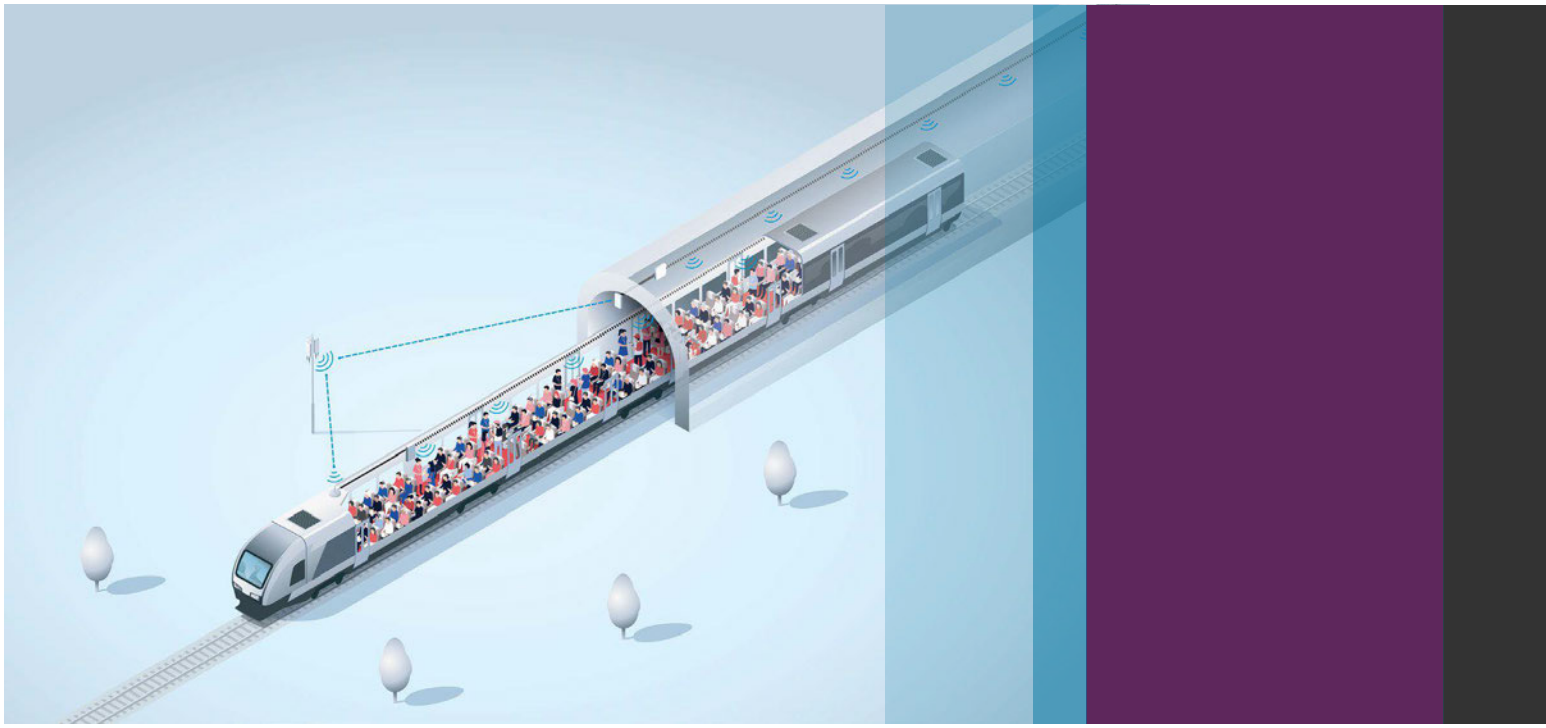
Statens prosjektmodell

Rapport nummer E028a



MENON ECONOMICS

A2

holte consulting

HOVEDRAPPORT

KS1 AV KVU FOR NETTDEKNING LANGS JERNBANEN

UTARBEIDET FOR FINANSDEPARTEMENTET OG SAMFERDSELSDEPARTEMENTET

29. JANUAR 2021

Ver.	Status	Dato	Kommentar til versjonen	Ansvarlig	Godkjent av
1.0	Endelig	29.01.21		A.H. Ek	H. Ulstein

DOKUMENTDETALJER

Dokument	Kvalitetssikringsrapport KS1 av KVU for nettdekning langs jernbanen
Oppdragsgiver	Finansdepartementet og Samferdselsdepartementet
Forfattere	Holte Consulting, A-2 Norge og Menon Economics
Dato	29. januar 2021
Oppdragsansvarlig	Ann Helen Ek
Intern kvalitetssikrer	Heidi Ulstein
Tilgjengelighet	Avklares av oppdragsgiver
Illustrasjon forside	Berit Sømme

FORORD

Holte Consulting, A-2 Norge og Menon Economics har på oppdrag fra Samferdselsdepartementet og Finansdepartementet gjennomført en kvalitetssikring av konseptvalgutredningen (KVU) for bedre nettdekning langs jernbanen[1].

Kvalitetssikringsoppdraget er spesifisert i Avrop 5. oktober 2020[2] og er utarbeidet i henhold til rammeavtalen med Finansdepartementet av september 2019[3], samt tilhørende veiledningsmateriale[4]. Kvalitetssikrer er i tillegg bedt spesielt om å vurdere i hvilken grad de ulike konseptene er fleksible for ulike finansieringsmodeller eller om de vil legge føringer for ansvars- og kostnadsdeling mellom staten og kommersielle aktører. Det skal også gjøres en overordnet vurdering av om ulike finansieringsmodeller påvirker tiltakets samfunnsøkonomiske lønnsomhet.

Kvalitetssikringen har vært ledet av Ann Helen Ek (Holte Consulting), med Trond Botheim, Brynjar Larsen Bakken (Holte Consulting), Kristoffer Midttømme, Lars Stemland Eide, Siri Vikøren (Menon), Karl Egil Stubbsjøen og Tor Gunnar Saakvitne (A-2) som prosjektmedarbeidere. Heidi Ulstein (Menon) har vært intern kvalitetssikrer.

Våre vurderinger fremkommer i to rapporter; Hovedrapport (dette dokumentet) og én delrapport om usikkerhetsanalysen (Delrapport 1).

Vi vil takke Samferdselsdepartementet og Finansdepartementet for et spennende oppdrag. Vi takker også alle som har bidratt i kvalitetssikringen, og spesielt KVU-teamet for et godt samarbeid gjennom hele kvalitetssikringen.

_____

Januar 2021

Ann Helen Ek

Oppdragsleder

Holte Consulting

---

[1] *https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/d6ce2a107aed4970a6cd4690ce315d2e/kvu-bedre-nettdekning--hovedrapport.pdf*

[2] *Finansdepartementet og Samferdselsdepartementet, avrop på rammeavtale (sak 20/5477), 5. oktober 2020.*

[3] *Finansdepartementet (2019). Rammeavtale om ekstern kvalitetssikring, tilgjengelig på https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/statlig-okonomistyring/ekstern-kvalitetssikring2/dagens-ks-ordning/id2523900/ [08.10.20].*

[4] *Blant annet Rundskriv R-108/19 om statens prosjektmodell og R-109/14 om samfunnsøkonomiske analyser.*

SUPERSIDE

Generelle opplysninger		
KVU	Navn: KVU for nettdekning lang jernbanen	Dato: 01.09.2020
Kvalitetssikringen	Kvalitetssikrer: Holte Consulting, Menon Economics og A-2 Norge	Dato: 29.01.2021
Prosjektinformasjon	Departement: Samferdselsdepartementet	Prosjekttype: Samferdsel
Basis for analysen	Prosjektfase: Konseptvalg	Prisnivå: 2020, 4 kvartal
Tema/Sak		
Problem som skal løses	KVU: Kundetilfredshetsundersøkelser som Vy (NSB) har gjennomført viser at togreisende er misfornøyde med internettilbudet om bord i togene. Gjentatte målinger utført av Stimula og Bane Nor underbygger at mobildekningen (signalstyrke) langs jernbanen i Norge mange steder er dårlig eller fraværende.	Merknad fra kvalitetssikrer: Vi savner en mer utfyllende beskrivelse av de bakenforliggende årsakene til at mobilmarkedet ikke selv løser problemet. Vi savner også en beskrivelse av hva det er som tilsier at det offentlige bør løse problemet og en drøfting av hvilke prinsipielle utfordringer dette kan lede til siden mobildekning normalt løses av private aktører.
Behovsanalyse:	KVUens viktigste behov: Det er behov for bedre mobildekning om bord i tog for å legge til rette for effektiv bruk av reisetid.	Merknad fra kvalitetssikrer: Ingen vesentlige merknader.
Samfunnsmål:	KVU: Økt verdiskapning gjennom bedre utnyttelse av reisetid og økt andel miljøvennlige reiser.	Merknad fra kvalitetssikrer: Ingen vesentlige merknader.
Effektmål:	KVU: Effektmål 1: Bedre mulighet for å utnytte digitale tjenester, blant annet å kunne arbeide mer effektivt. Effektmål 2: Økt andel togreiser	Merknad fra kvalitetssikrer: De oppgitte effektmålene er ikke presist nok angitt til å sikre operativ styring med prosjektet, og vår anbefaling er at prosjektet forbedrer målene i videre faser.
Konseptvalg		
	KVU	**KS1**
Oversikt over konsepter og samfunns-økonomisk lønnsomhet[5]	**TECH02 Middels god dekning alle strekninger** Forventet investering: 1 985 mill. kroner Prissatte virkninger NNV: 4 951 mill. kroner	**TECH02 Middels god dekning alle strekninger** Forventet investering: 2 240 mill. kroner Prissatte virkninger NNV: 1 120 mill. kroner
	TECH04 God dekning alle strekninger Forventet investering: 3 669 mill. kroner Prissatte virkninger NNV: 7 392 mil. kroner	**TECH04 God dekning alle strekninger** Forventet investering: 3 335 mill. kroner Prissatte virkninger NNV: 2 676 mill. kroner
	TECH10 Ingen, Middels eller God dekning på strekning mellom to nabostasjoner, avhengig av beste netto nytte per budsjettkrone (NNB) Forventet investering: 1 826 mill. kroner Prissatte virkninger NNV: 7 685 mill. kroner	**TECH10R Ingen, Middels eller God dekning på pr prioritetstrekning, avhengig av beste netto nytte (NNV)** Forventet investering: 1 801 mill. kroner Prissatte virkninger NNV: 3 706 mill. kroner
	TECH11 Middels eller God dekning på strekning mellom to nabostasjoner, avhengig av beste netto nytte per budsjettkrone (NNB) Forventet investering: 2 539 mill. kroner Prissatte virkninger NNV: 7 131 mill. kroner	**TECH11 Middels eller God dekning på strekning mellom to nabostasjoner, avhengig av beste netto nytte (NNV)** Forventet investering: 2 759 mill. kroner Prissatte virkninger NNV: 3 128 mill. kroner
	Ikke prissatte virkninger KVU: Den samfunnsøkonomiske analysen i KVUen inkluderer fire ikke-prissatte virkninger; lavere eksterne kostnader ved økt andel tog, dekning for andre enn togpassasjerer, økte inntekter til mobiloperatører og natur og kulturlandskap. De ikke-prissatte virkningene påvirker ikke rangeringen av konseptene.	**Ikke prissatte virkninger KS1:** De ikke-prissatte virkningene består av gevinster for nyskapte og overførte togpassasjerer, gevinster for samfunnet ved økt andel togreiser, gevinster ved bedret dekning for også andre enn togpassasjerer og kostnader for samfunnet ved utbygging i natur- og kulturlandskap. Samlede ikke-prissatte virkninger er antatt å være små, men positive for alle konsepter.
	Usikkerhet om konseptene: KVUen mener at det er stor usikkerhet knyttet til samfunnsnytten for TECH10 som følge av at dekningen kan variere mellom strekninger.	**Usikkerhet om konseptene:** Det er usikkerhet knyttet til de definerte dekningsnivåene fra TØI, [redacted]

[5] *Forventet investering er samfunnsøkonomisk investeringskostnad (neddiskontert forventet kostnad, ekskl. mva.)*

		[redacted]
	Anbefalt konsept KVU: KVU anbefaler TECH04 med begrunnelsen: TECH04 gir et løft for fremtiden ved å bygge et mer finmasket nett av basestasjoner som åpner for bruk av høye frekvenser, og det bygge repeateranlegg i tunnelene som er robuste, vil tåle vekst i passasjerantallet og er godt egnet for nytt Nødnett.	**Anbefalt konsept KS1:** Vi anbefaler TECH10R, det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme konseptet, med tre presiseringer: • Prioriter samfunnsøkonomisk lønnsomhet: Det prioriteres å bygge ut først på de strekningene som er beregnet å være samfunnsøkonomisk lønnsomme. • Videre optimering: Optimal utbygging må defineres i forprosjektet. • [redacted]
Føringer for forprosjekt		
Anbefalinger om føringer for forprosjektet	Råd til departementene: 1. Etablere et prosjektstyre med bred deltakelse (på departements- og etatsnivå) for å sikre tilstrekkelig koordinering og evne til rask beslutningstaking også i forprosjektfasen. 2. Etablere en overordnet strategi for optimal samlet utbygging av GSM-R, Bedre nettdekning, FRMCS og nytt nødnett. Inntil endelige beslutninger kan tas, bør det etableres et omforent antatt optimalt scenario mellom ansvarlige departement. [redacted]	
Anbefalt styringsmål[6]	Vi anbefaler en rammefinansiering lik 1,8 mrd. kroner, der prosjektet har mandat om å bygge ut mest mulig dekning og kapasitet innenfor rammen (design-to-cost), gitt samfunnsøkonomisk lønnsomhet. [redacted]	

[6] *P50-estimatet for investeringskostnadene til anbefalt konsept og det oppgis inkl. mva. med angitt prisnivå*

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord 3

Superside 4

Sammendrag 8

1 Innledning 13

1.1 Beskrivelse av KVUen 13

1.2 Om kvalitetssikringen 15

1.3 Viktige tilgrensende prosjekter 16

2 Problembeskrivelsen 21

2.1 Problembeskrivelse i KVUen 21

2.2 Vår vurdering av problembeskrivelsen i KVUen 22

3 Behovsanalysen 26

3.1 Behovsanalysen i KVUen 26

3.2 Vår vurdering av behovsanalysen i KVUen 29

4 Strategiske mål 33

4.1 Strategikapittel i KVUen 33

4.2 Vår vurdering av strategikapittelet i KVUen 34

5 Rammebetingelser for konseptvalg 38

5.1 Rammebetingelseskapittel i KVUen 38

5.2 Vår vurdering av rammebetingelseskapittelet i KVUen 38

6 Mulighetsstudie 40

6.1 Mulighetsstudien i KVUen 40

6.2 Vår vurdering av mulighetsstudien i KVUen 43

7 Investeringskostnader og usikkerhetsanalyse 46

7.1 Resultat og usikkerhetsprofil 46

7.2 Forutsetninger for analysen 46

7.3 Basisestimat 47

7.4 Estimatusikkerhet 48

7.5 Usikkerhetsfaktorer 49

7.6 Kostnadsramme og styringsmål 51

7.7 Våre vurderinger som input til samfunnsøkonomisk analyse 52

8 Samfunnsøkonomisk analyse 55

8.1 Alternativanalysen i KVUen 55

8.2 Kvalitetssikrers alternativanalyse 62

9 Bør det offentlige iverksette tiltak? 74

9.1 Tiltaket fremstår samfunnsøkonomisk lønnsomt - Hvorfor løser ikke markedet dette selv? 74

9.2 Vi ser prinsipielle utfordringer ved statlig investering 76

9.3 Oppsummering 78
10 Anbefaling om konseptvalg og beslutnings-strategi 79
10.1 Kommentar til anbefaling om konsept i KVU 80
11 Føringer for forprosjektfasen 81
11.1 Styringsmål og resultatmål 81
11.2 Videre optimering av valgt konsept 84
11.3 Videre styring og organisering av prosjektet 89
11.4 Kontraktstrategi 95
11.5 Suksessfaktorer 97
12 Forslag og tilrådninger samlet 98
12.1 Råd til departementene 98
12.2 Råd til prosjektorganisasjonen 98
Vedlegg 1 Begreper og forkortelser 99
Vedlegg 2 Dokumentliste 100
Vedlegg 3 Møteoversikt 102
Vedlegg 4 Sentrale personer 103

DELRAPPORT

Delrapport 1 Usikkerhetsanalyse

SAMMENDRAG

Med bakgrunn i Jernbanedirektoratets utredning «Plan for bedre nettdekning for togreisende»[7] , er det utarbeidet en KVU for bedre nettdekning langs jernbanen. KVUen har i alternativanalysen vurdert fire alternativer som alle har positiv netto nåverdi. KVUen anbefaler at det bygges ut God dekning på alle strekninger, selv om det ikke er mest samfunnsøkonomisk lønnsomt. I vår alternativanalyse er nyttevurderingene nedjustert og to av konseptene er remodellert. Remodelleringen innebærer noen endringer knyttet til kriterier for hvilke strekninger som blir utbygd eller ikke. Vi anbefaler det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme konseptet TECH10R, som innebærer å bygge Ingen, Middels eller God dekning avhengig av netto nytte pr strekning. Vi anbefaler også å videreoptimere konseptet i forprosjektfasen. Vi mener TECH10R er mer fleksibelt for ulike forretningsmodeller, finansieringsmodeller og kontraktstrategier enn KVUens anbefaling om å bygge ut God dekning overalt.

KVUEN BESKRIVER ET REELT PROBLEM, MEN VI SAVNER EN BEDRE BESKRIVELSE AV DE BAKENFORLIGGENDE ÅRSAKENE TIL PROBLEMET

Problemet i KVUen beskrives slik: *Kundetilfredshetsundersøkelser som Vy (NSB) har gjennomført, senest i 2019, viser at togreisende er misfornøyde med internettilbudet om bord i togene. Gjentatte målinger utført av Simula og Bane NOR underbygger at mobildekningen (signalstyrke) langs jernbanen i Norge mange steder er dårlig eller fraværende.* Problembeskrivelsen i KVUen gjør i tilstrekkelig grad rede for hvilke uløste problemer man ser på, og problemet med dårlig mobildekning fremstår som reelt.

KVUen beskriver at problemet trolig ikke vil løse seg selv, en konklusjon vi er enig i, men vi savner en mer utfyllende beskrivelse av de bakenforliggende årsakene til at markedet ikke vil løse problemet. KVUen beskriver at hovedårsaken til hvorfor problemet ikke løser seg, er at dekning langs jernbanen innebærer kostbar utbygging i forhold til det mulige kundegrunnlaget. Vi drøfter andre mulige forklaringer i kapittel 2.2.3.

KVUen har i for liten grad beskrevet hva som tilsier at det offentlige bør løse problemet og hvilke prinsipielle utfordringer dette kan lede til. At det eksisterer et problem og at det medfører vesentlige konsekvenser for samfunnet er ikke nødvendigvis nok til at det offentlige bør iverksette tiltak. Vi drøfter dette senere i sammendraget og mer omfattende i kapittel 9.

BEHOVSANALYSE, MÅLFORMULERINGER OG RAMMEBETINGELSER ER HOVEDSAKLIG TILFREDSSTILLENDE, MEN VI HAR NOEN MERKNADER

KVUens behovsanalyse beskriver bredden i aktuelle, konkrete behov relatert til problembeskrivelsen vurdert i et overordnet samfunnsperspektiv. Behovsanalysen er konsistent opp mot problembeskrivelsen og behovet som ligger til grunn for den videre utredningen er reelt. KVUens prosjektutløsende behov er definert som: *Det er behov for bedre mobildekning om bord i tog for å legge til rette for effektiv bruk av reisetid*.

KVUens samfunnsmål er definert som: *Økt verdiskapning gjennom bedre utnyttelse av reisetid og økt andel miljøvennlige reiser*. KVUen beskriver strategiske mål som har et godt grunnlag i problembeskrivelsen og behovsanalysen. De oppgitte effektmålene er etter vårt syn ikke presist nok angitte til å sikre operativ styring med prosjektet, og vår anbefaling er at prosjektet forbedrer målene i henhold til våre vurderinger og tilbakemeldinger i videre faser.

Det er ingen av rammebetingelsene som avgrenser mulighetsrommet unødig i KVUen. Vi har enkelte kommentarer til konsistens i rammebetingelsene, ettersom rammebetingelsene etter vårt syn er en blanding av rammebetingelser og føringer for forprosjektet. Videre har enkelte av rammebetingelsene ikke hatt betydning for konseptutformingen.

---

[7] *Plan for bedre nettdekning til togreisende, av 25.4.2018, utarbeidet av Jernbanedirektoratet https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/d5814aa23525446f963420b7338a9b5b/plan-for-mobildekning-til-togreisende.pdf*

MULIGHETSSTUDIEN ER GOD, MEN VI HAR MERKNAD TIL OPTIMERINGS-ALTERNATIVENE TECH10 OG TECH11

KVUen har gjennomført søk etter konsepter i fire trinn (metoden omtales nærmere i kapittel 6.1.1), der forventet investeringsramme øker for hvert trinn. Fire alternativer, samt nullalternativet, ble tatt videre til alternativanalysen:

- TECH00 – Referanse
- TECH02 – Middels dekning alle strekninger
- TECH04 – God dekning alle strekninger
- TECH10 – Ingen, middels eller God dekning på nabostasjonsstrekning, avhengig av beste netto nytte per budsjettkrone
- TECH11 – Middels eller God dekning på nabostasjonsstrekning, avhengig av beste netto nytte per budsjettkrone

KVUens prosess og metoder som er benyttet i mulighetsstudien synes å være tilpasset tiltakets omfang og kompleksitet. Vår vurdering er at selv om prosjektet har ivaretatt full bredde i tilnærmingen, virkemidler og tiltak som alene eller i kombinasjon kan løse problemet, så har vi kommentarer til konseptenes design slik de foreligger. Vi mener at optimeringsalternativene TECH10 og TECH11 burde optimeres etter andre kriterier enn det som er gjort i KVUen.

INVESTERINGSKOSTNADER

I KVUen er investerings- og driftskostnadene beregnet og usikkerhetsvurdert etter anslagsmetoden. I kalkylen er det benyttet mengder og enhetspriser for kostnadselementer basert på erfaringstall fra ansvarlig utbygger av respektive anleggskategorier (tunnel og frittland). I vår kostnadsvurdering har vi funnet grunnlag for å endre prosjektets mengder og enhetspriser for tunnelinstallasjoner etter innspill fra Bane NOR. Det er også lagt til administrative kostnader som KVUen ikke har inkludert. Vår vurdering av usikkerhetsfaktorene er noe forskjellig fra KVUen, blant annet fordi prosjektet har blitt mer modent og vi har oppdatert basisestimatet. Våre P50-nivå avviker noen prosenter fra resultatet i KVUen (mellom pluss 6 og minus 10 prosent).

	TECH02	TECH04	TECH10	TECH11
Totalt basisestimat	**2 056**	**3 327**	**1 927**	**2 535**
Forventet tillegg	114	-60	235	49
Styringsmål (P50)	**2 170**	**3 267**	**2 162**	**2 584**
Usikkerhetsavsetning	487	874	501	709
Kostnadsramme (P85)	**2 657**	**4 141**	**2 663**	**3 293**

SAMFUNNSØKONOMISK ANALYSE

KVUen har utarbeidet en egen modell for å analysere de ulike konseptene. Modellen kan beregne kost-/nytte av å øke kvaliteten i mobildekningen per nabostasjonsstrekning. Disse verdiene kan videre aggregeres til prioritetsstrekninger, prioritetsgrupper og samlede tall for hele jernbanenettet. KVUen har benyttet Transportøkonomisk institutt sine tre nivåer for kvaliteten på mobildekningen: Dårlig, Middels

og God[8].

Vår vurdering er at KVUen har gjort et omfattende og godt arbeid med både nytte- og kostnadssiden i den samfunnsøkonomiske analysen. Vi har ikke funnet noen direkte feil av betydning, men vår oppfatning er at nytteverdiene fremstår for høye.

Vi innfører tre endringer i den samfunnsøkonomiske analysen siden KVUen:

1. Vi reduserer nyttefaktorene
2. Vi remodellerer konseptene TECH10 og TECH11 med grovere geografisk oppløsning
3. Vi legger til restverdier av investeringer med levetid over 10 år

For utfyllende begrunnelse for disse endringene, viser vi til kapittel 8.2.1.

I tabellen under presenterer vi vår rangering av alternativene etter samfunnsøkonomisk analyse.

	TECH02	TECH04	TECH10R	TECH11R
Netto nåverdi	987	2 483	3 706	3 128
Netto nåverdi per budsjettkrone	0,42	0,71	2,06	1,13
Rangering etter prissatte virkninger	4	3	1	2
Ikke-prissatte virkninger	De ikke-prissatte virkningene består av gevinster for nyskapte og overførte togpassasjerer, gevinster for samfunnet ved økt andel togreiser, gevinster ved bedret dekning for også andre enn togpassasjerer og kostnader for samfunnet ved utbygging i natur- og kulturlandskap. Samlede ikke-prissatte virkninger er antatt å være små, men positive for alle konsepter. Det hersker usikkerhet om samlet fortegn på virkningene, primært knyttet til hvor stor etterspørselsvekst etter jernbanereiser tiltakene fører med seg.			
	Antatt rangering: 4	Antatt rangering: 1	Antatt rangering: 3	Antatt rangering: 2
Samlet rangering etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet	**4**	**3**	**1**	**2**

Samlet sett vurderer vi at de prissatte virkningene er betydelig større enn de ikke-prissatte virkningene av investeringer i nettdekning langs jernbanen. Dette gjør at rangeringen av konsepter etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet i sin helhet sammenfaller med rangeringen etter prissatt nytte. TECH10R fremstår som det samfunnsøkonomisk mest lønnsomme konseptet, og er rangert som best på både de prissatte virkningene og på fleksibilitet for ulike forretningsmodeller, finansieringsmodeller og kontraktstrategier.

DET OFFENTLIGE BØR IVERKSETTE TILTAK, PÅ TROSS AV PRINSIPIELLE ARGUMENTER MOT, DA TILTAKET ER BETYDELIG SAMFUNNSØKONOMISK LØNNSOMT

KVUen drøfter i for liten grad hva som tilsier at det offentlige bør løse problemet. Både vår og KVUens samfunnsøkonomiske analyse viser at investeringene de fleste steder er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Vi har identifisert flere faktorer som kan være med på å forklare hvorfor dette er samfunnsøkonomisk lønnsomt, samtidig som markedet ikke løser dette selv. Innledningsvis i sammendraget nevnte vi at dekning langs jernbanen innebærer kostbar utbygging i forhold til det mulige kundegrunnlaget, altså at det ikke er bedriftsøkonomisk lønnsomt. I tillegg mener vi følgende faktorer kan bidra til å forklare avviket mellom den estimerte lønnsomheten og fravær av investeringer fra mobiloperatørene; eksternaliteter ved investering i dekning langs jernbanen, mulig overestimering av nytten, at nytteberegningen betinger at mobildekningen er gratis tilgjengelig og et fragmentert

[8] *Dårlig dekning innebærer at det mangler kontinuitet i dekningen (varierer mellom ingen og God) og at det mange steder ikke er dekning. Dette fører til at samtaler blir brutt og andre tjenester bare fungerer periodevis. Middels god dekning gjør det mulig å bruke basistjenester slik som nedlasting av nettsider, epost, sosiale medier, nedlasting av filer, samt strømming av lyd. Nedlasting av filer fungerer, men det går tregt med filer av noe størrelse. Med god dekning oppnås en noe mer akseptabel responstid for lasting av filer, og gir i tillegg god mulighet for å strømme video og onlinespill.*

gevinstbilde.

Det er i grunn ikke fremført vesentlige prinsipielle argumenter for at det offentlige bør iverksette tiltak, og eksternalitetene (miljø, klima etc.) antas å være relativt lave. Vi ser to prinsipielle argumenter mot at det offentlige bør iverksette tiltak. [redacted]

I sum vurderer vi at den samfunnsøkonomiske lønnsomheten veier tyngst, og at det offentlige bør iverksette tiltak på området. Det fragmenterte gevinstbildet tilsier også at markedet ikke kommer til å klare å realisere like ambisiøs togdekning uten statlig involvering; både mobilkunder, mobiloperatører, togoperatører og staten ved Bane NOR og Jernbanedirektoratet, vil kunne tjene på tiltaket.

VI ANBEFALER DET MEST SAMFUNNSØKONOMISK LØNNSOMME ALTERNATIVET, TECH10R, I MOTSETNING TIL KVUEN

Vi anbefaler at man går videre med prosjektet fordi det er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Videre anser vi det som en fordel at staten sitter med en koordinerende rolle som kan sikre en utbygging som staten er mest tjent med, og fordi noe av nytten vil tilfalle staten indirekte ved en neste utlysning av drift av togstrekninger. Vi anbefaler konsept TECH10R.

TECH10R – Det bygges ut Ingen, Middels eller God dekning pr prioritetsstrekning, avhengig av beste netto nytte, [redacted]

Vi anbefaler en **rammefinansiering** for TECH10R lik 1,8 mrd. kroner. Prosjektet gjennomføres som et design-to-cost prosjekt der prosjektet skal gi mest mulig nytte for den gitte finansieringen.

FØRINGER FOR FORPROSJEKT

Vi anbefaler en rammefinansiering av tiltaket. Prosjektet må vurdere den samfunnsøkonomiske lønnsomheten for de ulike strekningene, samt ha en målsetting om å få mobiloperatørene til å ta størst mulig del av kostnadene. [redacted]

I den videre optimeringen bør følgende tema følges opp:

1. **Tilnærmingen til optimering bør videreutvikles i forprosjektfasen:** Vi anbefaler at konseptet modnes videre, med det formål å øke tryggheten rundt hvilke strekninger det vil være mest samfunnsøkonomisk lønnsomt å bygge ut.

[redacted]

3. **Dekning i tunnelene bør realiseres samtidig med dekning i frittland**: Vi anbefaler at dekning i

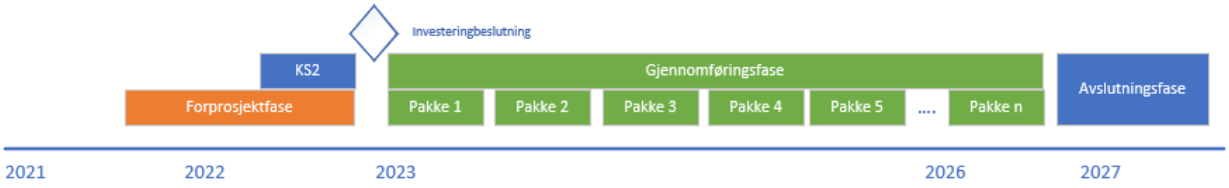
tunellene realiseres samtidig som dekning i frittland, for de ulike strekningene, av to grunner. For det første for å sikre kontinuerlig dekning på strekninger, som igjen er viktig for å hente ut den beregnede nytten. For det andre for å sikre at mobiloperatørene binder seg til dekning og anleggsbidrag i forkant av investeringsbeslutningen.

[redacted]

Videre styring og organisering av prosjektet

Vi anbefaler at Jernbanedirektoratet blir prosjekteier og at det settes sammen et prosjektstyre med bred deltakelse fra departementer og etater for å sikre tilstrekkelig koordinering med tilgrensende prosjekter. Prosjektstyret bør sikre at det etableres en overordnet strategi for optimal samlet utbygging av GSM-R, Bedre nettdekning, FRMCS og Nytt nødnett. Inntil endelige beslutninger for alle prosjektene kan tas, bør det etableres et omforent antatt optimalt scenario mellom ansvarlige departementer. Strategi for overordnet utbygging og det antatte scenarioet bør forankres i prosjektstyret og i ansvarlige departement, for å sikre eierskap til å hente ut gevinster som går på tvers av prosjekter.

Prosjektet bør organiseres i et hovedprosjekt med to delprosjekter; Tunneldekning og Frittlandsdekning. Prosjektet bør raskt etablere en organisasjon med riktig fagkompetanse for å ivareta kompleksiteten og omfanget av prosjektet (blant annet juridisk, anskaffelsesrettslig og konkurranserettslig kompetanse). I figuren under viser vi vårt forslag til en overordnet fremdriftsplan med de viktigste hovedfasene i gjennomføringen. Det er lagt opp til 6 års gjennomføringsfase med 4 års anleggsperiode.



[redacted]

1 INNLEDNING

1.1 BESKRIVELSE AV KVUEN

1.1.1 BAKGRUNN FOR OPPDRAGET

Jernbanedirektoratets utredning "Plan for bedre nettdekning til togreisende" av 25.04.2018[9] viser at opplevelsen av nettdekningen for togreisende ikke er tilfredsstillende i dag. Dette er dokumentert ved kundetilfredshetsundersøkelser. Det vises til at reisende forventer stabil og god dekning med høy kapasitet, og at forventningene vil stige i tiden fremover. Stadig flere tjenester blir avhengig av god nettdekning, også når man reiser med tog, noe som Enturs[10] billettsystem og reiseplanlegger viser. Videre vises det til at de reisende forventer å være oppdatert til enhver tid, også når det gjelder eventuelle endringer i reisen. Med bakgrunn i dette besluttet først Samferdselsdepartementet at Norske Tog AS skulle bygge inn moderne mobilforsterkerutrustning i utvalgte persontog. Videre ga Samferdsels-departementet Jernbanedirektoratet i oppdrag å utarbeide konseptvalgutredning (KVU) for nettdekning langs alle eksisterende jernbanestrekninger med persontransport – både inne i tunneler og utenfor.

1.1.2 SAMFUNNSPROBLEMET

KVUen forklarer at bedre dekning er avhengig av repeatere om bord i toget, god dekning langs sporet og i tunneler, samt tilstrekkelig kapasitet i nettet. Forutsatt at nettdekningen på toget er god, vil mange kunne arbeide og utføre andre gjøremål på reisen. KVUen peker på at bedre nettdekning bidrar til å gjøre toget mer attraktivt, som igjen vil kunne påvirke nytten av tiltakene. Nytten vil potensielt være størst rundt de store byområdene, der det er flest reisende. I KVUen forventes det at kravet til datahastigheter vil øke i årene som kommer, og frem i tid vil det dermed være nødvendig med økt kapasitet i nettet sammenliknet med dagens situasjon. Mens installering av repeatere om bord i togene vil gi bedre nettdekning i enkelte områder på kort sikt, vil det på lengre sikt være nødvendig med større investeringer langs sporet for å møte de reisendes forventninger til nettdekning.

I KVUen pekes det på at dekningen er dårlig langs mange jernbanestrekninger fordi mobiloperatørene (MNO) ikke har sett det bedriftsøkonomisk lønnsomt å bygge ut mobilnettene sine i disse områdene. Det begrunnes med at kundegrunnlaget ofte bare består av togpassasjerer og det forsvarer ikke kostnadene ved å bygge ut mobildekning. I tillegg gjør avstanden til etablert infrastruktur det ekstra dyrt å bygge ut mobildekning langs en del av de mest perifere jernbanelinjene. I KVUen pekes det på at det ikke ventes noen vesentlige endringer i dette investeringsbildet fremover, så situasjonen ventes å vedvare. Passasjerenes forventninger til mobildekning på reisen antas å øke i takt med at annen digital infrastruktur i samfunnet forbedres. Det ventes at misnøyen med internettilgangen på togreisen vil øke.

1.1.3 BEHOV, SAMFUNNSMÅL OG RAMMEBETINGELSER

Behovsanalysen har vurdert normative behov, etterspørselsbasert behov og primære og sekundære interessenters behov. Etterspørselsbaserte behov er knyttet til dimensjonerende kapasitetsbehov. I Tabell 1 vises dimensjoneringen som er lagt til grunn i KVUen.

---

[9] Utredning Plan for bedre nettdekning for togreisende, dokumentnr.: 201701510/55, datert 25.04.2018. Utarbeidet av Jernbanedirektoratet. https://www.jernbanedirektoratet.no/no/aktualiteter/2018/plan-for-bedre-mobildekning-i-tog/

[10] Entur samler hele Norges reisetilbud på ett sted (buss, tog, båt, trikk, t-bane og fly).

Tabell 1 Dimensjonerende kapasitetsbehov, definert i KVU

Hastighet	Dimensjonerende behov	Beskrivelse
God dekning	5 Mbps og oppover	Mulig å benytte de fleste nettjenester på toget
Middels dekning	1,25 – 5 Mbps	E-post, nedlastning av nettsider, filnedlasting av små filer, strømming av lyd osv. fungerer relativt godt
Dårlig dekning	Under 1,25 Mbps	Oppstart av applikasjoner og data ned-/opplastning ikke tilstrekkelig rask

Det prosjektutløsende behovet er definert som

Det er behov for bedre mobildekning om bord i tog for å legge til rette for effektiv bruk av reisetid.

