i>	<i>Forhandlinger foregår på JAB niveau med pres fra alle parter. Individuelle forhandlinger med hver TO kan ske.</i>	<i>Moderat</i>
2	<i>Udbygning af master bliver dyrere</i>	<i>Moderat</i>	<i>Omfanget kan skaleres og mængden nedjusteres</i>	<i>Lav</i>
3	<i>Transmission bliver dyrere</i>	<i>Lav</i>	<i>Reducere transmissionstilbud økonomisk. Banedanmark etablerer fibernet med ledig kapacitet, men med en længere tidshorisont</i>	<i>Lav</i>
4	<i>Omfanget af nødvendige antal master bliver større</i>	<i>Moderat</i>	<i>Omprioritere sites og fokusere på størst brugeroplevelse</i>	<i>Lav</i>

En potentiel økonomisk risiko i projektet knytter sig til omfanget af transmission, idet der er en vis usikkerhed om antallet af sites, hvor dette ønskes tilvalgt af teleoperatørerne, og idet udgifter til transmission udgør den største post i enhedsudgifterne for etablering af et nyt site. Denne usikkerhed håndteres, jf. ovenfor, ved, at etablering af transmission tilbydes inden for en samlet ramme, og håndtering af evt. yderligere efterspørgsel efter transmission vil skulle ske i forbindelse med Signalprogrammets udrulning af transmission.

Forhandlinger foregår på Joint Advisory Board niveau med pres fra alle parter for at opnå en samlet løsning, idet hvert element er forbundet med hinanden i afhængigheder for samlet succes. Individuelle detailplanlægninger med hver teleoperatør vil øge sandsynligheden for at lande acceptable løsninger for den enkelte teleoperatør. Der tages hensyn til princippet om at behandle hver teleoperatør lige.



## 5.6 Forventet tidsplan for samlet løsningsmodel

---

### Overordnet tidsplan for WiFi i tog

2016:	
Juni - september	Udarbejde multioperatør WiFi prækvalifikations- og udbud
Juni - august	Indstilling DSB Direktion og Bestyrelse
September	Prækvalifikation
Oktober 2016 – maj 2017	Udbudsproces
2017:	
Maj - juni	Indstilling Direktion og Bestyrelse
Juni - oktober	Forventet behandling af aktstykke i TRM og FIU
Juni - december	Sikkerhedsgodkendelse og POC
2018 – 2019:	
Januar 2018 – december 2019	Serieinstallation på tog

### Overordnet tidsplan for repeater i tog

2016:	
Maj – juni	Enighed om hardware
Juni - september	Kontrakt og design specifikation underskrevet
August - september	Behandling i teleoperatørs investeringsråd/ direktioner
Juni - august	Indstilling DSB Direktion og bestyrelse
September – marts 2017	Sikkerhedsgodkendelse, Prof Of Design (POD)
2017 – 2019:	
Juni 2017 – december 2019	Serieinstallation på tog

### Overordnet tidsplan for infrastrukturopgradering

2016:	
Januar	Opstart af sub-gruppe: Netudbygning med proces for fordeling af mastepositioner.
Januar – juni 1. kvartal	Beslutningsgrundlag afleveres og forelægges. Teleoperatører indhenter mandat i egne rækker til at kunne indgå aftaler inden for den besluttede model – parallelt igangsættes politisk forelæggelse af beslutningsgrundlag.
Januar	Igangsættelse af forberedelser af udbud og prækvalifikation på maste-, teknikhytte og transmission leverancen.
September - oktober	Indgåelse af individuelle lejeaftaler med teleoperatører for de første 1-2 sites.
Juni	Aktstykke forelægges og godkendes i Finansudvalget.

September - oktober	VVM opstart for master, der skal etableres eller opgraderes samt for teknikhytter.
September – december	Banedanmark etablerer transmission til første del af mastepuljen (1-2 sites).
Oktober - december 2017:	Teleoperatørerne etablerer 1-2 antennepositioner.
	Banedanmark opgraderer næste del af mastepuljen (15-20 sites)
	Banedanmark etablerer transmission til næste del af mastepuljen (op til 20 sites).
	Teleoperatørerne etablerer 15 - 20 antennepositioner.
2018:	
	Banedanmark opgraderer næste del af mastepuljen (30-40 sites).
	Banedanmark etablerer transmission til næste del af mastepuljen hvis behov (30 - 40 sites).
	Teleoperatørerne etablerer 30 - 40 antennepositioner.
1. & 4. kvartal	Måling af brugeroplevelse gennem kundetilfredshedsanalyse.
1. & 4.kvartal	Måling af signaldækning gennem drivetest.
	Evaluering af mastebehov og af antal antennepositioner.
2019:	
	Hvis behov: Banedanmark opgraderer master og etablerer transmission til sidste del af mastepuljen (5 - 30 sites).
	Hvis behov: Teleoperatørerne etablerer sidste 5 - 30 antennepositioner

## 6 Brugerinddragelse

### 6.1 Togpassagerens oplevelse af internet i tog

---

Muligheden for f.eks. at arbejde i toget og gå på internettet udgør en væsentlig konkurrencefordel for togoperatørerne i forhold til, at kunden benytter bil. Det er derfor vigtigt, at togpassagerens oplevelse af, hvordan internettet fungerer i toget, er positiv.

