

# Høringsinnspill angående Tildeling av 2,6 og 3,6 GHz-båndene 2021

Bjørn Remseth<sup>1</sup>, Ingar Aaberg<sup>2</sup>, Josef Noll<sup>3</sup>, Mark Burgess<sup>4</sup>, Linda Firveld,<sup>5</sup> Jan Pedro Tumusok<sup>6</sup>

---

<sup>1</sup> Bjørn Remseth er uavhengig konsulent. Tidligere stabsingeniør i Telenor Digital og seniorforsker i Telenor Research.

<sup>2</sup> Ingar Aaberg er "Executive in residence", Startuplab.

<sup>3</sup> Josef Noll er professor ved Universitetet i Oslo. Han underviser bl.a. om mobile og trådløse nett, og bidrar til samfunnsnyttige mobilutvikling. Han var tidligere leder av Telenors forskningsgruppe som utviklet 3G.

<sup>4</sup> Mark Burgess er Emeritus Professor ved Oslo Metropolitan University, og var første professor innen systemadministrasjon i verden. Han har forsket sammen med de store teknologileverandører i Europa, USA, og Kina siden 2000 om nettverk og IT infrastruktur. Han har også forfattet boka "Smart Spacetime" om de teknologisk-vitenskapelige utfordringene omkring Edge Computing.

<sup>5</sup> Chief Operating Officer at Eye Networks AS

<sup>6</sup> General Manager at Eye networks AS

# Innholdsfortegnelse

<b>Innholdsfortegnelse</b>	<b>2</b>
<b>Innledning</b>	<b>2</b>
<b>En nasjonal ambisjon om innovasjon basert på 5G</b>	<b>4</b>
Statsministerens utfordring	4
Andre land har klart å levere innovasjon	4
NKOMs legger hindringer i veien	4
Tekniske føringer gitt av 5G	5
Frekvenser	5
5G er på fysisk og link-nivå en inkrementell forbedring	5
På høyere protokoll-lag innebærer 5G radikal endring	5
Edge Computing	6
Integrasjon mellom 5G nett og tjenesteproduksjon	8
Mobile nettverksoperatører (MNOers) innvendinger mot lokale 5G nett	8
“Å gi bort frekvenser til lokale lisenser gjør at vi får for lite spektrum”	8
“De nasjonale aktørene opplever at nye aktører med lokale lisenser lager forretning i konkurranse med dem, og at deres fortjeneste derved reduseres.”	9
“Det er tekniske utfordringer med tids-synkronisering i 5G som MNOer vil løse bedre enn alle lokale aktører”	10
“Regjeringen ønsker seg utbytte fra Telenor mer enn verdiskapning fra innovasjon”	11
Oppsummering angående nasjonale aktørers innvendinger	12
<b>Hvordan organisere frekvenstildelingen?</b>	<b>13</b>
Forslaget fra nasjonal kommunikasjonsmyndighet er for restriktivt	13
Nye modeller er nødvendige	13
<b>Alternativ løsning: Lokale 5G nettverksoperatører (“Lokale operatører”)</b>	<b>15</b>
<b>Hvordan realisere lokale 5G nettverksoperatører</b>	<b>16</b>
Tre scenarier for realisering av lokale lisenser	17
Nasjonale lisenser med leietakere som forhandler med MNOer	17
Lokale lisenser tildelt av NKOM, frekvens leies av MNO	18
Lokale lisenser tildelt av NKOM, frekvens tildelt av NKOM	18
Områder for 5G basert innovasjon Norge er godt forberedt for	<b>19</b>
Lokale operatører	20
Medieproduksjon	20
Bredbånd til hjem og bedrift via 5G i stedet for fiber	20
Forskning og akademia	21
Leverandørindustri for 5G	21
<b>Konklusjon</b>	<b>23</b>

## Innledning

Vi er medlemmer av næringslivet og academia som med stor interesse har lest nasjonal kommunikasjonsmyndighets (NKOM) utlysning av auksjon i 2.6 GHz og 3.6 GHz områdene<sup>7</sup>. Vi ble veldig glade for å se at NKOM åpnet for høringsinnspill rundt detaljer i forbindelse med auksjonen og ønsker med dette å formidle våre kommentarer om auksjonens rammebetingelser.

“Industrien og virksomheter har i tildelingsprosessen anført at det er, og vil være, behov for lukkede kommunikasjonsløsninger til industrielle anvendelser basert på 5G-teknologi, og dermed et behov for tilgang på spektrum, fortrinnsvis i 3,6 GHz-båndet. Det er påpekt at industrilandet Tyskland, samt Sverige og flere andre europeiske land, har avsatt spektrum i 3,6 GHz-båndet, og dermed vil en stor del av utstyrsutvikling og innovasjon for industrisektoren skje med støtte for dette båndet.”<sup>8</sup>

Vi vil i denne høringen konsentrere oss mest om mulighetene som foreslås gitt for å opprette private/lokale 5G nett:

“Plikten gjelder tilbud om levering av nett, tjeneste eller utleie til næringslivsaktørens eget bruk. Den som får tilgang til privat 5G-nett eller 5G-tjeneste basert på tilbud i Innehavers mobilnett eller som etablerer egen 5G-løsning basert på leie av Innehavers ressurser, kan bare bruke dette til eget bruk og kan ikke gi andre tilgang til nett eller tjenester.”<sup>9</sup>

Vår konklusjon vil være at de begrensningene som foreslås av NKOM på brukerne av lokale 5G lisenser er så sterke at de i praksis vil stoppe all eller nesten all innovasjon i Norge på området.

Vi foreslår derfor en betydelig større åpning i forhold til lokal bruk av 5G, i praksis en ordning som gjør at lokalt tildelte 5G lisenser kan bidra til innovasjon både i industri og academia. Konkret ser vi for oss en ordning lik den som i 2019 ble etablert i Tyskland der 100MHz av spektrum blir gjort tilgjengelig for lokale nett, slik at selskaper, konsortier og kanskje til og med enkeltpersoner kan bygge egne aksessnett.

I dette dokumentet skisserer vi hvordan 5G åpner for mulighet av innovasjon i krysningspunktet mellom radio, academia, industri, øvrig næringsliv og tjenester som kjører på datamaskiner. Vi peker på at dagens industristruktur i telekom som er sentrert rundt et lite antall mobile nettverksoperatører ikke gir tilstrekkelig bredde og innsats rundt 5G-innovasjon. Som et alternativ introduserer vi ideen om lokale 5G nettverksoperatører (“lokale operatører”). Vi skisserer hvordan slike operatører muliggjør innovasjon basert på 5G både for tradisjonell norsk industri, og for nye virksomheter som kan oppstå som basis av de mulighetene 5G gir. Vi avslutter med noen tanker om områder hvor Norge er godt posisjonert til å dra nytte av 5G basert innovasjon, gitt at rammebetingelsene settes riktig.