Samfunnsmålet er definert som

Økt verdiskapning gjennom bedre utnyttelse av reisetid og økt andel miljøvennlige reiser.

Med utgangspunkt i samfunnsmålet er det definert to effektmål for utredningen:

- **Effektmål 1**: Bedre mulighet for å utnytte digitale tjenester, blant annet å kunne arbeide mer effektivt.
- **Effektmål 2**: Økt andel togreiser.

Det er definert tre absolutte rammebetingelser:

- **R1**: Konseptene må sørge for bedriftsøkonomisk attraktivitet for minst én av mobiloperatørene langs hver strekning der det anbefales styrket mobildekning.
- **R2**: Ved utbygging av mobilnettet på en jernbanestrekning skal det minimum bygges Middels god dekning (iht. TØI definisjon (Flugel, et al. 2020) på hele strekningen mellom to nabostasjoner.
- **R3**: Konseptene må være i tråd med EUs regelverk for statsstøtte.

1.1.4 SPENNET I MULIGHETSROMMET

I arbeidet med mulighetsrommet ble det identifisert en rekke ideer og tiltak for bedre nettdekning langs jernbanen, for eksempel satellittbasert kommunikasjon. De konseptuelt ulike alternativene ble vurdert å være interessante, men uaktuelle på nåværende tidspunkt.

Til sammen ble ti konsepter for mobildekning langs jernbanen identifisert, i tillegg til referanse-alternativet. Med utgangspunkt i rammebetingelsene ble seks konsepter silt ut. Fire konsepter, i tillegg til referansealternativet, ble tatt videre til alternativanalysen.

1.1.5 KONSEPTENE SOM BLE VURDERT I ALTERNATIVANALYSEN

KVUen vurderer følgende konsepter i alternativanalysen:

- **TECH00:** Referansealternativet (TECH00) er definert som dagens situasjon og den forventede utviklingen i fravær av nye tiltak. Referansesituasjonen tar inn over seg alle faktorer i transportsystemet:
    - Telia vil ha bygget ut God frittlandsdekning langs de strekningene som ligger i forpliktelsen fra 700 MHz-auksjonen 2019 innen 31.12.2025.
    - Mobiloperatørene vil fortsette å bygge ut 4G/5G nettverk i Norge.
    - Mobiloperatørene stenger 2G/3G nettene sine og allokerer de ledige frekvensene til 4G/5G.
    - Nye tunneler bygges med mobildekning.
- **TECH02**: Middels kvalitet på mobildekningen i hele jernbanenettet. Gir mulighet for noe mer

effektiv bruk av reisetid i alle prioritetsområder.

- **TECH04**: God kvalitet på mobildekningen i hele jernbanenettet. Gir mulighet for effektiv bruk av reisetid i alle prioritetsområder.
- **TECH10**: Ingen, Middels eller God dekning på strekning mellom to nabostasjoner – avhengig av beste netto nytte per budsjettkrone.
- **TECH11**: Middels eller God dekning på strekning mellom to nabostasjoner– avhengig av beste netto nytte per budsjettkrone.

1.1.6 ANBEFALT KONSEPT

Konseptvalgutredningen anbefaler at man går videre med alternativ TECH04. En investering med ambisjon om å gi God dekning langs hele jernbanenettet, slik TECH04 gjør, gir den mest fremtidsrettede løsningen som lettest kan utvikles i takt med nye digitale tjenester. TECH04 gir et løft for fremtiden ved å bygge ut et mer finmasket nett av basestasjoner som åpner for bruk av høye frekvenser, og det bygges repeateranlegg i tunnelene som er robuste, vil tåle vekst i passasjerantallet og er godt egnet for nytt Nødnett.

1.1.7 FØRINGER FOR FORPROSJEKT

Det anbefales at utbyggingen skjer gjennom utlysning av konkurranser, der mobiloperatørene forventes å gi tilbud. Mobiloperatørene som tilbyr seg å bygge ut mobildekning for det laveste finansieringstilskuddet tildeles oppdraget. Det anbefales at det lyses ut flere konkurranser, med pakker av strekninger, for ikke å påvirke mobilmarkedet. Det er viktig med betingelser i konkurransene som sikrer lav etableringsterskel for alle mobiloperatørene som vil bygge mobildekning langs jernbanen.

1.2 OM KVALITETSSIKRINGEN

Denne analysen er en kvalitetssikring (KS1) av Konseptvalgutredningen (KVU) bedre nettdekning langs jernbanen i henhold til Rammeavtalen[11] om ekstern kvalitetssikring av konseptvalgutredninger og forprosjekt for store statlige investeringsprosjekter og bilag 1 til Rammeavtalen, punkt 1.2. I tillegg spesifiseres følgende om kvalitetssikrers mandat i avropet:

> *Kvalitetssikrer skal i tillegg vurdere i hvilken grad de ulike konseptene er fleksible for ulike finansieringsmodeller eller om de vil legge føringer for ansvars- og kostnadsdeling mellom staten og kommersielle aktører. Det skal gjøres en overordnet vurdering av om ulike finansieringsmodeller påvirker tiltakets samfunnsøkonomiske lønnsomhet.*

Kvalitetssikrer har hatt et veldig godt samarbeid med prosjektgruppen i løpet av kvalitetssikringen. Vi har gjennomført intervjuer for de ulike kapitlene i KVUen, i tillegg til at vi har hatt egne møter for å diskutere tema som er spesielle for denne KVUen. Prosjektet har bidratt med gode svar, åpenhet for våre tanker og spørsmål og allerede gitt inntrykk av å bruke våre innspill i det videre arbeidet med prosjektet.

I KVUens kapittel 1.1 har prosjektet skrevet «*Økt kvalitet både på tilgang til internett og mobilanrop for de togreisende avhenger av bedre dekning og kapasitet både i mobiloperatørenes nett og i Bane NOR sine tunneler. I denne konseptvalgutredningen er det valgt å bruke «mobildekning» som begrep. Begrepet «nettdekning» brukes i hovedsak kun ved referanse til departementets bestilling, eller ved kilder som benytter seg av dette begrepet*». Dette valget kan bidra til et inntrykk av at KVUen har innsnevret mulighetsrommet for tidlig. Vi mener at det er uheldig, men at valget om begrepsbruk ikke har hatt noe å si for resultatet og anbefalingen i KVUen.

---

[11] *Finansdepartementet (2019). Rammeavtale om ekstern kvalitetssikring, tilgjengelig på https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/statlig-okonomistyring/ekstern-kvalitetssikring2/dagens-ks-ordning/id2523900/ [08.10.20].*

KVUens usikkerhetsanalyse ble gjennomført i januar 2020. Bane NOR har i løpet av 2020 oppdatert sine kalkyler med nye rammeavtalepriser, samt erfaringer knyttet til tunnelkostnader generelt. Vår usikkerhetsanalyse er gjennomført på de oppdaterte tunnelkostnadene.

Delrapport 6 til KVUen Concept Analysis V1.8 er ikke offentlig. Vi har lagt denne informasjonen i Delrapport 1 til kvalitetssikringsrapporten.

I rapporten vår benytter vi tabeller med fargekoder for å gi rask og god oversikt til leser over våre vurderinger av innholdet i KVUen, basert på vårt oppdrag som kvalitetssikrer.

Vurdering	Fargeskala		
Kvalitetssikrer er negativ til det som er gjort i KVUen og avviket er vesentlig			
Kvalitetssikrer er i hovedsak positiv til det som er gjort i KVUen, men har vesentlige merknader/justeringer			
Kvalitetssikrer er positiv til det som er gjort i KVUen, men kan ha noen mindre merknader/justeringer			

1.3 VIKTIGE TILGRENSENDE PROSJEKTER

Vi ønsker å trekke frem følgende viktige tilgrensende prosjekter

- Mobilforsterkere i togsett
- Oppgradering av GSM-R
- KVU Blålys i nødnettene
- Future Railway Mobile Communications System (FRMCS).

Under beskriver vi de tre prosjektene og hvilken relevans de har for bedre nettdekning langs jernbanen.

1.3.1 MOBILFORSTERKERE I TOGSETT

I Plan for bedre nettdekning til togreisende (Jernbanedirektoratet, 2018) ble det påpekt at karosseriene til togene utgjør en betydelig hindring for bedre mobildekning inne i togene.

Det er vedtatt at det skal installeres mobilforsterkere i utvalgte tog[12] som Norske tog AS eier. En mobilforsterker løser problemet knyttet til at togvognens karosseri og vinduer kraftig demper mobilsignalene. Ved hjelp av antenner på utsiden og signalkabler på innsiden av toget vil disse signalforsterkerne sørge for at passasjerer om bord i togene får tilnærmet samme kvalitet på mobilsignalet inne i toget, som det som finnes på utsiden. Dette tiltaket betyr at passasjerene på kort sikt vil oppleve bedre kvalitet på tale og data på strekninger med mobildekning.

Montering av mobilforsterkere i alle tog er en viktig forutsetning for dette prosjektet og er begrunnelsen for at denne KVUen fokuserer på bedre utbygget mobildekning langs jernbanen, og mindre på mobilnettkvaliteten inne i togene. God mobildekning på utsiden av togene er en viktig forutsetning for digitale tjenester inne i togene.

1.3.2 OPPGRADERING AV GSM-R

GSM-R (R for railway) er et lukket mobilnett (digitalt radiosystem), utviklet for jernbaner i Europa. GSM-R ble opprinnelig bygget ut i perioden 2005-2008 og er nå i ferd med å bli oppgradert. Det er bevilget 1,5 mrd. kroner til disse arbeidene. I hovedsak er arbeidene ferdigstilt for frittlandsdekningens vedkommende, mens de omfattende oppgraderingene i tunnel gjenstår. KVUens mulighetsstudie peker

[12] *jf. «Plan for bedre nettdekning til de reisende»*

på mulige synergigevinster ved å se prosjektet i sammenheng med andre prosjekter:

> *Det foreslås også grep knyttet til selve utrullingen og byggingen av bedre mobildekning. Det ønskes koordinert utbygging slik at frittland og eventuelle tunneler bygges ut om lag samtidig. Der det er flere ting som skal gjøres, for eksempel knyttet til GSM-R oppgradering, FRMCS og nødnett bør slike operasjoner gjøres samtidig, særlig i tunneler.*
>
> *Avslutningsvis nevnes også muligheten for at repeatersystemene i tunnelene benytter én teknisk løsning som har funksjonalitet og kapasitet til å inkludere både GSM-R, Nødnettet og de kommersielle nettene. En slik repeaterløsning vil ha mange fordeler både ved at det blir færre komponenter som skal installeres, og at feilretting vil skje like raskt for de kommersielle nettene som for GSM-R og Nødnett.*

1.3.3 KVU BLÅLYS I NØDNETTENE – FREMTIDIG LØSNING FOR NØD- OG BEREDSKAPSKOMMUNIKASJON

DSB og Nkom har utarbeidet en KVU[13] der de *«analyserer alternative løsninger for å dekke samfunnets behov for nød- og beredskapskommunikasjon i fremtiden. Dagens avtale om drift og vedlikehold av Nødnett går ut i 2026. Utløpet av avtalen gjør det nødvendig å vurdere hvordan behovet som Nødnett dekker i dag skal tilfredsstilles etter 2026. Regjeringen har lagt til grunn for arbeidet at kommersielle ekomnett vil bære tjenester for oppdragskritisk tale- og datakommunikasjon i fremtiden.»*

Begge prosjektene innebærer dermed at staten kjøper ekom-tjenester fra de kommersielle mobilnettene. Begge prosjektene viser også til behov for dekning, robusthet og kapasitet i geografiske områder som ellers ikke vurderes som kommersielt interessante for mobiloperatørene. Det er dermed viktig å sikre at ikke staten betaler for den samme robustheten, kapasiteten og dekningen to ganger. Det er også viktig å sikre at ikke noen av investeringene tas for gitt, slik at kostnadsestimatene ikke egentlig gir den nytten man forventer eller at man får kostnadssprekk i senere faser av prosjektene.

Det er uklart om dette prosjektet vil kunne hente direkte gevinster dersom nødnettprosjektet blir gjennomført. Nærmere gjennomgang av estimatene i KVU Blålys i mobilnettene viser at det ikke er lagt inn kostnader til dekning i jernbanetunneler eller frittland langs jernbanen. Samtidig er det et krav om at nødnett skal være tilgjengelig i tuneller over 1000 meter. Dette kravet gjøres gjeldende for nye tunneler og tunneler som gjennomgår en oppgradering. Dersom investeringen i nytt nødnett gjennomføres uten at man investerer i dette prosjektet med bedre nettdekning langs jernbanen, må en dermed også inkludere de nødvendige tunnelkostnadene i nødnettprosjektet.

1.3.4 FREMTIDIG TOGRADIO

I løpet av analyseperioden vil også jernbanens eget mobilnett GSM-R få sin avløser i et nytt 4G/5G-basert togradionett kalt Future railway mobile communications system (FRMCS). Ettersom et slikt nett i stor grad vil måtte benytte samme master og tunnelanlegg som mobiloperatørene, vil det være nødvendig å koordinere prosjektene. Prosjektet for å erstatte GSM-R er ikke igangsatt som konseptvalgutredning ennå. Det vil i internasjonale organer gjøres beslutninger i 2022, som vil være retningsgivende for norsk utbygging. Ved hensiktsmessige valg med disse avklaringer, kan behov for ny utbygging i tunnelene minimeres. I forprosjektfasen kan det vurderes om forberedelse for FRMCS som realopsjon er lønnsom.

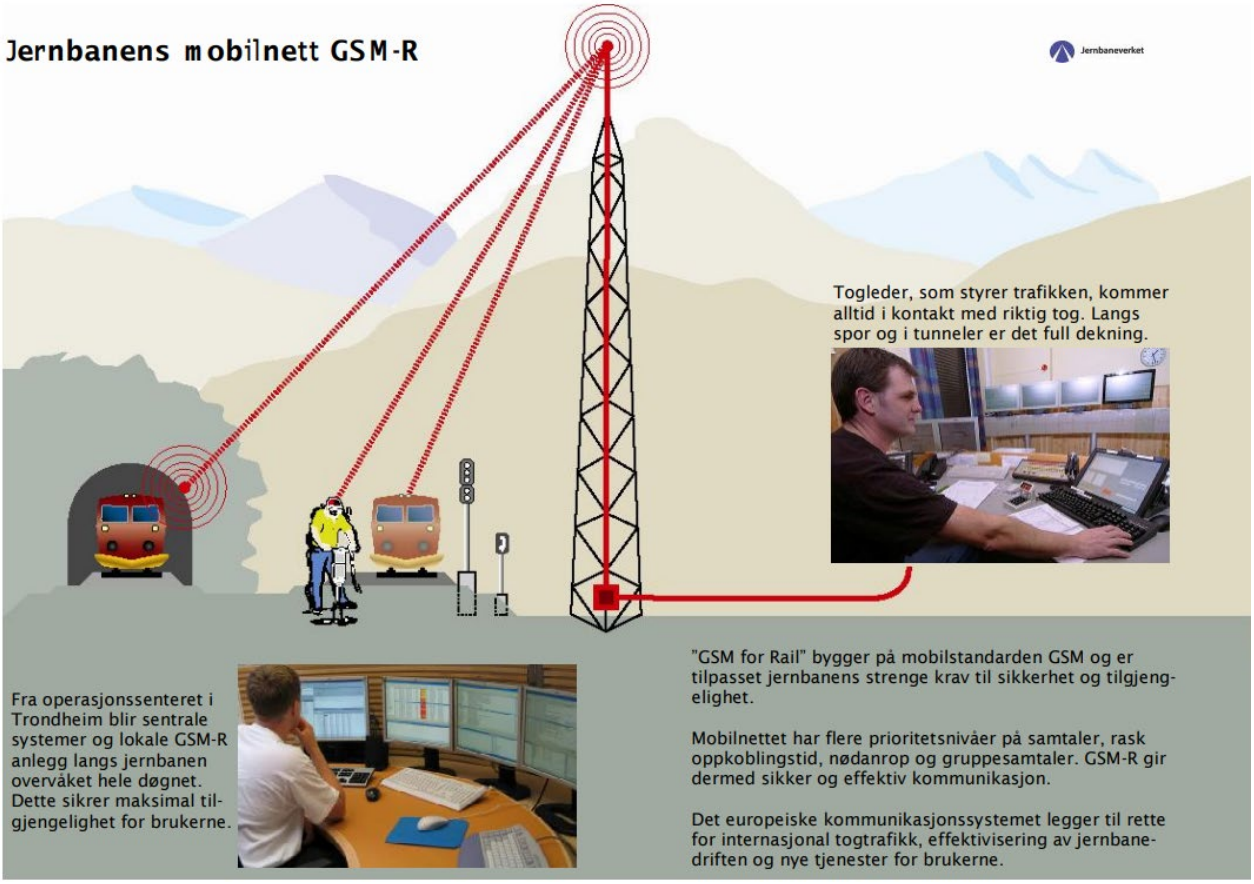
Hverken i KVU eller i denne rapporten er det kalkulert kostnader for fremtidig togradio. Dette prosjektet vil komme før FRMCS og eventuelle realopsjoner vil innebære tilleggskostnader. Vi har derfor i anbefalinger tatt i mulige synergier så langt de har vært kjent. De følgende avsnitt beskriver nærmere hvilke forhold dette gjelder.

---

[13] *Konseptvalgutredning KVU Blålys i mobilnettene – Fremtidig løsning for nød- og beredskapskommunikasjon. Utgitt av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom), juni 2020.*

1.3.4.1 OM TOGRADIO

I dag kommuniserer togfører og togleder over et helt selvstendig nett som er bygget på en utvidelse av GSM-standarden med spesialfunksjoner som prioritet, gruppesamtaler, nødanrop og rask oppkoblingstid. GSM-R kan ikke tilby datakommunikasjon med høy båndbredde og lav forsinkelse. I tillegg begynner grunnleggende teknologi å bli utdatert og etter hvert forlatt av leverandørene, og det er ventet at det kan bli vanskelig å opprettholde driften mer enn et stykke inn i 2030-årene. Det må legges til grunn lang migrasjonstid, kanskje opp til 10 år, der begge systemer må være fullt operative. Togsignaliserings-systemet ERTMS, som er i ferd med å bli rullet ut i Norge, kommuniserer over GSM-R.



Figur 1 Illustrasjon av Jernbanens mobilnett GSM-R. Kilde: Jernbaneverket

Det pågår et internasjonalt standardiseringsarbeid for å utvikle en erstatning for GSM-R i 3GPP[14] og ETSI[15] etter krav fra Den internasjonale jernbaneunion, UIC. I motsetning til GSM-R vil ikke den nye standarden FRMCS angi hvilken bærer som må benyttes (slik GSM er del av GSM-R). Kravene til underliggende teknologi skal kunne oppfylles av 4G/5G-nett, slik at kommunikasjonstjenestene vil kunne benytte samme teknologi som er i bruk i samfunnet for øvrig.

I 2022 er det ventet at forutsetninger for utbygging av FRMCS vil besluttes av EUs European Railway Agency. Mange avklaringer som vil ha betydning for utbygging av nettdekning langs jernbanen vil da kunne utledes, blant andre:

- Hvilke frekvensbånd kan brukes til FRMCS? Det er lite spektrum tilgjengelig i lave frekvensbånd som kan være del av obligatorisk støttede frekvensbånd i ombordsystemene. Dersom det blir nødvendig å bygge FRMCS i høye frekvensbånd, vil det medføre et betydelig behov for utbygging

[14] Third Generation Partnership Project (3GPP) er et paraplybegrep for en rekke standardorganisasjoner som utvikler protokoller for mobil telekommunikasjon.

[15] European Telecommunications Standards Institute (ETSI) er en organisasjon som arbeider med standarder innen telekommunikasjon.

av nye basestasjoner, og repeateranlegg vil måtte dimensjoneres for høye frekvensbånd uavhengig av utbygging av bedre nettdekning langs jernbanen.

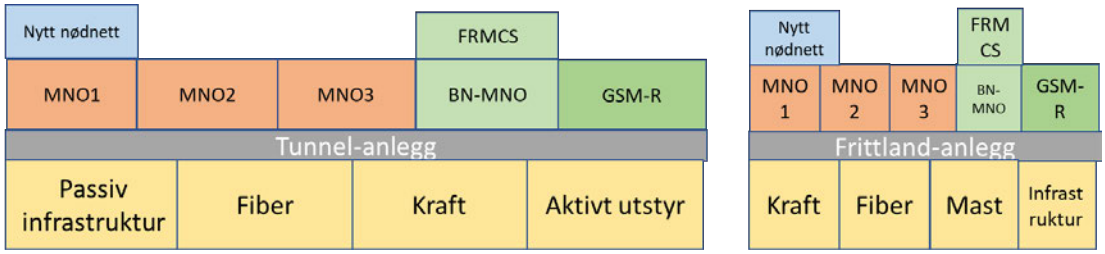
- Må FRMCS bygges i særskilt nett eller kan det benytte kommersielle RAN? Det er ikke kjent at mange land utenom trolig Norge og Danmark vil ønske å tillate at FRMCS kan realiseres over offentlig mobilnett. I Finland er GSM-R i dag samkjørt med nødnettet Virve. Dersom FRMCS kan realiseres over ett eller flere offentlige mobilnett, reduseres behovet for investeringer langs jernbanen.
- Må FRMCS etableres helt separat fra andre systemer? Hvis ikke, kan FRMCS klare seg med samme SISO-anlegg som mobiloperatørene i tunnel (et anlegg basert på én strålekabel kalles Single Input, Single Output (SISO)). Men for tilrettelegging for høyere grad av automatisk togfremføring kan det bli behov for bedre robusthet i radionettene enn det som er vanlig i de offentlige nettene i dag. Dette kan medføre at det blir nødvendig å bygge 2x2 MIMO[16] i tunneler og enten overlappende dekning fra to stasjoner langs jernbanen eller bruk av to mobilnett i frittlandsdekning.

GSM-R vil erstattes av FRMCS etter hvert, og når man går over til FRMCS så vil det være behov for nettdekning i alle tunnelene som i dag har GSM-R (over 150 meter) og frittland langs toglinjene. Jernbanen står for tiden foran en omfattende fornyelse av GSM-R i tunneler, hvilket gjør det aktuelt å gjøre veivalg for optimal investeringsstrategi.

1.3.4.2 ALTERNATIVE SCENARIER

Mulig synergi ved etablering av felles infrastruktur er forsøkt illustrert skjematisk for tre ulike scenarier av utbygging av kommunikasjonsnett langs jernbanen. Anlegg etablert for jernbaneformål er farget grønt; mørkegrønt for eksisterende GSM-R.

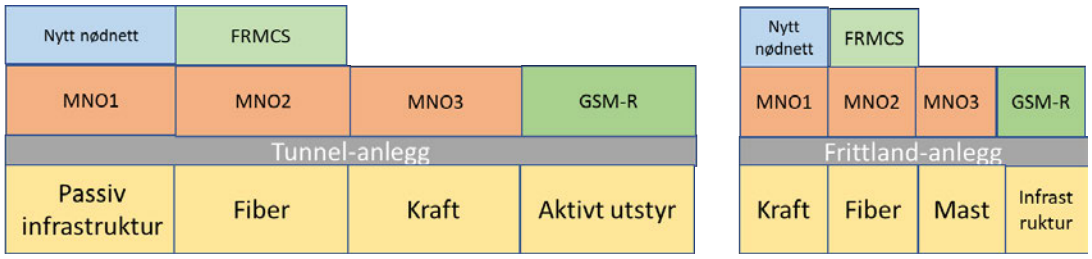
Scanario A: Bedre nettdekning langs jernbanen blir gjennomført og FRMCS blir etablert på eget mobilnett for jernbanen



I dag bruker GSM-R og mobilnett separate tunnelanlegg. Gjennom samkjørt planlegging kan GSM-R innordnes i samme tunnelanlegg som de offentlige mobilnettene. For nytt togradiosystem bygger og opererer Bane NOR et eget 4G/5G radioaksessnett (her kalt BN-MNO) og FRMCS kommuniserer over dette.

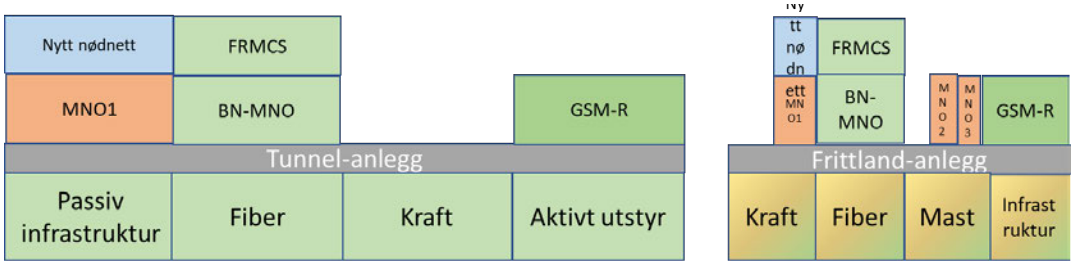
[16] *Antall strålekabler som monteres parallelt i tunnelen er avgjørende for kapasiteten til anlegget. Et anlegg basert på én strålekabel kalles Single Input, Single Output (SISO). Det kan også bygges anlegg med to kabler i parallell, 2x2 Multiple input, multiple output (2x2 MIMO) eller fire kabler (4x4 MIMO). Kapasitet og kostnad for 4x4 MIMO er om lag det dobbelte av 2x2 MIMO, som igjen er om lag det dobbelte av SISO.*

Scenario B: Bedre nettdekning langs jernbanen blir gjennomført og FRMCS blir etablert over offentlig(e) mobilnett.



I dette scenariet realiseres FRMCS på ett eller flere radioaksessnett drevet av offentlige mobiloperatører. Forutsatt at det eksisterer offentlig(e) mobiloperatør(er) som kan tilfredsstille de krav til driftssikkerhet som FRMCS stiller, og at bestemmelser om frekvensbruk tillater det, behøves ingen investeringer utover det som er nødvendig for å realisere Bedre nettdekning langs jernbanen.

Scenario C: Bedre nettdekning langs jernbanen blir ikke gjennomført, og FRMCS blir etablert som eget nett



Det antas at det må etableres et eget RAN for jernbanen som følge av for dårlig dekning blant de kommersielle, men også regulatoriske forhold kan kreve dette. Frittlandsanlegg må forbedres for jernbanenettet. Over levetiden vil behov for utbygging av alle tunneler over 1000 meter for nødnett utløses, og FRMCS vil trolig kunne dra med seg mobiloperatør (her MNO1) for nytt nødnett også i resten av tunnelene gjennom felles interesser. Mobilkunder har fortsatt samme (dårlige) mobildekning som i dag, bortsett fra i at mobilkundene til bærer av nytt nødnett vil få god dekning i tunneler.

2 PROBLEMBESKRIVELSEN

Etter vår oppfatning gjør problembeskrivelsen i KVUen i tilstrekkelig grad rede for hvilke uløste problemer man ser på. Problemet som manglende nettdekning langs jernbanen fører til for de reisende fremstår som reelt. Vi er enig med vurderingen i KVUen om at problemet trolig ikke vil løse seg selv, men vi savner en mer utfyllende beskrivelse av de bakenforliggende årsakene til at markedet ikke vil løse problemet. Vi savner også en beskrivelse av hva det er som tilsier at det offentlige bør løse problemet og hvilke prinsipielle utfordringer dette kan lede til, ettersom mobildekning normalt er noe som løses i markedet.

Tabell 2 Delkonklusjon Problembeskrivelsen

Element	Vår vurdering
Tilstrekkelig grundig og klargjørende drøfting	
Reelt problem, og ikke bare formulert som fravær av en eller flere bestemte løsninger	
Problemets omfang, alvorlighet og hvem som blir berørt fremkommer	
Dagens problem og fremtidig utvikling er inkludert. Hva som er årsaken til at problemene har oppstått er inkludert	

2.1 PROBLEMBESKRIVELSE I KVUEN

Problembeskrivelsen i KVUen er omtalt i kapittel 2 i hovedrapporten, samt i KVUens delrapport 1 Problembeskrivelse.

2.1.1 HVA ER PROBLEMET?

Problemet som er beskrevet i KVUen er at det mange steder er dårlig mobildekning langs jernbanen og i de fleste jernbanetunnelene. Dette bekreftes av målinger som er utført langs jernbanen. Kundeundersøkelser utført av Vy viser også at reisende er misfornøyde med internettilgangen på togreisen.

2.1.2 HVA ER ÅRSAKEN TIL PROBLEMET?

KVUen beskriver at de kommersielle mobilnettoperatørene i utgangspunktet har søkelys på lønnsomhet når de bygger ut sine mobilnett. Det vil si at de bygger basestasjoner der det er kommersielt grunnlag for dette, og de dimensjonerer kapasiteten på basestasjonen etter den forventede trafikkmengden i området. Man kan overordnet si at markedet for mobildekning har fungert godt. Private aktører har bygget ut sine mobilnett slik at over 99 % av Norges befolkning har 4G-mobildekning der de bor og jobber. I tillegg er det bygget ut god dekning langs sentrale deler av veinettet.

Ifølge KVUen er den viktigste overordnete årsaken til den dårlige mobildekningen i frittland langs jernbanen utilstrekkelig kommersielt grunnlag i områdene der jernbanen ligger. Mer spesifikt handler det om for liten stasjonær kundemasse i landskapet langs jernbanen, at togpassasjerene ikke utgjør et stort nok markedsgrunnlag i seg selv, samt et jernbanespesifikt behov for kapasitet som krever dyrere investering enn det samlede markedsgrunnlaget langs jernbanen skulle tilsi. Investeringskostnadene er høye fordi strekningene det gjelder ofte ligger langt fra tilgjengelig infrastruktur, noe som medfører høye kostnader i forbindelse med fremføring av bl.a. strøm og samband (f.eks. fiberkommunikasjon).

Utbygging av mobildekning i tunnel er spesielt dyrt, samtidig som markedet av stasjonære kunder er lik null. I tunnelene er det kun togpassasjerene som utgjør kundegrunnlaget. I tillegg til at noen av de tekniske løsningene har dyrere materiell er også selve monteringen mer krevende og kan kun foregå når det ikke er togtrafikk i tunnelen.

De norske mobilnettene forventes å gjennomføre et skifte fra dagens 4G til nyere teknologi. Over de nærmeste årene vil mobiloperatørene foreta en stegvis fornyelse til 5G. Norske Tog AS installerer mobilforsterkere i togsettene slik at mobilsignalet inne togene i større grad reflekterer dekning som er på utsiden av toget. Antallet togpassasjerer ventes å vokse frem mot 2030 slik at markedsgrunnlaget blir noe bedre. Det er sannsynlig at mobilbrukere vil etterspørre mer mobilkapasitet i fremtiden. Samtidig ventes det også at ny teknologi vil øke den tekniske ytelsen til mobilnettene. Samlet sett forventes det i KVUen at ubalansen mellom tilbud og etterspørsel av mobilkapasitet langs jernbanen vil vedvare, eller forverres.

KVUen påpeker at det er liten grunn til å tro at det kommersielle grunnlaget vil endre seg vesentlig i positiv retning der det mangler dekning i dag – hverken i tunneler eller utendørs. Samfunnet kan derfor ikke vente at de private aktørene vil gjøre nødvendige investeringer for å sikre mobildekning langs jernbanen. Samtidig er det kommersielle grunnlaget sjelden totalt fraværende – det er bare ikke tilstrekkelig godt nok til at mobiloperatøren kan forsvare en investering. Det fremkommer derfor i KVUen at det offentlige bør ta et initiativ til samarbeid mellom det offentlige og de private aktørene som sikrer bedre mobildekning til togpassasjerene. I dette ligger det at det offentlige må være forberedt på å stille med en betydelig andel av finansieringen. Passasjerenes forventninger til mobildekning på reisen antas å øke i takt med at annen digital infrastruktur i samfunnet forbedres. Misnøyen med internettilgangen på togreisen ventes følgelig å øke ifølge KVUen.

Det ventes at i perioden 2020-2030 vil det velges ny teknologi for både nødnett og GSM-R (FRMCS). Avhengig av teknologivalg skal det besluttes utbyggingsstrategi, det skal bygges ut dekning og systemene skal settes i drift. KVUen påpeker at det er store avhengigheter mellom nødnett, togradio og kommersiell nett og at kostnader potensielt kan reduseres ved god samordning.

KVUen påpeker at på noen strekninger vil situasjonen med nett-tilgangen imidlertid bli bedre. Nye tunneler som Blixtunnelen på Follobanen og Arnatunnelen mellom Bergen-Arna bygges ut med repeateranlegg som gir mobildekning inne i tunnelen. Dessuten har Nkom gjennom en frekvensauksjon i 2019 inngått avtale som forplikter Telia til å bygge mobildekning langs noen utvalgte strekninger, blant annet IC-triangelet mellom Skien, Halden og Lillehammer. Denne forpliktelsen gjelder derimot ikke for jernbanetunnelene.

2.1.3 HVA ER KONSEKVENSENE AV PROBLEMET?

KVUen påpeker at et av togets viktigste konkurransefortrinn er at de reisende kan utnytte reisetiden på toget til noe nyttig. Når passasjerer som ønsker å jobbe ombord i toget forhindres på grunn av dårlig mobildekning, går det ut over verdiskapingen i samfunnet. Dersom passasjerer forhindres fra å utnytte tiden om bord i toget til digitale gjøremål som kunne effektivisert hverdagen deres, utnytter ikke jernbanen en unik mulighet til å skape verdi både for innbyggere og samfunnet gjennom effektiv bruk av reisetid. Når reisende ikke kan benytte reiseplanleggere og billetteringsløsninger om bord blir ikke disse løsningene utnyttet til fulle. Med dårlig mobildekning konkurrerer toget også dårligere mot bil, buss og fly, slik at toget ikke får full uttelling for sitt markedspotensial.

2.2 VÅR VURDERING AV PROBLEMBESKRIVELSEN I KVUEN

2.2.1 KVUEN BESKRIVER ET REELT PROBLEM OG PROBLEMETS OMFANG OG ALVORLIGHET KOMMER I TILSTREKKELIG GRAD FREM

Vi mener at det er et reelt problem som omtales i KVUen. Selve samfunnsproblemet er ikke manglende mobildekning for togpassasjerene *i seg selv*, men konsekvensene av dette. Samfunnsproblemet er knyttet til høy reiseulempe, samt at togreiser har dårligere forutsetninger for konkurranse sett opp mot andre mindre miljøvennlige transportformer slik som fly og bil, noe som fører til at transportformer med høyere klimagassutslipp relativt sett er mer attraktive.

KVUen har beskrevet problemstillingene knyttet til dårlig nettdekning langs store deler av jernbanen i dag. Det er gjennomført både kundeundersøkelser i regi av Vy og målinger for å avdekke dekning og kapasitet

på ulike strekninger. Vi har gjennom intervjuer fått bekreftet fra togoperatørene at dårlig nettdekning er et tilbakevendende problem for deres kunder og noe de får mange klager på. Det er generelt sett godt dokumentert i KVUen at tilgang på god nettdekning er et problem i dag langs jernbanen. Dette taler også til omfanget av problemet. Problemet berører i prinsippet alle togreisende, i tillegg til dem som ville tatt toget dersom dekningen var bedre.

Problemet er til dels formulert som «fravær av en eller flere bestemte løsninger» (mobildekning/ nettdekning), jf. punktet om at «*Leverandøren skal kontrollere at problemet er reelt, og ikke bare formulert som fravær av en eller flere bestemte løsninger*» i bilag til Rammeavtalen punkt 1.2. Samtidig, for å oppnå at de togreisende bedre kan optimere sin tid om bord og å få til økt overføring fra andre transportmåter til tog, er man i dag avhengig av god tilgang på nett. Vi har vanskelig for å se hvordan man kunne tilfredsstilt problemet knyttet til reiseulempe med andre tilnærminger enn å øke de reisendes tilgang til bedre nettdekning. Dette måtte i så fall være gjennom å for eksempel redusere den faktiske reisetiden på togene eller øke komfort på tog. Dette anses derimot å være utenfor denne KVUens avgrensning å vurdere, jf. kapittel 1.1 om bakgrunnen for oppdraget.