Parterne i Joint Advisory Board har derfor valgt at gennemføre kundetilfredshedsanalyser af togpassagerens oplevelse af internet i toget. DSB vil gennemføre separate spørgeundersøgelser specifikt på baggrund af oplægget fra Joint Advisory Board med spørgsmål omkring brugeroplevelsen, for derigennem at kunne måle denne før og efter dækningsforbedring på banen.



### 6.2 Måling af brugeroplevelsen

---

Måling af brugeroplevelsen har til formål at afdække, hvilke behov passagererne har i forhold til internettet ombord på toget. Derudover afdækker analysen også passagerernes brug af internettet i toget.

Undersøgelsen er bygget op efter samme model, som DSBs Kundekompass, hvor der uddeles skemaer til selvudfyldelse. Sammen med skemaet vil der evt. blive udleveret en frankeret svarkuvert, således at deltagerne kan sende skemaet retur. Der uddeles skemaer i de tog, hvor passagererne har adgang til internettet gennem DSBs tilbud af WiFi.

Første måling er gennemført i uge 39 2015, før udbedringer af internetdækningen er påbegyndt, for at kunne have et sammenligningsgrundlag for udvikling i bruger-

oplevelsen, efter forbedringer i dækningen er implementeret. Der blev uddelt skemaer i de IC4, IC3 og IR4 tog, hvor passagererne har adgang til internettet via DSB's nuværende enkeltoperatør WiFi løsning.

Der måles på følgende parametre:

Interesse for brugerbetaling for en række services, tilfredshed med rejsen med DSB generelt, konkrete spørgsmål om rejsen (start- og endestation, rejsens varighed, viden om at DSB tilbyder gratis adgang til internet i alle IC3, IC4 og IR4 tog og om passageren har anvendt internet i toget på rejsen). Desuden er der en række specifikke spørgsmål til brugere af internet i toget; hvilke enheder passageren har anvendt, hvilke aktiviteter passageren har foretaget, online tidsforbrug, tilfredshed med DSBs forbindelse, antal afbrydelser undervejs, kvalitet i DSBs forbindelse inde i toget sammenlignet med normal forbindelse til kontorbrug uden for toget, samt en række udsagn hvor passagerne bedes om tage stilling til enigheden i en række forhold ud fra en fempunkts skala:

1. Jeg har kunnet arbejde i toget med mail, browser og andre funktioner uden problemer
2. Jeg har oplevet en markant forbedring i internetdækningen på denne strækning sammenlignet med sidste år
3. Jeg har oplevet en markant forbedring af hastigheden på internettet på denne strækning sammenlignet med sidste år
4. Jeg kan anvende toget som en funktionsdygtig arbejdsplads.

Tilsvarende er der en række specifikke spørgsmål til ikke-bruger af internet i toget (om hvorfor DSBs internet i toget ikke er anvendt, om passageren tidligere har været logget online gratis, behovet for at logge på, om det er en vigtig service på længere rejser eller ej.) Passageren kan have anvendt sin egen adgang til internet f.eks. via mobilt bredbånd eller mobiltelefon og dermed ikke benyttet DSBs internetforbindelse på togrejsen.

Desuden måles en række segmenteringskriterier:

Demografika, formål med rejsen (arbejdsrelateret eller privat), medlem af DSB Plus og rejsehypighed.

I Joint Advisory Board er der enighed om, at DSBs kundetilfredshedsanalyser over passagerernes subjektive vurderinger af brugeroplevelsen skal indgå som det ene af to elementer, eventuelt med en vis tilpasning af spørgsmålene, til evaluering af brugeroplevelsen. Det andet element til evaluering vil ske på basis af en objektiv teknisk måling af dækning gennem drivetest på udvalgte strækninger.

Begge målinger vil hver især være behæftet med usikkerheder, men kombinationen af to metoder sikrer en større pålidelighed af det samlede billede for evaluering af forbedringerne af infrastrukturudbygningen og dækningsforbedringerne.