---

<sup>7</sup> [Auksjon av 2.6 GHz- og 3.6 GHz-båndene](#)

<sup>8</sup> [Beskrivelse av særskilte vilkår for tildeling i 2.6 GHz- og 3.6 GHz-båndet.](#)

<sup>9</sup> [Utkast til frekvenstillatelse for 3.6 GHz-båndet](#)

# En nasjonal ambisjon om innovasjon basert på 5G

## Statsministerens utfordring

Statsminister Erna Solberg og distrikts og digitaliseringsminister Linda Hofstad Helleland inviterte fjerde februar 2021 til et toppmøte om bredbåndssatsing i distrikts-norge. Under sin innledning sa statsministeren blant annet følgende:

".. så kan vi være helt sikre på at 5G vil åpne opp for en rekke nye løsninger som ingen har tenkt på før. Derfor er det jo så viktig at Norge er tidlig ute og at norske bedrifter kan få drahjelpen som ligger i dette. **Alle vet jo at de som ligger først i løypen også vil være ute med ny teknologi som kan eksporteres til andre land.**"<sup>10</sup>

## Andre land har klart å levere innovasjon

Ett land som ligger langt fremme m.h.t. 5G er Tyskland<sup>11</sup>. Tyskland leverer dermed på øverste politiske myndigheters politiske ambisjon, så det er av interesse å se hvordan de har ordnet seg for å få det til:

Innovasjon er et hensyn det var spesielt lagt til rette for i det Tyske lisensieringsregimet<sup>12</sup>. I mars 2021 var det tildelt 108 lisenser for lokale nett. Tyskerne har satt av hele 100 MHz i 3,7-3,8 GHz området til lokale nett, har en enkel formel for betaling og lettvekts søknadsprosess som myndighetene forvalter. Lisensmottakere er en blanding av industri/IT/teknologi/akademia/forskning.

Et fornuftig, enkelt og forståelig forslag for Norge vil være å kopiere Tysklands opplegg, som demonstrerbart skaper innovasjonsaktiviteter.

## NKOMs legger hindringer i veien

Næringslivet har ikke tidligere vært på banen, men det har endret seg nå med økende oppmerksomhet og kompetanse rundt 5G. Foreløpig mest større aktører, men som i mange andre industrier tror vi den største andelen av innovasjonen vil komme fra mindre og smidige aktører som ikke har sterke stemmer i offentligheten og som ikke er vant til å jobbe med høringsprosesser som den dette høringssvaret er en del av.

En konsekvens er at NKOM ikke har tatt hensyn til dette perspektivet tidligere, og nå ikke ønsker å endre de overordnede rammene for tildelingen:

"Den frivillige utbyggingsforpliktelsen og plikten til å gi tilgang til industri- og næringslivsaktører i 3,6 GHz-båndet er besluttet av regjeringen, som omtalt i dokumentet «Overordnede rammer for tildelingen av 2,6 GHz- og 3,6 GHz-båndene». De overordnede rammene er endelig fastsatt og ikke gjenstand for høring. Det er imidlertid anledning til å komme med innspill til den nærmere utformingen av krav og vilkår for tilgangsplikten og

<sup>10</sup> "[Toppmøte om 5G og bredbåndssatsing i Distrikts-Norge](#)"

<sup>11</sup> Relaterte satsinger finnes også i Sverige, USA og Japan.

<sup>12</sup> Tysk frekvenskompass ("Frequenzkompass 2020") med kommentarer: [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Frequenzen/OeffentlicheNetze/Mobilfunknetze/mobilfunknetze-node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OeffentlicheNetze/Mobilfunknetze/mobilfunknetze-node.html)

utbyggingsplikten, samt de resterende delene av dette dokumentet. De nærmere beskrivelsene av krav og vilkår i utkastene til frekvenstillatelse er på høring med høringsfrist 9. april 2021.<sup>13</sup>

En slik begrensning ikke er ideell. Det ville vært bedre å endre rammene for å mer eksplisitt åpne for innovasjon. I dette høringssvaret tillater vi oss derfor både å gi forslag som holder seg innenfor rammene satt innenfor NKOM og forslag som utfordrer disse rammene.

## Tekniske føringer gitt av 5G

### Frekvenser

5G vil over tid åpne for at mye større frekvensområder blir tilgjengelig til mobil kommunikasjon. Hoveddriveren for dette er at det er blitt mye enklere å lage billig utstyr for høye frekvensområder. Vi har til i dag sett et kommersielt bruk i områder opptil ca. 2 GHz, men over tid forventes det at stadig høyere frekvenser vil bli teknisk, kommersielt og regulatorisk tilgjengelige. Frekvenser på flere titalls GHz er skissert og planlagt og delvis demonstrert, men ennå ikke i ordinær kommersiell drift. Vi må likevel anta at det blir en betydelig økning i mengden av tilgjengelige frekvenser, spesielt i høyere frekvenser, og spesielt til bruk over relativt korte avstander.

Utstysleverandørene prioriterer naturligvis hvilke frekvenser de produserer utstyr til. Noe av det første de gjør er å produsere utstyr i såkalte "pilot-bånd", som antas å være representative for omkringliggende frekvenser, og som blir gjort tilgjengelig for eksperiment, produksjons-lignende og normal produksjon bruk rundt om i verden før eventuelle andre frekvensområder.

Ett av disse "pilotbåndene" ligger i området fra 3,4 til 3,8 GHz, og er derfor av spesiell interesse for aktører som ønsker å eksperimentere med nye bruksområder, og ønsker å gjøre det med utstyr produsert av kommersielle 5G utstysleverandører. Vi vil komme tilbake til hvordan dette påvirker hvordan vi foreslår forvaltning av 3.6 GHz båndet.

### 5G er på fysisk og link-nivå en inkrementell forbedring

På fysisk og link-nivå<sup>14</sup> er 5G en direkte og inkrementell utvikling av eksisterende mobile kommunikasjonstjenester. Forbedringen i forhold til 4G ligger i at det brukes det litt mer effektiv koding enn i 4G og at tildeling av frekvens, tid og koder skjer mer dynamisk. I tillegg åpnes det for bruk av større båndvidde i høyere frekvensområder. Dette vil av fysisk og matematisk nødvendighet gi noe større ytelse enn eldre teknologi, og samtidig mye større tilgjengelighet av frekvensressurser for kommunikasjon over korte avstander.

### På høyere protokoll-lag innebærer 5G radikal endring

Over link-nivået representerer 5G en radikal endring, og vil muliggjøre nye anvendelsesområder, tjenester, og drifts- og forretningsmodeller. 5G nett vil bruke "skivedeling", på engelsk kalt "slicing" av nettet. Skivedeling betyr å dele opp nettet i deler,

<sup>13</sup> [Beskrivelse av særskilte vilkår for tildeling i 2.6 GHz- og 3.6 GHz-båndet.](#)

<sup>14</sup> Vi refererer her til OSI modellens lagdeling av nettverksteknologi.  
<https://no.wikipedia.org/wiki/OSI-modellen>

hvor nettverksforbindelser kan gis garanterte egenskaper. Noen eksempler er et nødnett som aldri blir overbelastet av fortvilte sivile som i en krisesituasjon bruker vanlig mobiltelefon i konkurranse med blålysetatens nød-trafikk. Et annet eksempel er en meldingskanal hvor maksimal transmisjonstid aldri overskrides i et industrielt sanntids kontrollsystem. Vi kan og tenke oss en overføringskanal der båndbredden alltid er tilstrekkelig for høykvalitets video for dem som trenger det, med bruksområder både i industri, landbruk, helse, medieproduksjon med mer. I sum gjør dette at 5G-konnektivitet kan tilbys som *skreddersøm* som dekker skiftende behov til en virksomhet eller et marked, og ikke bare som forhåndsdefinerte standardpakker definert av mobiloperatører hvor det er et mål for at så få pakker som mulig dekker behovet til så mange som mulig.

## Edge Computing

Vi forventer at tilgang til konnektivitet vil utvikle seg på samme måte som tilgang til datakraft og lagring, hvor næringslivet har beveget seg til skytjenester hvor ressurstilgang skjer dynamisk gjennom sanntids bestillinger og hvor man betaler for bestilt kvalitet og kvantitet (f.eks. responstid, tilgjengelighet, disk-/minnestørrelse, CPU-hastighet), og kun i den tiden man trenger det.