2.2.2 VIL PROBLEMET FORVERRES?

I KVUen vises det til en forventning om at problemet trolig vil forverres. Hovedsakelig begrunnes denne mulige forverringen i forventninger om økt etterspørsel etter mobildekning og kapasitet i samfunnet. Etter vårt syn er det ikke gitt at problemet nødvendigvis vil forverres. Dette på grunn av at det er rimelig å forvente at tilbudet av god mobildekning og kapasitet vil forbedres fra dagens situasjon. Dette illustreres best med KVUens egen alternativanalyse og beskrivelsen av nullalternativet (TECH00) der andelen av jernbanenettet som kan forventes å ha god mobilkapasitet i 2025 er beregnet til å være 43 prosent, opp fra målt 15 prosent i 2018/2019. Flere faktorer i nullalternativet taler for et forbedret tilbud av mobildekning og kapasitet:

- Telia har forpliktet seg til å gi dekning på en rekke strekninger innen 2025 i forbindelse med frekvensauksjonen av 700 MHz båndet, blant annet de viktige IC-strekningene Oslo-Skien, Oslo-Halden og Oslo-Lillehammer, samt Kristiansand-Stavanger, Melhus-Steinkjer og Flåmsbanen.
- Mobiloperatørene vil på eget initiativ fortsette å forbedre sine 4G nett.
- Mobiloperatørene vil prioritere mer frekvensressurser til 4G etter hvert som 2G og 3G stenges ned.
- Nye tunneler bygges med repeateranlegg (som den nye Ulrikstunnelen mellom Bergen og Arna).
- Det installeres p.t. mobilforsterkere i alle tog som gjør at mobilsignalene på utsiden av togene enklere kommer inn i togene.

I tillegg til disse faktorene ønsker vi å peke på at den teknologiske utviklingen innenfor telekom-bransjen er rask. Flere aktører prøver ut nye innovative måter å tilby mobildekning på slik som via satellitt (f.eks. Space X). Innføringen av 5G vil også være i fokus fremover.

Uten å skulle konkretisere i detalj hva alle disse utviklingstrendene og faktorene vil føre til, så er det etter vårt syn likevel rimelig å forvente at selv om det ikke gjøres noe for å bøte på problemet med dårlig mobildekning langs jernbanen i dag, så kan man forvente en bedring av tilbudet på mange av jernbanestrekningene slik som i samfunnet ellers. Vi finner det med andre ord ikke tilstrekkelig belyst at den økte etterspørselen vil veie tyngre enn forbedringer på tilbudssiden.

2.2.3 HVORFOR LØSER IKKE MARKEDET DETTE PROBLEMET SELV?

Det kanskje sterkeste argumentet for at problemet ikke vil løse seg selv i årene som kommer er at dette i stor grad ikke har skjedd frem til nå. Dette kan muligens bedre seg når mobilforsterkerne i alle tog gjør at signalene enklere kommer inn i togene. Frem til nå har det vært begrenset mulighet til å få signalstyrkene inn i togene, selv om mobiloperatørene eventuelt skulle ha tilbudt god mobildekning langs togskinnene.

Det gir lite mening for mobiloperatørene å bygge ut mobildekning dersom signalene uansett ikke kommer inn i togene. Samtidig er det fortsatt en rekke elementer som taler imot at problemet vil løse seg selv.

Det finnes ikke ett enkelt svar på hvorfor markedet selv ikke løser dette problemet, men i det følgende peker vi på noen forklaringsfaktorer.

Kostbar utbygging i forhold til det mulige kundegrunnlaget: Det kanskje viktigste argumentet som taler mot lønnsomheten av private investeringer i eget initiativ fra mobilaktørene er kostnader sett opp mot kundegrunnlaget. Dette poenget vektlegges også i KVUen. Særlig gjelder dette pga. kostnadene knyttet til å tilby dekning i *tunnelene* står i en særstilling der selve monteringen er krevende og kun kan foregå når det ikke er togtrafikk i tunnelen, samt at noen av de tekniske løsningene har dyrere materiell. I tillegg er det også slik at kundegrunnlaget i mange av områdene utenfor tunnel er nærmest ikke-eksisterende når toget ikke passerer, særlig i mer avsidesliggende områder. I tunnelene er det kun togpassasjerene som utgjør det mulige kundegrunnlaget.

Andre mulige forklaringsfaktorer:

i) **Mobiloperatørenes forretningsmodell tilrettelegger ikke for direkte brukerbetaling**: Forretningsmodellene som mobiloperatørene opererer med i dag er i stor grad er knyttet til abonnementstjenester med faste datapakker. Dette gjør at det i mindre grad blir mulig å ta betalt ved enhetspriser o.l. for akkurat togpassasjerer. Hadde mobiloperatørene tatt betalt ved enhetspriser, kunne det trolig økt lønnsomheten ved å tilby mobildekning langs jernbanen ved å ta direkte priser for mobiltilgangen om bord. I en slik situasjon vil det vært en teknisk utfordring å skille eksisterende kunder med hus eller hytte langs jernbanen med «togkundene» dersom jernbanedekning skulle vært basert på enhetsprising.

ii) **Kapring av kunder fra konkurrentene**: Regelverk og konkurransevilkår som er lagt til grunn for reguleringen av mobilmarkedet kan tilsi at det over lengre tid ikke vil være mulig å ha enerett på å tilby dekning i et område, selv om en aktør på eget initiativ skulle tatt kostnadene med å bygge ut. Eksempelvis kan dette være regler om å legge til rette for å tilby bruk av egen infrastruktur for andre operatører mot betaling av leie, samt andre regler i telekom-markedet som er myntet på å sikre konkurranse.[17] Hvis aktørene alternativt over en periode kunne vært den eneste som tilbød tjenester på en strekning, kunne dette ført til en fordel i konkurranse om markedsandeler.

iii) **Mobiloperatørene har begrensede muligheter for å hente ut mersalg fra eksisterende kunder**: Nyttegevinsten ved bedret dekning kommer fra togpassasjerenes mulighet til å benytte tale- og datatrafikk. En må derfor regne med at forbruket øker når dekningen bygges ut. En kanal for inntjening for mobiloperatørene er derfor mersalg til de eksisterende kundene. Dette kan for eksempel oppstå dersom bruk av data på en seks timers togtur er det som får deg til å bruke opp månedens datapakke, slik at du må bestille tilleggsdata, eller ved at bedre dekning på pendlerruten din øker mobilforbruket ditt slik at du må ha et dyrere abonnement. Samtidig foreligger det ingen mulighet til å selge togspesifikke datapakker, slik at mersalg av data vil skje til vanlige nasjonale priser gitt av de abonnementene kundene har. Togpassasjerene utgjør få kunder per basestasjon. Hvis vi tar nytteberegningene på alvor, virker det videre å være slik at når de først sitter på toget, har de høy betalingsvillighet per minutts bruk, sammenlignet med øvrige basestasjoner der man har flere kunder, men kanskje et noe mindre intenst behov per kunde per minutt. Dersom dette stemmer, vil det være krevende å hente ut mye av betalingsvilligheten til togpassasjerene når man må benytte de nasjonale prisene, som gjerne vil være skreddersydd for å passe et annet bruksmønster. Vi forventer derfor ikke at denne kanalen gir tilstrekkelige kommersielle incentiver til å bygge ut dekning langs jernbanen.

iv) **Avkastningskrav for mobiloperatørene kan være høyere enn for staten**: En annen faktor som

[17] *https://www.nkom.no/ekom-markedet/markeder/markeder-som-reguleres*

kan bidra til å forklare hvorfor markedet ikke selv løser dette er forskjeller mellom samfunnets og mobiloperatørenes avkastningskrav. Investering i mobildekning langs jernbanen kan være samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer etter statens avkastningskrav. Det kan likevel hende at investeringen ikke gjennomføres av mobiloperatørene, selv om mobiloperatørene hadde klart å kapre hele nytten av tiltaket, fordi aktørene har et annet avkastningskrav til investeringene enn staten har.

v) **Fragmentert gevinstbilde**: Det er flere aktører som vil tjene på en styrket mobildekning langs jernbanen, ikke kun mobiloperatørene. Dette er i tillegg togoperatørene, de reisende og samfunnet generelt. Vi kommer mer tilbake til denne problemstillingen i kapittel 9. Men en refleksjon knyttet til hvorfor problemet ikke vil løse seg selv er at med et slikt fragmentert gevinstbilde kan det være utfordrende å få en av aktørene til å bære investeringene selv (mobiloperatørene). Det vil trenge en form for koordinering for å realisere gevinstene.

Kundetilfredshet: Dårlig mobildekning langs jernbanen trenger ikke å reflekteres, sett fra kundenes ståsted, mot mobiloperatørene selv, men mot togoperatørene som kundene har kjøpt billettene av (Vy, SJ AB[18], Go Ahead). Dette kan gjøre at mobiloperatørene ikke føler seg tvunget som følge av lav kundetilfredshet til å endre på dette. En slik effekt vil også forsterkes når det for kundene uansett ikke finnes andre alternativer, da alle mobiloperatørene tilbyr samme relativt sette dårlige mobildekning langs togskinnene. I intervjuer med togoperatørene har flere fremhevet at klager på nett-tilgangen er noe de ser hyppig på sosiale medier og til kundesentre.

Mobiloperatørene sitter på gjerdet: Vi har ikke grunnlag for å hevde at mobiloperatørene i dag sitter på gjerdet og holder igjen kommersielt lønnsomme investeringer i påvente av statlige bidrag. Men en siste mulig forklaringsfaktor er at mobiloperatørene har en forventning om at utbygging av mobildekning langs jernbanen vil motta statlig støtte. Åpenheten som har vært i forbindelse med utarbeidelsen av KVUen og Plan for bedre nettdekning (2018) og planene om å bygge ut dekning – om nødvendig med statlig finansiering – underminerer incentivene til å foreta investeringer på kommersielt grunnlag fremover. Enhver investering i dekning som foretas langs jernbanen i dag, innebærer at man bærer alle kostnadene nå for noe man kan forvente at staten vil delfinansiere hvis man utsetter beslutningen i noen år.

[redacted]

2.2.4 VI SAVNER EN DRØFTING AV HVORFOR DET OFFENTLIGE SKAL DEKKE KOSTNADER FOR BEDRE MOBILDEKNING

Jf. Rammeavtalens bilag punkt 1.2 skal problembeskrivelsen gjøre rede for hva det er som tilsier at det offentlige bør iverksette tiltak på området. At det eksisterer et problem og at det medfører vesentlige konsekvenser for samfunnet er ikke nødvendigvis nok til at det offentlige bør iverksette tiltak. Det er ikke åpenbart at staten her bør løse dette problemet ettersom tilbudet av mobildekning allerede er satt ut til det private. Etter vår vurdering har KVUen i for liten grad problematisert prinsipielle utfordringer rundt at det offentlige blander seg inn i et marked der tilbudet av mobildekning er satt ut til private aktører. Dette kommer vi mer tilbake til i kapittel 9.

[18] *SJ AB er et svensk, statseid transportselskap som i hovedsak kjører persontrafikk med tog i Sverige. Begynte i juni 2020 å kjøre strekninger i Norge (trafikkpakke Nord).*

3 BEHOVSANALYSEN

KVUens behovsanalyse beskriver bredden i aktuelle, konkrete behov relatert til problembeskrivelsen vurdert i et overordnet samfunnsperspektiv. Behovsanalysen identifiserer relevante interessenter. Metode og prosess for å få frem bredden og vurdere styrken i behovene synes tilpasset til prosjektets omfang og kompleksitet. Behovsanalysen er konsistent opp mot problembeskrivelsen og behovet som ligger til grunn for den videre utredningen er reelt. Vi har en kommentar til at toget som fremkomstmiddel trolig ikke vil være like miljøvennlig relativt til andre transportformer i fremtiden, gitt utviklingen i samfunnet knyttet til elektrifisering av bilparken. Etter vår vurdering er også kapasitetsbehovet som er angitt for å gi God dekning i øvre sjiktet for dagens konsum av mobiltjenester på toget, men vi ser argumenter for hvorfor det kan være hensiktsmessig å heller overdimensjonere enn å underdimensjonere utbygging av mobildekningen, særlig i jernbanetunnelene.

KVUens prosjektutløsende behov er definert som: Det er behov for bedre mobildekning om bord i tog for å legge til rette for effektiv bruk av reisetid.

Tabell 3 Delkonklusjon Behovsanalysen

Element	Vår vurdering
Tilfredsstillende beskrivelse av interessenter og aktører	
Konsistens i behovsanalysens oppbygging og konsistens mot problembeskrivelsen	
Analysen inneholder en vurdering av styrken i de ulike identifiserte behovene og det fremkommer hvilket behov som skal legges til grunn for den videre utredningen	

3.1 BEHOVSANALYSEN I KVUEN

Behovsanalysen i KVUen er omtalt i kapittel 3 i Hovedrapporten, samt i KVUens delrapport 2 Behovsanalyse. Behovsanalysen omfatter normative behov utledet av politisk vedtatte mål, etterspørselsbaserte behov som skyldes gap mellom tilbudt kapasitet/ytelse og etterspørsel i dag og i fremtiden, samt en interessentanalyse som vurderer hvilke grupper som berøres av det aktuelle tiltaket.

Normative behov

KVUen trekker frem normative behov på nasjonalt nivå knyttet til mål for transport- og ekompolitikken i stortingsmeldinger. KVUen påpeker at det overordnede og langsiktige transportpolitiske målet er et sikkert transport- og kommunikasjonssystem som fremmer verdiskaping og bidrar til omstilling til lavutslippssamfunnet. Hovedmålet for ekompolitikken omfatter blant annet mobilnett som virkemiddel for vekst og deltakelse, sikring av sikre og robuste ekomnett og tilrettelegging for innovasjon og bærekraftig konkurranse. Bedre mobildekning på tog er spesifisert som et selvstendig mål for ekompolitikken i Meld. St. 27 (2015-2016) Digital Agenda for Norge.

Etterspørselsbaserte behov

Det er brukt tre ulike metoder for å vurdere de etterspørselsbaserte behovene i denne KVUen:

- Aggregert behov for kapasitet i et passerende tog beregnes ved å summere behov for kapasitet ut fra forutsetninger om antall passasjerer, fordeling mellom ulike grupper reisende/ reisehensikter og bruksmønster for hver av gruppene. Analysen antyder at det bør være en kapasitet i nettet på over 0,5 Mbps per passasjer for at basistjenester skal fungere.
- Samlet behov per tog er registrert på en utvalgt basestasjon, ved å observere endring i aktivitet og belastning på basestasjonen før, under og etter togpasseringer. Analysen viste at passasjerene i snitt benyttet under 0,5 Mbps. Det høyeste som ble registrert var 1,8 Mbps i snitt per passasjer.
- Test av tjenestekvalitet på vanlige mobilbaserte tjenester med varierende begrensninger i

tilgjengelig mobilhastighet. Testen viser at de viktigste mobiltjenestene fungerer godt med en hastighet på ca. 2 Mbps per passasjer.

KVUen påpeker at samfunnet ønsker økt andel miljøvennlige reiser. Å legge til rette for mer effektiv utnyttelse av reisetid på toget vil ifølge KVUen stimulere til økt andel togreiser og derigjennom økt andel miljøvennlige reiser. Bedre mobildekning langs jernbanen vil være et viktig stimuli til dette. Da kan passasjerene benytte reisetiden til andre gjøremål eller bli underholdt slik at de opplever reisetiden på toget som mindre belastende.

For å oppnå økt andel togreiser gjennom utbygging av mobildekning så må det bygges et robust og fremtidsrettet nett. Mobilnettet bør levere hastigheter som gjør det mulig å benytte de fleste nett-tjenester på toget. Dette defineres som God dekning. Som et minimum bør digitale tjenester som epost, nedlasting av nettsider, nettbank, filnedlasting av få små filer, strømming av lyd osv. fungere relativt godt. Det defineres som Middels dekning.

For KVUen er det lagt til grunn at 5 Mbps per samtidig, aktiv mobilbruker er tilstrekkelig til å levere God kvalitet på digitale tjenester.[19] Dette er i overensstemmelse med det alle mobiloperatørene mener er nødvendig kapasitet. Tabellen under viser de tre ulike nivåene med kapasitet som KVUen benytter:

Tabell 4 Dimensjonerende behov for kapasitet presentert i KVUen

Hastighet	Dimensjonerende behov	Beskrivelse
God dekning	5 Mbps og oppover	Mulig å benytte de fleste nettjenester på toget
Middels dekning	1,25-5 Mbps	E-post, nedlastning av nettsider, filnedlasting av små filer, strømming av lyd osv. fungerer relativt godt
Dårlig dekning	Under 1,25 Mbps	Oppstart av applikasjoner og data ned-/opplastning ikke tilstrekkelig rask

En forutsetning for god kvalitet i bruk av nettjenestene er ifølge KVUen også at det er kontinuerlig dekning og tilstrekkelig kapasitet i mobilnettene langs jernbanen. For å oppnå dette må mobilsignalene være tilgjengelige både i frittland langs jernbanen og inne i jernbanetunnelene. Flere små dekningshull som kommer med kort avstand til hverandre vil kunne svekke kvaliteten på mobildekningen slik at den ikke oppleves som kontinuerlig.

[redacted]

Interessentgruppers behov

KVUen deler de identifiserte behovene inn i tre hovedgrupper:

- Ulike passasjerers behov for mobildekning for å utnytte reisetida til andre gjøremål, herunder

[19] KVUen legger til grunn en antagelse om at 80 % av passasjerene har terminal koblet til mobilnettet, og at til enhver tid så er 1/3 av disse terminalene aktive på mobilnettet. På et tog med 300 passasjerer forutsettes følgelig at 80 terminaler (26,7 % av passasjerantallet) til enhver tid er aktive på mobilnettet.

næringslivets behov for økt verdiskaping på tjenestereiser

- Etater og statlige selskapers behov for mobildekning som virkemiddel for å nå nasjonale transportmål, miljømål og behov relatert til togdrift (fremtidig overgang fra GSM-R til FRMCS kan bli mulig via de kommersielle mobilnettene) og samfunnssikkerhet og beredskap (DSBs fremtidige overgang til nytt nødnett)
- Ulike aktørers (myndigheter og selskaper) behov knyttet til økonomi og konkurranseforhold i mobilmarkedet.

Tabell 5 KVUens beskrivelse av interessentene

Interessenter	Reiseformål/rolle	Behov for
Primære		
Togpassasjerer	Tjenestereiser, arbeidsreiser, fritidsreiser	Bedre utnyttelse av reisetid
Næringsliv	Tjeneste- og arbeidsreiser	Økt verdiskaping
Sekundære		
Bane NOR	Eier infrastruktur, inkl. eget nett GSM-R til togframføring	God opplevelse for de reisende for å øke andel togreiser, mobildekning for togframføring
DSB	Eier Nødnett	Nødnett med god dekning over hele landet og nær 100 prosent oppetid
Norske Tog AS	Utleier av togmateriell	God mobildekning i togene
Togoperatører	Produserer persontogtjenester	God tilgang til mobiltjenester til passasjerene, mobildekning for overvåkingssystemer (IoT[20])
Teleoperatører som eier nettverk	Infrastruktur mobilnett, teletjenester (Telenor, Telia, ICE)	Bedriftsøkonomisk lønnsomhet, fornøyde kunder og økt marked (sandel)
Nkom	Regulerer og har tilsyn med teleoperatørene	Konkurranse i ekomsektoren
Nødetatene	Operativt ansvar for sikkerhet og beredskap	Stabil mobildekning overalt
Fylkeskommunene	Ansvar for regional utvikling	Effektiv og miljøvennlig transport, utvide felles bo- og arbeidsmarked (regionforstørring)
Miljøvern- og friluftsinteresser	Ivaretar miljøvern og friluftsliv	Bevare viktige natur- områder og landskap

KVUen påpeker at passasjerer og andre brukere har relativt sammenfallende behov for dekning og kapasitet. På strekninger med dårlig mobilkapasitet er det ikke mulig å dekke samlet etterspørsel fra et passerende tog. I slike tilfeller kan det være konflikt mellom passasjerer som etterspør lite kapasitet og et fåtall som benytter strømmetjenester og nettbaserte spill. Resultatet kan bli at ingen får dekket sitt behov med ønsket kvalitet.

KVUen påpeker også at etater og statlige og private selskapers behov knyttet til økonomi og konkurranse

[20] *Tingenes internett, også kjent under det engelske begrepet Internet of Things, er nettverket av identifiserbare gjenstander som er utstyrt med elektronikk, programvare, sensorer, aktuatorer og nettverk som gjør gjenstandene i stand til å koble seg til hverandre og utveksle data.*

i større grad kan være i konflikt med hverandre. Disse behovene kan også være i konflikt med passasjerenes behov for mobildekning med ønsket kvalitet til lavest mulig pris:

- Bedre dekning i et område kan være samfunnsøkonomisk lønnsomt uten at det er bedriftsøkonomisk interessant for mobiloperatørene å bygge nødvendig infrastruktur
- Det er trolig konflikt mellom passasjerenes behov for mobildekning og mobilselskapenes behov for lønnsomhet. Passasjerene er misfornøyd med dagens mobildekning, men ifølge mobiloperatørene skyldes manglende dekning at selskapene ikke finner det bedriftsøkonomisk fordelaktig å investere i disse områdene.
- Det kan være en konflikt mellom brukernes behov for mobildekning, og hva det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å bygge ut.

Prosjektutløsende behov

KVUen har formulert følgende prosjektutløsende behov:

Det er behov for bedre mobildekning om bord i tog for å legge til rette for effektiv bruk av reisetid

3.2 VÅR VURDERING AV BEHOVSANALYSEN I KVUEN

3.2.1 BESKRIVELSEN AV INTERESSENTER OG AKTØRER I KVUEN SYNES Å VÆRE TILFREDSSTILLENDE

Listen av interessenter som presenteres i KVUen synes å være uttømmende for det som er naturlige interessenter i denne KVUen.

Vi har gjennomført intervjuer med alle interessentene, med unntak av de mer generelle «togpassasjerer» og «næringsliv», samt nødetatene, fylkeskommunene og miljøvern- og friluftslivsinteresser. Samferdselsdepartementet har i oppdragsbrevet gitt eksplisitt uttrykk for at de ikke anser det som nødvendig med en fullstendig interessentinvolvering på linje med eksempelvis veiprosjekter for denne KVUen, og at det derfor er mindre relevant med utstrakt involvering av lokale og regionale myndigheter. Når det gjelder miljøvern- og friluftslivsinteresser så har prosjektet opplyst om at slike aktører er mer relevante å inkludere på mer detaljert plannivå, når de lokale konsekvensene av infrastruktur blir mer klart. Selv om basestasjoner kan utgjøre et inngrep i landskapsbildet, er det ikke inngrep som vil dominere landskapsbildet i like stor grad som f.eks. høyspentmaster eller vindmøller. Teleoperatørene har erfaring fra involvering i slike prosesser, og det finnes også særskilte regler for utbygging og tilrettelegging av slikt utstyr i vernede områder.

Etter vår oppfatning er det beskrevet behov som det er naturlig å tilskrive de ulike interessentene for denne KVUen. Vi har likevel merknader til et par punkter.

Bane NOR vil som eier av infrastruktur, inkl. eget nett GSM-R til togframføring, ha interesser ikke bare av en «god opplevelse for de reisende for å øke andel togreiser, samt mobildekning for togframføring», jf. Tabell 5. De vil også ha interesse av at utbygging av mobildekning langs jernbanen, og særskilt i tunnelene, gjøres på en mest mulig kostnadseffektiv måte sett opp mot andre infrastruktur- og vedlikeholdstiltak. Dette er en mulig interessekonflikt ved utbygging av bedre mobildekning langs jernbanen. Fremgangsmåten for utbygging bør til en viss grad ta hensyn til Bane NORs behov i planleggingen og gjennomføring, for eksempel i rekkefølgen på utbyggingen. Dette kommer vi mer tilbake til i kapittel 11.2.2.

I tillegg vil vi påpeke at **togoperatørene og de reisende** vil ha et behov for at arbeid på linjen skjer på tidspunkter som fører til minst mulig forstyrrelse av den planlagte trafikken.

3.2.2 STYRKEN I BEHOV OG HVILKE BEHOV SOM SKAL LIGGE TIL GRUNN FOR DEN VIDERE UTREDNINGEN ER KLARGJORT I KVUEN

Etter vår vurdering er behovsanalysen konsistent opp mot problemet som trekkes frem i problemanalysen. Styrken i behovene er knyttet til normative behov, samt til de etterspørselsbaserte behovene som er viktige for dimensjoneringen av hvilken utbygging som i tilstrekkelig grad vil løse problemene.

De normative behovene er tydelige, men vi vil påpeke at det er usikkert om toget i fremtiden vil være et like miljøvennlig alternativ relativt til andre transportformer som i dag

Vi vurderer at intensjonen med å bedre mobildekning langs jernbanen er i tråd med normative behov og politiske føringer. Generelt sett er føringene fra disse at bredbånd og god mobildekning er en forutsetning for både næringsvirksomhet, bosetning og en viktig del av den infrastrukturen som befolkningen trenger i dag. En utvidelse av mobildekningen er i tråd med de mer normative og politiske føringene i samfunnet, representert gjennom ekompolitikken og Meld. St. 27 (2015-2016) Digital Agenda for Norge.

Som det påpekes i KVUen er bedre mobildekning på tog spesifisert som et selvstendig mål for ekompolitikken. Det er spesifisert i Meld. St. 27 (2015-2016) Digital Agenda for Norge at Regjeringen vil «*at Jernbaneverket fortsatt skal legge til rette for gjenbruk av Jernbaneverkets GSM-R infrastruktur for å bidra til økt dekning langs jernbanen, at Jernbaneverket arbeider med bedring av dekningen i tunneler, legge til rette for et best mulig samarbeid mellom Jernbaneverket, togselskaper og mobiltilbydere for å bedre mobildekningen for togreisende*».[21]

Bedring av mobildekningen langs jernbanen (og i forlengelsen togets konkurranseevne) bidrar også til samferdselspolitikken gjennom å gjøre mer klimavennlige transportformer mer attraktive. To av målene i gjeldende Nasjonal transportplan er å redusere klimagassutslipp i tråd med en omstilling mot et lavutslippssamfunn og redusere andre negative miljøkonsekvenser.[22] Bedre mobildekning langs jernbanen bygger opp under dette gjennom å øke togets konkurranseevne og dermed gjøre et miljøvennlig alternativ til et mer attraktivt valg for befolkningen når de velger transportform.

Vi ønsker likevel å påpeke at det forventes at bilparken i større grad elektrifiseres i årene fremover. Dette fører til at de samlede utslippene fra vegtrafikk forventes å gå ned. Det er dermed ikke gitt at toget vil ha den samme posisjonen som det miljøvennlige alternativet hvis man ser langt nok frem. Vi viser til rapporten fra det såkalte Teknologiutvalget, som blant annet trekker frem: «*Når utviklingen om få år kan gjøre det mulig å tilby transport på vei uten klimagassutslipp, vil det kunne utfordre klimabegrunnede investeringer i jernbane*.»[23].

Denne usikkerheten rundt de fremtidige klimaeffektene ved at flere velger toget som transportform vises også i vurderingen av størrelsen på denne nytteeffekten i kap. 8.2.3. Dersom toget ikke vil være like klimavennlig i fremtiden, kan det tale imot at investeringer bør gjøres som følge av den delen av samfunnsproblemet som er knyttet til å øke togets konkurransekraft.

Etterspørselsbaserte behov synes å ligge i øvre sjiktet av hva som kan forventes, men det kan være hensiktsmessig å dimensjonere med hensyn til å redusere risiko for re-investeringer.

Når det gjelder etterspørselsbaserte behov har KVUen kommet frem til at 5 Mbps per samtidig, aktiv mobilbruker er det som anses som tilstrekkelig til å levere God kvalitet på digitale tjenester. KVUen

---

[21] Regjeringen (2016) Meld.St.27 (2015-2016) Digital Agenda for Norge: https://www.regjeringen.no/contentassets/fe3e34b866034b82b9c623c5cec39823/no/pdfs/stm201520160027000dddpdfs.pdf (punkt 28.1 Mobildekning på tog)

[22] Regjeringen (2017) Meld.St.33 (2016-2017) Nasjonal transportplan 2018-2029: https://www.regjeringen.no/contentassets/7c52fd2938ca42209e4286fe86bb28bd/no/pdfs/stm201620170033000dddpdfs.pdf

[23] Teknologiutvalget (2019) Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet: https://www.regjeringen.no/contentassets/ccdc68196014468696acac6e5cc4f0e7/rapport-teknologiutvalget_web.pdf (s. 14)

påpeker at dette er i overensstemmelse med det alle mobiloperatørene mener er nødvendig kapasitet. Gjennom intervjuene med interessentene har vi også fått inntrykk av at 5 Mbps forventes fra aktørene å være et rimelig mål når det gjelder å skulle kunne tilby God dekning.

KVUen har gjennomført ulike beregninger for å se på hva som er dagens behov. En tilnærming har vært å estimere ulike brukerprofilers behov (forretningsreisende, studenter, pendlere). Gjennom å beregne vektede gjennomsnitt av disse profilene kan man få en antatt gjennomsnittsprofil for togreisende. Ved å bruke denne tilnærmingen kommer man frem til et gjennomsnittlig behov i underkant av 1 Mbps (0,32-0,73 Mbps avhengig av profil). Dette er generelt lavere enn hva som oppgis som terskelverdien i KVUen for å skulle gi God dekning.

Tilsvarende har prosjektet fått gjennomført en måling i Holmestrandtunnelen. Denne målingen viste en gjennomsnittlig observert nedlastingshastighet per passasjer på 0,3 Mbps, mens den høyeste nedlastningshastigheten som ble levert per passasjer var 1,8 Mbps i den perioden toget passerte. Forsøket i Holmestrandtunnelen viser at det faktiske konsumet av data trolig er godt under 5 Mbps per samtidig, aktiv mobilbruker.

I oppsummeringen i delrapport 2 Behovsanalysen skriver KVUen om de etterspørselsbaserte behovene at: «*Analysen viser at et stasjonært mobilnett med kapasitet rundt 2 Mbps tilgjengelig for én bruker leverer kvalitet som gjør at de fleste nettjenester (inklusiv video og spill) fungerer godt. En passasjers behov for kapasitet i mobilnettet variere med aktiviteten som utføres på terminalen. Over tid antas en variert miks av reisende å ha et gjennomsnittlig behov for 0,5 Mbps per passasjer, forutsatt lite bruk av videostrømming og kapasitetskrevende onlinespill. Mobilnettet langs jernbane må dimensjoneres slik at kapasiteten oppleves tilfredsstillende for de passasjerene som til enhver tid er aktive brukere av mobilnettet*.» (s. 23). Det er dermed trolig at 5 Mbps ligger i det øvre sjiktet i forhold til dimensjonerende behov for utbygging av mobildekning langs jernbanen, i hvert fall i forhold til dagens konsum.

Det vises også til rapport om Plan for bedre nettdekning til togreisende der det påpekes at danske myndigheter har begrenset seg til at sluttbruker (om bord på tog) skal kunne forvente å bruke toget som en «funksjonsdyktig arbeidsplass», noe som vil kreve i området 2-5 Mbps (typisk bruk av e-posttjenester, dokumenthåndtering og enklere internettsøk, men da ikke strømming av video).[24]

Vi ønsker likevel å vektlegge at konsumet av mobile tjenester i samfunnet generelt er økende, ettersom befolkningen tar i bruk tjenester som konsumerer mer data, samt at flere og flere tar i bruk mobile tjenester. Eksempelvis strømmetjenester og andre apper som krever overføring av større datamengder per sekund. Samtidig kan det forventes at det stadig forbedres teknikker for komprimering, noe som bidrar til reduksjon av nødvendig datakvalitet. I sum er det likevel rimelig å forvente en generell økning i etterspørselen etter datakraft etter hvert som digitaliseringen av samfunnet øker.

Etter vår oppfatning er behovet på 5 Mbps per aktiv bruker et behov som nok ligger i øvre sjiktet av hva som kan forventes å være faktiske behov, sett opp mot dagens konsum av mobiltjenester på tog. Det er likevel faktorer som taler for at når man først skal bygge ut mobildekning langs jernbanen, så er det hensiktsmessig å dimensjonere denne utbyggingen mot fremtidige behov på en slik at man unngår å måtte reinvestere eller dimensjonere opp utbyggingen kort tid etter at den initiale utbyggingen av kapasitet er foretatt. Særlig gjelder dette for utstyr inne i tunnelene, der selve installasjonen av utstyr er en fordyrende faktor da togene ikke kan operere normalt mens arbeidet pågår.

Når det gjelder frittland vil hovedkostnadene forbundet med infrastrukturen og en eventuell økning i kapasitet i fremtiden ikke være spesielt kostnadsdrivende. For frittland kan en derfor velge lavere kapasitet innledningsvis og heller oppskalere dersom behovet øker.

[24] Jernbanedirektoratet (2018) *Plan for bedre nettdekning for togreisende*: https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/d5814aa23525446f963420b7338a9b5b/plan-for-mobildekning-til-togreisende.pdf (s. 31-32)

Nødnett og FRMCS

Når det gjelder avhengigheter mellom denne KVUen og KVU Blålys i Nødnettene og FRMCS, vises det til våre vurderinger under kapittel 1.3. Vi er enig i at utbygging for å tilrettelegge for både bedre mobildekning for reisende, nødnett og fremtidens togradio må koordineres. Dette gjelder særlig for utbygging i tunnelene. Som for det dimensjonerende kapasitetsbehovet på 5 Mbps blir argumentet lignende; Ettersom selve installasjonen i tunnelene, ikke utstyret, utgjør det vesentligste av tunnelkostnadene, bør det sørges for å dimensjonere utbyggingen på en slik måte at nye arbeider i tunnel unngås i størst mulig grad. Nødnett, FRMCS og bedre nettdekning langs jernbanen kan ha relativt sammenfallende tidspunkter for utbygging, noe som kan forenkle koordineringen. Man bør også optimere tidsmessig arbeidet som utføres i forbindelse med installeringen slik at det i minst mulig grad påvirker den planlagte trafikken og sammenfaller med Bane NORs øvrige behov i forhold til utbedringer og vedlikehold.

4 STRATEGISKE MÅL

KVUen beskriver strategiske mål som har et godt grunnlag i problembeskrivelsen og behovsanalysen. Det forekommer ikke innebygde motsetninger i målstrukturen og målstrukturen er konsistent mot foregående kapitler. De oppgitte effektmålene er etter vårt syn ikke presist nok angitte til å sikre operativ styring med prosjektet, og vår anbefaling er at prosjektet forbedrer målene i henhold til våre vurderinger og tilbakemeldinger i videre faser. Slik målene nå er satt opp er det vanskelig å verifisere i ettertid graden av måloppnåelse. Effektmålene beskriver en ønsket tilstand etter gjennomføringen av tiltaket, men mangler noen egenskaper for å gjøre dem til gode prosjektspesifikke mål.

KVUens samfunnsmål er definert som: Økt verdiskapning gjennom bedre utnyttelse av reisetid og økt andel miljøvennlige reiser.

Tabell 6 Delkonklusjon Strategikapitlet

Element	Vår vurdering
Oppgitte samfunnsmål og effektmål er presist nok angitt til å sikre operativ styring med prosjektet	
Gode prosjektspesifikke mål	
Det foreligger ikke innebygde motsetninger i målstrukturen og den er ikke for komplisert til å være operasjonell. Konsistens mellom mål på ulike nivåer og mellom mål på samme nivå	

4.1 STRATEGIKAPITTEL I KVUEN

Strategikapittelet i KVUen er omtalt i kapittel 4 i hovedrapporten, samt i KVUens delrapport 3 Strategiske mål og rammebetingelser. Det er også gjort en vurdering av måloppnåelse for konseptene som er tatt med videre til alternativanalysen i KVUens kapittel 6.4 Analyse av konseptene.

Med utgangspunkt i problembeskrivelsen og behovsanalysen er det i KVUen formulert et samfunnsmål som legges til grunn for utvikling og evaluering av aktuelle konsepter:

Økt verdiskapning gjennom bedre utnyttelse av reisetid og økt andel miljøvennlige reiser

I KVUen er det presisert at med *økt verdiskaping* menes det i denne sammenheng først og fremst bedre mulighet for å utnytte digitale tjenester på togreiser, blant annet mulighet for å arbeide effektivt. God kvalitet på digitale tjenester gjør det mulig å utnytte reisetiden mer effektivt eller korte ned på den opplevde reisetiden (redusere reisetidsulempen) for alle typer reisende. Bedre mobildekning kan blant annet bety at mindre arbeidstid går tapt på arbeids- og tjenestereiser med tog. Bruk av mobilnettet på ikke-arbeidsrelaterte reiser har også betydning for verdiskaping. Alle reisende som kan benytte tiden på toget til praktiske gjøremål (nettbank, innkjøp, koordinering etc.), frigjør tid til andre viktige oppgaver eller aktiviteter når de ikke reiser.

I tillegg til direkte nytte i form av reduserte tidskostnader for ulike reiseformål kan bedre mobildekning bidra til utvidelse av funksjonelle arbeids- og boligmarkeder rundt større byer, såkalt regionforstørring.

Samfunnsmålets del om *miljøvennlige reiser* er knyttet til ønsket overgang fra bil- og flyreiser til reiser med tog. Med dagens teknologi gir togreiser vesentlig lavere miljøbelastning enn bil og fly når det gjelder klimagassutslipp, lokale utslipp og støy.

