



# Samfunnsøkonomisk analyse av satellittbaserte PNT-tjenester

En analyse av samfunnsøkonomiske kostnader forbundet med bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester (GNSS)

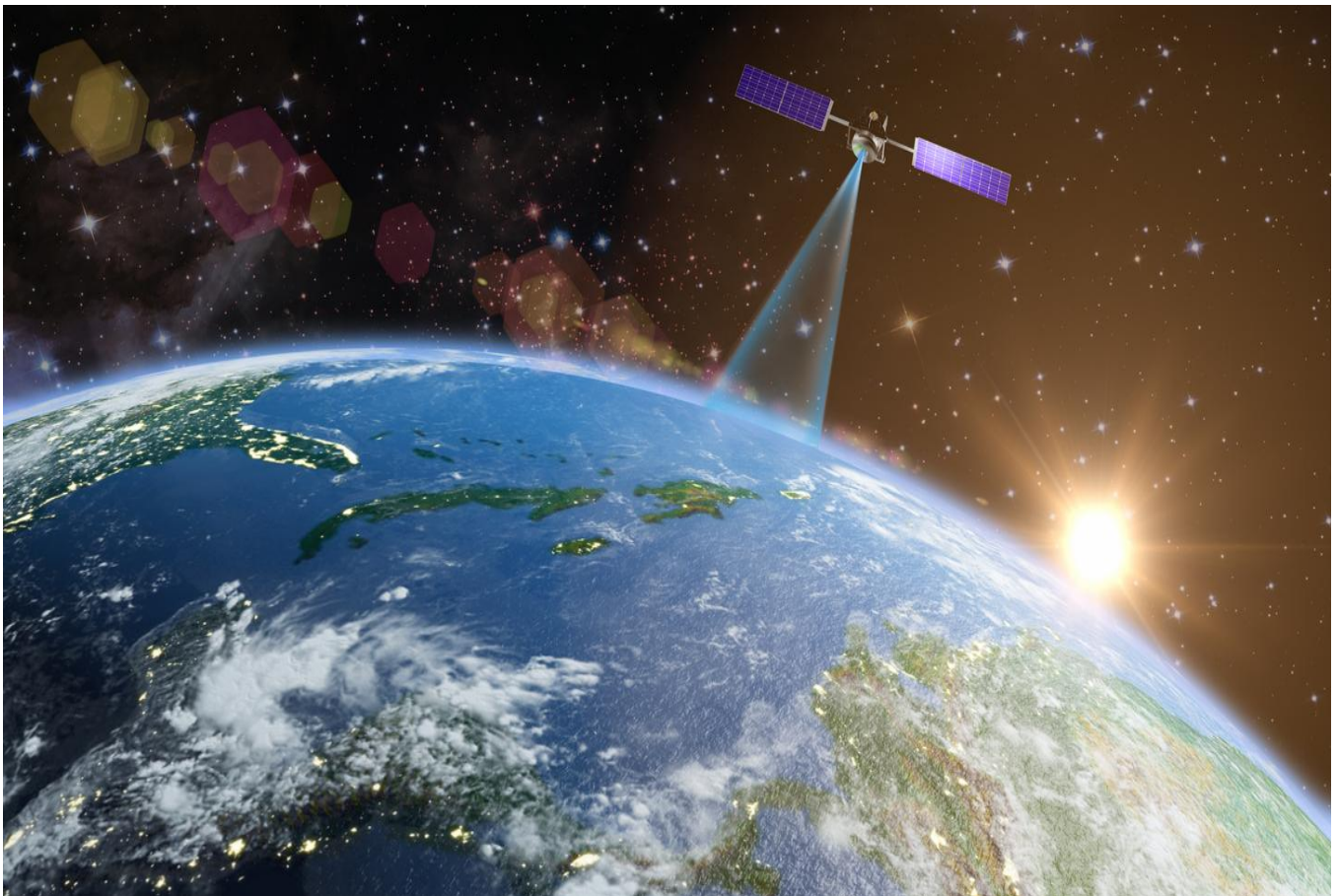


Foto: iStock/rommna

Av Per Fredrik Johnsen, Torgeir Dahl Jørgensen, Andreas Becker Cappelen, Marius Berge Eide, Kristoffer Midttømme og Magnus Utne Gulbrandsen

# Forord

På oppdrag for Nærings- og fiskeridepartementet har Menon Economics gjennomført en samfunnsøkonomisk analyse av satellittbaserte tjenester for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse (PNT). Analysen belyser hvordan satellittbaserte PNT-tjenester brukes i ulike sektorer i Norge, og hvilken betydning de har for verdiskaping og samfunnets funksjonsevne. Et sentralt formål har vært å belyse hvilke samfunnsøkonomiske konsekvenser bortfall eller forstyrrelser i slike tjenester kan få, samt å identifisere sårbarheter og mulige tiltak for å redusere avhengigheten.

Ansvarlig for prosjektet hos Menon har vært Magnus Utne Gulbrandsen, mens Per Fredrik Johnsen har vært prosjektleder. Andreas Becker Cappelen, Marius Berge Eide og Torgeir Dahl Jørgensen har vært prosjektmedarbeidere. Kristoffer Midttømme har vært kvalitetssikrer.

Vi takker Nærings- og fiskeridepartementet for et spennende oppdrag. Vi takker også alle intervjuobjekter for gode innspill underveis i prosessen. Menon står ansvarlig for alt innhold i rapporten.