En konsekvens av denne utviklingen er fenomenet “edge computing” som er nært knyttet til 5G<sup>1516</sup>: I utgangspunktet er ikke “edge computing” mer komplisert enn å plassere beregnings og lagringsressurser nær der de brukes. For et sanntid kontrollsystem er det ikke uvanlig å måtte ha kontrollerende datamaskiner fysisk nær prosessen de kontrollerer slik at tid fra en sensor måler noe til en aktuator reagerer på dette kan holdes lav. Å sende slike signaler via internettet til en kontrolltjeneste som sitter hos en skyleverandør tar ofte for lang tid og er utsatt for feil og naturforhold. Det er i dag også urealistisk å gjøre det via mobilnettet. Datapakker i mobilnettet sendes først til et sentralisert sted der de forbindes med internettet, deretter sendes de til kontrollprosessen, og så tilbake. Slikt tar tid og vil ikke utnytte sanntids-mulighetene som ligger i 5G-arkitekturen. En geografisk distribuert arkitektur er dessuten sårbar for brudd i nettet som gjør at at autonom drift av en virksomhet selv over kort tid ikke vil være mulig.

Med “Edge computing” plasseres tjeneren nær stedet tjenesten brukes, kanskje i den samme industriparken. Mobiltrafikken rutes direkte til og fra tjeneren, og går ikke utenfor området. I prinsippet er dette enkelt, men i praksis betyr det en annen innfallsvinkel til konstruksjon av mobilnett. Tjeneste-komponentene som skal sitte i “edge computing” må være tett integrert mot 5G nettet.

Virtualisering av 5G kjernenett har allerede i dag gitt oss ett programvarebasert mobilnett. Et moderne mobilnett er langt på vei bygget av de samme komponentene som små og store datasentere. 5G gir, rent teknisk, åpenbare muligheter for å ta denne “sammensmeltningen” av mobilnett og skytjenester veldig langt, så langt at det i praksis ikke er noe skille mellom dem. Praktisk og politisk vil det likevel være en god del friksjon i en slik utvikling, og spesielt store mobilnett-operatører vil nok være skeptiske til å ta inn komponenter fra sine kunder i sine datasentere og la dem kjøre inne i det “aller helligste” sammen med kjernenett og radio-aksess komponentene. Sky-leverandører vil nok ha

<sup>15</sup> [“Edge computing - a must for 5G success”](#) - Ericsson web pages

<sup>16</sup> <https://www.amazon.com/Smart-Spacetime-information-challenges-process/dp/1797773704>

færre hemninger i så måte: For dem er det å kjøre telecom-programmer ikke essensielt forskjellig fra noe av det andre de gjør, og tiltak de allerede har for å skille forskjellige brukere av felles datasentere vil kunne utvides til å gi nødvendig beskyttelse også for sensitive telekom-tjenester. Over tid vil disse to perspektivene nødvendigvis konvergere, men det er vanskelig å forutse nøyaktig hvor lang tid dette vil være.

## Integrasjon mellom 5G nett og tjenesteproduksjon

Norske mobiloperatører har ledende kompetanse og fokus på nettdrift og distribusjon av tjenester, men ikke innovasjon. De er regulert som et oligopol, i praksis et duopol hvor Telenor og Telia pr. i dag er de dominerende aktørene. Så lenge ingen av aktørene er radikalt forskjellig fra den andre, så er dette en stabil situasjon.

Å lære seg hvordan å integrere tredjeparts-tjenester tett opp mot mobilnett, slik edge-computing krever, vil imidlertid være nytt for mobile nettverksoperatører med egne nett ("MNOer"). For å lykkes må de samarbeide med mange partnere om aksess til kjernenettet. De må lære seg hvordan teknisk å få det til, og samtidig utvikle nye forretningsmodeller og interne prosesser. Dette er et omfattende stykke innovasjonsarbeid. Vi tviler sterkt på at det kan skje innen rimelige tidsrammer.

Et forventet utfall er derfor at operatørene vil gjøre det vanskelig å få lokale lisenser. De mangler både incitament og kompetanse til å behandle forespørsler om lokale nettverk. I forslaget fra NKOM gis det såvidt vi kan se ingen konkrete tidsfrister eller sanksjoner de må forholde seg til. Vi tror derfor at innovasjonsorienterte selskaper effektivt vil blokkeres i å få tilgang de trenger.

Dette er en situasjon som bare er til fordel for MNOene. Såvidt vi kan forstå er det kun nasjonal kommunikasjonsmyndighet som har myndighet til å endre på situasjonen ved å åpne for at andre enn en MNOene, innenfor geografisk avgrensede områder, kan få anledning til å utforske 5G basert innovasjon.

## Mobile nettverksoperatører (MNOers) innvendinger mot lokale 5G nett

Lokale lisenser vil tilrettelegge for mer innovasjon enn om 3.6 Ghz-båndet tildeles som nasjonale lisenser "skreddersydd" for MNOene. Såvidt vi har forstått har ikke NKOM foreslått at lisensene som legges ut i Norge er forbeholdt nasjonale mobilaktører, men "problemet" er lisensutforming, både varighet og geografisk omfang. I praksis vil det være umulig for små innovative aktører å overby de nasjonale mobilaktørene. Dette betyr at vi ut fra NKOMs forslag kan anta at dagens ordning med et oligopol der særlig Telenor og Telia vil være dominerende vil videreføres også innen disse nye frekvensbåndene.

Vi forventer at MNOene vil argumentere for at de bedre enn noen andre vil kunne forvalte alt tilgjengelig spektrum og at det å la andre slippe til dessuten vil skade dem. Vi ønsker derfor å imøtegå noen av innvendingene vi forventer at de vil reise

"Å gi bort frekvenser til lokale lisenser gjør at vi får for lite spektrum"

Knapphet på frekvenser er et legitimt hensyn, imidlertid er det som argument kun gyldig under gitte kriterier. For å produsere mobile kommunikasjonstjenester trenges radiospektrum. Dersom man har mye spektrum tilgjengelig, kan store områder dekkes med i praksis rundtstrålende radioutstyr fra et lite antall master. Dersom mindre spektrum er tilgjengelig er det fortsatt mulig å oppnå god dekning ved å bruke mindre



celler, men med flere radiomaster og mer retningsvirkende antenner. For enkelhets skyld kan vi si at mast-tetthet og frekvens-tilgjengelighet er substituerende innsatsfaktorer som hver for seg eller i kombinasjon kan levere dekning. Den nøyaktige “vekslingsraten” mellom disse to faktorene er en av de viktigste komponentene i regnestykkene som operatørene gjør når de regner ut hvor mye det er verdt for dem å by på et bestemt stykke spektrum i en spektrum auksjon<sup>17</sup>. Hvis en mobiloperatør må investere mer i mast-utstyr på grunn av spektrum-knapphet, så er dette en kostnad som til slutt vil påføres forbrukere, og som dermed minsker deres mulighet til å bruke både tiden og pengene sine på andre ting.

Basert på resonnetet over er knapphet på frekvenser kun et gyldig argument dersom det fører til økt investering i alternative og dyrere produksjonsfaktorer (“master” m.m.).

Vi har vi vanskelig for å se at lokale lisenser vil føre til knapphet på spektrum for de nasjonale operatørene av følgende årsaker:

1. Lokale lisenser vil være begrenset geografisk.
2. Lokale lisenser vil være begrenset i båndvidde.
3. Mange av lisensene tildeles i områder (f.eks. industripark) der trafikken i øvrige lisensierte frekvensområder ikke er spesielt høy.
4. Vårt inntrykk er forøvrig at aktørene i Norge har ganske rikelig med spektrum i dag og at mer kommer til i de nærmeste årene.