Det er formulert ett effektmål til hver av de to delene av samfunnsmålet:

Tabell 7 Samfunnsmål, effektmål og indikatorer i KVUen

Samfunnsmål	Effektmål	Vurderingsmetode i KVUen
Økt verdiskapning	Bedre mulighet for å utnytte digitale tjenester, blant annet kunne arbeide mer effektivt	Endring i mobildekning langs jernbanen beregnet med modell utviklet for konseptvalgutredningen
Økt andel miljøvennlige reiser	Økt andel togreiser	Kvalitativ vurdering ut fra etterspørselselastisitet for togreiser

Konseptenes virkninger for mobildekning for togpassasjerer er beregnet ved hjelp av en modell utviklet i konseptvalgutredningen. Modellen kopler investeringer i mobilnettet med endret kvalitet i mobildekning langs jernbanenettet.

Effektmålet om miljøvennlig transport er knyttet til økt andel togreiser. Måloppnåelse for de ulike konseptene vurderes kvalitativt ut fra kunnskap om sammenheng mellom tilbudsforbedringer og økt etterspørsel etter togreiser (etterspørselselastisiteter).

KVUen påpeker at etter at hele eller deler av valgt konsept er gjennomført vil det være mulig å måle faktiske endringer, men i mange tilfeller kan det være vanskelig å identifisere en direkte årsakssammenheng mellom observert endring og forbedret mobildekning. Forbedring i mobildekning kan måles direkte ved registreringer langs jernbanenettet (Roger 1000) og mer indirekte i undersøkelser av kundetilfredshet. Faktisk utvikling i togreiser vil på den annen side avhenge av en rekke faktorer som for eksempel endring i reisetid med ulike transportmidler, køproblemer på vegene og omfang av bompenger og annen trafikantbetaling.

4.2 VÅR VURDERING AV STRATEGIKAPITTELET I KVUEN

4.2.1 SAMFUNNSMÅLET VISER INTENSJONEN MED TILTAKET, MEN AVVIKER NOE FRA DET PROSJEKTUTLØSENDE BEHOVET

Samfunnsmålet om *økt verdiskapning gjennom bedre utnyttelse av reisetid og økt andel miljøvennlige reiser* synes å være et dekkende samfunnsmål. I løpet av våre intervjuer med interessenter trekkes muligheten til å jobbe på tog og utnytte tiden effektivt, samt styrken til togets konkurranseevne som bedre nettdekning vil gi, frem som de to hovedeffektene man kan forvente av bedre nettdekning. Etter vår vurdering er det oppgitte samfunnsmålet et godt uttrykk for den nytten eller verdiskapningen som tiltaket skal føre til for samfunnet og det viser eiers intensjon og ambisjon med tiltaket.

Vi har noen merknader til sammenhengen mellom formuleringene i det prosjektutløsende behovet og samfunnsmålet. Det prosjektutløsende behovet legger vekt på behovet for å legge til rette for *effektiv bruk av reisetid*. Samfunnsmålet vektlegger *økt verdiskapning*. Mer effektiv bruk av reisetid kan brukes til økt verdiskapning, men det kan også være i form av effektiv utnyttelse av de reisendes fritid slik prosjektet nevner rundt bruk av nettbank, strømming av video, etc. Vår oppfatning er at det er behovet for redusert reiseulempe man primært søker å tilfredsstille i denne KVUen, der en av de alternative anvendelsene av spart tid er å benytte tiden til verdiskapende arbeid.

Prosjektet legger vekt på mulighetene til å oppnå økt agglomerasjon som følge av bedre mobildekning. Dette knyttet til utvidelse av funksjonelle arbeids- og bomarkeder rundt større byer, såkalt regionforstørring. KVUen påpeker at større regioner blant annet betyr større samsvar mellom bedriftenes behov for kompetanse og tilgjengelig kompetanse innenfor akseptabel pendlingsavstand. Dette er et element som taler til samfunnsmålets formulering om økt verdiskapning i større grad enn til det mer generelle behovet knyttet til redusert reiseulempe.

Etter vår vurdering viser KVUen som helhet at prosjektet skal løse behov som er mer generelle enn behov som *kun* peker mot økt verdiskapning. Hvis man skulle vektlegge økt verdiskapning tungt i vurderingen av måloppnåelse kunne dette tilsi at det er primært i og rundt byer man burde søkt å forbedre mobildekningen. Vi kan derimot ikke se at dette er noe som følger i særlig grad videre til anbefalingen.

En ytterliggere kommentar knytter seg til Teknologiutvalgets vurderinger om at siden det om ikke så lenge kan bli mer miljøvennlig med transport på veg, så vil dette kunne utfordre klimabegrunnede investeringer i jernbane. Knytningen mellom tog og økt andel miljøvennlige reiser kan derfor bli mindre tydelig i fremtiden, selv om toget per i dag er et mer miljøvennlig alternativ enn vegtrafikken samlet og fly. Det er derfor ikke gitt at man oppnår de store miljøgevinstene med tiltak når man ser på lang nok sikt grunnet endrede forutsetninger. Vi kommer mer tilbake til vurderinger av klimaeffekter i kap. 7.6.1 Effektmålene er relevante, men bør spesifiseres ytterliggere og gjøres mer målbare.

Effektmålene skal være et uttrykk for den direkte effekten av tiltaket, for eksempel den virkningen/ effekten tiltaket skal føre til for brukerne. Effektmålene skal være avledet av samfunnsmålet[25]. Effektmålene som er formulert i KVUen synes å tilfredsstille dette, og er klart avledet fra samfunnsmålet.

For å vurdere hvorvidt målene er presist nok angitt til å sikre operativ styring med prosjektet er det relevant å se hen til huskeregelen fra Concept-veilederen om at målene bør være SMART. Det vil si Spesifiserte – veldefinerte, entydige og ikke til å misforstå, Målbare – kvantitativt dersom mulig, eventuelt etterprøvbare på andre måter, Aksepterte – av alle berørte parter i prosjektet, hos prosjekteier og hos brukere, Realistiske – stor sannsynlighet for at de kan realiseres og Tidssatte – det skal angis når effektene eller resultatene skal være oppnådd.

Målene i denne KVUen anses **til en viss grad for å være spesifiserte**. De er definerte i den forstand at de begge peker mot en spesifikk effekt og at de viser til en ønsket tilstand etter tiltakets gjennomføring. Økt andel togreiser burde etter vårt syn vært formulert mer spesifikt i forhold til «andel av hva?». For eksempel: er effektmålet nådd dersom man øker andelen togreisers del av det *totale konsumet av kollektivreiser*? Eller er det nådd dersom man øker andelen togreisers del av det *totale antallet reiser generelt* (inklusiv bil, sykkel etc.)?

I tillegg til dette vil en problemstilling ved å legge vekt på andel, i motsetning til antall, være at man i prinsippet kan ha måloppnåelse på dette effektmålet selv uten økt antall togreiser. Eksempelvis dersom togreisenes andel øker som følge av en reduksjon i antall flyreiser og/eller reiser på veg av andre årsaker. Dette henger også sammen med punktet om målene er prosjektspesifikke.

Målene i KVUen er **i mindre grad målbare**. Prosjektet har satt opp indikatorer, men disse indikatorene er begge basert på modellmessige størrelser som ligger til grunn for modeller som vurderer nytte i forkant av beslutning om tiltaket skal gjennomføres. Det sies lite om hvor mye man ønsker eller kan forvente å øke andelen togreiser som følge av tiltaket. Det er i mindre grad også beskrevet hvordan dette skal måles i etterkant, selv om det vises til at «*Etter at hele eller deler av valgt konsept er gjennomført vil det være mulig å måle faktiske endringer, men i mange tilfeller kan det være vanskelig å identifisere en direkte årsakssammenheng mellom observert endring og forbedret mobildekning*»[26].

Per nå vil det være uklart om effektmålet er nådd dersom man øker andelen togreiser som del av det totale konsumet *av kollektivtransport* med 1 prosent. Eller om effektmålet er nådd om man øker andelen togreiser som del av det totale konsumet *av reiser generelt* med 1 prosent. Eller om man ønsker en enda høyere vekst i andelen togreiser. Dette henger også sammen med om målene er prosjektspesifikke. Hvordan skal man måle at en eventuell økt andel togreiser skyldes bedre nettdekning, når det like godt kan skyldes andre faktorer som hyppigere togavganger, bedre regularitet for togene, bedre komfort på togene eller et skift i befolkningens adferd mot å benytte seg av tog grunnet ønsket om å reise mer klimavennlig?

Prosjektet anerkjenner dette med å vise til at «*Forbedring i mobildekning kan måles direkte ved registreringer langs jernbanenettet (ROGER 1000) og mer indirekte i undersøkelser av kundetilfredshet. Faktisk utvikling i togreiser vil på den annen side avhenge av en rekke faktorer som for eksempel endring*

[25] Finansdepartementet/Concept programmet på NTNU (2010) *Concept veileder, nr. 10 Målstruktur og målformulering: https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1263838555/Veileder%20nr%2010%20M%C3%A5lstruktur%20og%20m%C3%A5loppn%C3%A5else.pdf*

[26] *Delrapport 3 Strategiske mål og rammebetingelser, s. 8.*

i reisetid med ulike transportmidler, køproblemer på vegene og omfang av bompenger og annen trafikantbetaling.»[27].

Målene i KVUen **fremstår som aksepterte**. I våre intervjuer med prosjektets interessenter støtter alle opp om at dette er relevante og aksepterte mål. Det er ingen som har motforestillinger mot at disse effektene ønskes oppnådd.

Etter vår vurdering er **målene til en viss grad realistiske.** De er realistiske i den forstand at ved suksessfull gjennomføring av prosjektet så vil samfunnet være i en tilstand der det er «bedre mulighet til å utnytte digitale tjenester» på toget, og en tilstand der andelen togreiser som følge av bedre nettdekning trolig har økt. Man kan si at målene er realistiske fordi det i mindre grad vises til styrken i hvor mye økning man ønsker i andelen togreiser, samt hvor mye bedre man ønsker at mulighetene for å utnytte digitale tjenester om bord på toget skal bli. Slik målene er satt opp vil man i teorien ha måloppnåelse kun ved en marginal økning i andelen togreiser.

Målene i KVUen **er ikke tidssatte**. Dette har betydning for den operative styringen av prosjektet fordi det per nå er vanskelig å vite i) hvor sterk effektene skal være, og ii) når disse effektene skal oppnås. I mange tilfeller kan det være prematurt å fokusere for mye på tidsavgrensningen på KVU/KS1 nivå, da prosjektet uansett skal konkretiseres ytterliggere gjennom en prosess med styringsdokument og forprosjekt i senere faser. Det er likevel relevant for beslutningstakere å vite noe om når man forventer å nå målene for tiltaket i tillegg til effekten av å nå målene.

Det anbefales at prosjektet i videre faser arbeider mer med å spesifisere målene og sørge for at de forstås entydig. Vi anbefaler også at det i større grad enn nå sørges for at målene er målbare, og at en tidsavgrenser målene. Uten å gjennomføre disse tiltakene blir det etter vår oppfatning vanskelig å benytte målene til å sikre god operativ styring med prosjektet.

Den samfunnsøkonomiske analysen, samt forenklede eller mer avanserte trafikkanalyser, vil i videre faser kunne gi pekepinn på hvilke fundament man kan innrette målene mot. Vi vil også nevne at samtidig som huskeregelen om SMARTE mål er viktig for å sikre veldefinerte mål som er egnet for å sikre operativ styring, må dette balanseres opp mot hensynet til at målene ikke blir *for* spesifikke slik at de luker ut gode løsninger for tidlig. Dersom vurderinger av hva som er riktig ambisjonsnivå på løsningen er en sentral del av utredningen i konseptfasen, kan for spesifikke og ambisiøse mål føre til at gode løsninger lukes ut i grovsilingen i alternativanalysen. Dette har ikke skjedd i denne KVUen, men kunne alternativt skjedd hvis målene hadde vært «for SMARTE». Det er derfor tilstrekkelig at målene gjøres mer SMARTE i videre faser.

4.2.2 MÅLENE I KVUEN ER TIL EN VISS GRAD PROSJEKTSPESIFIKKE, MEN VI HAR MERKNADER

Som beskrevet under målbarhet, savnes det særlig for effektmålet om økt andel togreiser en tydeligere prosjektspesifikk retning. Økt andel togreiser i fremtiden vil kunne drives frem av en rekke faktorer. Det bør søkes å i større grad tydeliggjøre hva effektene av dette prosjektet skal føre til i form av økte andeler (eller antall) togreiser ved å isolere effekten av bedre nettdekning bedre. Dette forsterkes av at det i selve KVUen ikke er gjennomført en transportanalyse som kunne gitt verdifull input for å bedre angi effekten av den bedre nettdekningen. Prosjektet har gjennomført en forenklet analyse som del av KS1-kvalitetssikringen og vi kommer mer tilbake til denne i kapittel 7.6.1 . Effektmålet om å gi «Bedre mulighet for å utnytte digitale tjenester, blant annet å kunne arbeide mer effektivt» er etter vår vurdering i tilstrekkelig grad prosjektspesifikt ettersom effekten mer tydelig her kan spores tilbake til KVUens konsepter.

[27] *Delrapport 3 Strategiske mål og rammebetingelser, s. 8.*

4.2.3 MÅLENE INNEHOLDER IKKE INNEBYGDE MOTSETNINGER OG MÅLENE ANSES FOR Å VÆRE KONSISTENTE MELLOM ULIKE NIVÅER OG MELLOM MÅL PÅ SAMME NIVÅ

Målene fremstår som konsistente mellom målene på ulike nivåer og mellom målene på samme nivå. Det er ikke identifisert eventuelle innebygde motsetninger i målstrukturen. Målene er etter vår oppfatning heller ikke for kompliserte til å kunne operasjonaliseres, men det vises til våre kommentarer til om målene er presise nok til å sikre operativ styring med prosjektet.

5 RAMMEBETINGELSER FOR KONSEPTVALG

Det er ikke noen rammebetingelser som avgrenser mulighetsrommet unødig i KVUen. Vi har enkelte kommentarer til konsistens i rammebetingelsene, ettersom rammebetingelsene etter vårt syn er en blanding av rammebetingelser og føringer for forprosjektet. Enkelte av rammebetingelsene har ikke hatt betydning for konseptutformingen.

Tabell 8 Delkonklusjon Rammebetingelser

Element	Vår vurdering
Konsistent oppbygging av rammebetingelsene og konsistens mellom rammebetingelser	
Konsistens mellom rammebetingelser, strategi, behov og problembeskrivelse	
Rammebetingelsene avgrenser ikke mulighetsrommet unødig	

5.1 RAMMEBETINGELSESKAPITTEL I KVUEN

Det er utformet fire rammebetingelser:

Gjennomføring av et valgt konsept er avhengig av at minst én av mobiloperatørene finner det interessant å levere mobildekning på alle de strekningene der KVUen anbefaler styrket mobildekning. På denne bakgrunn har KVUen formulert en rammebetingelse som skal ivareta behovet for at nettoperatørene må medvirke til gjennomføring av tiltaket:

- **R1**: Konseptene må sørge for bedriftsøkonomisk attraktivitet for minst én av mobiloperatørene langs hver strekning der det anbefales styrket mobildekning.

KVUen har også formulert en rammebetingelse for å sikre sammenhengende kvalitet på strekninger der det investeres i infrastruktur for bedre mobildekning:

- **R2:** Ved utbygging av mobilnettet på en jernbanestrekning skal det minimum bygges middels god dekning (iht. TØI definisjon (Flügel, et al., 2020) på hele strekningen mellom to nabostasjoner.

Konsepter for bedre mobildekning skal ikke være til hinder for nye aktører i mobilmarkedet. Konkurransehensyn er blant annet ivaretatt i EUs regelverk for statsstøtte. På denne bakgrunn har KVUen formulert en egen rammebetingelse om konkurranse:

- **R3:** Konseptene må være i tråd med EUs regelverk for statsstøtte.

De tre rammebetingelsene over betraktes som absolutte og må oppfylles av alle konsepter som inngår i alternativanalysen.

Videre påpeker KVUen at vurdering av konsepter er det viktig å se på eventuelle forskjeller når det gjelder fleksibilitet:

- **R4:** Konseptene bør være fremtidsrettede og kunne utvikles i takt med nye digitale tjenester.

5.2 VÅR VURDERING AV RAMMEBETINGELSESKAPITTELET I KVUEN

Rammebetingelsene som er definert i KVUen avgrenser ikke mulighetsrommet unødig. Vi har heller ikke identifisert andre rammebetingelser enn det KVUen har identifisert. Vi har noen mindre kommentarer til KVUens rammebetingelser knyttet særlig til konsistens i oppbygging og konsistens mellom rammebetingelsene. Etter vårt syn er rammebetingelsene som er oppgitt i KVUen i realiteten en blanding av rammebetingelser og føringer for forprosjekt, der sistnevnte ikke har hatt betydning for konseptutformingen.

Rammebetingelse R1 om at konseptene må sørge for bedriftsøkonomisk attraktivitet for minst én av mobiloperatørene langs hver strekning der det anbefales styrket mobildekning er knyttet til at mobiloperatørene må ha interesse av å investere i mobildekning der KVUen anbefaler at dette bygges ut.

Etter vårt syn har ikke rammebetingelsen fått betydning i konseptutformingen. Konseptene, som omtales mer under kapittelet om mulighetsstudien, er utformet med tanke på hvilke strekninger langs jernbanen som skal bygges ut og til hvilken kapasitet. Hvorvidt en strekning er bedriftsøkonomisk lønnsom eller ikke for mobiloperatørene har ikke vært et kriterium i måten konseptene er satt opp på. Vi mener derfor at rammebetingelsen i realiteten ikke har fungert som en rammebetingelse. Det er heller en føring eller et prinsipp som er aktuelt når man utformer konkurransene på et senere tidspunkt, jf. KVUens kapittel 11 Føringer for forprosjektfasen.

Rammebetingelse R2 om at det ved utbygging av mobilnettet på en jernbanestrekning minimum skal bygges middels god dekning på hele strekningen mellom to nabostasjoner, er basert på behovet for kontinuerlig dekning som en forutsetning for å gi God opplevd kvalitet for de togreisende. Rammebetingelsen er stilt for å tilfredsstille dette behovet, og sikrer at konseptene som tas med videre ikke inkluderer alternativer der det ikke er kontinuerlig dekning.

Rammebetingelsen begrenser mulighetsrommet fra rene frittlandsdekning-alternativer, og fra optimerings-alternativer der man optimerer helt ned på det enkelte målepunktnivå. Samtidig er det slik at uten en rammebetingelse knyttet til kontinuerlig dekning vil alle målepunktene i realiteten være i spill. Slike alternativer virker å være mindre realistiske og relevante da mobildekningen som ville blitt tilbudt i slike tilfeller ville vært svært variabel.

Rammebetingelse (R3), om at konseptene må være i tråd med EUs regelverk for statsstøtte, har som hovedhensikt å sikre likebehandling av aktører i et marked. Vi oppfatter at dette er et krav som offentlig sektor må forholde seg til, men at den som rammebetingelse 1 kan tolkes mer som en føring for forprosjektet. Konseptenes utforming i KVUen er ikke påvirket av EU regelverket. Det substansielle, om hvordan vi oppfatter at dette kravet kan påvirke konkurransene, er kravet om likebehandling av mobiloperatørene. Disse kravene vil kunne påvirke oppsettet av konkurransene, men ikke selve konseptutformingen slik den er gjort i KVUen. EUs regelverk for statsstøtte må oppfylles blant annet ved å likebehandle aktørene, sikre maksimal konkurranse og gjennom dette påse at staten betaler markedspris. Vi er enige i at dette er et krav som prosjektet må forholde seg til, men slik vi ser det er det mer en føring for forprosjektet enn en rammebetingelse som avgrenser mulighetsrommet.

Rammebetingelse (R4) om at konseptene bør være fremtidsrettede og kunne utvikles i takt med nye digitale tjenester synes mer å være en retningsgivende formulering. Rammebetingelsen har lite betydning i praksis. Det er ikke foreslått alternativer som ikke er fremtidsrettede og ikke kan utvikles i takt med nye digitale tjenester.

I sum avgrenser ikke rammebetingelsene mulighetsrommet unødig. Det er kun R2 som bidrar til å avgrense mulighetsrommet slik vi ser det. Avgrensningen som følger av denne rammebetingelsen er etter vår mening fornuftig, og det er derfor ikke en unødig avgrensning. De øvrige rammebetingelsene mener vi at i praksis har hatt mindre betydning for konseptutformingen.

6 MULIGHETSSTUDIE

KVUens prosess og metoder som er benyttet i mulighetsstudien synes å være tilpasset tiltakets omfang og kompleksitet. Vår vurdering er at selv om prosjektet har ivaretatt full bredde i tilnærmingen, virkemidler og tiltak som alene eller i kombinasjon kan løse problemet, så har vi kommentarer til konseptenes design slik de foreligger. Vi mener at optimeringsalternativene TECH10 og TECH11 burde optimeres etter andre kriterier enn det som er gjort i KVUen. Det er dokumentert i KVUen hvordan grovsiling av tiltak er gjennomført og på hvilket grunnlag enkelte løsninger er valgt bort.

Tabell 9 Delkonklusjon Mulighetsstudien

Element	Vår vurdering
Prosess og anvendte metoder er tilpasset tiltakets omfang og kompleksitet	
Ivaretatt full bredde i tilnærminger, virkemidler og tiltak som alene eller i kombinasjon kan løse problemet en står overfor er ivaretatt	
Relevant avgrensning og konsistens med foregående kapitler	
Tilstrekkelig dokumentert hvordan en grovsiling av tiltak er gjennomført og på hvilket grunnlag enkelte løsninger eventuelt er lagt vekk	

6.1 MULIGHETSSTUDIEN I KVUEN

Mulighetsstudien er omtalt i kapittel 5 i KVUens hovedrapport, samt i KVUens vedlegg 9 Mulighetsstudien.

KVUen har hatt en innledende gjennomgang av et stort antall tiltak og virkemidler som kan bidra til bedre mobildekning, men som hver for seg ikke kan betraktes som egne, fullstendige konsepter. Prosjektet har lagt vekt på en åpen og kreativ prosess der mange interessenter og fagmiljøer er trukket inn. Våren 2019 ble det gjennomført et verksted med eksterne interessenter. Videre har det vært idémyldring i Jernbanedirektoratets prosjektgruppe høsten 2019.

6.1.1 KONSEPTUTVIKLING I KVUEN

Søk etter konsepter har foregått i fire steg der forventet investeringsramme øker for hvert steg;

Steg 1: Tiltak som påvirker etterspørsel

Tiltak som ble identifisert på dette trinnet var blant annet rettet mot digitale innholdstjenester om bord i togene. En lokal server på toget som kan tilby offline innhold til alle som er tilknyttet togets lokale Wifi-system vil kunne tilby tjenester som film, bøker mm. Prosjektet lar det være opp til togoperatørene om de vil iverksette slike tiltak for egen regning dersom de ønsker det. Til sist var også muligheten for å styre etterspørselen ved å heve prisene på bruk av mobildata/Wifi nevnt som et mulig tiltak på dette trinnet.

Steg 2: Tiltak som gir mer effektiv utnyttelse av eksisterende infrastruktur

Eksisterende infrastruktur som kan være særlig interessant er Bane NORs GSM-R basestasjoner som gir GSM-R-dekning ved hjelp av lave frekvenser. Det ble også foreslått tiltak som gjelder oppgradering av Wifi og installering av mobilforsterkere i togene. Installasjon av mobilforsterkere er allerede i gang i regi av Norske Tog.

Steg 3: Forbedringer av eksisterende infrastruktur (mindre investeringer)

Intelligente antenne-/mottakersystem både på togene og ved basestasjonene ble foreslått som et tiltak hvor blant annet retningsstyrte antenner kan «siktes» inn mellom tog og basestasjon. Det ble også diskutert oppgradering av eksisterende basestasjoner, slik at kapasiteten blir bedre enn i dag. Videre ble det løftet frem tiltak rettet mot samordning mellom flere aktører (Bane NOR og mobiloperatørene) slik at de kan dele på felles infrastruktur og utstyr, koordinert utbygging langs sporet og i jernbanetunnelene og

felles repeaterløsning i tunnelene der både GSM-R, kommersielle nett og nødnett kan dele på komponenter i tunnelens repeatersystem. Konsept knyttet til intelligente antennesystemer for sending og mottak av signaler siles ut i KVUen pga. det i all hovedsak kun vil gi effekt på kapasitet og ikke på utvidet dekning langs jernbanen.

Steg 4: Nyinvesteringer og større ombygginger av infrastruktur

På dette steget behandles det blant annet løsninger knyttet til utbygging av mobilnettet langs jernbanen, bruk av Track Side teknologi for å tilby nettdekning, bruk av satellitter og et offentlig eid mobilnett langs jernbanen. Prosjektets vurderinger er kort gjengitt under:

- Satellittsystemer er silt ut pga. umoden teknologi, at ingen systemer foreløpig er fullt operative, geografiske utfordringer og at kapasitet og kostnad er usikkert. Dette vurderes derfor av prosjektet som uaktuelt for pågående utredning, men kan bli mer relevant i fremtiden.
- Track Side løsninger er Wifi-basert og frekvensspekteret er 2,4 GHz og 5 GHz. Rekkevidden for en slik basestasjon er 50 meter og vil kreve et enormt antall Wifi-basestasjoner langs jernbanenettet som alle vil trenge strøm og fiber. Det er antatt at Track Side løsninger vil innebære høye kostnader. Hverken Nødnett eller FRMCS vil kunne dra nytte av en slik løsning. Track Side er derfor silt ut som alternativt konsept av prosjektet.
- Offentlig eid mobilnett langs jernbanen. I første rekke skriver prosjektet at det ikke finnes tilstrekkelige, tilgjengelige frekvensressurser det offentlige kan anvende for kommersielt bruk. Et slikt konsept vil heller ikke kunne utnytte kompetansen, erfaring og infrastrukturen som de private mobiloperatørene har bygget opp gjennom mange år. Videre anføres det at det å eie og drive et kommersielt mobilnett, ikke er en statlig kjerneoppgave.

Etter den innledende silingen av idéer og konsepter etter firetrinnsmodellen, er det i KVUen valgt å fokusere videre på konsepter som innebærer ulik grad av utbygging av mobildekning langs jernbanen i tunneler og frittland.

6.1.2 KONSEPTER

Mulighetsdimensjonene

Konseptene er spent ut innenfor mulighetsdimensjonene; *ambisjonsnivå frittland*, *ambisjonsnivå tuneller* og *strekninger*.

Det legges til grunn de samme prioritetsområdene, bestående av de samme prioritetsstrekningene som ble beskrevet i Plan for bedre nettdekning fra 2018[28], med unntak av strekninger hvor Telia har forpliktet seg til å bygge ut frittlandsdekning.

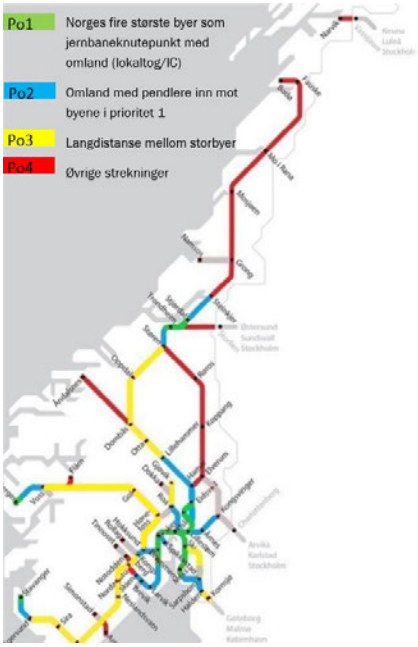
Po1: Norges fire største byer som jernbaneknutepunkt med omland (lokaltog/IC)

Po2: Omland med pendlere inn mot byene i prioritet 1

Po3: Langdistanse mellom storbyer

Po4: Øvrige strekninger

Ambisjonsnivåene for tunnel og frittland er basert på definisjonene som KVUen opererer med for God, Middels og Dårlig dekning, jfr. Figur 2.



Figur 2 Dimensjonerende behov for kapasitet i KVU

Referansealternativet

[28] *Plan for bedre nettdekning til togreisende (2018)*

Referansealternativet (TECH00) er definert som dagens situasjon og den forventede utviklingen i fravær av nye tiltak. Referansesituasjonen representerer den fremtidige situasjonen dersom det ikke besluttes å investere i bedre mobildekning langs jernbanen:

- Telia vil ha bygget ut God frittlandsdekning langs de strekningene som ligger i forpliktelsen fra 700 MHz-auksjonen 2019 innen 31.12.2025
- Mobiloperatørene vil fortsette å bygge ut 4G/5G nettverk i Norge.
- Mobiloperatørene stenger 2G/3G nettene sine og allokerer de ledige frekvensene til 4G/5G
- Nye tunneler antas å bli bygget med repeateranlegg tilpasset passasjervolumene

Konseptene

Det ble utviklet til sammen 10 konsepter som ble vurdert å ligge innenfor det tekniske mulighetsrommet. Konseptene ble deretter silt utfra *absolutte og mer retningsgivende rammebetingelser* og *antatt grad av måloppnåelse*. Konsepter som ikke oppfyller absolutte rammebetingelser, er silt bort og tas ikke med videre til alternativanalysen.

Tabell 10 Konseptene før siling

Konseptene	Beskrivelse
TECH00	Referansesituasjonen defineres som dagens situasjon og den forventede utviklingen i fravær av nye tiltak.
TECH01	Middels dekning – kun Prioritetsområde 1 og 2. Bare Middels dekning på P1 og P2 og ingen forbedring på fjerntogstrekninger (P3) og øvrige strekninger (P4)
TECH02	Middels kvalitet på mobildekningen i hele jernbanenettet. Gir mulighet for noe mer effektiv bruk av reisetid i alle prioritetsområder.
TECH03	God dekning Prioritetsområde 1 og 2, Middels dekning prioritetsområder 3 og 4 Mulig kombinasjon av TECH02 og TECH04 som eventuelt kan vurderes i forprosjekt.
TECH04	God kvalitet på mobildekningen i hele jernbanenettet. Gir mulighet for effektiv bruk av reisetid i alle prioritetsområder.
TECH05	God dekning kun i tunneler i Prioritetsområde 1 og 2, Middels dekning i Prioritetsområde 3 og 4.
TECH06	God dekning i alle tunneler, God dekning i frittland i Prioritetsområde 3 og 4. Konseptet vil gi manglende frittlandsdekning i P1 og P2, blant annet på Oslo-Kongsvinger.
TECH07	Middels dekning i alle tunneler, Middels dekning i frittland i Prioritetsområde 3 og 4. Konseptet vil gi manglende frittlandsdekning i P1 og P2, blant annet på Oslo-Kongsvinger.
TECH09	God dekning i Prioritetsområde 1 og 2, Middels dekning i Prioritetsområde 3, og ingen utbygging i Prioritetsområde 4. Konseptet søker å tilpasse kostnader til forventet nytte
TECH10	Ingen, Middels eller God dekning på strekning mellom to nabostasjoner – avhengig av beste netto nytte per budsjettkrone.
TECH11	Middels eller God dekning på strekning mellom to nabostasjoner– avhengig av beste netto nytte per budsjettkrone.

Siling av konseptene

To av konseptene, TECH02 og TECH04 vil særlig bidra til å belyse virkningene av ulikt ambisjonsnivå (Middels/God) for kapasiteten som bygges ut. Konseptene TECH10 og TECH11 belyser i større grad hvilke strekninger det er tilrådelig å bruke samfunnets ressurser på å bygge ut mobildekning på. Konseptene TECH05, TECH06 og TECH07 siles ut fordi disse bryter med rammebetingelse 2. TECH01 har lav måloppnåelse når det gjelder effektiv bruk av reisetid, fordi den gir middels dekning til kun

prioritetsområde 1 og 2. TECH03 er silt ut, men er en mulig kombinasjon av TECH02 og TECH04, og vil kunne vurderes videre i forprosjektet. TECH09 er på flere måter lik TECH10 og siles bort fordi TECH10 vil anbefale ambisjon bedre tilpasset passasjergrunnlag og dermed mer kostnadseffektiv måloppnåelse.

Fire konsepter er anbefalt videre for konseptanalyse, i tillegg til referansekonseptet.

Tabell 11 Nullalternativet og de fire konseptene som tas til alternativanalysen

Konsept	Konseptbeskrivelse
TECH00	Referanse
TECH02	Middels kvalitet på mobildekningen i hele jernbanenettet. Gir mulighet for noe mer effektiv bruk av reisetid i alle prioritetsområder.
TECH04	God kvalitet på mobildekningen i hele jernbanenettet. Gir mulighet for effektiv bruk av reisetid i alle prioritetsområder.
TECH10	Kan gi veldig varierende mulighet for mer effektiv bruk av reisetid. Bringes videre for å se virkningene av prioritering basert utelukkende på samfunnsøkonomisk netto nytte per budsjettkrone
TECH11	Vil gi mulighet for mer effektiv bruk av reisetid.

En viktig forskjell mellom Middels kvalitet og God kvalitet på mobildekningen er at for å oppnå sistnevnte er det behov for et høyere antall basestasjoner. Ved God kvalitet vil det være behov for å ta i bruk både høye og lave frekvensbånd. Lave frekvenser har lengre rekkevidde enn høye frekvenser. Høye frekvenser har høyere kapasitet enn lave. GSM-R benytter lave frekvenser og basestasjonene for GSM-R er lokalisert med en avstand tilpasset dette. Hvis det på disse lokasjonene ble tatt i bruk høye frekvenser, ville den korte rekkevidden til disse frekvensen ført til at det ble et gap i høyfrekvensdekningen midt imellom de to GSM-R basestasjonene. For å få kontinuerlig dekning med høye frekvenser langs hele jernbanenettet må det bygges flere nye basestasjoner, mellom de eksisterende lokasjonene

6.2 VÅR VURDERING AV MULIGHETSSTUDIEN I KVUEN

6.2.1 PROSESS OG ANVENDTE METODER ER TILPASSET TILTAKETS OMFANG OG KOMPLEKSITET

Prosjektet har brukt firetrinns modellen, tilsvarende tilnærming som Statens Vegvesen tar utgangspunkt i ved konseptutvikling. KVUen har gjennom idémyldring i et verksted involvert et stort antall interessenter samt mobiloperatørene.

Nærmere om utsiling etter firetrinnsmetodikken

I *Steg 1 – Tiltak som påvirker etterspørselen* er det silt ut konsepter rettet mot digitale innholdstjenester om bord i togene. Prosjektet har silt ut slike konsepter med begrunnelsen at det kun vil løse en marginal del av underholdningsperspektivet, og at det ikke vil løse næringslivets behov. Vi støtter denne vurderingen.

I *Steg 2 – Tiltak som gir mer effektiv utnyttelse av eksisterende infrastruktur*, har prosjektet silt ut blant annet et konsept om å bruke GSM-R nettet for å gi bedre mobildekning. Videre ble det omtalt konsepter som involverer oppgradering av Wifi om bord i togene. GSM-R som mulighet er silt ut siden det er lukket for jernbanens bruk og fordi nettets tilgjengelige frekvensbånd ikke vil kunne gi tilstrekkelig kapasitet for et kommersielt behov. Det er også tydeliggjort at uten tilstrekkelig dekning langs jernbanen hjelper det ikke å oppgradere Wifi. Vi støtter derfor vurderingen om at konsepter på dette nivået er silt ut.

I *Steg 3 – Forbedringer av eksisterende infrastruktur (mindre investeringer)*. Oppgradering og effektiv utnyttelse av eksisterende basestasjoner, både de som eies av Bane NOR for GSM-R og andre, er inkludert i den videre konseptutformingen. Dette tas derfor ikke med videre som selvstendige konsepter, men som

del av de øvrige konseptene. Etter vår mening skyldes dette at en rekke av konseptene som prosjektet nevner på dette nivået mer er gjennomføringsstrategier enn konsepter i seg selv («koordinert utbygging», «samordning» mm.). Med unntak av konseptet for intelligente antennesystemer siles derfor ikke konsepter på dette nivået ut. Vi støtter at vurderingen om at sistnevnte konsept er silt ut.