Idet både drivetesten og kundetilfredshedsanalysen kan måle på specifikke strækninger, kan det måles, hvorvidt en given strækning opnår den aftalte forbedring af dækningen, og hvad brugeroplevelsen af denne forbedring bliver. Ved at gentage målinger i 2018 vil Joint Advisory Board have grundlag til at kunne revurdere behovet for indsats på infrastrukturforbedringer.

## 6.3 Forventninger til efterspørgsel

---

Det er generelt forbundet med stor usikkerhed at forudsige den fremtidige efterspørgsel efter bredbånd. I første analyserapport "Internet i Tog" beskrives erfaringer fra udlandet, hvor forventningen er, at efterspørgslen i toget vil overstige udbuddet, og at det mobile dataforbrug fortsat vil stige. Det kan også i fremtiden være vanskeligt at imødekomme kundernes behov for tilstrækkelig båndbredde. Nye datakrævende programmer kan også øge det fremtidige behov hurtigere end udbygning af kapacitet kan nå at følge med.

Med anvendte incitamentsmodel og med et fundament af infrastrukturudbygning vurderes det, at give den bedst mulige sikkerhed for, at brugerne vil opleve en funktionsdygtig arbejdsplads med tilstrækkelig kapacitet også på langt sigt.

Derfor forventes det, at man aldrig opnår 100 % brugertilfredshed, og at brugertilfredsheden endda vil dale i takt med, at brugerne vænner sig til udbuddet.

# Bilag 1: Opdrag

## NOTAT

20. jan

### Løsning for god internet- og mobildækning til togpassagererne

#### • 1. Baggrund

Banedanmark har sammen med DSB og Erhvervsstyrelsen med inddragelse af teleoperatørerne og international telefaglig rådgivning afleveret en afrapportering, i form af et beslutningsgrundlag vedr. god internet- og mobildækning til togpassagererne. Som led i analysefasen er der gjort brug af de telefaglige eksperter til at afsøge og konkretisere løsninger i en tæt og løbende dialog med teleoperatørerne samt DSB og Arriva. Konsulenternes arbejde er opsummeret i en teknisk rapport (bilag 6) og der er i korte notatversioner udarbejdet af Banedanmark redegjort for målinger og dækning af kapacitet langs jernbanenettet (bilag 2), økonomi (bilag 3) og incitamentter (bilag 4).

Analysearbejdet har taget afsæt i de barrierer som der er identificeret for at skabe god internetdækning og som fremgår af kommissoriet for analysearbejdet (bilag 1).

Barriererne er opsummeret som følger:

- Der har ikke været tilstrækkelig dækning og kapacitet langs banen, og kunder oplever for eksempel "huller" i dækningen, som er uforenelige med anvendelse af toget som en funktionsdygtig arbejdsplads. Desuden har det signal der trods alt findes svært ved at trænge igennem togets tætte overflade.
- Der har ikke været tilstrækkelig forretningsmæssig værdi for teleoperatørerne i at forbedre dækningen langs banen, idet der ofte er tale om dyre, vanskeligt tilgængelige mastplaceringer med begrænset udnyttelse.

## • **2. Løsningsmodel**

Med afsæt i analysearbejdet er der opnået enighed mellem Banedanmark, teleoperatører og togselskaberne om en samarbejdsaftale i form af et "Letter of Intent" (bilag 5) om internet i tog. Samarbejdsaftalen indebærer, at parterne er enige om at arbejde for en samlet løsning, som gennemføres over de kommende 2-3 år. Der er en fælles forståelse for mål og økonomi og aftalen er baseret på et løbende samarbejde.

Med samarbejdsaftalen gennemføres følgende:

### *God dækning*

Der sikres en god dækning langs banen ved at Banedanmark opgraderer og udbygger sit mastenet. Det vil ske på positioner, der udpeges sammen med togoperatørerne og teleoperatørerne. Samtidig stiller Banedanmark mastepositioner og transmission til rådighed til en pris, der reduceres under hensyn til den samfundsmæssige nytte, idet dog samtidig sikres at der ikke opstår en konflikt med statsstøttereglerne. Der har hidtil ikke været tilstrækkelig forretningsmæssig værdi for teleoperatørerne i at forbedre dækningen langs banen, idet der ofte er tale om dyre, vanskeligt tilgængelige mastepositioner med begrænset udnyttelse. Med udbygningerne af infrastrukturen langs banen vil de nødvendige investeringer i dækningen og kapaciteten langs banen være langt mere attraktive for teleoperatørerne. De statslige investeringer forventes ifølge Banedanmark, at udløse investeringer fra teleoperatørerne der modsvares af forbedringer af dækningen m.v.