Dersom frekvensknapphet skal fremføres som et argument, så bør det begrunnes med at nøyaktig de områdene der de lokale lisensene foreslås er områder der tilgjengelig spektrum allerede er 100% utnyttet, og eneste mulighet til å øke ytelsen er å minske cellestørrelsen og derfor øke antall master (m.m.). I praksis ser vi ikke at dette vil kunne skje særlig ofte, og mest sannsynlig ikke i det hele tatt.

“De nasjonale aktørene opplever at nye aktører med lokale lisenser lager forretning i konkurranse med dem, og at deres fortjeneste derved reduseres.”

Vi vil argumentere mot dette på to vis. Det første er å henvise til ekomlovens formålsparagraf:

§ 1-1: *“Lovens formål er å ... legge til rette for bærekraftig konkurranse, samt stimulere til næringsutvikling og innovasjon”*.<sup>18</sup>

Om de nasjonale aktørene møtes av konkurranse, så er dette helt greit, og faktisk hva ekomloven legger opp til. Argumentet kan derfor i utgangspunktet legges dødt.

<sup>17</sup> Tommelfingelregelen er: Hvis det er billigere å by på spektrum enn master, kjøp spektrum, ellers kjøp master.

<sup>18</sup> [https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2003-07-04-83#KAPITTEL\\_1](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2003-07-04-83#KAPITTEL_1)

Vi velger imidlertid å *ikke* legge argumentet dødt: Vi vil tvert imot hevde at de nasjonale aktørene vil kunne  *tjene* på en underskog av lokale nett. De nasjonale aktørenes styrke er ikke innovasjon, men de er veldig gode på drift av store telesystemer. Når lokale nett, som er optimert for å løse lokale behov settes i drift, så vil det mellom dem før eller senere tre frem mønstre av behov og aktiviteter som ligner på hverandre og som det er mulig å dra stordriftsfordeler av. Dette er en situasjon de nasjonale aktørene er godt posisjonert til å tre inn i, og å tilby driftstjenester som skalerer godt.

*Å gjøre det i omvendt rekkefølge er imidlertid ikke en løsning: Å prematurt påtvinge lokale innovatører begrensninger satt av teleoperatørenes ideer om stordrift vil hindre innovasjon, og dermed ikke utløse den verdiskapningen som er nødvendig for at stordriftsfordelene faktisk skal eksistere.*

“Det er tekniske utfordringer med tids-synkronisering i 5G som MNOer vil løse bedre enn alle lokale aktører”

Det er sant at 5G krever veldig nøyaktige og synkroniserte IEEE-1588<sup>19</sup> klokker for å synkronisere trafikken både på radio og backbone nettene. Dette betyr at store deler av et 5G nett må være perfekt synkronisert, og dermed også at jo større nettet er jo flere komponenter er det som må synkroniseres. Synkronisering er dermed et problem som skalerer med størrelsen av nettet. Lokale nett vil i sin natur være radiomessig isolerte. De vil ikke kreve lavnivå synkronisering med omliggende celler, for det er ingen slike omliggende celler.

I praksis ser vi derfor ikke at dette er et stort hinder for bruk av lokale nett. Spesielt vil det ikke være et problem dersom de lokale nettene blir allokert i frekvensområder som ikke overlapper med andre 5G nettverk verken fra landsdekkende aktører eller fra andre lokale nett med potensiale for interferens.

---

<sup>19</sup> <https://wiki.mef.net/pages/viewpage.action?pageId=29230774>

“Regjeringen ønsker seg utbytte fra Telenor mer enn verdiskapning fra innovasjon”

Telenor er i dag den klart dominerende teleaktøren i Norge. Staten eier 53.97% av Telenor og selskapet leverer årlig store utbytter til statskassen. I stortingsmelding 8 2019-2020 (“eierskapsmeldingen”) sies det om Telenor:

### **Telenor ASA**

#### *Om selskapet*

Telenor er en global mobiloperatør med nærmere 180 millioner mobilabonnementer. Selskapet ble etablert ved omdanning av Televerket til aksjeselskap i 1994. Telenor er notert på Oslo Børs og har hovedkontor i Bærum.

Ved utgangen av 2018 hadde selskapet 21 000 ansatte og en markedsverdi på 246 milliarder kroner. Driftsinntektene i 2018 var 110 milliarder kroner.

#### *Statens eierskap*

Statens begrunnelse for eierskapet i Telenor er å opprettholde et ledende teknologi- og industriselskap med hovedkontorfunksjoner i Norge. Statens mål som eier er høyest mulig avkastning over tid.

Staten eier 53,97 prosent av Telenor. Ved eventuelle forslag om industrielle transaksjoner som kan innebære en reduksjon av statens eierandel, vil regjeringen vurdere dette på vanlig måte og eventuelt forelegge saken for Stortinget.

*Fra eierskapsmeldingen<sup>20</sup> side 36*

Staten har dermed to hensyn de må ta i denne saken. Det første er at den må følge ekomloven og legge til rette for innovasjon og konkurranse i telesektoren, og det andre er at den ønsker å optimere langsiktig utbytte fra Telenor gjennom sitt direkte eierskap. Hvordan denne balansegangen trås er naturligvis et politisk spørsmål. Vi vil imidlertid argumentere for at lokale nett ikke introduserer noen motsetning mellom disse hensynene: Den innovasjon som vil bli utløst av lokale nett vil kun i svært begrenset grad berøre Telenors inntekter og utbytte, og på kort sikt ikke berøre dem i det hele tatt. Når innovasjonen når et nivå der stordriftsfordeler kan være meningsfulle er Telenor godt posisjonerte til å ta en andel av inntekter fra disse, og dermed bidra til avkastning over tid. På kort sikt slipper Telenor å bruke sine penger på risikable eksperimenter med lokale 5G nett, og står fritt til å betale disse pengene som utbytte til eierne sine.

<sup>20</sup> <https://www.regjeringen.no/contentassets/44ee372146f44a3eb70fc0872a5e395c/no/pdfs/stm201920200008000ddd.pdf>

Videre er det og slik at vi i eierskapsmeldingens liste over statseid virksomhet<sup>21</sup> finner flere selskaper som åpenbart vil kunne dra nytte av lokale nett og de innovasjoner som kan utløses. Uten å gjøre krav på å gi noen komplett liste nevner vi her: Hydro, Simula research laboratory AS, Nammo, Norsk Hydro ASA, Equinor, Avinor. I tillegg kommer andre virksomheter staten eier, men som ikke er omfattet av eierskapsmeldingen inkludert alle landets universiteter og høyskoler samt NRK. Økt verdiskapning fra disse basert på tilgang til 5G ressurser vil både på kort og lang sikt kunne bidra til inntekter til staten.

#### Oppsummering angående nasjonale aktørers innvendinger

Dersom litt spektrum settes av til lokale aktører så er oppsiden innovasjon og potensiell verdiskapning. Nedsiden for samfunnet er enten null, hvis mobilnettene uansett har nok spektrum, eller så er det tilleggskostnader for å bygge ekstra 5G infrastruktur i de få geografiske områdene der knapphet på spektrum leder til kapasitetsproblemer som igjen leder til behov for etablering av flere radioceller.

At teleselskapene blir forretningsmessig utfordret av nye aktører bør ikke bekymre hverken regulatoren eller samfunnet forøvrig.

---

<sup>21</sup> figur 4.3 side 28 i eierskapsmeldingen.