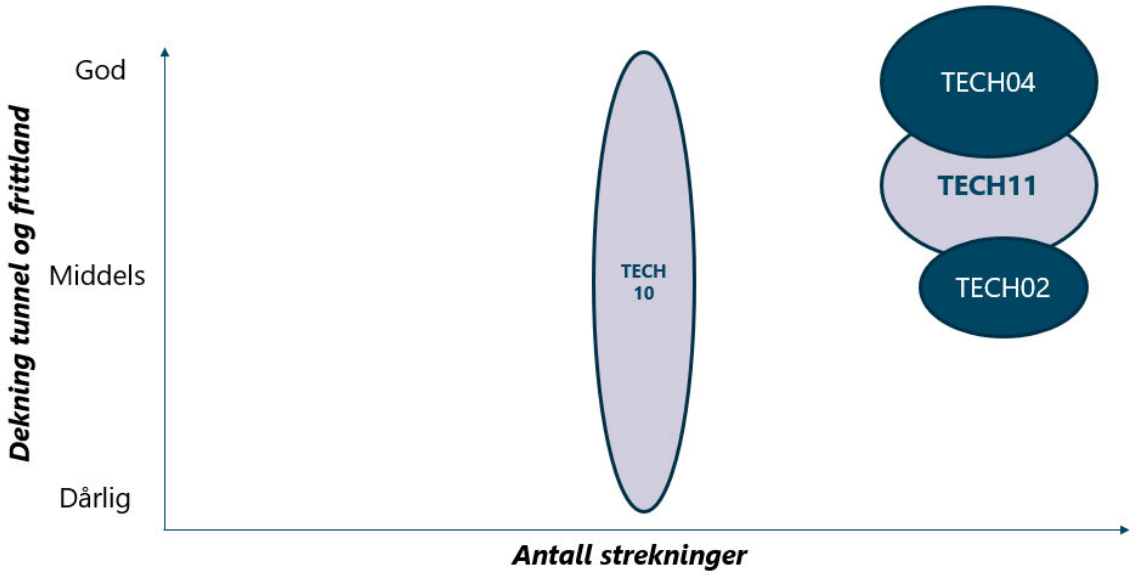
I *Steg 4 – Nyinvesteringer og større ombygginger* behandles det konsepter knyttet til utbygging av mobilnettet langs jernbanen, bruk av Track Side teknologi for å tilby nettdekning, bruk av satellitter og et offentlig eid mobilnett langs jernbanen. Vi støtter KVUens begrunnelse for at Track Side teknologi, bruk av satellitter og et offentlig eid mobilnett er silt ut som egne konsepter.

Vår vurdering er at det er tilstrekkelig dokumentert hvordan grovsiling av konseptene er gjort, og på hvilket grunnlag løsninger er silt ut. Vi mener grovsilingen er godt dokumentert, spesielt i KVUens vedlegg Mulighetsstudie hvor steg 1 til 4 er beskrevet på et tilstrekkelig detaljert nivå. Vi mener derfor at prosess og metoder er tilpasset tiltakets omfang og kompleksitet. Etter vår vurdering er det riktig at KVUen har landet på et konsept som i varierende grad tilbyr mobildekning langs jernbanen.

6.2.2 KONSEPTENE ER VURDERT I FULL BREDDE INNENFOR MULIGHETSROMMET FOR MOBILDEKNING, MEN VI HAR KOMMENTARER TIL KONSEPTENES DESIGN

Konseptene som prosjektet har tatt med videre til alternativanalysen inneholder alle ulike former for utbygging av mobildekning. Konseptene skiller seg i all hovedsak på om de innebærer utbygging av mobildekning kun for prioritet 1 og prioritet 2 strekninger, eller om de innebærer utbygging på alle strekningene med ulikt ambisjonsnivå på dekning (God, Middels og Dårlig). I alle konseptene er det lagt til grunn behov for statlig medfinansiering av utbygging av mobilnettet.

Figur 3 viser hvordan alternativene er spent ut i mulighetsrommet. For en tekstlig beskrivelse av konseptene vises det til Tabell 11 over.



Figur 3 Konseptenes plassering i mulighetsrommet (de som tas videre til alternativanalysen)

Alternativene som tas videre fra mulighetsstudien til alternativanalysen ligger i mulighetsrommet mellom TECH04 i øvre høyre hjørne, som er et alternativ som er godt egnet for å vise følgene av et alternativ der man maksimerer kvaliteten på alle strekningene, til et alternativ der man optimerer dekningen avhengig av passasjertall og netto nytte per budsjettkrone (TECH10).

En innvending til konseptutformingen er at prosjektet kunne tatt med et rent minimumskonsept tilsvarende TECH01, jf. Tabell 10, som ville lagt seg i midtre venstre areal i figuren over. I et slikt konsept ville et mindretall av strekningene (kun prioritet 1 og 2 strekninger) få utvidet mobildekningen til middels

dekning. Dette kunne vært gjort for å analysere nærmere hva som er gevinstene og kostnadene ved å gjøre «minst mulig» for å bøte på problemet på de antatt viktigste strekningene.

Vi mener likevel at et hensyn til å analysere et «minimumskonsept» er ivaretatt ettersom TECH10, som er et optimeringskonsept, ivaretar gevinstene i *selve* konseptutformingen. TECH10 optimerer dekningen i hele spekteret fra dårlig til god. Dermed vil gevinstbetraktninger, også ved å gjøre minst mulig (eller ingenting) der det ikke er samfunnsøkonomisk lønnsomt, ivaretas av dette konseptet.

TECH10 og TECH11 er begge optimeringskonsepter, der man søker å maksimere nytte ved å prioritere hvilke nabostasjonspar som bygges ut etter prinsipp om beste nettonytte per budsjettkrone. Etter vår vurdering er det svakheter ved hvordan disse konseptene er satt opp og optimert. Dette dreier seg om hvorvidt det er hensiktsmessig å optimere på et såpass detaljert nivå som nabostasjonspar, samt hvorvidt det er riktig å optimere på nettonytte per budsjettkrone og ikke nettonytte. I vårt kapittel om samfunnsøkonomisk analyse har vi vist en alternativ optimering basert på prioritetsstrekninger og nettonytte.

I sum mener vi at konseptvalgutredningen har spent ut mulighetsrommet i tilstrekkelig grad med hensyn på å få analysert konsepter fra minimumskonsepter til maksimumskonsepter, men vi har kommentarer til selve designet av konseptene TECH10 og TECH11 som er myntet på å optimere utbygging av mobildekning innenfor mulighetsrommet. Dette kommer vi tilbake til i samfunnsøkonomisk analyse i kapittel 8.1.5.

7 INVESTERINGSKOSTNADER OG USIKKERHETSANALYSE

I KVUen er investerings- og driftskostnadene beregnet og usikkerhetsvurdert etter anslagsmetoden. I kalkylen er det benyttet mengder og enhetspriser for kostnadselementer basert på erfaringstall fra ansvarlig utbygger av respektive anleggskategorier (tunnel- og frittlandsdekning). I vår kostnadsvurdering har vi funnet grunnlag for å endre prosjektets mengder og enhetspriser for tunnelinstallasjoner etter innspill fra Bane NOR. Det er også lagt til administrative kostnader som KVUen ikke har inkludert. Vår vurdering av usikkerhetsfaktorene er noe forskjellig fra KVUen, blant annet fordi prosjektet har blitt mer modent og vi har oppdatert basisestimatet. Våre P50-nivå avviker noen prosenter fra resultatet i KVUen (mellom pluss 6 og minus 10 prosent).

7.1 RESULTAT OG USIKKERHETSPROFIL

Resultatet av gjennomført usikkerhetsanalyse, inkludert en felles gruppeprosess med prosjektet og kvalitetssikrer hvor estimatusikkerheter og usikkerhetsfaktorer ble kvantifisert, vises i Figur 4 (investeringskostnader inkludert mva).

7.2 FORUTSETNINGER FOR ANALYSEN

Under følger beregningsforutsetninger som er lagt til grunn for usikkerhetsanalysen. Beregnings-forutsetningene er de samme som er lagt til grunn for KVUen.

- Analysen er basert på alternativenes omfang og nytteambisjoner som beskrevet i KVUen
- Usikkerhetsvurderingene av prosjektet tar utgangspunkt i foreliggende informasjon på analysetidspunktet. Det kan ikke utelukkes at det finnes ytterligere prosjektdokumenter vi burde hatt tilgang på eller innsikt i.
- Prisnivået for alle kostnadsposter er 2020.
- Det er ikke lagt inn effekt av lønns- og prisstigning, dvs. resultatet er gitt i fast kronestørrelse 2020-kroner.
- Investeringskostnadene er en samkjøring/koordinert utbygging for Telenor og Telia. ICE legger til

grunn at de får tilgang til eksisterende infrastruktur.

- Det er tatt med kostnader for radio- og antenneutstyr for alle tre mobiloperatørene, men bare utbyggingskostnader for den best stilte mobiloperatør[29].
- Det er bare tatt med kostnader for de stasjoner som operatøren med best dekning per strekning vil ta i bruk for å møte dekningskravene.
- Utbygging av mobildekning for det planlagte nye nødnettet er et tilgrensende prosjekt som har andre krav til tilgjengelighet enn dette prosjektet. Det er ikke tatt høyde for at installasjonene skal ivareta disse kravene[30].
- Det er ikke lagt opp til reinvesteringer.
- Prosjektets kostnadsestimater, som er input for usikkerhetsanalysen, er ekskl. mva. Konfidensnivåene P50 og P85 er oppgitt i faste 2020-kroner, inklusive mva. Det er ikke lagt til mva for kostnader knyttet til interne ressurser.

Beregningene har benyttet Monte Carlo simulering med bruk av Gamma 10-fordelinger.

7.3 BASISESTIMAT

Vi har bygget opp basisestimatet med prosjektnedbrytningsstrukturen (PNS) som vises i Figur 5 og kostnader fra KVUen.

Figur 5 Prosjektnedbrytingsstruktur for TECH04. Alle alternativer har lik struktur.

Prosjektets kostnadsestimater er bygget opp fra detaljerte kalkyler for tunnelinstallasjoner og utbygging

---

[29] Det legges til grunn at de to andre mobiloperatørene skal innplassere utstyr hos den best stilte mobiloperatøren. Det er ikke lagt inn eventuelle innplasseringskostnader utover radio- og antenneutstyr for de to dårligst stilte mobiloperatørene.
[30] Det gjøres altså ikke ekstra investeringer i dette prosjektet for å unngå investeringer i nødnett-prosjekt.

av basestasjoner for offentlige mobilnett. Førstnevnte kalkyler baseres på erfaring fra tilsvarende utbygging i regi av Bane NOR, og i sistnevnte er det benyttet opplysninger fra mobiloperatørene. Kalkylene er meget detaljerte og bygget opp i et verktøy utviklet av konsulentselskapet BWCS og tidligere brukt for tilsvarende formål i Danmark.

Enhetspriser er hentet fra reelle prosjekter og hver tunnel og hver strekning har vært vurdert spesifikt for dimensjonering og vurdering av antall nye basestasjoner for frittlandsdekning. Høyfrekvente bølger har kortere rekkevidde enn lavfrekvente, og det må derfor estimeres et høyere antall nye basestasjoner for høye frekvensbånd. En basestasjon for høye frekvensbånd er tenkt plassert på alle punkter med lave frekvensbånd og mellom hvert par av disse, noe som gir en dobling av antall basestasjoner. Dette kan i enkelte tilfeller gi høye estimater, da terrenget kan tvinge fram plassering av basestasjoner for lave frekvensbånd som vil kunne gi tilstrekkelig signalstyrke også for høye frekvenser.

Variable kostnader som lengde på kabelfremføring er basert på estimater som tar hensyn til lokale forhold langs strekningene.

Overordnet sett utgjør de ulike alternativene forskjellige anslag på hva utbygging kommer til å koste samfunnet i investering og drift, basert på ulike prinsipper for dimensjonering. Dette gir samlet godt begrunnede prognoser som grunnlag for investeringsbeslutningen, samtidig som det i planlegging og gjennomføring vil være rom for ytterligere optimering, både i dimensjonering og tidfesting av investeringene.

7.3.1 ENDRINGER I BASISESTIMAT

Det er gjort følgende endringer i basisestimatet i løpet av KS1-prosessen:

- Vi har i samråd med KVU-teamet lagt inn en kostnadspost for prosjektadministrasjon i forprosjekt og gjennomføring. Prosjektet har estimert posten til 100 mill. kroner. Denne er lagt inn i en post kalt *Administrative kostnader.*
- Forprosjektkostnader for Bane NOR og ikke-statlige aktører er estimert til 35 mill. kroner. Dette er også lagt inn i *Administrative kostnader*. Posten omfatter utviklingskostnader for Bane NOR estimert til 10 mill. kroner for å optimere teknisk løsning for tunneldekning.
- [redacted]
- Tunnelkostnadene er oppdaterte med nye estimater fra Bane NOR basert på nye rammeavtaler. Endringene reduserer investeringsestimatene for tunnel med i snitt 21 prosent. For grundigere gjennomgang av denne endringen, se Delrapport 1, kapittel 1.4.

7.4 ESTIMATUSIKKERHET

Det ble gjennomført en gruppeprosess med deltakere fra KVU-teamet og ekstern kvalitetssikrer 4. november 2020, hvor vi vurderte trippelestimater for de ulike kostnadselementene. Best og verst verdi er oppgitt prosentuelt i forhold til sannsynlige verdi og fremgår av Tabell 12. Hvert enkelt usikkerhetsestimats begrunnelse finnes i Tabell 14 i Delrapport 1.

[31] Med greenfield menes frittlands-siter i uten allerede eksisterende bygg eller master.

Tabell 12 Estimatusikkerheter for alle kostnadselementer per alternativ oppgitt i mill. kr. (2020-kroner).

	Kostnadspost	Alternativ	Best	Sannsynlig (mill kr)	Verst
Tunnelkostnader	**Passivt og aktivt utstyr**	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
	Installasjon	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
	Dokumentasjon, admin. og reise	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
	Interne Bane NOR-kostnader	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
	Fiber og kraft	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
	Mobiloperatørkostnader	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
Frittlandskostnader	**Infrastruktur**	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
	Kabling	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
	Arbeidskraft	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
	Aktivt utstyr	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
	Master	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
	Administrative kostnader	Alle	65 %	135	150 %

7.5 USIKKERHETSFAKTORER

Metodikk og ytterligere informasjon om modelleringen av usikkerhetsfaktorene fremgår av Delrapport 1.

7.5.1 IDENTIFISERING AV USIKKERHETSFAKTORER

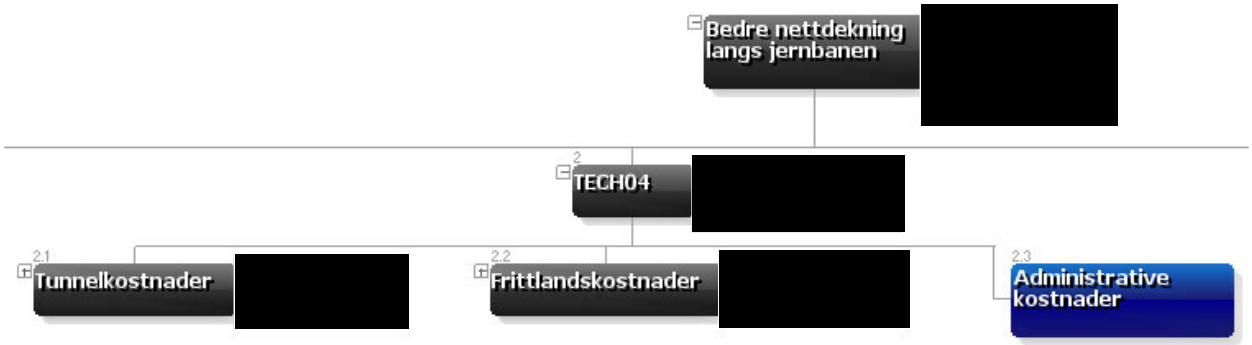
I gruppeprosessen ble det identifisert flere usikre forhold som påvirker prosjektkostnaden, og som ikke er håndtert i estimatusikkerheten. I Tabell 13 nedenfor presenteres og defineres usikkerhetsfaktorene som er brukt i analysen.

Tabell 13 Liste over usikkerhetsfaktorenes definisjoner

Usikkerhetsfaktor	Beskrivelse
Marked	Faktoren uttrykker det lokale og kontraktspesifikke prisnivået relativt til det generelle nivået for leverandører, materiell, entreprenør og rådgivere. Faktorer dekker usikkerheten i markedet fra i dag frem til siste anskaffelse i prosjektet er gjort.
Prosjektorganisasjon	Faktoren uttrykker usikkerhet knyttet til prosjektorganisasjonens evne til å planlegge og styre prosjektet på en god måte, samt dens evne til å håndtere og samarbeide med kontraktsparter, herunder også endringshåndtering.
Eierstyring og regulatoriske forhold	Faktoren uttrykker eiers evne til å styre prosjektet fra i dag frem til prosjektet er avsluttet. Herunder ligger det føringer, beslutningsevne og prioriteringer. Faktoren uttrykker også den påvirkning endringer i lover og regler, forskrifter og kravspesifikasjoner kan ha på prosjektet.
Modenhet	Faktoren uttrykker den usikkerheten som ligger i prosjektunderlagets detaljnivå og modenhet. Løsningsvalg og teknisk usikkerhet kan både bidra til høyere og lavere kostnader.
Interessenter og aktører	Faktoren uttrykker usikkerhet knyttet til krav/støy fra brukere og interessenter kan ha på prosjektet (krav om endring, støy som trenerer gjennomføring).
Tunnel - fysiske forutsetninger og stedlige forhold	Faktoren uttrykker den påvirkning grunnforholdene og andre stedlige forhold kan ha på prosjektet. Faktoren skal dekke hvordan disse elementene kan påvirke kostnadene utover det som er tatt høyde for i estimatusikkerhet.

7.5.2 KVANTIFISERING AV USIKKERHETSFAKTORER

I Figur 6 vises prosjektnedbrytingsstrukturen for eksempelkonseptet TECH04. Alle konseptene har samme nedbrytingsstruktur og lik plassering av usikkerhetsfaktorene.



Figur 6 Usikkerhetsfaktorene plassering for TECH04. Alle konseptene har samme struktur.

Usikkerhetsfaktorene *Marked*, *Prosjektorganisasjon* og *Eierstyring og regulatoriske forhold* er plassert på toppnivå, og påvirker derfor alle kostnadselementer for alle alternativ i like stor grad. *Modenhet* og *Interessenter og aktører* påvirker alle kostnadselementer, men med ulikt utslag for de forskjellige alternativene. *Tunnel – fysiske forutsetninger og stedlige forhold* påvirker kun tunnelkostnader og

tilsvarende for frittland.

Tabell 14 Vurdering av usikkerhetsfaktorer

Usikkerhetsfaktor	Alternativ	Best	Sanns.	Verst
Marked	Alle	[redacted]		
Prosjektorganisasjon	Alle			
Eierstyring og regulatoriske forhold	Alle			
Modenhet	TECH02			
	TECH04			
	TECH10			
	TECH11			
Interessenter og aktører	TECH02			
	TECH04			
	TECH10			
	TECH11			
Frittland – fysiske forutsetninger og stedlige forhold	Alle			
Tunnel – fysiske forutsetninger og stedlige forhold	TECH02 og TECH10			
	TECH04 og TECH11			

7.6 KOSTNADSRAMME OG STYRINGSMÅL

Tabell 15 viser investeringskostnader i millioner 2020-kroner og inkl. mva for alle alternativer. Konfidensnivået (P50) anbefales satt som styringsramme for prosjektet og (P85) anbefales satt som kostnadsramme for prosjekteier.

Tabell 15 Investeringskostnader per alternativ i mill. 2020-kroner inkl. mva.

	TECH02	TECH04	TECH10	TECH11
[redacted]				
Totalt basisestimat	**2 056**	**3 327**	**1 927**	**2 535**
Forventet tillegg	114	-60	235	49
Styringsmål (P50)	**2 170**	**3 267**	**2 162**	**2 584**
Usikkerhetsavsetning	487	874	501	709
Kostnadsramme (P85)	**2 657**	**4 141**	**2 663**	**3 293**

7.6.1 SAMMENLIGNING MED KVUENS RESULTAT

[redacted] De mest vesentlige årsakene til forskjellene mellom KVUen og KS1 resultat

er følgende:

- Vi har en mer konservativ vurdering av faktoren *Modenhet*, som innbefatter mulighetene for kostnadsbesparelser ved teknologisk utvikling, for infrastruktur i tunnel etter bruk av oppdaterte tunnelkalkyler fra Bane NOR. [redacted]
- TECH10 og TECH11 er konstruert etter regler som etter vår vurdering gir mer realistisk vurdering av opplevd dekning, og det er mulig å optimere hvilke strekninger som skal bygges ut for mer netto nytte. Dette er reflektert i usikkerhetsfaktoren *Modenhet*.
- Vi har tatt med estimater for administrative kostnader for forprosjekt og mobiloperatørenes prosjektering av basestasjoner. Dette var ikke inkludert i KVUens analyse.

Rangering av alternativene basert på investeringskostnad er lik i KVUen og KS1. TECH04, som omfatter å bygge ut god dekning overalt, er det dyreste alternativet.

[redacted]

7.7 VÅRE VURDERINGER SOM INPUT TIL SAMFUNNSØKONOMISK ANALYSE

I dette kapitlet omtaler vi driftskostnadene, forventningsverdier og restverdier, som er input til den samfunnsøkonomiske analysen i kapittel 8.

7.7.1 VÅR VURDERING AV DRIFTSKOSTNADER

Analyseperioden i den samfunnsøkonomiske analysen er 10 år, dvs. analysen omfatter drift- og vedlikeholdskostnader i 10 år. Bygging foregår over 4 år og driftskostnader trappes opp fra året etter byggestart.

Som nevnt i kapittel 7.3.1 ble tunnelkostnadene oppdatert nye estimater fra Bane NOR basert på nye rammeavtaler. Endringene øker estimatene for driftskostnader med 108 prosent. For grundigere gjennomgang av denne endringen, se Delrapport 1, kapittel 1.4.

I Tabell 16 presenterer vi våre usikkerhetsvurderinger av driftskostnadene.

Tabell 16 Estimatusikkerheter for driftskostnader per alternativ oppgitt i mill. kr. (2020-kroner).

Kostnadspost		Alternativ	Best	Sannsynlig (mill kr)	Verst
Tunnel	**Driftskostnader (10 år)**	TECH02	[redacted]		
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			
Frittland	**Driftskostnader (10 år)**	TECH02			
		TECH04			
		TECH10			
		TECH11			

7.7.2 FORVENTNINGSVERDIER TIL SAMFUNNSØKONOMISK ANALYSE

Tabell 17 viser basisestimatet som er grunnlaget for analysen og forventningsverdiene som er et av resultatene av analysen, begge ekskludert mva. og delt mellom investerings- og driftskostnader. Disse forventningsverdiene er videre input til den samfunnsøkonomiske analysen.

[redacted]

7.7.3 VÅR VURDERING AV RESTVERDIER

I KVUens samfunnsøkonomiske analyse begrunnes hvorfor det ikke er beregnet restverdi i prosjektet med at tiltaket regnes som et teknologitiltak. Vi er enige i at tiltaket skiller seg vesentlig fra typiske samferdselsprosjekter og at KVUens analyseperiode bør være 10 år. Imidlertid mener vi at det er flere grunner til å inkludere restverdi i analysen:

- Brorparten av investeringene, både i tunnel og frittland gjelder etablering av infrastruktur som kraft, bygg, kabelframføring og passive strukturer.
- Begrenset levetid for teknologiinvesteringer skyldes ofte at bedre teknologi blir tilgjengelig og erstatter den gamle. I vårt tilfelle, vil størsteparten av investeringene kunne overleve essensiell utvikling i mobilstandarder innenfor de definerte frekvensbånd, siden distribusjonsanleggene ikke er avhengig av radiosignalenes øvrige fysiske egenskaper.
- Nkoms forutsetninger for Long Run Incremental Cost-beregninger anvender også levetider over 10 år for viktige komponenter.
- GSM-R har levd i over 14 år, og selv om oppgradering pågår, omfatter ikke disse arbeidene hele nettet.

Overslag for restverdiens andel av de totale investeringene har tatt utgangspunkt i kostnadsfordelingene i TECH04 og vektede satser anslått for henholdsvis tunnel- og frittlandselementene.

Vi har forutsatt samme eller tilsvarende anvendelse for anleggene for tiden etter analyseperiodens utløp. Nærmere bestemt legges det til grunn at mobildekningen vil anvende frekvenser innenfor samme områder som anleggene blir bygget for.

Med disse forutsetningene og antagelsene er forventningsverdi for restverdi beregnet til 37 prosent av investeringene (etableringskostnader uten prisjustering).

8 SAMFUNNSØKONOMISK ANALYSE

Vi foretar justeringer i konseptene TECH10 og TECH11, og vi nedjusterer nytteberegningene. Etter justeringene fremstår alle tiltakene som samfunnsøkonomisk lønnsomme, slik de også gjør i KVUen. Rangering etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet endrer seg noe fra KVU til KS1, men TECH10 fremstår fortsatt som det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltaket. At konseptene er lønnsomme, virker å være svært robust mot endrede antakelser.

8.1 ALTERNATIVANALYSEN I KVUEN

8.1.1 KVUENS RANGERING AV ALTERNATIVENE

KVUens rangering av samlede samfunnsøkonomiske virkninger vises i Tabell 18.

Tabell 18 Sammenstilling og samlet rangering av samfunnsøkonomiske virkninger i KVU

Nyttekostnadsanalyse (mill. 2019 kr i 2022)	TECH 02	TECH 04	TECH 10	TECH 11
Trafikantnytte, togpassasjerer i referanse	7 333	11 794	9 876	10 178
Investering for det offentlige	-1 985	-3 669	-1 826	-2 539
Endring i skattefinansiering	-397	-734	-365	-508
Samfunnsøkonomisk netto nåverdi (NNV)	4 951	7 392	7 685	7 131
Netto nåverdi per budsjettkrone (NNB)	2,49	2,01	4,21	2,81

Den samfunnsøkonomiske analysen i KVUen inkluderer fire ikke-prissatte virkninger:

- Lavere eksterne kostnader ved økt andel tog
- Dekning for andre enn togpassasjerer
- Økte inntekter til mobiloperatører
- Natur og kulturlandskap

Størrelsen på de ikke-prissatte virkningene er ikke forsøkt synliggjort, det er ikke vurdert forskjeller mellom de ulike konseptene, og de er ikke vurdert opp mot de prissatte virkningene.

I tillegg vurderer KVUen hvordan konseptene bidrar til å realisere de to målene. Både for mer effektiv bruk av reisetiden og for økt andel togreiser, rangeres konseptenes måloppnåelse etter deres trafikantnytte, i følgende rekkefølge, fra best til dårligst; TECH04, TECH11, TECH10 og TECH02.

Alle de fire konseptene vurderes å være like fleksible for ulike forretnings- og finansieringsmodeller, og for ulike kontraktstrategier.

8.1.2 MODELL BENYTTET I ANALYSEN

Som en del av utredningen er det utviklet en egen modell for analyse av mobildekning langs jernbanen, da det, ifølge KVUen, ikke foreligger noen offentlig tilgjengelige og dokumenterte modeller for en slik analyse. Modellen er utviklet av BWCS Ltd., og er dokumentert i et eget dokument (Cost Benefit Model Description, 2020).

Modellen anvender strekningen mellom to nabostasjoner betjent av persontog som byggekloss. Alle kostnader og nyttevirkninger beregnes per nabostasjonstrekning.

- Behovet for mobildekning på en strekning baseres på det maksimale antallet passasjerer som ventes å være på et tog som passerer strekningen, samt hvilket ambisjonsnivå (Dårlig, Middels,

God) som skal bygges ut.

- Mobildekningen i referansealternativet baseres på målinger utført av Bane NORs målevogn.
- Gapet mellom behov og dekning identifiserer behovet for investeringer i kapasitet i tunnel og frittland.
- Kostnadene til investering og drift beregnes basert på enhetskostnader fra Bane NOR (tunneler) og mobiloperatørene (frittland).
- Nytten beregnes ved å summere tidskostnaden til alle reisende som bruker strekningen med ulike togprodukter. Tidskostnaden blir multiplisert med en faktorer beregnet av TØI. Faktoren representerer betalingsviljen målt i reisetid de reisende har for å få bedre mobildekning på reisen. Forenklet kan man si at betalingsviljen målt i reisetid representerer en opplevelse av spart reisetid som følge av at de reisende kan utnytte reisetiden mer effektivt.

Med utgangspunkt i dette kan modellen beregne kost-/nytte av å øke kvaliteten i mobildekningen per nabostasjonsstrekning. Disse verdiene kan aggregeres til prioritetsstrekninger, prioritetsgrupper og samlede tall for hele jernbanenettet.

Kost-/nytte beregnes på en noe forenklet måte sammenliknet med SAGA. SAGA er Jernbanedirektoratets Excel-baserte nyttekostnadsverktøy, og inneholder førende satser og forutsetninger for nyttekostnads-analyser i jernbanesektoren.[32] KVUen beskriver at formålet med modellen er å sammenlikne konseptene innbyrdes, og at avvik fra SAGA derfor ikke er et problem. Analyseperioden er satt til 10 år og nåverdiberegninger er basert på 4 prosent diskonteringsrente. KVUen har valgt den korte analyseperioden fordi mye av materiellet har en levetid på 5-15 år. Deler av investeringene, slik som infrastruktur på basestasjoner, strøm og fiber, vil ha en betydelig lengre levetid. Dette er ikke tatt hensyn til i modellen, slik at den reelle nytten vil være høyere enn hva som er beregnet i modellen. Beregningene er likevel tilstrekkelige for å kunne sammenlikne alternativene.

8.1.3 VURDERING AV DE PRISSATTE NYTTEBEREGNINGENE

Den prissatte nytten i alternativanalysen i KVUen består utelukkende av nyttegevinster av bedret mobildekning for de reisende. Den prissatte nytten er gjennomgående svært høy, og verdsettes fra 7,33 mrd. kroner i konseptet TECH02 til 11,8 mrd. kroner i konseptet TECH04. Vår overordnede vurdering av den prissatte nytten er at den fremstår som for høy.

8.1.3.1 OM BEREGNINGENE

Bedre mobildekning for de reisende er verdsatt som en reduksjon i opplevd reisetid ved at man på mange strekninger vil ha bedre dekning i etterkant av tiltak enn man har i nullalternativet. Dekningen i nullalternativet er kartlagt ved hjelp av målinger utført av Roger 1000-målevognen på alle strekninger i perioden oktober 2018 til oktober 2019. Roger 1000 gjør en måling av dekningen hver 100 meter den kjører. Målingene lager utgangspunktet for dekningsklassifiseringen i nullalternativet, der KVUen har antatt at det dårligste målepunktet innad på et stasjonspar blir gjeldende for dekningen for hele strekningen mellom de to stasjonene. Dekningen etter tiltak i TECH02 er klassifisert som middels på de fleste strekninger, og dekningen i TECH04 er klassifisert som god på de fleste strekninger. TECH10 og TECH11 er ulike optimeringsvarianter, der man velger ulike kombinasjoner av dekningen i TECH02 og TECH04 på stasjonsparnivå.

Bedre dekning for togpassasjerene er verdsatt som en reduksjon i opplevd reisetid, og reduksjonen i reisetid er prissatt ved etablerte verdsettingsfaktorer for togreiser. Tanken er at man er villig til å akseptere en lengre reisetid dersom man har god dekning underveis på reisen, enn dersom man har dårlig dekning.

[32] *https://www.jernbanedirektoratet.no/saga*

Faktorene for opplevd reduksjon i reisetid er basert på en verdsettingsstudie[33] utarbeidet av Transportøkonomisk Institutt (TØI), hvor fastsatte definisjoner av God/Middels/Dårlig dekning legges til grunn. I henhold til verdsettingsmetoden vil en dekningsøkning fra dårlig til medium redusere den opplevde reisetiden med 17 prosent, mens en dekningsøkning fra medium til god reduserer opplevd reisetid med 22 prosent. Samlet gir dette en reduksjon i opplevd reisetid med om lag 40 prosent dersom dekningen bedres fra dårlig til god på hele reisen.

TØI-studien er en såkalt stated preferences-studie, der kollektivpassasjerer gjennom valgeksperimenter har blitt bedt om å verdsette ulike komfortelementer knyttet til kollektivreiser, hvorav ett av elementene som verdsettes er mobildekning. Basert på en rangering av ulike komfortattributter, estimeres passasjerenes betalingsvillighet (i tid) for å øke kvaliteten på disse, for eksempel for å bedre mobildekningen fra dårlig til middels.

8.1.3.2 FLERE FAKTORER INDIKERER AT DEN BEREGNEDE NYTTEN ER FOR HØY

Som nevnt ovenfor er vår overordnede vurdering at nytteberegningene fremstår for høye. Bakgrunnen for hvorfor vi mener at nytten er overestimert, er tredelt:

- Mangel på investeringer i mobildekning i dag
- Den beregnede etterspørselsresponsen er for stor
- Sammenligning med verdsetting av bedret mobildekning i andre land

Det første punktet som indikerer at verdsettelsen av nytten kan være overestimert er at mobilaktørene ikke har funnet det lønnsomt å investere i bedre dekning disse stedene i dag. All den beregnede nytten er av privatøkonomisk karakter, og reflekterer i utgangspunktet gjennomsnittlig betalingsvilje for bedre dekning for de reisende. Ettersom den prissatte nytten ikke inkluderer noen eksternaliteter, vil det samfunnsøkonomiske investeringscaset i stor grad reflektere det bedriftsøkonomiske investeringscaset. På flere av stasjonsparene i analysen er det identifisert en nytte-/kostnadsbrøk på over 100, uten at mobiloperatørene har funnet det lønnsomt nok til å investere. Med en estimert betalingsvilje på over 100 kroner per krone investert ville man forventet at mobiloperatørene hadde identifisert den høye betalingsviljen, og iverksatt investeringer for å kunne kapitalisere på den. Når vi observerer at dette ikke har skjedd, kan det indikere at investeringscaset ikke er så godt som det beregningene i KVUen indikerer.

Når vi i intervjuer med prosjektet og andre interessenter undersøker hvorfor dette ikke skjer, pekes det på at investering i dekning langs jernbanen er særlig dyrt. Her pekes det blant annet på at mastene må bygges på steder med lite annet kundegrunnlag, det er tidvis langt fra annen infrastruktur og fordi togdekning krever høy kapasitet i løpet av korte tidsperioder. Alle disse faktorene taler for at de privatøkonomiske kostnadene av tiltakene er høye. Samtidig inngår disse kostnadene allerede i nytte-/kostnadsbrøken, og forklarer ikke fravær av investeringer på tross av høy nytte/kostnadsbrøk.

Den andre indikasjonen på at nytten kan være overestimert blir tydelig dersom vi ser bort fra de aggregerte tallene, og heller ser på konkrete enkeltstrekninger. Strekningen Oslo-Trondheim tar i dag 6 timer og 45 minutter, der dekningen på store deler av strekningen er klassifisert som dårlig i nullalternativet. Det å bygge ut god dekning på denne strekningen vil ifølge KVUens beregninger føre til reduksjon i opplevd reisetid på over 2 timer. Regner man dette over til generaliserte reisekostnader og benytter kjente elastisiteter for overføring av trafikk til bane, indikerer beregningene at dekningsutbyggelsen i seg selv vil føre til vekst i passasjergrunnlaget på inntil 20 prosent. Vi har drøftet størrelsen på disse tallene med flere av aktørene vi har intervjuet som en del av kvalitetssikringen, og konsensus er at tallene fremstår altfor høye. Ettersom tallgrunnlaget bak den prissatte nytten er det samme som tallgrunnlaget bak disse beregningene, tar vi dette som en indikasjon på at nytten er overestimert.

Den tredje indikasjonen på at nytten kan være overestimert ser vi dersom vi sammenligner verdien av

[33] Veisten et al. (2020) *Kollektivtrafikanters verdsetting av universell utforming og komfort* (TØI rapport 1757/2020)

dekning med lignende verdsettingsstudier i andre land. En studie på vegne av britiske Department of Transport fant i 2016 at britiske togpassasjerer verdsatte en endring fra ingen til «perfekt» dekning til mellom 16-26 prosent av billettprisen (forretningsreisende og pendlere har høyere betalingsvillighet enn fritidsreisende). Selv om studiene ikke er direkte sammenlignbare finner denne studien altså betydelig lavere verdsetting av en større endring i dekning, enn det man gjør i studien fra TØI.