Løsningen forudsætter samtidig at parterne gennemfører en identifikation af "sorte huller" (ingen dækning fra nogen af teleoperatørerne) gennem teleoperatørernes dækningskort (der beskriver dækningen langs banen), der fx suppleres med målinger i tog.

### *Konkurrenceudsættelse*

Løsningen indebærer også at der anvendes en model hvor WiFi og udbygning af dækning baseres på flere leverandører. Løsningen sigter mod at skabe den størst mulige forbedring af den samlede dækning. Derved opnås dækning fra flere leverandører, og det samlede dataforbrug fordeles på alle teleoperatørernes netværk. Samtidig opretholdes konkurrencen mellem teleoperatørerne fremadrettet, hvilket dels fremmer konkurrence på prisen for data, dels giver større tilskyndelse for teleoperatørerne til også fremadrettet at foretage fortsatte forbedringer i kapaciteten for at dække den fortsatte udvikling i behovet hos passagerne. Endelig indebærer en etapevis udbygning, at der hurtigt vil kunne opnås konkrete og markante forbedringer.

### *Repeatere i tog*

Endelig etableres repeatere i DSB-togene, hvorved signalet langt bedre kan trænge igennem til passagererne. Dette vil i sig selv give en markant forbedring af signalet, både hvor der allerede i dag er dækning, og hvor "sorte huller" udbedres.

Det bemærkes, at Arriva har vurderet, at det ikke er nødvendigt at installere repeatere i Arrivas tog, idet der er tale om en togtype, hvor signalet dæmpes mindre, lige som en generelt lavere hastighed medfører mindre dæmpning.

Banedanmark anbefaler, at den samlede løsning igangsættes som beskrevet ovenfor, herunder at der anvendes den ovenfor anbefalede model for WiFi med flere leverandører. Ved en tilslutning i forligskredsen hertil igangsættes således, at:

Førnævnte samarbejdsaftale underskrives af parterne, herunder Banedanmark og DSB

DSB indgår aftale med teleoperatørerne om repeatere

DSB igangsætter udbud på WiFi

Banedanmark igangsætter udbygninger og opgraderinger, der vil bidrage til forbedringer af dækningen langs banen. Det vil ske på positioner ud fra en fælles prioritering med teleoperatørerne og togoperatørerne.

De 100 mio. kr., der er reserveret i Togfonden frigives med henblik på udbygning af Banedanmarks infrastruktur.

Aktiviteterne gennemføres efter en tidsplan på 2-3 år (tidsplanen er nærmere beskrevet i beslutningsgrundlaget).

I forhold til Banedanmarks anbefalede løsning bemærker departementet, at frigivelsen af de 100 mio. kr. som forligskredsen tidligere har reserveret til projektet, forudsætter at der præsenteres et samlet beslutningsgrundlag, der skal eksternt kvalitetssikres, for opgraderingen af masteinfrastrukturen, transmissionsnet m.v. langs det statslige jernbanenet.

Dertil kommer, at der forudsættes udarbejdelse af en positiv business case ift. den konkrete investering som DSB vil skulle forestå.



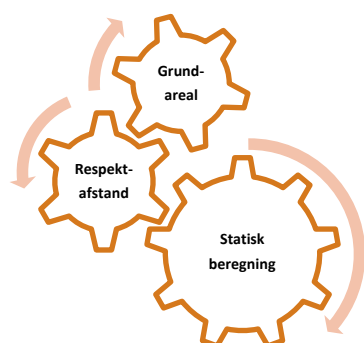
## Bilag 2

### Banedanmarks infrastruktur – GSM-R

---

Statens jernbanenet består af 1.956 km jernbanestrækning (inklusive Boulevardtunnelen) med 292 antennemaster. Den del af Banedanmarks infrastruktur, som teleoperatørerne anvender i dag er antennemasterne. Fremmedoperatører (FO) køber sig plads på almindelige markedsvilkår.

Indplacering af fremmedoperatørers antenner i masterne, forudsætter, at:



- Der udføres statistisk beregning på den enkelte mast i hvert konkret tilfælde.
- Respektafstande overholdes for at undgå interferens.
- Der er grundareal til rådighed for placering af operatørs kabine.

Der er basis for merudnyttelse, idet 139 master har umiddelbart ledig kapacitet, og 86 master skal udskiftes for at kunne bære flere antenner end i dag.

### Signal Programmets FTN

---

I forbindelse med et større projekt om at udbygge fiberkapaciteten langs hele statens jernbane anlægger Banedanmarks Signal Program fiberkabler i det såkaldte FTN projekt.

Med det nye EU-direktiv er Banedanmark forpligtet til at stille ledig kapacitet i tomrør til rådighed for teleoperatører.