## Hvordan organisere frekvenstildelingen?

### Forslaget fra nasjonal kommunikasjonsmyndighet er for restriktivt

Om man skal tolke frasen *“ikke gi andre tilgang til nett eller tjenester”*<sup>22</sup> direkte, så betyr den at den som oppretter et lokalt nett i henhold til reglene foreslått av NKOM ikke skal kunne la andre enn sine egne ansatte og maskiner bruke nettet. Det ser f.eks. ut til at det eksplisitt ikke skal være tillatt å opprette en lokal operatør, og så ha brukere fra flere organisasjoner, eller privatpersoner som benytter seg av dette nettet.

Muligens er dette mønsteret inspirert fra Tyskland. Eksempelvis er jo Mercedes så stor og organisatorisk homogen virksomhet at begrensning til å betjene kun egne ansatte og utstyr ikke vil være til stort hinder for bruk f.eks. i deres enorme industrianlegg i Sindelfingen<sup>23</sup>. Det er imidlertid veldig få virksomheter som er så store og homogene noe sted i Norge. Norsk næringsstruktur er som hovedregel oppstykket og heterogen: Man har mer typisk en næringspark der flere selskaper som driver med forskjellig virksomhet. Noe produksjon, noe utvikling, noe kontorvirksomhet. Noen ting samarbeider de om (f.eks. fysisk infrastruktur), og andre ikke. Kort sagt tror vi at den “typisk norske” situasjonen er mye mer lik den tyske “5G Campus” situasjonen (se under) enn en tysk storindustri. I campus-modellen er det flere samarbeidende men forskjellige organisasjoner som skaper verdi i et lokalt nett.

Forslaget fra NKOM er derfor ikke hensiktsmessig. Å starte med et nær altomfattende forbud er ikke rimelig i med tanke på å etterkomme næringslivets eller akademias ønsker. Vi antar at det vil finnes et visst slingringsmonn, men dette vil være stramt og må antagelig forhandles under fare om at alt forbys.

### Nye modeller er nødvendige

Det må legges til rette for at andre aktører enn MNOer og de aller største virksomhetene som f.eks. Forsvaret eller prosessindustrien har mulighet til å jobbe med 5G-innovasjon. Praktisk erfaring viser at innovasjon avhenger av tidlig tilgang til 5G basisteknologi og mulighet for praktisk eksperimentering og hyppige iterasjoner av løsninger og verdikjeder, dette uten å måtte betale veldig mange penger for det. Norske MNOer er i dag ikke innrettet for å drive eller støtte slik innovasjon, men har styrker som nettverksoperatør, innkjøper og distributør av løsninger. Vi tror ikke dette vil endres på kort eller mellomlang sikt.

Norge er på ingen måte det eneste landet som møter denne problemstillingen, det kan derfor være instruktivt se på løsninger som blir prøvd ut andre steder slik at oppstart- og innovasjonsmiljøer har mulighet til å posisjonere seg for frekvenstildeling:

<sup>22</sup> [Utkast til frekvenstillatelse for 3.6 GHz-båndet](#)

<sup>23</sup>

<https://enterpriseiotinsights.com/20190627/channels/news/ericsson-deploys-private-5g-with-telefonica-and-vodafone>

I USA har man introdusert en automatisert tjeneste "SAS = Spectrum Access System"<sup>24</sup> i forbindelse med "Citizens Broadband Radio Service"<sup>25</sup> hvor brukere i forskjellige klasser kan søke om tilgang til spektrum etter behov, og hvor tilgang gis hvis ikke brukere med høyere prioritet allerede bruker frekvensen i det området man søker. En slik løsning er svært interessant men er såpass forskjellig fra det lisensiering-regimet vi har i Norge i dag at det antagelig ikke er innen rekkevidde å få introdusert et SAS system i løpet av kort tid. Over lengre tid er det imidlertid noe man etter vårt syn bør utrede nærmere. Det er og en interessant mulighet for aktører som anskaffer nasjonale lisenser dersom de ønsker å tilby midlertidig bruk av disse lisensene til lokale nettverk.

I mer nærliggende land, både geografisk og regulatorisk, som i Sverige<sup>26</sup>, Tyskland og Nederland reserves frekvenser i 3.6-båndet til lokale nett<sup>27</sup>.

I Tyskland er det etablert mange små lokale nett privat 5G-nett for å muliggjøre utprøving og testing av 5G-løsninger for industrien. En løsning vi fant spesielt interessant i Tyskland var "5G campus"<sup>28</sup> i Aachen. Vi merket oss spesielt at dette fra bunnen av er konstruert som et konsortium, der flere aktører samarbeider om å utvikle og utnytte ny teknologi på tvers av organisasjonsgrenser. Tyskland har vist at dette også er mulig innenfor 5G. Det er i skrivende stund 112 aktører som har søkt på slike lokale lisenser i Tyskland og 108 som har fått innvilget lokale lisenser<sup>29</sup> brukt både til industri, forskning og utvikling. Hele 100 MHz er avsatt til lokalt bruk<sup>30</sup>.

Når vi kontaktet "5G campus" ble vi dessuten positivt overrasket over hvor effektiv søknadsprosessen deres hadde vært: Etter å ha klarert antenneplassering med eierne av campus-området og skrevet en søknad der bruksområdet ble beskrevet, så tok det kun en dag å behandle søknaden<sup>31</sup>.

<sup>24</sup> <https://www.fcc.gov/35-ghz-band-overview>

<sup>25</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Citizens\\_Broadband\\_Radio\\_Service](https://en.wikipedia.org/wiki/Citizens_Broadband_Radio_Service)

<sup>26</sup> <https://www.pts.se/sv/nyheter/radio/2020/ingen-tilldelning-av-lokala-tillstand-for-5g-under-2020/>

<sup>27</sup> ["European countries look likely to set aside mobile spectrum for private licensing"](#)

<sup>28</sup> ["5G industry campus europe"](#)

<sup>29</sup> 108 Lokale frekvenser ble tildelt i Tyskland:

[https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/20201123\\_5GCampusNetze.html?nn=265778](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/20201123_5GCampusNetze.html?nn=265778)

<sup>30</sup> Frekvensspektrum for mobilkommunikasjon i Tyskland, med total 100 MHz (fra 3700-3800 MHz) for lokale aktører:

[https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/DrahtloserNetzzugang/Projekt2018/Frequenzen700bis3600\\_pdf.pdf;jsessionid=28D630B82E170EFBF0A1572868D64576?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/DrahtloserNetzzugang/Projekt2018/Frequenzen700bis3600_pdf.pdf;jsessionid=28D630B82E170EFBF0A1572868D64576?__blob=publicationFile&v=4)

<sup>31</sup> Epost-utveksling med Hr. Niels König, koordinator for 5G-Industry Campus Europe i Aachen.

## Fees formula

Each assignment fee will be calculated individually using the following formula:

$$\text{Fee} = 1000 + B \cdot t \cdot 5 (6a_1 + a_2).$$

The fee comprises the following elements: a base amount of **€1,000**, the assigned bandwidth (**B**: from 10 MHz to 100 MHz), the assignment term (t: in years or fractions of a year based on each month commenced), and the surface area covered by the assignment in square kilometres (broken down into **a1** for land for settlements and transport infrastructure and **a2** for other types of land).

*Formel for beregning av lisenskostnad for en gitt båndvidde "B" i et visst antall år "t", i et visst antall kvadratkilometer av enten tettbygd (a1) eller landlig (a2) areal. Hentet fra fra <sup>32</sup>*

Detaljene i prosedyren for å søke om Tysk lisens finnes på en egen nettside, inkludert en enkel formel som gir prising av lisensen (se figur over). Det er ikke dyrt heller: For å kjøpe tilgang til ti MHz i ett år i en kvadratkilometer i tettbygd strøk (dyreste variant), så vil det koste EUR 1300, tilsvarende NOK 13123 etter kurs i mars 2021.