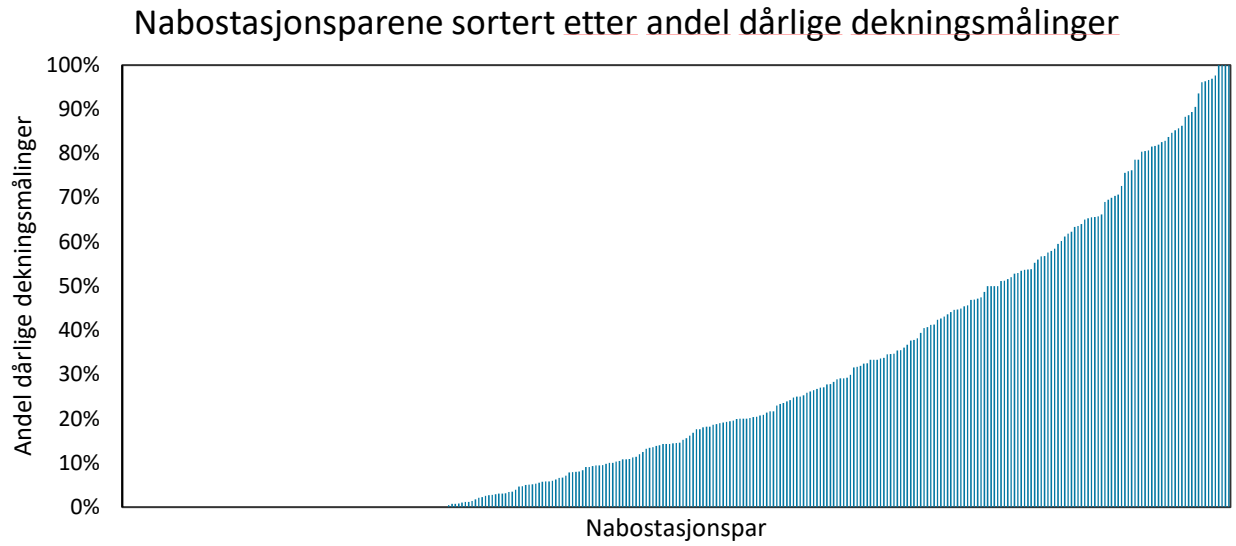
8.1.3.3 FLERE GRUNNER TIL AT NYTTEN KAN HA BLITT OVERESTIMERT

Vi ser altså flere faktorer som indikerer at verdsettelsen av nytten i den samfunnsøkonomiske analysen kan være for høy. Vi har gjennomgått beregningene som ligger til grunn for den prissatte nytten i et forsøk på å identifisere hvorfor nytten trolig har blitt overestimert. Beregningene som ligger til grunn er både grundige og detaljerte, og det er vanskelig å identifisere én enkelt grunn til at nytten eventuelt skulle være overestimert. Når tallene likevel ender opp som så høye tror vi at dette skyldes kombinasjonen av tre ulike faktorer som alle kan ha bidratt til at nytten blir overestimert:

- Klassifiseringen av dekning i nullalternativet
- Utvalgsskjevhet i retning korte reiser i verdsettingsstudien sett opp mot grunnlaget i beregningene
- Utvalgsskjevhet i retning betalingsvilje for å oppnå vs. kompensasjonskrav for å unngå å miste i verdsettingsstudien sett opp mot grunnlaget i beregningene

Den første faktoren som kan ha bidratt til høye nytteestimater er metoden man har brukt for å kategorisere dekningen i nullalternativet. Når TØI har intervjuet kollektivpassasjerer for å komme frem til verdien av bedre dekning, har de lagt til grunn at dårlig mobildekning defineres som «hyppige avbrudd i tilgangen, og strømming av lyd og bilde fungerer ikke», medium dekning defineres som «nedlastning av store filer går ganske sakte og videostrømming er hakkete» og god dekning defineres som «nettsurfing fungerer godt, og man kan strømme video og lyd i god oppløsning». Det ligger imidlertid et betydelig handlingsrom i å oversette de kvalitative beskrivelsene TØI benyttet i sin undersøkelse, til kvantitative, operasjonelle mål som kan benyttes i en kost-nytte-analyse.

Operasjonaliseringen som er gjort i forbindelse med KVUen innebærer at dersom minst én måling – som foretas med 100 meters mellomrom – klassifiseres som Dårlig, vil hele strekningen mellom de to stasjonene man befinner seg mellom, oppleves som dårlig. Prosjektet har begrunnet denne operasjonaliseringen med at brudd i dekning på minst 200 meter (100 meter før, og 100 meter etter, målepunktet), gir et avbrudd på et antall sekunder som er tilstrekkelig til at dekningen oppleves som dårlig. Etter vår mening kan denne metoden føre til at den beregnede nytten av å utbedre dekningshull blir for høy, særlig for lengre strekninger med få dekningshull. Figur 8 viser andelen målepunkter som er kategorisert med dårlig dekning per stasjonspar, for alle stasjonsparene som inngår i beregningene. Her ser vi at nærmere 70 prosent av stasjonsparene har minst ett dårlig målepunkt. Alle disse stasjonsparene vil være vurdert til å ha dårlig dekning i nullalternativet, selv om mange av dem har en svært lav andel dårlige dekningsmålinger. Blant ekstremtilfellene kan vi nevne stasjonspar-strekningen Sarpsborg – Halden, som med sine to dårlige målepunkter har blitt klassifisert som en strekning med dårlig dekning, på tross av at hele 93 prosent av strekningen, som består 271 målepunkter, er klassifisert med god dekning.

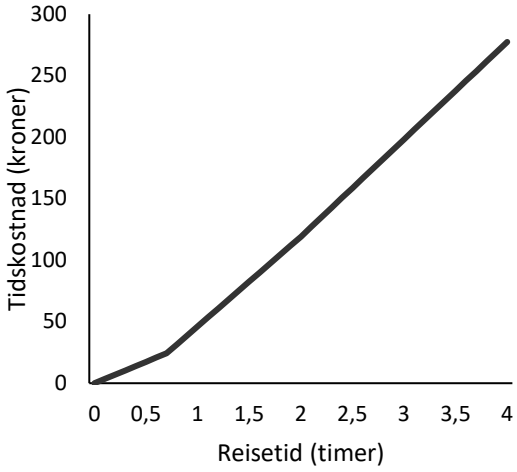


Figur 8 Andel dårlige målepunkt per nabostasjonspar

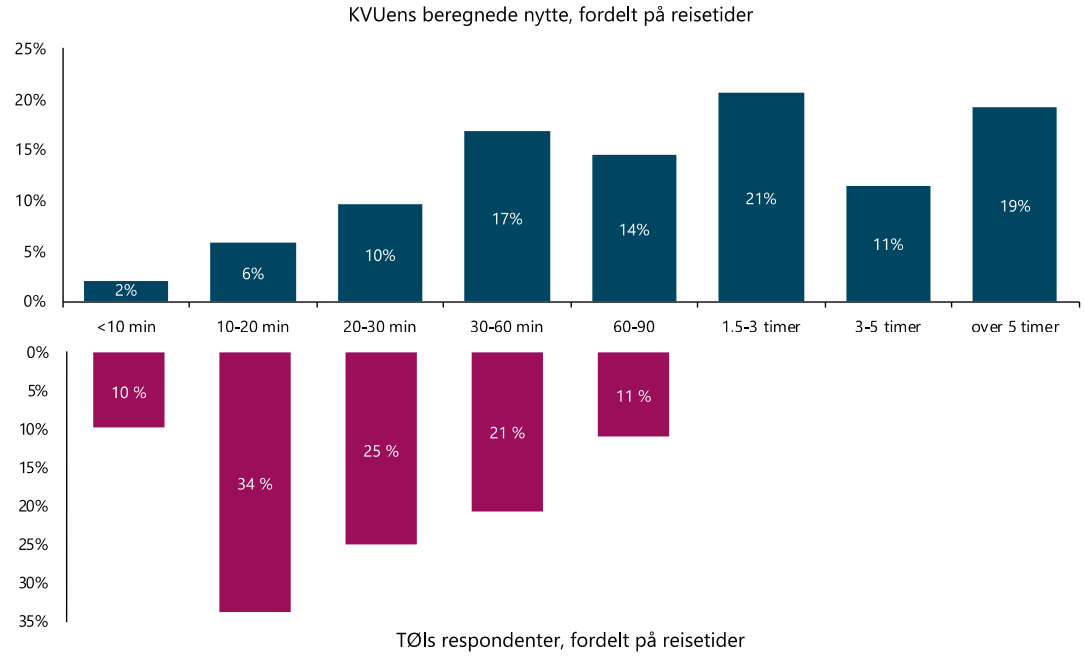
De to neste faktorene som kan ha bidratt til at nytteestimatene har blitt for høye er knyttet til utvalget som ligger til grunn for verdsettingsundersøkelsen til TØI og i hvilken grad disse er tilstrekkelig representative til å benyttes på den måten de er benyttet i nytteberegningene i KVUen.

Den første av disse faktorene er knyttet til reiselengde. I nytteberegningene legges det til grunn at prosentvis opplevd tidsreduksjon som følge av bedre dekning er uavhengig av reisetid. Samtidig er kostnaden ved reisetid, målt i kroner per time, i seg selv økende i reisens lengde. Dette innebærer dermed likevel at verdien av bedre nettdekning for de reisende øker mer enn proporsjonalt med reisetiden, som vist i Figur 9. Dette fører på sin side til at lange reiser gir svært høy verdsettelse av bedret mobildekning. For eksempel er det beregnet at en gjennomsnittlig reisende på strekningen Oslo-Trondheim ville ha verdsatt en hypotetisk økning fra dårlig til god mobildekning til over 500 kroner, noe som er mer enn de fleste betaler for et månedsabonnement i dag. Verdien av bedre mobildekning kan etter vår vurdering ikke fortsette å vokse proporsjonalt med reisetiden – det vil etter hvert gi ekstreme utslag. For å sette det litt på spissen vil de antatte funksjonsformene for bedret mobildekning på en 24-timers togreise verdsettes til 1 900 kroner, mens man på en måneds reise ville ha vært villig til å betale over 50 000 kroner for god nettdekning.

Figur 9 Verdien av bedre mobildekning, avhengig av reisetid



Dersom vi faktisk sammenligner reisetiden blant de reisende på togstrekninger i Norge med reisetiden til de som inngår i verdsettingsstudien til TØI, ser vi at en stor andel av nytten kommer fra reisende på strekninger av en lengde som ikke inngår i grunnlaget i verdsettingsstudien, illustrert i Figur 10 nedenfor. Her ser vi at over 50 prosent av den beregnede nytten kommer fra passasjerer som er på lengre reiser enn reiselengder blant passasjerer som inngår i datagrunnlaget til verdsettingsstudien.



Figur 10 Andel av beregnet nytte avhengig av reisetid, sammenlignet med andel av respondentene i verdsettingsstudien etter reisetid

Basert på argumentene ovenfor er det vår vurdering at verdsettingen av bedre mobildekning særlig på lengre reiser trolig er overvurdert i nytteberegningene i KVUen.

Til slutt kan det stilles spørsmål ved bruken av de gitte verdsettingsfaktorene i denne KVUen, uavhengig av reiselengde. For det første er verdsettingsfaktorene ikke estimert for togreisende spesifikt, men samlet for alle typer kollektivreiser. I datagrunnlaget utgjør togreisende kun en mindre andel av respondentene. I tillegg oppgir respondentene i høyere grad at de opplever bedre dekning enn det som er tilfellet for nullalternativet i KVUen. Blant respondentene i verdsettingsstudien oppgir 20 prosent at de opplevde dekningen som dårlig. Til sammenligning er 70 prosent av strekningene i KVUen klassifisert med dårlig dekning. Denne skjevheten kan føre til en overvurdering av den verdsatte nytten fordi respondentene i spørreundersøkelsen i realiteten har svart på hvor mye de ville ha vært villige til å betale for å unngå å miste dekning, mens man i KVUen har benyttet verdsettingsfaktorene som betalingsviljen for å få bedre dekning. Det er et kjent funn i økonomisk litteratur at betalingsvillighet for å få noe ofte er lavere enn betalingsviljen for å unngå å miste noe (se for eksempel Tunçel & Hammitt, 2014[34]).

I sum er det altså flere faktorer som gjør at vi mener at nytten i KVUen er overestimert. I kapittel 8.2 går vi nærmere inn på hvilken effekt en nedjustering av nytten vil ha for den samfunnsøkonomiske analysen.

8.1.4 VURDERING AV DE IKKE-PRISSATTE NYTTEVIRKNINGENE

Vår vurdering er at KVUen burde ha argumentert bedre for vurderingen av de ikke-prissatte virkningene. Dette inkluderer både en grundigere forklaring av hvordan tiltaket vil føre til virkningene, men særlig en mer grundig vurdering av størrelsesordenen på virkningene, samt hvordan denne avhenger av konseptvalg. I tillegg burde man i større grad forsøkt å vekte de ikke-prissatte virkningene opp mot de prissatte virkningene for de ulike konseptene.

Videre er det vår vurdering at virkningen «økte inntekter til mobiloperatørene» ikke er en egen

[34] *Tunçel, Tuba, and James K. Hammitt. "A new meta-analysis on the WTP/WTA disparity." Journal of Environmental Economics and Management 68.1 (2014): 175-187*

samfunnsøkonomisk virkning, men kun et resultat av at noe av den beregnede konsumentnytten vil kunne fanges av mobiloperatørene gjennom høyere priser eller mersalg av datapakker. Å inkludere dette som en egen ikke-prissatt virkning vil dermed være en dobbeltelling av en virkning man allerede har prissatt.

8.1.5 VURDERING AV KONSEPTENE TECH10 OG TECH11

I tillegg til de to konseptene TECH02 og TECH04, der dekningen er forhåndsbestemt til å bygges ut til enten middels eller høy standard, består alternativanalysen av to optimeringskonsepter. I konsept TECH10 velger man for hvert stasjonspar det dekningsnivået blant Dårlig, Middels og God Lav, Middels og Høy, som gir beste netto nytte per budsjettkrone. I konsept TECH11 velger man for hvert stasjonspar det dekningsnivået blant Middels og God, som gir beste netto nytte per budsjettkrone.

Vi berømmer KVUen for å belyse hvordan nytte og kostnader vil endre seg dersom man tillater seg en større grad av optimering enn det som følger av TECH02 og TECH04. Ulike egenskaper ved grunnlagsmaterialet og metodevalget gjør imidlertid at vi er skeptiske til disse konseptene slik de foreligger. Vi har derfor gjort noen justeringer av dem i vår egen alternativanalyse i neste kapittel.

På konseptstadiet er det alltid usikkerhet i både kostnader og nytte. Når disse komponentene brukes til å optimere på den måten som er gjort i KVUen, tror vi imidlertid at man kan komme til å gjøre suboptimale valg. For det første er kostnadene per nabostasjonsstrekning beregnet ved hjelp av en top down-metode, der mobiloperatørenes kostnadsanslag for å bygge ut frittlandsdekning på en strekning, er fordelt ned på de enkelte nabostasjonsparene på strekningen, proporsjonalt med antall dårlige dekningsmålinger på nabostasjonsparet. Dette er en god tilnærming, og vi ser ikke hvordan det kunne ha blitt gjort mer presist. Det innebærer imidlertid at kostnadene ved noen nabostasjonspar er overvurdert, mens andre er undervurdert. I konsept TECH02 og TECH04 vil dette jevne seg ut i det store og hele, basert på et argument om de store talls lov. I konseptene TECH10 og TECH11 bruker man imidlertid denne upresise kostnadsfordelingen til å selektere hvilke strekninger som bygges ut. Dette vil føre til at de strekningene man bygger ut, i gjennomsnitt vil ha undervurderte kostnader – og dermed fremstå gunstige å bygge ut, mens de strekningene man velger ikke å bygge ut, i gjennomsnitt vil ha overvurderte kostnader. Dermed sitter man igjen med et sett utbyggingskandidater der kostnadene må forventes å være undervurderte. Dette kan man, og har vi, korrigert for i usikkerhetsanalysen. Dette betyr at vi forventer at de samlede investeringskostnadene for staten likevel er forventningsrette. Men det betyr likefullt at man med en viss sannsynlighet har valgt ut feil stasjonspar å bygge ut, fordi man ikke kjenner de forventningsrette kostnadene på hvert nabostasjonspar. Hvor stort problem dette er i praksis, er ikke godt å si. Frittlandsdekning er en mindre kostnadskomponent enn tunnelkostnadene, og det er usikkerhet både i tunnelkostnader og nytte. Den systematiske skjevheten gjør oss likevel skeptiske til å velge ut de konkrete stasjonsparene på dette tidspunktet – slik vi også forstår KVUen.

For det andre viser vi til usikkerheten i nytteberegningene. Når nytten justeres ned i vår egen alternativanalyse, vil dette automatisk innebære at færre stasjonsparstrekninger blir lønnsomme å bygge ut. Dette gjenspeiles i konseptene TECH10 og TECH11. De kvantitative utslagene av dette drøftes i kapittel 8.2. Ettersom vi heller ikke kan vite at vår nedjusterte nytte er riktig, gjenstår det fortsatt en betydelig usikkerhet for om stasjonsparene som er valgt ut i TECH10 og TECH11 er de riktige.

For det tredje tror vi at kostnadene som er utarbeidet på strekningsnivå kan inneholde noen stordriftsfordeler, det vil si at kostnadene kan bli høyere per stasjonspar dersom man kun bygger ut ett stasjonspar på en strekning, enn dersom man bygger ut alle stasjonsparene på strekningen.

Vår siste bekymring for disse konseptene er optimeringsteknikken man har brukt. De enkelte nabostasjonsparene er valgt ut på bakgrunn av hvilket dekningsnivå som gir best netto nytte per budsjettkrone – et mål på avkastning. Dette målet er godt egnet til å prioritere mellom prosjekter dersom man står overfor et helt gitt budsjett. Hvis dette ikke er tilfellet, mener vi at det er bedre å velge utbyggingskandidater basert på beste netto nytte, målt ved nåverdien. Da sikrer vi at de tiltakene som velges ut, bidrar til størst samfunnsøkonomisk overskudd, ikke kun høyest samfunnsøkonomisk avkastning. I praksis innebærer det at man investerer mer, ettersom man også inkluderer lønnsomme strekninger med lavere, men fortsatt positiv avkastning. Når KVUen har rangert de ulike konseptene mot

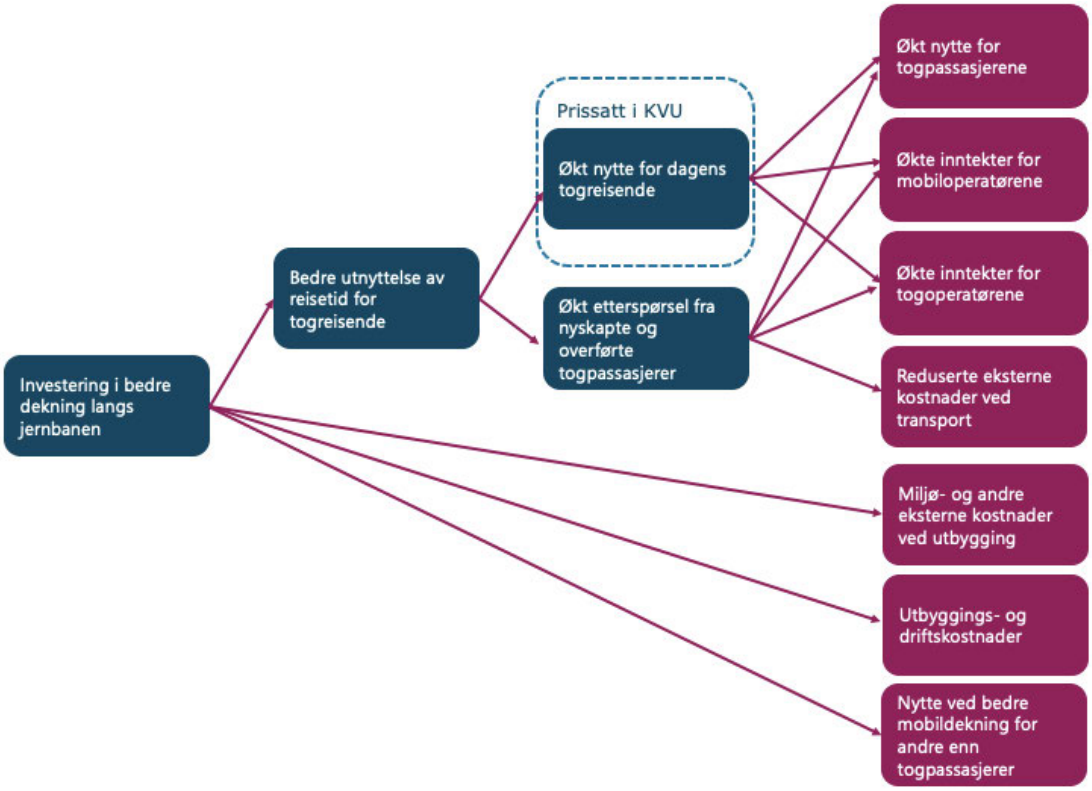
hverandre, har også de benyttet høyst samfunnsøkonomisk overskudd, og ikke høyst netto nåverdi per budsjettkrone, på tross av at det er sistnevnte de har benyttet til å utforme konseptene. I vår alternativanalyse har vi derfor valgt å implementere konseptene ved å bruke høyst samfunnsøkonomisk overskudd som utvalgskriterium, slik beskrevet i kapittel 8.2.1.

8.2 KVALITETSSIKRERS ALTERNATIVANALYSE

Den samfunnsøkonomiske analysen i KS1 følger i stor grad fra arbeidet som er gjort med den samfunnsøkonomiske analysen i KVUen. I Figur 11 nedenfor presenterer vi en oversikt over de ulike nytte- og kostnadskomponentene som inngår i den samfunnsøkonomiske analysen, og hvordan disse henger sammen med det foreslåtte tiltaket.

Hovedformålet med investeringer i bedre dekning langs jernbanen er å sørge for bedre utnyttelse av reisetiden for de togreisende, noe som øker verdien av togreiser som produkt. I første omgang vil dette gi en direkte nytteøkning for dagens togreisende. Denne virkningen er verdsatt i den samfunnsøkonomiske analysen ved hjelp av det samme metodiske rammeverket som i KVUen, men med en betydelig nedjustering av nytteverdiene. Noe av denne nytten vil tilfalle togpassasjerene selv, og noe vil tilfalle mobiloperatører og togoperatører gjennom økt betalingsvilje for disse godene.

Videre vil bedre mobildekning på toget gi økt etterspørsel etter togreiser, gjennom overføring fra andre transportformer og ved nyskapt trafikk. De nye togpassasjerene vil også oppleve økt nytte i tråd med nytten for eksisterende togpassasjerer. Overført trafikk fra andre transportmidler vil også bidra til reduserte eksterne kostnader ved transport, gjennom lavere klima- og miljøgassutslipp, samt potensielt redusert fortrengning på vei. Utbygging av dekning langs banen vil også gi nytte for øvrige mobilbrukere som vil få bedre dekning i disse områdene. Det er også forventet at utbyggingen vil innebære miljøkostnader og andre eksterne kostnader ved utbygging. Disse virkningene behandles som ikke-prissatte virkninger i den samfunnsøkonomiske analysen. I Figur 11 under stiller vi opp det samfunnsøkonomiske årsaks-virkningsdiagrammet fra konseptets utforming via driverne til de samfunnsøkonomiske virkningene ytterst til høyre.



Figur 11 Oversikt over nytte- og kostnadskomponentene i den samfunnsøkonomiske analysen

Vi viderefører de grunnleggende forutsetningene fra den samfunnsøkonomiske analysen i KVUen. De prissatte virkningene er verdsatt i tråd med gjeldende føringer fra rundskriv R-109/14 (Finansdepartementet, 2014) og retningslinjene som gjelder gjennomføring av samfunnsøkonomiske analyser til NTP 2022 – 2033 (NTP, 2018). Oppstartsår for investeringene er satt til 2024, administrasjonskostnader løper fra 2023, og det første året med prissatt nytte er satt til 2028. Analyseperioden gjenspeiler tiltakets levetid, som er satt til 10 år. Enkelte investeringer vil ha en levetid på lengre enn 10 år. For disse er det beregnet restverdier som inngår i den samfunnsøkonomiske analysen, ref. kapittel 7.7. Alle verdier er oppgitt i 2020-kroner (4. kvartal). I Tabell 19 presenterer de sentrale forutsetningene for den samfunnsøkonomiske analysen, i KVU og KS1.

Tabell 19 Sentrale forutsetninger for den samfunnsøkonomiske analysen

Forutsetning	KVU	KS1	Likt som i KVU
Kalkulasjonsrente	4 %	4 %	Ja
Diskonteringsår	2022	2022	Ja
Analyseperiode	10 år	10 år	Ja
Prosjektets levetid	10 år	10 år, med beregning av restverdi for en gitt andel av investeringene	Nei
Oppstartsår	2022	2023	Nei
Åpningsår/første år med nytte	2026	2028	Nei
Kroneår	2019	2020	Nei
Passasjervekst	Trafikkvekst i henhold til transportmodellberegning er legges til grunn. Dekning dimensjoneres etter	Trafikkvekst i henhold til transportmodellberegning er legges til grunn. Dekning dimensjoneres etter	Ja

Forutsetning	KVU	KS1	Likt som i KVU
	forventet passasjertall i 2030.	forventet passasjertall i 2030.	
KPI-justering	2 %	2 %	Ja
Reallønnsvekst	0,8 %	0,8 %	Ja

I Tabell 20 presenterer vi justeringene fra forventningsverdien fra usikkerhetsanalysen til de prissatte kostnadene (fratrukket restverdi).

Tabell 20 Justeringer av forventningsverdi til prissatte kostnader

Kostnadsestimat	TECH02	TECH04	TECH10	TECH11
Forventningsverdi fra usikkerhetsanalyse	2582	3844	2520	3055
Kostnader i SØA-modell, etter diskontering (Menon)	2240	3335	NA	NA
Kostnader etter re-optimering av TECH10 og TECH111	2240	3335	1801	2759
Kostnader fratrukket restverdi, justert for skattefinansieringseffekt	2361	3516	1 890	2 907

Samlet sett fremstår TECH10 som det samfunnsøkonomisk mest lønnsomme konseptet. Dette er ikke overraskende, ettersom konseptet er definert ved at man velger det samfunnsøkonomisk mest gunstige alternativet på hver enkeltstrekning, noe som da også skaper den samfunnsøkonomisk mest lønnsomme porteføljen. Konseptet har en prissatt nettonytte på 3,7 milliarder kroner, og en prissatt netto nåverdi per budsjettkrone på 2,06. De ikke-prissatte virkningene er trolig positive samlet sett, men størrelsesordenen på disse fremstår små sett opp mot de prissatte virkningene, og påvirker derfor ikke rangeringen av konseptene.

Tabell 21 Prissatte nyttevirkninger og rangering av konseptene

	TECH02	TECH04	TECH10	TECH11
Prissatte nyttevirkninger	3 481	6 191	5 549	6 035
Prissatte kostnader (fratrukket restverdi, inkl. skattefin.)	- 2 361	- 3 3516	- 1 890	- 2 907
Netto nåverdi	1 120	2 676	3 706	3 128
Netto nåverdi per budsjettkrone	0,50	0,80	2,06	1,13
Samlet rangering ikke-prissatt nytte	4	1	3	2
Samlet rangering etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet	**4**	**3**	**1**	**2**

I resten av kapittelet presenterer vi den samfunnsøkonomiske analysen i mer detalj.

8.2.1 ENDRET OPTIMERINGSMETODE FOR OPTIMERINGSKONSEPTENE

For å redusere konsekvensene av de systematiske skjevhetene vi frykter gjør seg gjeldende i konseptene TECH10 og TECH11, jamfør kapittel 8.1.2, har vi i vår implementering av disse konseptene foretatt noen justeringer.

For det første har vi pålagt at det bygges ut til samme dekningsnivå på alle stasjonsparene langs en prioritetsstrekning. I KVUen optimeres konseptene ved at man kan velge det beste tiltaket for hver strekning mellom ulike stasjonspar. I teorien innebærer det at dekningen kan variere betydelig på relativt korte avstander. En prioritetsstrekning defineres i KVUen som en av strekningene som inngår i et prioritetsområde, og ligger i aggregeringsnivå et sted mellom et stasjonspar og en hel jernbanestrekning. Til sammen er det 38 prioritetsstrekninger, og konseptet består altså i vår analyse av det

samfunnsøkonomisk mest lønnsomme tiltaket langs hver prioritetsstrekning. Isolert sett trekker dette ned netto lønnsomhet ved konseptene, fordi vi reduserer antall frihetsgrader man står overfor når man optimerer konseptet. Prioritetsstrekning er samtidig det nivået som frittlandskostnadene har blitt estimert på i utgangspunktet. En optimering på prioritetsstrekningsnivå i stedet for på stasjonsparnivå vil både redusere problemet med systematisk seleksjon av undervurderte kostnader og løse vår bekymring knyttet til manglende uttak av stordrifts-fordeler ved dekningsutbygging på strekningsnivå. Det vil også i større grad sikre sammenhengende dekning (som er en forutsetning for god kvalitet, jf. kapittel 3.1) for de reisende, og dermed gjøre det lettere for trafikantene å planlegge for et visst dekningsnivå.

For det andre har vi byttet seleksjonskriterium fra å være netto nytte per budsjettkrone til å være netto nytte. Netto nytte er et bedre seleksjonskriterium når det samlede budsjettet man opererer innenfor ikke er absolutt gitt på forhånd, ellers velger man bevisst å utelate samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer, se drøfting nederst i kapittel 8.1.5. Dette øker altså netto lønnsomhet ved konseptene.

Figuren nedenfor viser netto samfunnsøkonomisk lønnsomhet for alle prioritetsstrekninger, for henholdsvis medium og god dekning. I TECH10 vil man velge den høyeste søylen for hver prioritets-strekning, så lenge en av disse er positive. Dersom det ikke er lønnsomt med utbygging av verken medium eller god dekning, vil man i TECH10 ikke gjøre noe på denne strekningen. TECH11 følger de samme prinsippene som TECH10, bortsett fra at man må velge enten medium eller god dekning på alle prioritetsstrekninger, selv om ingen av disse er samfunnsøkonomiske lønnsomme på den enkelte prioritetsstrekning.

Figur 12 Netto nytte per prioritetsstrekning for henholdsvis medium og god dekning.

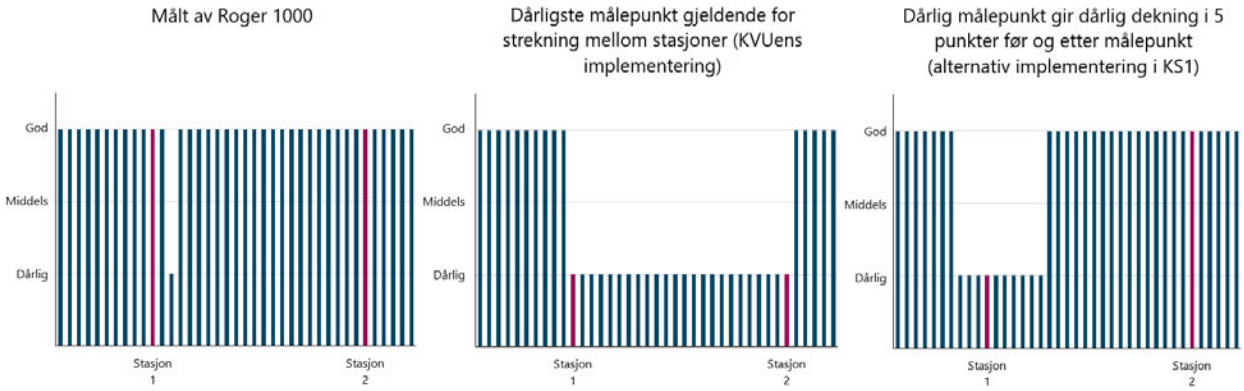
Vi vil påpeke at vi ikke anser optimeringen i konseptene TECH10 og TECH11 som endelige. Dersom ett av disse konseptene velges, anbefaler vi at det jobbes videre med optimeringen av konseptet i forprosjektet, blant annet ved å hente inn signaler fra mobiloperatørene knyttet til deres betalingsvilje for å oppnå dekning på de ulike prioritetsstrekningene, ettersom denne betalingsvilligheten fungerer som en proxy på den kommersielle lønnsomheten, og dermed også formodentlig den samfunnsøkonomiske lønnsomheten, ved å bygge ut mobildekning på strekningene.

8.2.2 PRISSATTE VIRKNINGER

Den prissatte nytten i den samfunnsøkonomiske analysen består utelukkende av økt nytte for togreisende, ved at bedre mobildekning gir bedre utnyttelse av reisetiden. Nytten er beregnet ved hjelp av det samme metodiske rammeverket som benyttes i den samfunnsøkonomiske analysen i KVUen, men remodellert for å kunne justere beregningene i tråd med våre vurderinger.

På bakgrunn av våre vurderinger om at nytten i KVUen er for høy, se kapittel 8.1.3, har vi i vår egen alternativanalyse valgt å nedjustere nyttefaktorene sammenlignet med KVUen. Dette har vi gjort gjennom to enkeltgrep, og deretter en gjennomsnittsverdi av de nedjusterte nyttefaktorene.

For det første har vi løsnet litt på dekningsdefinisjonene, slik at det med våre definisjoner skal mer til før dekningen oppleves som dårlig på lengre strekninger. I KVUen har man sagt at én dårlig dekningsmåling gjør at dekningen oppleves som dårlig på hele strekningen mellom de to stasjonene der den dårlige dekningsmålingen er gjort. Dekningsmålingene forekommer med om lag 100 meters mellomrom, slik at KVUens definisjon innebærer at én dårlig måling potensielt fører til at dekningen defineres å være dårlig på svært lange strekninger hvor dekningen for øvrig er god. Vår alternative dekningsdefinisjon sier at ett dårlig målepunkt innebærer at dekningen oppleves som dårlig i til sammen ti målepunkter, totalt 1 km dårlig dekning. Et dekningshull vil derfor fortsatt oppleves dårlig i en viss avstand fra hullet, men vi begrenser over hvor store avstander dette gjelder. Dette reduserer nytten isolert sett med omtrent 21 prosent.



Figur 13 Illustrasjon av hvordan en faktisk måling gir utslag i dekningskategorisering slik det er implementert i KVUen og ved alternativ implementering i KS1.

For det andre begrenser vi hvor høy nytten ved bedre dekning kan bli på lange reiser. Som drøftet i kapittel 8.1.3, er verdsettingsstudien til TØI begrenset til reiser på inntil 90 minutter. Det vil si at det ikke foreligger empiri for å bedømme hvordan verdsettingen av bedre dekning endrer seg, når man øker reisetiden fra 90 minutter. For å motvirke at bedret dekning gir så høy nytte på lange reiser, har vi forsøkt å justere verdsettingen av bedre dekning på to ulike måter. I det første tilfellet sier vi at bedret dekning overalt verdsettes som om reisetid var verdt det samme på lange reiser som det er for reiser under 70 km, det vil si 89 kroner per time, i motsetning til i KVU hvor reisetiden for lange reiser verdsettes med inntil 203 kroner per time. I det andre tilfellet sier vi at nytten ved bedret dekning ikke lenger øker etter de første 200 km, slik at nytten ved bedret dekning på en reise på 300 km verdsettes som om reisen var på 200 km. Begge disse reduserer nyttegevinsten ved bedret dekning på lange reiser, og de reduserer isolert sett nytten med om lag 40 prosent.

Tabell 22 under viser verdsettingsfaktorene per passasjer per time for ulike forbedringer i dekningen, for reiser av ulik lengde. Vi viser både faktorene slik benyttet i KVU og våre to alternative justeringer av dem.

Tabell 22 Verdsettingsfaktorer per passasjer per time for ulike forbedringer i dekningen

		KVU	Første justering	Andre justering
Dårlig til middels	**0 - 70 km**	20	20	20
	70 - 200 km	38	20	38
	200+ km	45	20	-[35]
Middels til god	**0 - 70 km**	15	15	15
	70 - 200 km	29	15	29
	200+ km	35	15	-
Dårlig til god	**0 - 70 km**	35	35	35
	70 - 200 km	67	35	67
	200+ km	79	35	-

Ettersom det mangler empirisk grunnlag, både for å kvantifisere god, middels og dårlig dekning, og for å verdsette endret dekning på lange reiser, har vi derfor benyttet et gjennomsnitt av flere ulike metoder. I Tabell 23 under, viser vi verdien av redusert opplevd reisetid i konsept TECH04 med KVUens dekningsdefinisjon, med vår alternative dekningsdefinisjon og med både KVUens og våre to alternative verdsettingsmetoder. Den verdien vi trekker med oss i vår alternativanalyse, består av gjennomsnittet av våre to verdsettingsmetoder, og både vår og KVUens dekningsdefinisjoner, altså gjennomsnittet av de fire nederste cellene i tabellen. Vi har gjennomført de samme endringene i implementeringen av TECH02. Ettersom konseptene TECH10 og TECH11 er ulike optimeringer av TECH02 og TECH04 på prioritetsstrekningsnivå, bæres endringene også over i disse konseptene.

Tabell 23 Nåverdi av nyttevirkninger i konsept TECH04 med ulike regler for nytteberegning, samt kvalitetssikrers foretrukne metode. Mill. kroner.

	KVUens dekningsdefinisjon, minimum per stasjonspar	Glidende minimum, 10 målepunkter
KVUens verdsetting	12 314	9 727
Første justering: All bedret dekning verdsettes med verdsettingsfaktoren til korte reiser, under 70km	6 658	5 415
Andre justering: Ingen ytterligere nyttegevinst for bedret dekning utover 200km	7 064	5 628
Kvalitetssikrers implementering, gjennomsnitt av de fire nederste metodene	**6 191**	

Investeringskostnadene for tiltaket inngår også i de prissatte virkningene, ref. kapittel 7. I tillegg til disse kostnadene har vi inkludert skattefinansieringskostnaden på hele kostnadsbeløpet. Dette er en konservativ antakelse, og reflekterer ikke at vi mener at staten faktisk skal ta disse kostnadene. Dette kommer vi tilbake til i kapittel 9.2.

8.2.3 IKKE-PRISSATTE VIRKNINGER

Som illustrert innledningsvis i kapittel 8.2, består de samfunnsøkonomiske virkningene både av virkninger som i KVUen var prissatt, og virkninger som ikke var prissatt. Vi har ikke funnet det hensiktsmessig, eller

[35] *Her vil vi presisere at nytten ikke er null for reiser over 200 km, kun at timer man reiser etter man har passert 200 km ikke vil gi ekstra nytte.*

hatt faglig grunnlag, for å prissette ytterligere virkninger enn det som var prissatt i KVUen. Dette er fordi vi for disse virkningene mangler grunnlag for å vurdere enten hvor mange personer som blir berørt, hvor stor påvirkningen er på hver berørt aktør, eller hvilken enhetsnytte de berørte aktørene har for virkningen. Hadde vi hatt gode anslag på alle disse tre, kunne virkningene ha vært verdsatt. Følgende virkninger behandles derfor som ikke-prissatte virkninger.

Gevinster for nyskapte og overførte togpassasjerer

De prissatte nytteberegningene inkluderer kun gevinster for de som uansett ville ha reist med tog. De passasjerene som velger å reise med tog *som en følge av den bedrede nettdekningen som følger av tiltaket i analysen,* er ikke inkludert i de prissatte virkningene. På forespørsel fra oss har Jernbanedirektoratet gjennomført to forenklede beregninger av etterspørselsveksten som kan tenkes å følge av tiltaket[36]. Beregningene er gjort på reiserelasjonene Oslo-Hamar og Oslo-Trondheim. De er basert på KVUens nyttegevinster ved konsept TECH04, og viser en økning i etterspørselen etter togreiser på inntil hhv. 18 og 23 prosent. Det er uklart i hvor stor grad disse tallene er representative for alle strekninger. Ettersom våre justeringer i dekningsdefinisjonen og i enhetsverdien ved bedret dekning, begge bidrar til å redusere nytten for togpassasjerene når dekningen forbedres, vil også nyttegevinsten for nyskapte og overførte passasjerer reduseres. Våre nytteanslag er om lag halvparten så høye som KVUens. Vi antar at denne halveringen også gir seg utslag i en halvering av den beregnede etterspørselseffekten, og antar derfor at tiltaket høyst fører med seg en økning i etterspørselen etter togreiser på ti prosent på de strekningene der man bygger ut.

Gevinsten for nyskapte og overførte togpassasjerer vil være lavere enn for de eksisterende reisende, ettersom disse i utgangspunktet fant at andre transportmidler var å foretrekke foran tog, eller at kostnaden ved å reise var så høy at de valgte å ikke reise i det hele tatt. Vi anslår at de nyskapte og overførte i gjennomsnitt får en nyttegevinst lik halvparten av nytten per eksisterende passasjer.

Det er ikke gjort beregninger av effektene ved ulike dekningsambisjoner, men vår vurdering er at det er rimelig å forvente at denne nyttevirkningen er omtrent proporsjonal med den prissatte trafikantnytten. Totalt sett innebærer dette at nyttegevinstene for nyskapte og overførte passasjerer utgjør inntil anslagsvis fem prosent av den prissatte passasjernytten i hvert konsept.

Denne virkningen forutsetter at det er tilstrekkelig ledig kapasitet i jernbanenettet, og på togmateriellet. Hvis det ikke er tilstrekkelig kapasitet til å realisere en eventuell etterspørselsvekst, vil det eventuelt måtte komme investeringskostnader til fratrekk for å kunne realisere den. Dialog med Jernbanedirektoratet tyder på at det ikke forventes en etterspørselsvekst som vil utløse behov for nyinvesteringer eller økte driftskostnader.

Reduserte eksterne kostnader ved økt andel togreiser

Økt etterspørsel etter togreiser innebærer færre andre reiser. Som nevnt, er tog per i dag det mest miljøvennlige transportmiddelet, men gapet til andre transportmidler krymper stadig. Det er likevel å forvente at overføring til tog innebærer reduserte lokale og globale utslipp, i tillegg til en mulig reduksjon i trengsel på veiene rundt de store byene.

I eksempelberegningene av etterspørselseffektene som følge av tiltaket, har Jernbanedirektoratet beregnet at reduserte klimagassutslipp som følge av overføringen til tog, har en samfunnsøkonomisk verdi på én til to og en halv prosent av den prissatte trafikantnytten. Det er imidlertid under forutsetning om at all biltrafikk er basert på fossile biler. Med gjeldende mål om innfasing av nullutslippskjøretøy, vil dette tallet reduseres kraftig. Beregningene tar utgangspunkt i nytteverdiene slik de er estimert i KVUen, og en reduksjon av nytten i tråd med det vi gjorde i kapittel 8.2.2 vil også redusere denne nytten. I tillegg kommer lokale utslippseffekter og redusert trengsel på veiene. Det er krevende å vurdere disse størrelsene, men vi forventer at de samlede eksterne gevinstene ved økt andel togtrafikk utgjør inntil tre prosent av den prissatte trafikantnytten ved konsept TECH04. Dette er et kombinert anslag på antall

[36] *Notat_generalisert_reisetid, datert 06.11.2020 og GK-Beregningv2 (excel-fil) sist endret 12.11.2020.*

berørte aktører, påvirkningen per berørte aktør og enhetsnytten.

Det er ikke gjort beregninger av effektene ved ulike dekningsambisjoner, men vår vurdering er at det er rimelig å forvente at denne nyttevirkningen er omtrent proporsjonal med den prissatte trafikantnytten.

Økte natur- og kulturminneinngrep

Flere av strekningene innebærer utbygging av master/siter på fjell og i nasjonalparker. Utbygging her innebærer en potensiell påvirkning på landskapsbilde, naturressurser, friluftsliv- og bymiljø, kulturminner og naturmangfold, i form av reduserte ikke-bruksverdier og lokale bruksverdier. Prosjektet er fortsatt i en så tidlig fase at det ikke er fornuftig å gjennomføre konkrete kvantitative beregninger av denne påvirkningen. Det forventes 125-300 nye master langs jernbanestrekningene i konsept TECH04, og vi forventer at ulempene er høyere, desto høyere investeringskostnadene er. Tunnelutbygging har imidlertid færre negative konsekvenser enn frittlandsutbygging, og konsekvensene er formodentlig større ved utbygging i mindre sentrale områder, enn i mer sentrale områder. At det allerede går jernbanespor i områdene, reduserer påvirkningen som følge av dekningsutbyggingen, og vi antar derfor at den tapte nytten per berørte aktør er lav.

Bedret dekning for andre enn togpassasjerer

Den prissatte nytten består kun av bedret dekning for togpassasjerer. En utbygging vil imidlertid komme alle innenfor dekningsområdet til gode, ikke bare togpassasjerer. Gevinsten for disse tilkommer derfor som en ikke-prissatt virkning.

Vi har svært god befolkningsdekning i Norge, anslagsvis 99,9 prosent av husstandene. Det er dermed svært få, om noen, husstander langs jernbanesporene som ikke allerede har mobildekning i dag. Det kan være noen hytter, i tillegg til andre reisende og turgåere. Denne ikke-prissatte nyttegevinsten forventes å være svært liten, men proporsjonal med investeringskostnadene.

Vår samlede vurdering av de fire ikke-prissatte virkningene

De ikke-prissatte virkningene er krevende å vurdere opp mot hverandre, men vi forventer at de samlet sett er små, sett opp mot de prissatte nytte- og kostnadsvirkningene. Det er tre gevinster og én kostnad. Vi kan verken utelukke at de samlet sett er positive eller negative, selv om det fremstår sannsynlig at de tre nyttegevinstene mer enn veier opp for den ene kostnadsvirkningen (natur- og kulturminneinngrep), særlig tatt i betraktning at det er snakk om utbygginger der det allerede går jernbaneskinner. Vi forventer ikke at de ikke-prissatte kan endre rangeringen etter prissatte virkninger.

Virkningene er oppsummert per konsept i kapittel 8.2.5.

8.2.4 KONSEPTENES FLEKSIBILITET FOR ULIKE FORRETNINGSMODELLER, FINANSIERINGSMODELLER OG KONTRAKTSSTRATEGIER

[redacted]

[redacted]

8.2.5 RANGERING ETTER SAMFUNNSØKONOMISK LØNNSOMHET

Samlet sett vurderer vi at de prissatte virkningene er betydelig større enn de ikke-prissatte virkningene av investeringer i nettdekning langs jernbanen. Dette gjør at rangeringen av konsepter etter samfunns-økonomisk lønnsomhet i sin helhet sammenfaller med rangeringen etter prissatt nytte. TECH10 fremstår som det samfunnsøkonomisk mest lønnsomme konseptet, og er rangert som best på både de prissatte virkningene og på fleksibilitet for ulike forretningsmodeller, finansieringsmodeller og kontraktstrategier.

Tabell 24 Oppsummeringstabell over samfunnsøkonomiske virkninger og rangering av de ulike konseptene.

	TECH02	TECH04	TECH10	TECH11
Prissatte virkninger				
Nytte	3 481	6 191	5 596	6 035
Totale investeringskostnader	- 2 240	- 3 335	- 1 801	- 2 759
Kostnader (fratrukket restverdi)	- 1 913	- 2 849	- 1 530	- 2 355
Skattefinansieringskostnad	- 448	- 667	- 360	- 552
Netto nåverdi	1 120	2 676	3 706	3 128
Netto nåverdi per budsjettkrone	0,50	0,80	2,06	1,13
Internrente	10 %	13 %	24 %	16 %
Rangering etter prissatte virkninger	**4**	**3**	**1**	**2**
Ikke-prissatte virkninger				
Gevinster for nyskapte og overførte togpassasjerer Forventet rangering	Forventer gevinster inntil 170 mNOK. Stor usikkerhet 4	Forventer gevinster inntil 310 mNOK. Stor usikkerhet 1	Forventer gevinster inntil 275 mNOK. Stor usikkerhet 3	Forventer gevinster inntil 300 mNOK. Stor usikkerhet 2
Reduserte eksterne kostnader ved økt andel togreiser Forventet rangering	Forventer gevinster inntil 100 mNOK. Stor usikkerhet 4	Forventer gevinster inntil 185 mNOK. Stor usikkerhet 1	Forventer gevinster inntil 166 mNOK. Stor usikkerhet 3	Forventer gevinster inntil 180 mNOK. Stor usikkerhet 2
Økte natur- og kulturminneinngrep	Utbygging i natur- og kulturområder, i nærhet til jernbaneskinner. Begrenset påvirkning ved utbygging langs jernbanespor. Nest laveste utbyggingsnivå.	Utbygging i natur- og kulturområder, i nærhet til jernbaneskinner. Begrenset påvirkning ved utbygging langs jernbanespor. Høyeste utbyggingsnivå.	Utbygging i natur- og kulturområder, i nærhet til jernbaneskinner. Begrenset påvirkning ved utbygging langs jernbanespor. Laveste utbyggingsnivå.	Utbygging i natur- og kulturområder, i nærhet til jernbaneskinner. Begrenset påvirkning ved utbygging langs jernbanespor.

	TECH02	TECH04	TECH10	TECH11
Forventet rangering	2	4	1	Nest høyeste utbyggingsnivå. 3
Bedret dekning for andre enn togpassasjerer	Bedret dekning for andre som ferdes langs sporet. Muligens også for noen hytter. Svært liten effekt.	Bedret dekning for andre som ferdes langs sporet. Muligens også for noen hytter. Svært liten effekt.	Bedret dekning for andre som ferdes langs sporet. Muligens også for noen hytter. Svært liten effekt.	Bedret dekning for andre som ferdes langs sporet. Muligens også for noen hytter. Svært liten effekt.
Forventet rangering	4	1	3	2
Konseptenes fleksibilitet for ulike finansieringsmodeller	3	3	1	2
Samlet rangering etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet	**4**	**3**	**1**	**2**

8.2.6 VURDERING AV FORDELINGSEFFEKTER

Vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet synliggjør samfunnets nettovirkninger som følge av et tiltak, og viser hva som er mest lønnsomt for samfunnet sett under ett. Hvilke grupper som blir berørt og hvordan disse berøres kan likevel være relevant for beslutningstakerne, særlig hvis det er spesielt sårbare grupper i samfunnet som blir berørt.

Kostnadene ved tiltaket er i hovedsak investeringskostnader og kostnader til drift og vedlikehold av infrastruktur som er nødvendig for å tilby mobildekning langs jernbanen. Kostnadene vil bæres av Jernbanedirektoratet, som bestiller, og mobiloperatørene, som tilbyder av mobildekning langs jernbanen.

[redacted]

Den eneste prissatte nyttevirkningen av bedre mobildekning langs jernbanen er økt nytte for togreisende. Det er likevel ikke nødvendigvis slik at all nytten faktisk vil tilfalle togpassasjerene, fordi noe av nytten også vil tilfalle mobiloperatørene og togoperatørene i form av høyere betalingsvilje for henholdsvis mobilabonnement/datapakker om bord på toget, og togreiser. Fordelingen av nytten mellom de ulike aktørgruppen vil i første omgang avhenge av mobiloperatørenes evne til å kapitalisere på bedre dekning langs jernbanen. I et ekstremscenario, med perfekt prisdiskriminering, vil mobiloperatørene klare å fange hele konsumentoverskuddet, slik at ingenting av nytten vil tilfalle togpassasjerene eller togoperatørene.

[redacted]

Vår vurdering er derfor at tiltaket innebærer overføring fra skattebetalere til togpassasjerer, mobiloperatører og togoperatører. Det kan være stort, men ikke perfekt, overlapp mellom skattebetalerne og togpassasjerene.

8.2.7 FØLSOMHETSVURDERINGER OG ROBUSTHET

Vår overordnede vurdering er at konseptenes lønnsomhet er svært robust. Vi har gjort en del endringer på nyttesiden siden KVU, med det resultat at nytten om lag er halvert. Likevel er alle konseptene samfunnsøkonomisk lønnsomme, med god margin. Den kvantifiserte nyttesiden består av én nytteberegning. En reduksjon på x prosent i enten kvantum eller enhetsverdi vil dermed oversettes direkte til x prosent reduksjon i prissatt nyttenåverdi. Vår vurdering er at det skal svært mye til før konseptene TECH02 og TECH04 ikke lenger er lønnsomme.

Det mest lønnsomme konseptet, TECH10, og søsterkonseptet TECH11, er bygget opp gjennom seleksjon av de mest lønnsomme tiltakene på prioritetsstrekningsnivå. Her kan dermed endringer i beregnet nytte gi seg utslag i endret optimalt investeringsnivå, og dermed også i investeringskostnader. Konsept TECH10 vil per konstruksjon alltid være samfunnsøkonomisk lønnsomt, mens TECH11 i teorien vil kunne bli ulønnsomt. Lønnsomhetsmarginen før TECH11 blir ulønnsomt er imidlertid tilstrekkelig til at vi ikke frykter at det vil kunne inntreffe.

For å synliggjøre hvordan ulike nytteberegninger gir seg utslag i ulike investeringsvalg i TECH10, har vi beregnet hvilke prioritetsstrekninger som optimalt sett bygges ut, og dermed også investeringskostnadene, for alle de fire ulike KS1-nytteberegningene (som hver for seg danner grunnlaget for hovedanslaget vårt). Resultatene av dette fremkommer i Tabell 25 under.

Tabell 25 Hvordan re-optimeringen av TECH10 og TECH11 blir hvis vi benytter hver av de fire alternative måtene i tabellen over å beregne nytte på

	Nytte TECH10	Samlede kostnader TECH10	Nytte TECH11	Samlede kostnader TECH11
KVUens dekningsdefinisjon, all bedret dekning verdsettes med verdsettingsfaktoren til korte reiser, under 70km	6 205	1 992	6 488	2 759
KVUens dekningsdefinisjon, ingen ytterligere nyttegevinst for bedret dekning utover 200km	6 698	2 059	6 919	2 759
Glidende gjennomsnitt, all bedret dekning verdsettes med verdsettingsfaktoren til korte reiser, under 70km	4 784	1 720	5 248	2 759
Glidende gjennomsnitt, ingen ytterligere nyttegevinst for bedret dekning utover 200km	5 098	1 801	5 485	2 759
Kvalitetssikrers implementering, snitt av fire metoder	**5 596**	**1 801**	**6 035**	**2 759**

Som vi ser av tabellen, er samlet nytte relativt følsom for de alternative deknings- og verdsettingsdefinisjonene. Nytten er lavest ved KS1s dekningsdefinisjon og den justeringen der all nytte verdsettes med verdsettingsfaktoren til korte reiser. I dette scenariet er ikke lenger TECH11 samfunnsøkonomisk lønnsomt. Vi har imidlertid ikke tro på at dette er veldig realistisk. Vi observerer at samlede kostnader i konsept TECH10R er relativt konstant på tvers av de alternative nyttespesifikasjonene, på tross av at konseptet i tabellen over er reoptimert med økte eller reduserte investeringer for hver nye nyttespesifikasjon. Det samlede kostnadsnivået i det mest lønnsomme konseptet fremstår derfor robust for ulike justeringer i nytteberegningene.

8.2.8 GEVINSTER VED Å VENTE

Det er etter vår vurdering to forhold som kan tilsi at det kan være noen gevinster å hente ved å vente. Det ene er neste generasjons system for tog- og signalstyring for jernbanen, FRMCS. Det andre er neste generasjons nødnett. For omtale av disse tilgrensende prosjektene, se kapittel 1.3. Det er to forhold ved disse prosjektene som påvirker de samfunnsøkonomiske vurderingene i denne kvalitetssikringsrapporten.

For det første kan disse tilsi at det vil være samfunnsøkonomisk lønnsomt å bygge ut dekning, både i

frittland og i tunneler, selv der nytteberegningene i denne kvalitetssikringsrapporten tilsier at det ellers ikke vil være lønnsomt. Dette kan enten skyldes krav om dekning for nødnett i lange tunneler ved større rehabiliteringer, eller behovet for dekning for togsignaliserings- og fremføringssystemer. Disse gevinstene, som først oppstår ved beslutning i disse andre prosjektene, er ikke hensyntatt i nytte-beregningene i denne kvalitetssikringen.

For det andre kan disse tilsi behov for større kapasitet i tunnelene enn det behovet som fremkommer fra passasjerene i denne kvalitetssikringen. I praksis kan dette dermed tilsi behov for å bygge ut 4x4 MIMO i noen tunneler der man ellers ville ha bygget 2x2 MIMO[37].

Disse tilgrensende prosjektene tilsier altså at ved å vente, kan det tilkomme opplysninger som øker lønnsomheten ved å bygge ut langs noen strekninger. Dette utgjør realopsjoner i prosjektet. Vi ser to særlig relevante strategier for å høste disse realopsjonsverdiene. Den første er å utsette hele beslutningen. Dette er imidlertid svært kostbart, gitt de høye nyttegevinstene prosjektet er forventet å realisere. Den andre er å utnytte den lange anleggsperioden dette prosjektet uansett innebærer, til å legge opp gjennomføringen slik at man først bygger ut de strekningene der disse tilgrensende prosjektene ikke kan tippe lønnsomhetsvurderingene, i praksis de mest lønnsomme strekningene. Videre innebærer dette at man utsetter de strekningene der disse tilgrensende prosjektene tilfører beslutningsrelevant informasjon, til disse prosjektene har fått investeringsbeslutning. Dette kan komme i konflikt med hensynet til å følge Bane NORs vedlikeholdsplan, som allerede kan tilsi en bestemt rekkefølge på tunnelarbeid. Dette omtales videre i kapittel 11.2.2.

At det i fremtiden kan fremkomme informasjon som gjør at man vil kunne ønske å investere på strekninger som i dag ikke fremstår lønnsomme, taler mot å velge konseptene TECH10 og TECH11 slik de var definert i KVUen, der man etter vår vurdering utelukker investering på noen strekninger, før informasjonen om nyttegevinstene for disse tilgrensende prosjektene ved dekningsutbygging, foreligger. Vår anbefaling, og våre føringer for forprosjektet, ivaretar den nødvendige beslutningsfleksibiliteten. I tekstboks i kapittel 11.2 omtaler vi prioritering av samfunnsøkonomiske lønnsomme strekninger sett opp mot tilgrensende prosjekter.

[37] I radio er multiple-input og multiple-output, eller MIMO, en metode for å multiplisere kapasiteten til en radiokobling ved bruk av flere transmisjons- og mottaksantenner for å utnytte flerveisutbredelse. Kapasitet og kostnad for 4x4 MIMO er om lag det dobbelte av 2x2 MIMO.

9 BØR DET OFFENTLIGE IVERKSETTE TILTAK?

Det er ikke fremført vesentlige prinsipielle argumenter for at det offentlige bør iverksette tiltak. Den beregnede samfunnsøkonomiske lønnsomheten tar vi som en indikasjon på at mobildekning generelt er gunstig for samfunnet, og ikke som en indikasjon på at jernbanedekning er mer lønnsom enn annen dekning - hvor det offentlige ikke pleier å dekke investeringskostnadene. Vi ser prinsipielle utfordringer ved statlige investeringsbidrag, [redacted]

9.1 TILTAKET FREMSTÅR SAMFUNNSØKONOMISK LØNNSOMT - HVORFOR LØSER IKKE MARKEDET DETTE SELV?

Det å investere i mobildekning er noe vi i Norge i de aller fleste tilfeller overlater til markedet. Noen unntak gjelder distrikts- eller befolkningspolitiske hensyn. For eksempel der enkeltkommuner inngår samarbeid med teleoperatørene for å sikre tilstrekkelig dekning for innbyggerne sine, der vi ønsker mobildekning for å sikre at bilister kan nå nødnummeret på krevende veistrekninger, eller koblingen mellom frekvenser og mobildekning langs deler av jernbanen i den såkalte 700MHz-auksjonen som Telia vant. Vi følger her opp refleksjonene i kapittel 2.2.3, der vi spør hvorfor det offentlige bør iverksette tiltak.

Et første spørsmål for å vurdere om det offentlige bør iverksette tiltak, er hvorfor mobiloperatørene ikke selv vil løse problemet. I kapittel 2.2.3 gjennomgår vi flere mulige årsaker til at de private mobiloperatørene ikke har investert, hovedsakelig knyttet til manglende bedriftsøkonomisk lønnsomhet. Både våre og KVUens samfunnsøkonomiske analyser viser at investeringene de fleste steder er samfunnsøkonomisk lønnsomme. I dette kapittelet tar vi derfor opp mulige forklaringer på at investeringene kan være samfunnsøkonomisk lønnsomme, selv om de ikke fremstår bedriftsøkonomisk lønnsomme for mobiloperatørene. [redacted]

9.1.1 EKSTERNE VIRKNINGER TILSIER IKKE VESENTLIG GAP MELLOM SAMFUNNS- OG PRIVATØKONOMISK LØNNSOMHET VED BEDRE DEKNING LANGS JERNBANEN

En mulig årsak til at markedet ikke løser dekning langs jernbanen selv, på tross av at investeringen fremstår som samfunnsøkonomisk svært lønnsom, kan være dersom det finnes betydelige eksternaliteter som gjør den samfunnsøkonomiske lønnsomheten høyere enn den bedriftsøkonomiske lønnsomheten. Mobildekning langs jernbanen vil gjøre togreiser relativt sett mer attraktive. Dette kan skape positive eksternaliteter gjennom mindre bruk av andre transportformer, noe som blant annet kan skape en reduksjon i klima- og miljøgassutslipp og redusere trengsel på veiene.

Men disse eksterne gevinstene er ikke del av den beregnede lønnsomheten; de inngår som ikke-prissatte virkninger. Dermed er de ikke egnet til å forklare hvorfor markedet ikke realiserer samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer på egenhånd - den beregnede lønnsomheten må skyldes noe annet enn

eksterne samfunnsøkonomiske gevinster.

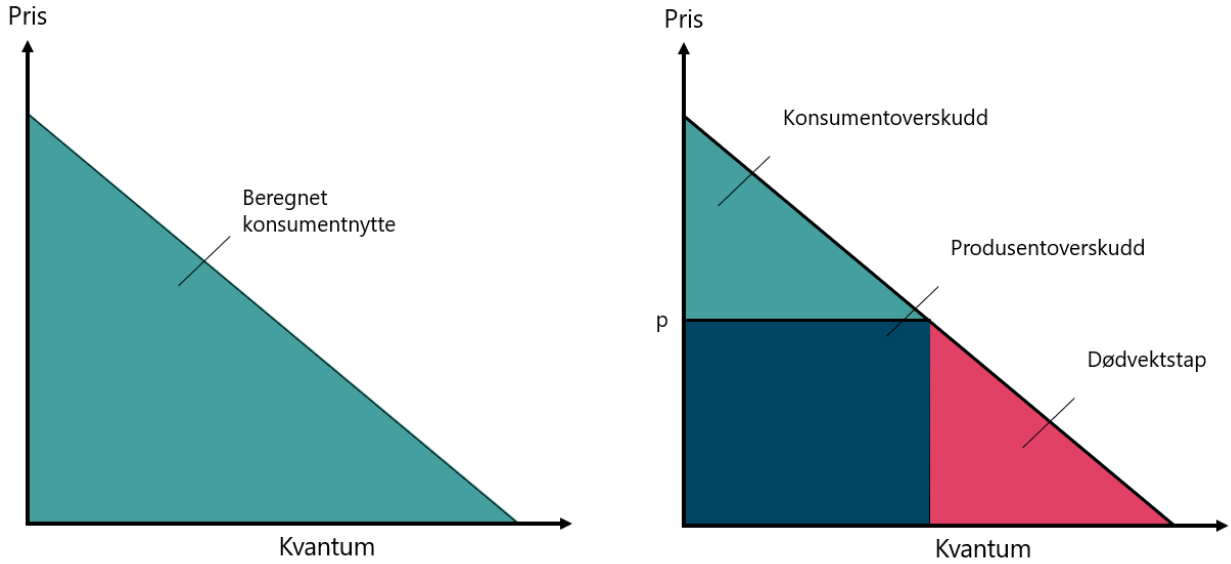
Det er derfor ingen av de prissatte nyttegevinstene i analysen som skulle tilsi at den samfunnsøkonomiske nytten er høyere enn den privatøkonomiske. Det er imidlertid flere ikke-prissatte virkninger i analysen, både nytte- og kostnadsvirkninger. Det er krevende å vurdere de ikke-prissatte virkningene opp mot hverandre, men vi finner det sannsynlig at de er positive. Blant de ikke-prissatte virkningene vil både bedret nytte for nyskapte og overførte togpassasjerer, og nytten ved bedre dekning for også andre enn togpassasjerene, manifestere seg som økt nytte for mobilkunder, og dermed være privatøkonomisk nytte på linje med de prissatte nyttekomponentene. De reduserte eksterne kostnadene som følge av bil- og flytransport kan vi ikke forvente at manifesterer seg som nyttevirkninger mobiloperatører kan kapitalisere på. Disse er imidlertid vurdert å være svært små sammenlignet med de prissatte nyttevirkningene.

Samlet sett er det lite som tilsier at de eksterne virkningene ved bedret togdekning skulle tilsi et vesentlig gap mellom samfunns- og privatøkonomisk lønnsomhet ved bedret jernbanedekning.

9.1.2 MOBILOPERATØRENE HAR EN BEGRENSET MULIGHET FOR DIREKTE BRUKERBETALING

Nytten i den samfunnsøkonomiske analysen i KVUen og KS1 er beregnet ut fra en forutsetning om nullpris. Ethvert forsøk på direkte brukerbetaling for dekningen, enten ved hjelp av togpakker for dekning eller økte billettpriser, innebærer at de mest marginale brukerne vil velge å ikke benytte seg av den bedrede dekningen. Dette er en form for avvisning, på lik linje med avvisningseffekten ved bompengebetaling på veier. I utgangspunktet ligger det ikke noe normativt negativt i en slik avvisning. I de fleste tilfeller vil marginalkostnaden ved å forsyne en bruker til være positiv, og da må det være positiv brukerbetaling og en viss avvisning for å unngå sløsing og overforbruk av godet.[38] Poenget vårt er for det første at det ikke er mulig å hente ut hele nytten slik beregnet i KVUen dersom man forsøker å gjøre det ved hjelp av direkte brukerbetaling.[39] Dette er illustrert i den enkle figuren nedenfor, der vi har antatt en uniform pris p, som tilsvarer togpassasjerenes gjennomsnittlige betalingsvilje, og at marginalkostnaden ved å tilby mobildekning til én passasjer ekstra er null. I dette stiliserte tilfellet vil mobiloperatørenes inntekter tilsvare 50 prosent av den beregnede nytten i den samfunnsøkonomiske analysen.

Figur 14 Illustrasjon av fordeling av nytte ved brukerbetaling



[38] Årsaken til at avvisningseffekten på vei regnes som en ulempe, er at den samfunnsøkonomiske marginalkostnaden ved at noen ferdes på en vei uten trengsel er svært liten utover det som allerede er priset inn i bruksavgifter.

[39] Med mindre man kan drive såkalt perfekt prisdiskriminering, noe som må anses å kun være en teoretisk mulighet.

For det andre vil en slik brukerbetaling kreve ny teknologi og omlegging av mobiloperatørenes forretningsmodell for å kunne ta betalt for de konkrete basestasjonene. Vi kan ikke utelukke at det er mulig, men det vil kreve noen kostnader å realisere – som da må komme til fratrekk fra nytten man klarer å hente inn.

I alle tilfeller blir resultatet at mobiloperatørene gjennom brukerbetaling ikke vil være i stand til å hente ut vesentlige andeler av den nytten det er beregnet at bedret mobildekning vil kunne bidra med. Forretningsmodellene, og denne avvisningseffekten, kan dermed være en god forklaring på at mobiloperatørene ikke investerer, på tross av at den samfunnsøkonomiske analysen tilsier at dette vil være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Vurderingene knyttet til mobilaktørenes forretningsmodeller og muligheter til å kapre konsumentnytte er gjeldende også for andre dekningsinvesteringer gjennomført av mobilaktørene i dag og i fremtiden. Det er altså ikke et særfenomen for dekning langs jernbanen, selv om problemet imidlertid kan være større på jernbane enn i områder der større deler av befolkningen ferdes, ettersom man for jernbanedekning er avhengig av å trekke ut relativt mye betalingsvillighet fra relativt få passasjerer. Det faktum at mobiloperatørene likevel gjennomfører disse andre investeringene, tar vi som en indikasjon på at lønnsomheten (også den samfunnsøkonomiske) av disse investeringene kan være høyere enn investering i mobildekning langs jernbanen. Det kan dermed heller ikke utelukkes at det finnes andre samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer som mobiloperatørene ikke gjennomfører i dag.

Det finnes flere markeder der samfunnsøkonomisk overskudd (konsumentoverskudd + produsent-overskudd) er høyere enn det overskuddet produsentene klarer å kapre (produsentoverskuddet). At mobiloperatørene ikke har mulighet for direkte brukerbetalinger derfor i seg selv ikke nok til å rettferdiggjøre statlig finansiering av tiltaket.

9.1.3 DET ER FLERE ENN MOBILOPERATØRENE SOM VIL TJENE PÅ TILTAKET

Fordi mobiloperatørene ikke klarer å hente ut all nytten ved tiltaket, vil togpassasjerene sitte igjen med betydelig nytte, og bedre mobildekning langs jernbanen vil dermed styrke togreiser som et produkt. Dette er også formålet med tiltaket. Dette vil gagne togoperatørene, som får en økt etterspørsel etter, og økt betalingsvilje for, sitt produkt. Dette er dermed et resultat av at mobiloperatørene ikke klarer å hente ut hele konsumentnytten. Hvis mobiloperatørene hadde klart å hente ut all nytten, ville det ikke ha vært noe gevinst igjen til togoperatørene.

Dermed vil også togoperatørene, innenfor en kontraktsperiode, kunne trekke ut noe nytte gjennom flere reisende. Hvorvidt de også kan trekke ut nytte gjennom økte inntekter per passasjer, avhenger litt av om de er på en strekning som allerede er lyst ut som en konkurranse, og om de kan benytte bedret dekning til å selge flere «komfort»-billetter med god arbeidsplass. Togoperatørene kjører tog på oppdrag for staten, organisert gjennom konkurranser. Alle gevinster som styrker toget som produkt, vil være fordeler de potensielle tilbyderne tar innover seg når de skal utforme tilbud på neste konkurranse på strekningen. Ved gode konkurranseforhold vil vi derfor forvente at disse gevinstene i all hovedsak blir «konkurrert vekk» og dermed tilfaller staten gjennom reduserte fremtidige ytelser til togoperatørene. Innad i eksisterende kontrakter vil imidlertid ikke denne effekten gjøre seg gjeldende, slik at togoperatører som får forbedret dekning på sin strekning innenfor eksisterende kontraktsperiode, vil kunne øke sin inntjening. Vi har ikke analysert hvor mange pågående kontrakter vi kan forvente at fortsatt vil være i drift når første dekningspakke er ferdig utbygget, slik at det faktisk er togoperatøren, og ikke staten, som vil stå i en posisjon til å tjene på dette.

Det at flere enn mobiloperatørene vil kunne tjene på dette, tilsier at man ikke kan forvente at mobiloperatørene alene vil finansiere hele investeringen. Det vil dermed være behov for en koordinert investeringsbeslutning, og vi anser at det er sannsynlig at staten vil være en viktig gevinsteier ved tiltaket.

9.2 VI SER PRINSIPIELLE UTFORDRINGER VED STATLIG INVESTERING

Utbygging av dekning er noe vi i Norge i hovedsak overlater til mobiloperatørene å gjøre selv, på

kommersielt grunnlag. Et statlig tiltak for å realisere dekningsutbygging, med betydelig finansiell støtte, innebærer derfor statlig seleksjon av investeringsprioriteringer og statlig kostnadsdekning av investeringer vi normalt ville ha forventet at de kommersielle aktørene skulle ha dekket på egenhånd. Det er to prinsipielle utfordringer knyttet til dette. For det første vil prioriteringen av disse investeringene kunne fortrenge andre mulige investeringer i mobiloperatørenes portefølje. For det andre kan statlig finansiering skape en uheldig presedens der man forventer statlig finansiering også i lignende prosjekter.

Den andre prinsipielle utfordringen handler om faren for å sette en presedens om statlige subsidier av samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer som man i utgangspunktet forventer at markedet selv skal løse. Dialogen med mobiloperatørene strekker seg mange år tilbake i tid, og de har vært tett involvert i arbeidet både med Plan for bedre nettdekning til togreisende (Jernbanedirektoratet, 2018) og KVUen. Konseptvalgutredningen ligger også offentlig tilgjengelig på internett, inkludert anbefalingene om å bygge ut god dekning overalt, med de krav det stiller til dekning fra flere mobiloperatører, føringer for forprosjektet og vurderingene om hvordan staten bør gå frem for å sikre størst mulig bidrag fra mobiloperatørene. Vi gjentar at vi ikke har noe grunnlag for å påstå at mobiloperatørene bevisst holder igjen lønnsomme investeringer i påvente av statlig finansiering, men det ville ikke vært en unaturlig konsekvens av åpenheten som har omgitt dette prosjektet.

[40] *Menon-publikasjon nr. 67/2020 – Utredning av Enovas bidra til kapitaltilgang*

[41] *«Vedtak om utpeking av tilbyder med sterk markedsstilling og pålegg om særskilte forpliktelser i markedet for tilgang til og samtaleoriginering i offentlige mobilkommunikasjonsnett. Sak 1804194», 14. mai 2020.*

[redacted]

Viktigere enn gevinsten som tilfaller mobiloperatørene gjennom dette tiltaket, er kanskje de signalene staten sender dersom de gjennomfører tiltaket. Dette er et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak, der den beregnede nytten utelukkende tilfaller kunder og bedrifter i et kommersielt marked. Å bruke statlige midler på en slik investering, uten en bedre begrunnelse for hvilke markedssvikter som skulle tilsi at det ikke er mulig for de private aktørene å tjene på – og dermed selv finansiere – investeringen, setter en uheldig presedens.