## Alternativ løsning: Lokale 5G nettverksoperatører ("Lokale operatører")

En bedre løsning ville vært å betrakte de lokale leietakerne som telekom-operatører på linje med mobile virtuelle nettverksoperatører (MVNO), men med forskjellen at i stedet for å operere som leietakere på et nasjonalt nettverk drevet av en MNO, så opererer de ett eller flere geografisk begrensede radionett. I dette dokumentet vil vi som et arbeidsnavn kalle dem "Lokale operatører". Vi er i dette inspirert både av Tysk praksis på området, av forskning gjort bl.a ved Universitet i Oulu rundt "Micro operator concept" for 5G (uo5g)<sup>33</sup>, og av eksempelet som utgjøres av OsloMets eksperimentelle 5G nettverk.

Teknologiutviklingen har vist at sameksistens med lokal bruk kan gjøres uten nevneverdig forstyrrelse. Teknologier som "spectrum-sensing" og interferens-reduksjon<sup>34</sup> ligger i bunnen av all drift av 4G og 5G mobilnett er interferens-koordinasjon, en utvidelse til et multi-operatør segment for lokale nett er teknologisk ikke vanskelig.

<sup>32</sup>

[https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20191031\\_LokalesBreitband.html](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2019/20191031_LokalesBreitband.html)

<sup>33</sup> Universitet i Oulu, "Micro operator concept for boosting local service delivery in 5G", <https://www.oulu.fi/uo5g/>

<sup>34</sup> Wang, J., Weitzen, J., Bayat, O. et al. Interference coordination for millimeter wave communications in 5G networks for performance optimization. J Wireless Com Network 2019, 46 (2019). <https://doi.org/10.1186/s13638-019-1368-6>

## Hvordan realisere lokale 5G nettverksoperatører

Et tema som er i vinden for tiden er “regulatorisk sandkasse”. Datatilsynet gir på sine nettsider en grei definisjon:

“En regulatorisk sandkasse er et kontrollert testmiljø for virksomheter som vil eksperimentere med nye produkter, teknologier og tjenester under oppfølging av myndighetene. På denne måten vil virksomhetene få økt forståelse for de regulatoriske kravene (kravene som stilles i lovgivningen), og myndighetene vil få økt forståelse for nye teknologiske løsninger. Det tette samarbeidet mellom aktører og myndigheter i sandkassen vil bidra til at risiko og problemstillinger lettere vil kunne identifiseres og løsninger skisseres.”<sup>35</sup>

Den forestående frekvensauksjonen åpner for å lage regulatoriske sandkasser for tjenester med grenseflate mot 5G. Vårt forslag om å åpne for lokale operatører vil gjøre at regionale aktører kan sette opp systemer som både er fullt operative, og kan fungere som eksperimentelle systemer.

Det er her nødvendig å presisere hva vi mener med “eksperimentering”: Typen eksperimentering vi ser for oss i 5G området vil ikke på noe vis gå på akkord med krav om ansvarlig forvaltning av radiospektrum. Vi ser det som en forutsetning at alle krav til beskyttelse av prioriterte brukergrupper, bruk av godkjent utstyr etc. er oppfylt. Det vil imidlertid være mange typer eksperimentering som er nødvendig for å bringe ut verdi av et system bestående av radio, utstyr tilkoblet radio, og tjenester som aksesseres via radio. I dag (mars 2021) er det ingen som helt vet hvordan en tjeneste-arkitektur for tjenester som utnytter 5G radio ressurser skal se ut. Det vil derfor være nødvendig å prøve forskjellige programvarearkitekturer og samarbeidsformer. Hvordan skal man f.eks. presentere en “nettverks-skive” til en utvikler? Hvordan skal den bestilles, prises og betales for? Hvordan skal tjeneste-komponenter allokeres og flyttes mellom regionale datasentre og edge-datasentre? Det er mange måter å gjøre dette på. For å finne ut hva som er de beste måtene må man eksperimentere i hyppige iterasjoner og i en “learning-by-doing” fremgangsmåte. For å eksperimentere må man ha tilgang til til bl.a. N6 interfacet i 5G-kjernen<sup>36</sup>. Tilgang til N6 vil ikke på noe vis kompromittere forvaltning av spektrum, men det vil ligge langt inne for en MNO å gi slik tilgang. De vil ha få incitament for å gjøre det, og vil antagelig oppfatte det som risikabelt i forhold til tjenester de allerede driver.

---

<sup>35</sup> [Hva er en regulatorisk sandkasse?](#) - datatilsynets hjemmesider.

<sup>36</sup> Et grensesnitt for å flytte datapakker fra en “innside” av 5G nettet til utsiden, enten i form av det åpne internettet, eller et annet nettverk der f.eks. “edge compute” ressurser finnes.



## Tre scenarier for realisering av lokale lisenser

Dersom man antar at innovasjon basert på 5G kan være av verdi for Norge, så melder spørsmålet seg: Hvordan gjøre råvarene for innovasjon tilgjengelig for innovatørene?

Er en spektrum-auksjon strukturert som den som nå foreslås et hensiktsmessig verktøy? Vi vil her se på noen alternative scenarier:

### *Nasjonale lisenser med leietakere som forhandler med MNOer*

*Lokale operatørene søker om å få kjøpe aksess til nettet, og får det ut fra vilkår fastsatt av i forhandlinger med MNOene. NKOM er klageinstans.*

Dette er essensielt modellen det legges opp til i forslaget fra NKOM, med forskjellen at leietakerne har fulle rettigheter og plikter som en nettverksoperatør, og altså ikke er forhindret fra å samarbeide med andre aktører om bruk av spektrumressursene. Dette alternativet som et "minste realistisk" alternativ for at lokale operatører skal kunne ha noen verdi.

La oss her reflektere et øyeblikk over MNOenes motivasjon: De blir pålagt av NKOM å forvalte en søke og tildelingsprosess. Slik forvaltning er ikke noe de gjør i dag, og de må derfor utvikle interne rutiner for det. Det vil og være slik at dette arbeidet ikke er noe de direkte tjener noe på. Det er kun en utgift, vi kan derfor anta at de ikke vil allokere mer ressurser enn høyst nødvendig. For dem vil det være hensiktsmessig å eskalere til NKOM, spesielt dersom eventuell rettslig forfølgelse av konflikter skjer mellom søker og NKOM og dermed ikke gir ekstra utgifter til MNOene. I korthet ser vi ikke at MNOene vil ha interesse for eller erfaringsbakgrunn for å effektivt tilrettelegge for lokale operatører.

Det vi klart ser for oss er at det vil være mange uenigheter mellom MNOene og dem som ønsker å drive lokale nett både om bruksområder og om prising. Det er derfor ikke urimelig å anta at eskalering via NKOM til rettsvesenet vil forekomme. En slik prosess vil være mulig å gjennomføre for aktører med mange penger, så tung prosessindustri vil muligens ha anledning til å vinne frem her. Små innovative virksomheter vil ikke ha råd til å gjennomføre slike prosesser, og vil med stor sannsynlighet filtreres ut. Mange vil gi opp før de begynner og innovasjon uteblir eller skjer i land der det er regulatoriske regimet er mer tilrettelagt for invasjon. Dette i motsetning til en pengesterk MNO som kan vente, vente, og så vente mer, og så fortsette som før når de som ventet på dem gav opp.