Staten møter mobiloperatørene i mange ulike roller, og i mange ulike kontekster. Staten legger premisset for hele mobilmarkedet, gjennom regulering og utforming av markedet, auksjonering av spektrumslisenser, dekningsforpliktelser, regulering av tilbydere med særlig markedsmakt med mer. Men staten møter også mobiloperatørene som kunde, som samarbeidspartner og som eier av infrastruktur mobiloperatørene trenger for å gi mobildekning til alle, overalt. I dette prosjektet dreier det seg om jernbanetunneler. Andre steder dreier det seg om biltunneler, store bygg som flyplasser, sykehus, museer, eller offentlige bygg som rådhus, kommunehus, biblioteker, svømmehaller med mer. Finansiering av dette tiltaket kan svekke private aktørers investeringsvilje, og det offentliges forhandlingsposisjon, i situasjoner der man i fremtiden kan fremføre lignende argumenter for statlig investering. Vi anbefaler at staten inntar en bevisst holdning til dette problemet. Dette behovet forsterkes av overgangen til 5G, der høybåndsdekning innebærer krav om enda tettere basestasjoner og enda tettere samarbeid mellom mobiloperatørene og grunneiere.

9.3 OPPSUMMERING

[redacted]

10 ANBEFALING OM KONSEPTVALG OG BESLUTNINGS-STRATEGI

Selv om vi finner tiltaket mindre samfunnsøkonomisk lønnsomt enn KVU, er det fortsatt samfunnsøkonomisk lønnsomt. Vi ser prinsipielle utfordringer med gjennomføringen av tiltaket, men i sum mener vi at den samfunnsøkonomiske lønnsomheten tilsier at tiltaket bør gjennomføres. KVU anbefaler TECH04 som innebærer God dekning langs hele jernbanen. Vi finner ikke sterke nok argumenter for å anbefale et alternativ som ikke er det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme, slik KVUen har gjort. Vi anbefaler derfor at man går videre med TECH10R, som er et remodellert alternativ og det mest samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltaket.

[redacted]

De totalt fire konseptene pluss nullalternativet består av ulike kombinasjoner av bedre dekning og kapasitet langs jernbanenettet. TECH10 er det samfunnsøkonomisk mest lønnsomme tiltaksalternativet. Ettersom tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt, og fordi det er sannsynliggjort at tiltaket ikke vil bli gjennomført uten statlig involvering, anbefaler vi å gå videre med et optimeringskonsept i tråd med utvalgskriteriene for TECH10. Som nevnt i kapittel 8.2.1, mener vi at optimeringen av selve konseptet – mobildekning langs jernbanen – har blitt gjort for tidlig. Vi anbefaler derfor et remodellert TECH10 – heretter kalt TECH10R. [redacted]

[redacted]

[redacted]

4. **Dekning i tunnelene bør realiseres samtidig med dekning i frittland:** Vi foreslår at dekning i tunellene realiseres samtidig som dekning i frittland, for de ulike strekningene, av to grunner. For det første for å sikre kontinuerlig dekning på strekninger, som igjen er viktig for å hente ut den beregnede nytten. For det andre for å sikre at mobiloperatørene binder seg til dekning og anleggsbidrag i forkant av investeringsbeslutningen. Vi kommer nærmere inn på dette i kapittel 11.2.1
5. [redacted]

[redacted]

10.1 KOMMENTAR TIL ANBEFALING OM KONSEPT I KVU

KVUen anbefaler konsept TECH04 – God dekning på alle strekninger og begrunner det blant annet med:

> *TECH04 gir et løft for fremtiden ved å bygge et mer finmasket nett av basestasjoner som åpner for bruk av høye frekvenser, og det bygges repeateranlegg i tunnelene som er robuste, vil tåle vekst i passasjerantallet og er godt egnet for nytt Nødnett. Basert på helhetsvurdering anbefales det å gå videre med TECH04.*

Vi mener at argumentene for TECH04 som løftes frem i KVUen ikke er sterke nok til å *ikke* velge det mest samfunnsøkonomiske lønnsomme konseptet. TECH10R er et fleksibelt konsept, hvor vi også oppfordrer til å videreutvikle tilnærmingen til optimeringen. Fleksibiliteten ivaretar at en får fremtidsrettede løsninger, ved å se på tvers av prosjekter og videreutvikle optimeringen. Der det bygges repeateranlegg bygges de robuste, selv om det bare er de tunnelanlegg som er samfunnsøkonomisk lønnsomme, som blir bygget ut.

Når det gjelder vekst i passasjerantall, så ivaretar analysen vekst i passasjerantall ut analyseperioden (til 2037). Hvis prosjektet under videre optimering får informasjon om en høyere passasjervekst enn det som er lagt til grunn her, bør den samfunnsøkonomiske analysen oppdateres. TECH10R vil sikre bedre dekning der det faktisk er lønnsomt, innledningsvis kun for dette initiativet, men også sett opp mot andre prosjekter knyttet til mobildekning.

11 FØRINGER FOR FORPROSJEKTFASEN

Vi anbefaler en rammefinansiering for TECH10R, [redacted]

Prosjektstyret bør ha deltakere fra sentrale aktører og myndighet. Prosjektstyret bør sikre at det etableres en overordnet strategi for optimal samlet utbygging av GSM-R, Bedre nettdekning, FRMCS og Nytt nødnett. Vi anbefaler at prosjektet organiseres i et hovedprosjekt med to delprosjekter; tunneldekning og frittlandsdekning. [redacted]

11.1 STYRINGSMÅL OG RESULTATMÅL

Budsjettvirkningene for staten avhenger av mobiloperatørenes betalingsvillighet, tilstøtende prosjekter og optimeringsmetode. Vi har anbefalt alternativ TECH10R, men også en videre optimering av dette alternativet. Den videre optimeringen av TECH10R innebærer at det på nåværende tidspunkt ikke er helt klart hva prosjektomfanget er. Vi anbefaler derfor at prosjektet får en gitt ramme - design-to-cost - og at prosjektets mandat er å bygge ut dekning og kapasitet som gir mest mulig samfunnsøkonomisk nytte innenfor rammen.

11.1.1 [redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Denne litt utradisjonelle gjennomføringen der det konkrete omfanget av prosjektet, altså hvilke strekninger som skal bygges ut, ikke er avklart på nåværende tidspunkt, gjør at vi anser en rammefinansiering som et godt utgangspunkt i det videre arbeidet. Et viktig aspekt i dette er at jo større del av kostnadene man får mobiloperatørene til å ta, desto mer får man bygget ut innenfor rammen. [redacted]

I KVUen er det en antakelse om at staten må dekke alle kostnader knyttet til tunnel, bortsett fra mobiloperatørenes utstyr inne i tunnelene og tilkobling til tunnelanleggene. Tunnelkostnadene utgjør cirka 2/3 av de totale kostnadene. Basert på våre vurderinger av problemet og at det er behov for at det offentlige gjør tiltak, så anser vi KVUens antakelse om kostnadsdekning i tunnel som realistiske. [redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

- [redacted]
- [redacted]
- [redacted]

[redacted]

[redacted]

11.1.2 FORENKLINGER OG REDUKSJONER

Med utgangspunkt i at prosjektet er et design-to-cost prosjekt, bør det utarbeides en kutt- og plussliste. I dette ligger det at man bør har muligheten å kutte kostnader, samt kan man se på muligheten for å legge til flere strekninger innenfor rammen. I dette prosjektet kan vi se for oss at man vil måtte kutte enkelte strekninger [redacted] Videre vil det være meget relevant at prosjektet i størst mulig grad klarer å effektivisere utbyggingen ressurs- og tidsmessig, samt at de klarer å benytte seg av eventuell teknologisk utvikling som kan bidra til å redusere materialkostnader.

11.1.3 PRIORITERING AV RESULTATMÅL

Vi anbefaler følgende prioritering av resultatmål

1. Kostnad
2. Kvalitet (omfang)
3. Tid

Med bakgrunn i at det foreslås en rammefinansiering for dette prosjektet, følger det at kostnad blir prioritert høyest av resultatmålene. Videre er mandatet til prosjektet å gi mest mulig nytte for samfunnet og bygge mest mulig dekning og kapasitet langs jernbanen innenfor den gitte rammen.

11.2.1

11.2.2

[redacted]

- **Sportilgang:** Sportilgang må bestilles minimum ett år i forveien av oppstart av byggingen. Det betyr at prosjektet og Bane NOR må samsnakke tidlig i prosjektperioden for å avklare strategisk strekningsprioritet.
- **Robusthet i tunneler:** Det er kostnadsdrivende å bygge dekning i tunnel, og materialer utgjør en liten del av denne kostnaden. Det bør derfor vurderes å bygge robust dekning i tunneler når man først skal gjennomføre tunnelarbeider. Dette bør i så fall ses i sammenheng med beslutningene om FRMCS og Nytt nødnett, og eventuelt endrede forutsetninger knyttet til passasjervekst på tog som endrer utgangspunktet for beregningene av samfunnsøkonomisk lønnsomhet.
- **Vedlikehold av togtunneler:** Når Bane NOR gjennomfører vedlikehold i tunnel må de ha tilgang til tunellene på samme måte som ved utbygging av mobildekning i tunnel. Det kan derfor være en fordel å koordinere prosjektet med planlagt vedlikeholdsarbeid, i den grad det går. Samtidig bør dekningsnivå, tilgrensende prosjekter og lønnsomhet veie tyngst.
- **Erfaringer:** Bruke erfaringer fra allerede gjennomførte konkurranser og tilpasse omfang [redacted]
- **Tunnelbygging der det allerede er frittlandsdekning**: For å sikre sammenhengende dekning (for eksempel sett opp mot Telia sin forpliktelse på IC-strekninger.

[redacted]

11.2.3 FINANSIERINGSMODELL OG DENS PÅVIRKNING PÅ SAMFUNNSØKONOMISK LØNNSOMHET

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

11.2.5 [redacted]

[redacted]

[redacted]

11.3 VIDERE STYRING OG ORGANISERING AV PROSJEKTET

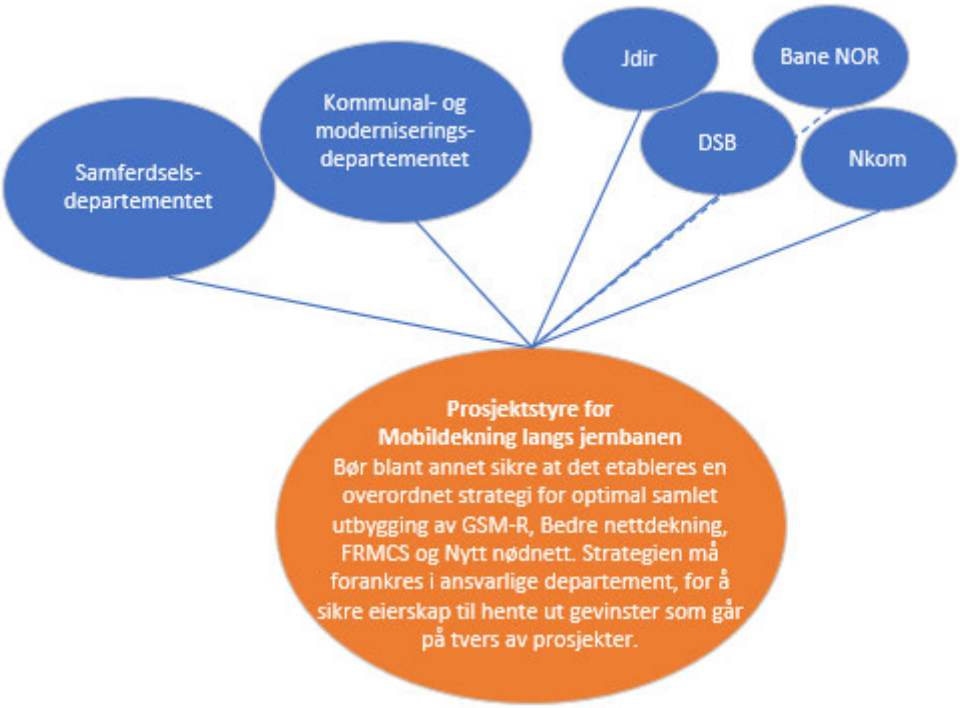
11.3.1 PROSJEKTEIER OG PROSJEKTORGANISASJON

KVUen skriver følgende om prosjekteier:

> *For å lykkes med et prosjekt av denne størrelsesorden og kompleksitet er det behov for et godt forankret prosjekteierskap. Prosjekteier bør være den enhet som er innrettet med myndighet for gjennomføring av de overordnede politiske føringer og prioriteringer, og som er satt i stand til å forestå budsjettfordeling til de ulike aktører som må involveres i det å etablere bedre mobildekning langs jernbanen, både i frittland og i jernbanetunneler.*

KVUen gir ikke et entydig svar på hvem som bør tilordnes prosjekteierskapet, men lister opp ulike muligheter. Vår oppfatning er at det er Jernbanedirektoratet (Jdir) som bør tilordnes prosjekteierskapet, fordi Jernbanedirektoratet har et overordnet ansvar for å forvalte og forbedre infrastrukturen i Norge, og fordi de har et har et spesielt ansvar for å sikre et formålstjenlig samspill mellom aktørene i jernbanesektoren. Prosjekteier bør videre sikre at prosjektleder og resten av prosjektet vet hva som er forventet av dem, samtidig bør prosjekteier være tilgjengelig for prosjektet og evne å ta raske beslutninger ved behov.

Det er to sektorer som berøres av dette prosjektet, telekomsektoren og samferdselssektoren, som er underlagt to ulike fagdepartementer, Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) og Samferdselsdepartementet (SD). For å ivareta interessene til begge sektorene mener vi at det bør etableres et prosjektstyre med representanter fra begge fagdepartementene. I tillegg bør det være representanter fra Jernbanedirektoratet og det bør vurderes å ha med en representant fra Bane NOR. Som nevnt i kapittel 1.3.3 er KVU Blålys i nødnettene et viktig tilgrensende prosjekt. KVU Blålys i nødnettene er utarbeidet av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom). Nkom har verdifull innsikt i telekombransjen. Som følge av dette bør både DSB og Nkom ha deltakere i prosjektstyret. Vi anbefaler en bred deltakelse i prosjektstyret også fordi det er tilgrensende prosjekter som det er spesielt viktig at prosjektet er koordinert med i det videre arbeidet. Prosjektstyret bør ha beslutningsmyndighet, for å sikre raske beslutninger når det er behov for det. I Figur 16 viser vi en illustrasjon av vårt forslag til deltakere inn i prosjektstyret, og det som vi mener blir en av hovedoppgavene til prosjektstyret.



Figur 16 Illustrasjon av deltakere i prosjektstyret og vårt forslag til en av hovedoppgavene til prosjektstyret

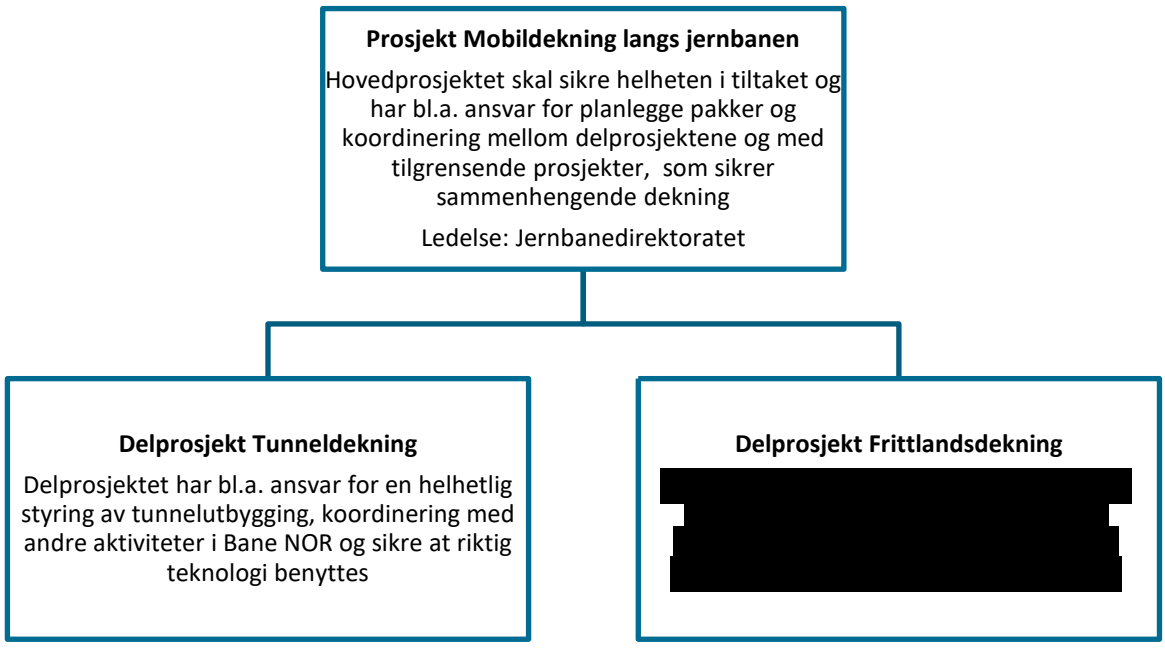
Vi anbefaler så bred deltakelse i prosjektstyret for å sikre koordinering mellom tilgrensende prosjekter. Samtidig kan et slik prosjektstyre bidra til en proaktivitet med tanke på å lage en overordnet strategi på tvers av prosjektene. [redacted]

KVUen har fremhevet at prosjektet for bedre mobildekning langs jernbanen vil være et omfattende prosjekt. Etter vår vurdering er det også et utfordrende prosjekt, blant annet fordi prosjektomfanget ikke vil være helt tydelig definert ved oppstart, og nytten som prosjektet klarer å gi til samfunnet vil avhenge av hvordan rekkefølgen blir i utbyggingen. Videre vil det være nødvendig med en god og hyppig dialog med tilgrensende prosjekter (FRMCS og Nødnett), samt Bane NOR med tanke på deres vedlikeholdsplaner.

Overordnet er det to hovedoppgaver til dette prosjektet; bygging av dekning i tunnel i henhold til planer og konkurranserelaterte oppgaver knyttet til frittlandsdekningen. Samtidig er det veldig viktig at disse to hovedoppgavene blir sett i sammenheng for å sikre den mest samfunnseffektive utbyggingen. Vi ser det derfor mest hensiktsmessig at prosjektet organiseres som et hovedprosjekt med to delprosjekter; Tunnelutbygging og Frittlandsdekning. Som nevnt over anbefaler vi at Jdir tilordnes prosjekteierskapet og utfører den nødvendige prosjektering og i gjennomføringsfasen den nødvendige overordnede koordinering.

Bane NOR er eier av tunnelene og utfører i dag vedlikeholdsarbeid her. Utbygging av tunneldekning vil gjennomføres innenfor deres eksisterende organisasjon og ressurser, skalert for høyere kapasitet. Med bakgrunn i dette er det en fordel at Bane NOR deltar i delprosjekt Tunnelutbygging. Gjennom konkurranser er det mobiloperatørene som vil bygge ut frittlandsdekning. Prosjektledelsen skal i dette tilfelle gjennomføre det som i hovedsak er samme bestilleroppgaver som er nødvendig i forbindelse med statens kjøp av dekningsutbygning gjennom auksjon av frekvenstillatelser. Nkom bør derfor ha en sentral

rolle i utarbeidelse av konkurransene i delprosjekt Frittlandsdekning. I Figur 17 vises vårt forslag til organisering av prosjektet og hovedansvar.



Figur 17 Forslag til organisering av prosjektet

I vår usikkerhetsanalyse, ref. kapittel 7, er prosjektorganisasjonen den mest dominerende usikkerheten. Det er ikke uvanlig at prosjektorganisasjonen blir en av de dominerende usikkerhetene. I dette tilfellet vil vi blant annet fremheve viktigheten av å etablere en organisasjon med fagkompetanse innen kontraktstrategi, juridisk kompetanse (relatert til EUs regelverk for statsstøtte), kommunikasjon/ samhandling med interessenter/aktører. Vi mener også det er en fordel om prosjektledelsen har erfaring med porteføljestyring og utrulling.

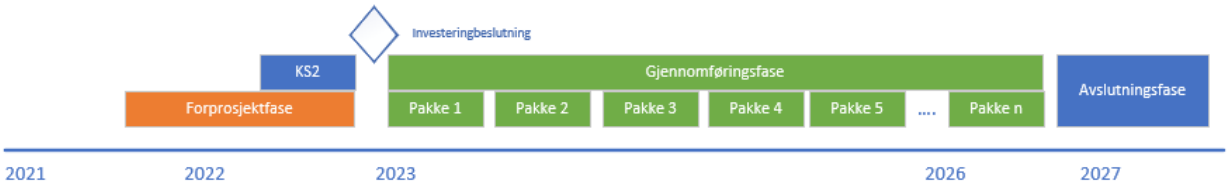
Videre bør det etableres et godt styringsunderlag. Prosjektet vil være sårbart for manglende kontinuitet i sentrale roller og det vil derfor være ekstra viktig at styringsinformasjon er tilgjengelig for alle og ikke er personavhengig. I KVUen står det at det er en fordel med flere kontrakter fordi man da kan bruke erfaringer fra gjennomførte konkurranser inn i de neste konkurransene. Dette er fornuftig, og det blir viktig å etablere gode prosesser og rutiner for å videreføre disse erfaringene i prosjektet.

11.3.2 GJENNOMFØRING

Til grunn for våre vurderinger er det lagt opp til en prosjektperiode på 6 år, med 4 års anleggsperiode. Det betyr at fra konseptvalget er besluttet, er det cirka 6 års gjennomføring. Det legges opp til tre hovedfaser:

- Forprosjektfase
- Gjennomføringsfase
- Avslutningsfase

I figuren under viser vi vårt forslag til en overordnet fremdriftsplan med det viktigste hovedfasene i gjennomføringen.



Figur 18 Eksempel på overordnet fremdriftsplan

Den høye samfunnsøkonomiske lønnsomheten og synergi med den allerede finansierte oppgraderingen av GSM-R i tuneller tilsier en oppstart av prosjektet så raskt som mulig. En rask oppstart gjør det også lettere å videreføre sentrale ressurser fra konseptvalgutredningen inn i forprosjektet, noe vi mener vil være en stor fordel for det videre arbeidet. Samtidig ser vi at det kan være ønskelig å utsette oppstart av forprosjektet til NTP 2022-2033 er behandlet i Stortinget høsten 2021.

Føringer fra Finansdepartementet påpeker at «*For KS1 skal Covid-19 ikke hensyntas i usikkerhetsanalysene for investeringskostnadene, men effekter av Covid-19 skal drøftes i føringer for forprosjektfasen og gjennomføringstiden for forprosjekt*.». Etter vårt syn vil ikke prosjektets gjennomføringstid påvirkes i stor grad av Covid-19 pandemien. Dette på grunn av at det fortsatt er i en tidlig fase med høy grad av utredningsarbeid. Generelt er det likevel slik at Covid-19 pandemien kan påvirke fremdrift videre i forprosjektfasen ved sykdom eller fravær for nøkkelpersonell og lavere produktivitet i enkelte perioder (som ellers i samfunnet). Likevel anses vi effekten her som i det lavere sjiktet sammenlignet med prosjekter som er kommet lenger i løpet og er i gang med gjennomføringsfasen. Utover å påpeke dette har vi derfor ingen ytterliggere føringer eller kan peke på konkrete effekter av Covid-19 på forprosjektet eller gjennomføringstiden for forprosjektet.

Forprosjektfase

[redacted]

Gjennomføringsfase

[redacted]

Avslutningsfase

11.3.3 USIKKERHETSSTRATEGI

[redacted]

[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]

11.3.4 EIERSKAP TIL INFRASTRUKTUR

[redacted]

[redacted]

Tunnel

KVUen anbefaler at Bane NOR skal anskaffe, bygge og eie anlegg for nettdekning i norske jernbanetunneler. Mobiloperatører som ønsker å tilby dekning til sine kunder i jernbanetunneler, må koble seg på Bane NORs repeateranlegg og betale en årlig avtalt leie for bruk av dette. Videre påpekes det at leien bør settes slik at det også gir bedriftsøkonomiske insentiver til å leie seg inn, innenfor rammen av EUs regelverk for statsstøtte.

Det har vært eksempel på at dagens modell for utleie av anlegg i nye tuneller, oppleves av mobiloperatørene som bedriftsøkonomisk lite interessant. I det videre arbeidet bør prismodellene fra Bane NOR sikre at rammebetingelse R1[42] kan oppfylles.

Frittlandsdekning

[redacted]

11.4 KONTRAKTSTRATEGI

[redacted]

[42] *R1: Konseptene må sørge for bedriftsøkonomisk attraktivitet for minst én av mobiloperatørene langs hver strekning der det anbefales styrket mobildekning*

- Vinneren av en konkurranse i frittland forplikter seg til å bygge ut mobildekning langs jernbanen i konkurranseområdet innen en avtalt dato og tilby mobildekning i henhold til avtalt kvalitet i avtaleperioden. Det bør tilstrebes konkurranser som ikke gir fortrinn til noen av de aktuelle tilbyderne, slik at andre aktører avstår fra å delta i konkurranser. Kontraktens varighet bør minimum være på 10 år.
- Det er viktig at resultatet av konkurransene er at det blir attraktivt både å gi tilbud og å vinne kontrakten. Uten en vinner av konkurransen blir det ikke realisert mobildekning i konkurranseområdet. Uten flere tilbydere kan det offentlige finansieringsbidraget bli høyere enn nødvendig.

11.4.1 [redacted]

[redacted]

11.4.2 ANBEFALINGER

[redacted]

[redacted]

11.5 SUKSESSFAKTORER

I tabellen under presenterer vi de viktigste prosjektspesifikke suksessfaktorene. Tiltak knyttet til suksessfaktorene ivaretas i Tabell 29 og Tabell 30. Fallgruver er å regne som selve motsatsen til suksessfaktorene, så vi har ikke definert fallgruver.

Tabell 28 Prosjektspesifikke suksessfaktorer

#	Suksessfaktorer
1	Bygge ut kontinuerlig dekning på prioritetsstrekninger som er samfunnsøkonomisk lønnsomme
2	[redacted]
3	[redacted]
4	Tilstrekkelig koordinering med tilgrensende prosjekter for å sikre en samfunnsøkonomisk effektiv utbygging fra statens side

[redacted]

[43] *Lov om offentlige anskaffelser (LOA) 2017*
[44] *Forskrift om offentlige anskaffelser (FOA) 2017*

12 FORSLAG OG TILRÅDNINGER SAMLET

12.1 RÅD TIL DEPARTEMENTENE

I Tabell 29 presenterer vi våre råd til departementene.

Tabell 29 Våre råd til departementene

#	Råd til departementene	Referanse
1	Beslutte å videreføre prosjektet inn forprosjektfase med en rammefinansiering (1,8 mrd. kroner) og et mandat om å bygge ut mest mulig dekning og kapasitet innenfor rammen. Utbygging må vurderes ut fra tilgrensende prosjekter og samfunnsøkonomisk lønnsomhet på prioritetsstrekninger.	Kapittel 10 Kapittel 11.1.1
2	Etablere et prosjektstyre med bred deltakelse (på departements- og etatsnivå) for å sikre tilstrekkelig koordinering og evne til rask beslutningstaking også i forprosjektfasen.	Kapittel 11.3.1
3	Etablere en overordnet strategi for optimal samlet utbygging av GSM-R, Bedre nettdekning, FRMCS og nytt nødnett. Inntil endelige beslutninger kan tas, bør det etableres et omforent antatt optimalt scenario mellom ansvarlige departement	Kapittel 11.3.1 Kapittel 11.2.4
4	Prioritering for resultatmål bør være: 1. Kostnad, 2. Kvalitet, 3. Tid. Kostnad prioriteres høyest som følge av rammefinansiering. Kvalitet (omfang) prioriteres over tid da prosjektets mandat for å bygge ut mest mulig dekning og kapasitet, koordinert mot tilgrensende prosjekter, bør prioriteres over gjennomføringstid.	Kapittel 11.1.3

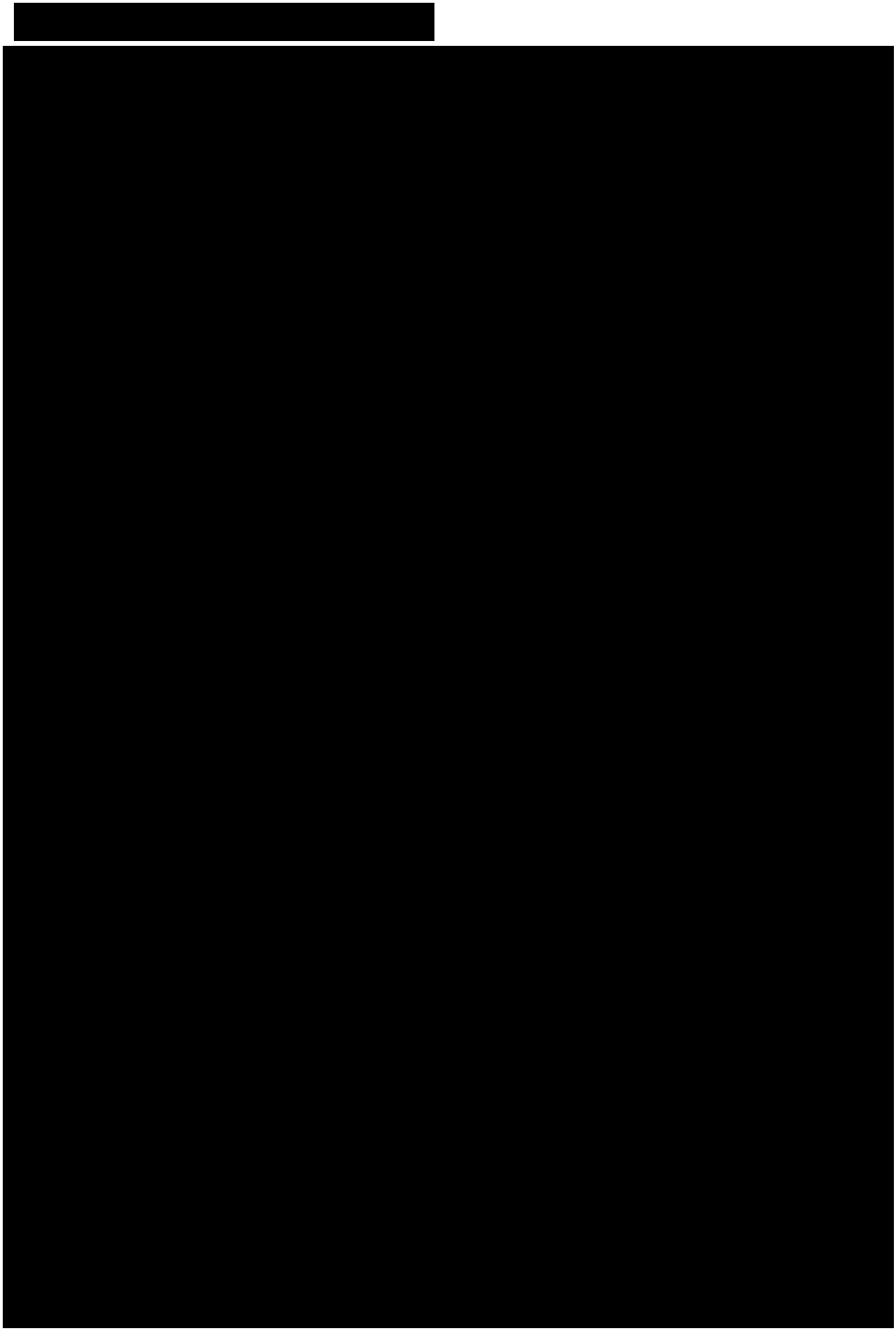
[redacted]

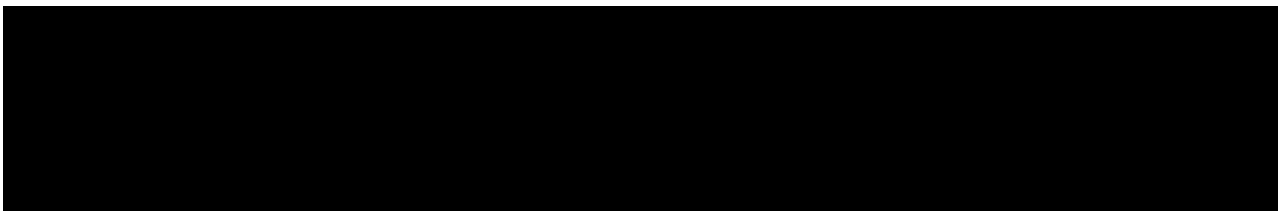
[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

VEDLEGG 1 BEGREPER OG FORKORTELSER

Forkortelse	Forklaring
3GPP	Third Generation Partnership Project
BN	Bane NOR
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FRMCS	Future Railway Mobile Communications System
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Railway
IC	InterCity
Jdir	Jernbanedirektoratet
KS1	Kvalitetssikring før forprosjekt
KVU	Konseptvalgutredning
MIMO	Multiple input multiple output
MNO	Mobilnettverkoperatør/mobiloperatør
Nkom	Nasjonal kommunikasjonsmyndighet
NNV	Netto nåverdi
SISO	Single input single output
SJ	Svenska Järnvägar
UIC	Den internasjonale jernbaneunionen (Union internationale des chemins de fer)





VEDLEGG 3 MØTEOVERSIKT

Under følger en oversikt over møter vi har gjennomført med oppdragsgiver, Jernbanedirektoratet, interessenter og andre bidragsytere.

Møte	Dato	Deltagere
Oppstartsmøte	21.09.2020	FIN, SD, KMD, Jdir
Gjennomgang kost/nytte-modell	05.10.2020	Jernbanedirektoratet, BWCS
Gjennomgang KVU	13.10.2020	Jernbanedirektoratet
Presentasjon Notat 1	22.10.2020	FIN, SD, KMD, Jdir
Interessentintervjuer	27.10.2020	Telenor
	27.10.2020	Telia
	27.10.2020	Ice
	27.10.2020	Vy
	28.10.2020	Bane NOR
	28.10.2020	DSB
	28.10.2020	Norske Tog AS
	28.10.2020	SJ AB
	28.10.2020	Go Ahead
	28.10.2020	Nkom
Intervju jernbanedekning: Følsomhetsvurderinger og kostnader	30.10.2020	Jernbanedirektoratet, BWCS
Gruppeprosess	04.11.2020	Jernbanedirektoratet, BWCS
Oppfølging interessentintervju	06.11.2020	Bane NOR
Intervju jernbanedekning: Transportanalyse, verdsettingsfaktorer, benchmark tunnelkostnader	11.11.2020	Jernbanedirektoratet, Bane NOR
Oppfølging interessentintervju	13.11.2020	Bane NOR
Intervju jernbanedekning: Kostnader, finansieringsmodell, statsstøtte	18.11.2020	Jernbanedirektoratet
Delpresentasjon av funn	27.11.2020	FIN, SD, KMD, Jdir
Hovedpresentasjon	15.01.2021	FIN, SD, KMD, Jdir

VEDLEGG 4 SENTRALE PERSONER

Oversikt over kontaktpersoner hos oppdragsgiverne og nøkkelpersoner relatert til konseptvalgutredningen.

Navn	Rolle	Organisasjon	Intervju	Gruppeprosess
Geir Hansen	Prosjektleder	Jernbanedirektoratet	X	X
Kaj Halvorsen	Rådgiver	Multiconsult	X	X
Chris Butler-Donnelly	Rådgiver	BWCS	X	X
Benjamin Borch	Oppdragsgiver	Samferdselsdepartementet		
Inger Lande Bjerkmann	Oppdragsgiver	Finansdepartementet		
Ingvild Melvær Hanssen	Oppdragsgiver	Finansdepartementet		
Morten Helle	Interessent	Bane NOR	X	
Kristin Due Hauge	Interessent	Bane NOR	X	
Asle Kirkesæther	Interessent	Telenor	X	
Steffen Amundsen	Interessent	Telia	X	
Pål-Arne Kirkeby	Interessent	Telia	X	
Christian Duysen	Interessent	ICE	X	
Terje Ingebrigtsen	Interessent	ICE	X	
Knut Baltzersen	Interessent	DSB	X	
Marianna Masdal	Interessent	DSB	X	
Rune Andreassen	Interessent	Norske Tog AS	X	
Sigurd Bay	Interessent	Vy	X	
Tormod Gjermundsen	Interessent	Vy	X	
Terje Bulling	Interessent	SJ Norge	X	
Philip Brännström	Interessent	SJ Norge	X	
Jakob Thörnblad Åhgren	Interessent	SJ Sverige	X	
Kent Kolnes	Interessent	Go-Ahead Nordic	X	
Espen Slette	Interessent	Nkom	X	
John-Eivind Velure	Interessent	Nkom	X	