Dette alternativet er såvidt vi kan se *innenfor* rammene som er skissert av NKOM og vil kreve noen, men ikke omfattende endringer i de foreslåtte lisensvilkårene.

## Lokale lisenser tildelt av NKOM, frekvens leies av MNO

*Lokale operatør søker NKOM om å få bli en teleaktør med rett til spektrum i et begrenset område geografisk og frekvensmessig. Hvis slik tillatelse gis så plikter MNOene å gi fra seg et frekvensområde. Kompensasjon fastsettes av NKOM.*

Denne varianten er bedre for søkerne enn varianten over, siden den gjør det mye vanskeligere for MNOer å forsinke og trenere tildeling. Imidlertid har også MNOene noe å tjene på denne varianten: De slipper å administrere en søknads og tildelingsprosess som ikke substansielt vil bidra til deres inntekter.

Siden MNOene ikke kan blokkere, vil det heller ikke oppstå mange konflikter med dem, noe som igjen reduserer belastningen på NKOM og rettsvesenet, og som gjennom dette gjør det enklere for små bedrifter å bidra i verdiskapningen.

Dette alternativet er *utenfor* rammen som er skissert av NKOM og vil kreve essensielle endringer i de foreslåtte lisensvilkårene.

## Lokale lisenser tildelt av NKOM, frekvens tildelt av NKOM

*Lokale operatører søker NKOM om å få bli en teleaktør med rett til spektrum i et begrenset område. Hvis slik tillatelse gis så tas frekvensene fra en eller flere MNOer. Eventuell kompensasjon betales til NKOM. MNOene tas ut av ligningen.*

Allokering av frekvenser kan enten skje ved at NKOM tar fra frekvens-poolen som er tildelt MNOene, eller ved at man gjør som i Tyskland og setter av et område (f.eks. 100 MHz fra 3.7 til 3.8 GHz) til lokale lisenser. I det siste tilfellet vil ingen koordinasjon med MNOer være nødvendig, noe som naturligvis vil forenkle utrulling av lokale nettverk en del.

Denne siste varianten vil være den som er minst konflikt drivende, gir raskere behandlingstid, og gjør det enkelt både for store og små aktører å etablere lokale nett og basert på dette utvikle innovasjonsdrevne løsninger.

Alternativet er utenfor rammen som er skissert av NKOM og vil kreve essensielle endringer i de foreslåtte lisensvilkårene

*Vår anbefaling er å bruke dette siste alternativet da det er det som gir mest nytte for flest mulig for minst innsats.*

## Områder for 5G basert innovasjon Norge er godt forberedt for

Uavhengig av hvilken av modellene som velges vil det og være nyttig om man finner en måte der det i tillegg kan åpnes for at konsortier søker om tilgang for en kortere periode (4-5 år) for å bygge kompetanse, uten å måtte tappes for penger ved å gi dem bort til MNOer. Forvaltning av innovasjonsprosjekter er ikke helt det samme som forvaltning av spektrum ressurser, men for 5G så møtes disse to hensynene hos NKOM uavhengig av om man ønsker det eller ikke.

Vi har flere selskaper og miljøer i Norge som kunne fått en unik mulighet til å utvikle teknologi som bruker denne typen spektrum uten å bruke pengene sine til å leie spektrum. Penger bør brukes på å utvikle ting . Innovasjonskraften ikke brukes for å omgå NKOMS konsesjonsregler

Dersom NKOM gjennom regulering i slike tilfeller setter pris-punktet for leie av spektrum til essensielt administrasjonskost vil Norge kunne gitt disse selskapene en enorm fordel. Dette vil kunne være en "regulatorisk sandkasse" vi alle kan være glade for, og som vil øke Norges konkurranseevne.

Å la lokale operatører aktører være regulert ganske likt som MVNOer vil så vidt vi kan forstå være en god start. Gitt at det er ganske mange praktiske problemer forbundet med telefoni og meldings-roaming både nasjonalt og internasjonalt vil vi anta at flertallet av lokale operatørene ikke vil ønske å måtte forholde seg til disse, men at de i likhet med den norske MVNOen "com4"<sup>37</sup> vil konsentrere seg om datatrafikk. Samtrafikk med andre brukere kan gjøres via internett-tjenester, eller i håndsett som har "dual sim dual stand by"<sup>38</sup> funksjonalitet der telefoni kan håndteres gjennom en nasjonal operatør, men datatrafikken går lokalt gjennom den lokale operatøren.

---

<sup>37</sup> Com4 sine nettsider. <https://www.com4.no>

<sup>38</sup> Dette inkluderer alle eSim kapable telefoner Apple (d.v.s. nesten alle lansert fra og med høsten 2018), og mange Android telefoner.

## Lokale operatører

- Det vil være mulig for flere mindre aktører, f.eks. i en næringspark, innovasjonssenter, forskningspark, en liten by eller en bydel i en stor by, å samarbeide via en felles lokal Lokale operatører slik at forskjellige aktører kan dra nytte av tjenestene den lokale operatøren leverer
- Prosessindustrien vil kunne ta i bruk moderne utstyr for prosessautomasjon basert på 3.6GHz båndet og vil kunne kjøre tjenester basert basert på disse som edge-compute tjenester.
- Lokale operatører vil kunne levere er høy-båndvidde lav-latens kommunikasjon. Dette vil gjøre det mulig å drive forskning og utvikling for å lage tjenester som drar nytte av denne type kommunikasjon. Dette kan gjøres i geografisk nærheten av brukergrupper, men også være organisatorisk uavhengig av dem.
- Lokale operatører vil ha en helt annen dynamikk enn MNOer. I mye større grad vil de være avhengig av å hjelpe sine kunder å bli mer produktive. Dette er en strukturell faktor som vil stimulere til innovasjon.

## Medieproduksjon

- Medieproduksjon med 5G<sup>39</sup> åpner muligheten for å etablere et høykapasitets 5G radionett der produksjonen foregår.
- Lokale sanntids-kapabiliteter kan brukes for å gjøre lokal produksjon, og kobling mot skybaserte workflows kan muliggjøre distribusjon og lagring.
- Et mulig bruksmønster for opptak og hel eller delvis produksjon vil være å etablere et lokalt område der mye båndvidde med lav latens brukes for en begrenset tidsperiode, og allokeres kun for denne bruken. Når opptak er ferdig deallokeres båndvidden.

## Bredbånd til hjem og bedrift via 5G i stedet for fiber

- I Norge er det ca. 100 leverandører av aksess via fiber. Telenor og Telia er de klart største, med til sammen ca. 50% av markedet, etterfulgt av Viken Fiber (10%), Lyse fiber (5%) etc.
- Norge har en komplisert topografi, og det er ikke alle steder fiber enkelt kan leveres direkte til dørstokken. De lokale fiberselskapene kommer ofte ganske nær, og er godt posisjonerte til å levere de siste få meterne enten med fiber, eller med radio.
- En applikasjon av 5G er 5G-basert "fixed-wireless access (FWA)", som bl.a. Telecomshop<sup>40</sup> og Telenor markedsfører<sup>41</sup>. FWA kan erstatte fiber opp til 30 km med 100 Mbps. I Norge er det ikke lønnsomt for landsdekkende aktører å levere dette overalt. Lokale aktører kan likevel finne det lønnsomt å etablere en lokal operatør og levere FWA i utvalgte områder.
- *Merk:* Hvorvidt fiber eller radio er den beste måten å oppnå bredbåndsakssess på et bestemt sted er ikke noe vi tar stilling til. Vårt poeng er ganske enkelt at dersom

<sup>39</sup> <https://blog.frame.io/2021/01/29/5g-video-production-white-paper/>

<sup>40</sup> 5G fixed wireless access -

<https://www.telecomshop.no/shop/product/391-0207000010-zyxel-nr7101-2660>

<sup>41</sup> <https://www.telenor.no/bedrift/internett/tradlost-bredband/>

flere muligheter åpnes så vil den teknologien som i en gitt sammenheng er best oftere bli brukt. Slik teknologinøytral ressursallokering er blant de tingene markeds mekanismer har vist seg å være ekstremt velegnet til.

## Forskning og akademia

- Lokale operatører vil gjøre det mulig å etablere nye konsepter i nett, som f.eks. fri tilgang til informasjon til alle. OsloMet, UiO, Wolffia og Telenor demonstrert hvordan et 5G nett kan brukes som et lavterskeltilbud som gjør at alle borgere har den informasjon<sup>42</sup> (innen rimelige grenser) de trenger for å delta i et inkluderende digital samfunn.
- OsloMet har utviklet et 5G4IoT laboratoriet<sup>43</sup>. Hovedfokus er på sikkerhet i IoT, men labben er også grunnlag for piloter på nye områder
- Universitetet i Oslo (UiO)<sup>44</sup> gjennomførte en studie av “invers virtuell nettverksoperatør” basert på en modell hvor UiO bygger mobildekning på sine Campuser og i bygg, og har nasjonalt roaming ellers. Organisasjoner som UiO har et interesse å kunne tilby nettilgang som del av sin infrastruktur<sup>45</sup> for studenter og ansatte, og som et substrat for innovasjons-relatert forskning.

## Leverandørindustri for 5G

Det vil være mulig for selskaper å etablere en leverandørindustri for 5G-relaterte produkter:

- Det vil naturligvis fortsatt være behov for tradisjonelle tjenester for å montere og vedlikeholde fysisk infrastruktur for antenner og transmisjonsutstyr samt kjernenett-funksjoner.
- Identitetstjenester for sim og kanskje spesielt eSim løsninger er et som oftest undervurdert område med stort rom for innovasjon.
- “Lokale operatører-enabler”<sup>46</sup> tjenester, som kan selge og drifte nøkkelferdige lokale 5G tjenester. Slike tjenester kan sørge for at krav om “legal intercept” og andre forhold som krever kompetent driftspersonell kan ivaretas på en riktig måte. Det er ikke umulig å se for seg de nasjonale mobile nettverksoperatørene (MNOer) vil kunne levere slike tjenester dersom de ønsker det.

<sup>42</sup> Thanh van Do, Josef Noll, Sudhir Dixit, Bruno Dzogovic, Van Thuan Do, Boning Feng, "Reducing Inequalities with 5G Internet Light Network Slice", 5G World Summit, IEEE 5G World Forum, 9-11 July 2018, Santa Clara, California, USA. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8516713>

<sup>43</sup> 5G4IoT lab ved OsloMet, <https://5g4iot.vlab.cs.hioa.no>

<sup>44</sup> “Building Mobile and Wireless Networks”, UiO Course TEK5110 <https://www.uio.no/studier/emner/matnat/its/TEK5110/index.html>, Forelesning om InversMVNO: [https://its-wiki.no/wiki/H14-Invers\\_Mobile\\_Operator](https://its-wiki.no/wiki/H14-Invers_Mobile_Operator)

<sup>45</sup> Universitetene tilbyr allerede Wifi roaming gjennom EduRoam, noe som kan utvides til et mobilnett

<sup>46</sup> Ett navn inspirert av “MVNE” - Mobile Virtual Network Enabler, en type virksomhet som tilbyr nettverks infrastruktur og tilhørende tjenester for å operere et mobilt virtuelt nettverk. MVNE har ikke en relasjon til sluttbruker, men leverer nettverks-enabler tjenester som en tjeneste. MVNOer kan dermed, gjennom en MVNE, dra del av stordriftsfordeler selv om de selv ikke har så veldig mange kunder. MVNEer har vist seg å være en verdifull type aktør i MNO/MVNO økosystemet, og vi antar at lignende aktører og vil være nyttige i et fremtidig økosystem med lokale 5G operatører. [https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile\\_virtual\\_network\\_enabler](https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_virtual_network_enabler)

- Norge kan styrke sin rolle som samfunnsbygger ut i verden gjennom Lokale operatører konseptet. Stiftelsen Basic Internet, som ble etablert av UiO og Kjeller Innovasjon, har etablert konseptet “Internet Lite<sup>47</sup>” og bidrar til digital inkludering i 10 land. Fri tilgang til informasjon er helt nødvendig for å oppnå bærekraftsmålene (SDGs). Multi-MIMO teknologien i 5G gjør det mulig å rekke ut til små bosetninger både i Norge, Europa og Afrika.
- Internet of things (IoT) som vil aksellereres av 5G. IoT er allerede en industri i sterk vekst med aktører innen flere områder:
  - *Chip produksjon*: Nordic Semiconductor
  - *Sensorer*: Heimdall Power [heimdallpower.com](http://heimdallpower.com), Forkbeard [forkbeardtech.com](http://forkbeardtech.com)
  - *Kunstig intelligens, maskinlæring og analyse*: Cognite ([cognite.com](http://cognite.com)), Arundo Analytics ([arundo.com](http://arundo.com)), osv.

Det norske selskapet [Nordic Semiconductor](http://nordicsemiconductor.com) produserer [chiper som kan kobles opp mot 5G](#). Trondhjems-selskapet [Lab5e](http://lab5e.com) (med utspring fra Telenor) produserer IoT løsninger rettet mot industri vertikaler. Felles for disse og lignende selskaper er at de er avhengige av tilgang til nettverk for å effektivt utvikle systemene sine og å raskt prøve ut bruksområder i samarbeid med nasjonale og internasjonale kunder og samarbeidspartnere. Systemene består ikke bare av chiper og sensorer, men må integreres til tjenester som kjører i sky og edge-datasentre. I dagens virkelighet betyr det at de nasjonalt dekkende telekom-aktørene fullstendig dominerer hvilken innovasjon de vil tillate og med all respekt for de norske telekom-aktørene men deres incitament er ikke i stor grad orientert mot å gjøre livet enkelt for innovatører innen telekom-sektoren, det er en oppgave som faller fullt og helt på regulatøren, i dette tilfellet NKOM.

Etablering av en slik leverandørindustri vil åpne for nye eksportmuligheter. Samtidig vil et fravær av leverandørindustri bety at en større andel av verdiskapningen som 5G kan utløse vil skje utenfor landets grenser i land hvor regulatoriske forhold muliggjør en levedyktig leverandørindustri.

---

<sup>47</sup> “Internet Lite” og fri tilgang til informasjon til alle <https://basicinternet.org/internet-lite-for-all/>

## Konklusjon

Vi har skissert hvordan 5G åpner for mulighet av innovasjon i krysningspunktet mellom radio, akademia, industri, øvrig næringsliv og tjenester som kjører på datamaskiner. Vi har påpekt at dagens industristruktur sentrert rundt et lite antall mobile nettverksoperatører ikke er optimalt for innovasjon. Som et alternativ introduserer vi ideen om lokale 5G nettverksoperatører ("Lokale operatører"), vi skisserer vi hvordan slike operatører kan gis levelige arbeidsvilkår gjennom at NKOM tilpasser vilkår for frekvenstildeling. Gjennom dette muliggjøres innovasjon basert på 5G både for tradisjonell norsk industri, og for nye virksomheter som kan oppstå som basis av de mulighetene 5G gir. Vi avsluttet med en kort oppsummering av noen områder hvor Norge er godt forberedt for å innovere på 5G området.