Mars 2026

Magnus Utne Gulbrandsen  
Prosjektansvarlig  
Menon Economics

Mars 2026

Per Fredrik Johnsen  
Prosjektleder  
Menon Economics

## Om Menon Economics

**Menon Economics analyserer økonomiske problemstillinger og gir råd til bedrifter, organisasjoner og myndigheter. Vi er et konsultentselskap som opererer i grenseflatene mellom økonomi, politikk og marked.**

**Menon kombinerer samfunns- og bedriftsøkonomisk kompetanse innenfor fagfelt som samfunnsøkonomisk lønnsomhet, verdsetting, nærings- og konkurranseøkonomi, strategi, finans og organisasjonsdesign. Vi benytter forskningsbaserte metoder i våre analyser og jobber tett med ledende akademiske miljøer innenfor de fleste fagfelt.**

**Les mer om vårt arbeid på [menon.no](http://menon.no).**

## Om Nærings- og fiskeridepartementet

**Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) skal legge til rette for størst mulig samlet, bærekraftig verdiskaping. NFD skal bidra til rammevilkår som fremmer et konkurransedyktig næringsliv, nye lønnsomme arbeidsplasser og økt eksport.**

**NFD har samordningsansvar for romvirksomhet, herunder samordning av arbeidet med romsikkerhet på sivil side. Dette omfatter blant annet koordineringsansvar for sivil radionavigasjonspolitik/ posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse (PNT), hovedansvar for den kritiske samfunnsfunksjonen «satellittbasert navigasjon» og ansvar for den grunnleggende nasjonale funksjonen (GNF) PNT.**

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b>	<b>1</b>
<b>Om Menon Economics</b>	<b>2</b>
<b>Innholdsfortegnelse</b>	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>10</b>
<b>2 GNSS og satellittbaserte PNT-tjenester</b>	<b>11</b>
<b>3 Rammeverk, metoder og datakilder</b>	<b>14</b>
3.1 Litteraturgjennomgang	14
3.2 Datainnsamling og intervjuer	15
3.3 Forutsetninger og avgrensninger for beregninger	15
3.4 Samfunnsøkonomisk analyse	16
3.5 Scenarier og avgrensninger	16
<b>4 Samfunnets avhengighet og systemiske sårbarhet</b>	<b>18</b>
4.1 Avhengighet av presis tid	18
4.2 Systemvurderinger – fra sektorer til samfunn	19
4.3 Direkte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers bortfall	21
4.4 Økende avhengighet og utviklingstrekk	23
<b>5 Havbaserte næringer</b>	<b>25</b>
5.1 Maritim transport	25
5.2 Petroleumsnæringen	32
5.3 Sjømatnæringen	39
<b>6 Samferdsel</b>	<b>44</b>
6.1 Veitransport	44
6.2 Luftfart	48
6.3 Jernbane	53
<b>7 Nødetater og beredskap</b>	<b>56</b>
7.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester	56
7.2 Konsekvenser ved bortfall	60
7.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall	61
<b>8 Elektronisk kommunikasjon (ekom)</b>	<b>63</b>
8.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester	63
8.2 Konsekvenser ved bortfall	65
8.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall	67
<b>9 Kraftforsyning og energi</b>	<b>68</b>
9.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester	68
9.2 Konsekvenser ved bortfall	69
9.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall	70
<b>10 Finans</b>	<b>72</b>
10.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester	72
10.2 Konsekvenser ved bortfall	73
10.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall	74
<b>11 Jordbruk</b>	<b>75</b>

11.1	Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester	75
11.2	Konsekvenser ved bortfall	77
11.3	Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall	78
<b>12</b>	<b>Bygg- og anlegg</b>	<b>81</b>
12.1	Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester	81
12.2	Konsekvenser ved bortfall	82
12.3	Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall	82
<b>13</b>	<b>Forbrukerprodukter og -tjenester</b>	<b>84</b>
13.1	Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester	84
13.2	Konsekvenser ved bortfall	86
<b>14</b>	<b>Samlet vurdering og implikasjoner</b>	<b>88</b>
14.1	Hva viser de sektorvise konsekvensene ved bortfall?	88
14.2	Hva fanges ikke fullt ut av tallene – og hvilke implikasjoner har det?	88
14.3	Utviklingstrekk og betydningen av presis tid	89
<b>15</b>	<b>Alternative teknologier og tiltak for å redusere avhengighet</b>	<b>90</b>
15.1	Øke robusthet i eksisterende systemer	90
15.2	Overvåking og situasjonsforståelse	92
15.3	Sikre holdover-kapasitet og overgangsløsninger	93
15.4	Redundans og alternative kilder til PNT	95
15.5	Sikre kompetanse om alternative metoder og systemer	100
15.6	Utvikle styringsmodell og nasjonal strategi	101
15.7	Mulige tiltak og innspill fra aktørene selv	103
<b>Kilder</b>		<b>105</b>
<b>Vedlegg A: Utdypende om beregning av samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall av PNT-tjenester</b>		<b>111</b>
	Maritim transport	111
	Petroleumsnæringen	113
	Sjømatnæringen	113
	Nødetater	114
	Telekom	115
	Veisektoren	116
	Luftfart	118
	Jernbane	119
	Jordbruk	120
<b>Vedlegg B: Intervjuoversikt</b>		<b>123</b>

# Sammendrag

**Satellittbaserte tjenester for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse (PNT) er i dag en grunnleggende del av infrastrukturen i det digitale samfunnet. Denne rapporten analyserer hvordan PNT-tjenester brukes i Norge, hvilke sektorer som er avhengige av dem, og hvilke samfunnsøkonomiske konsekvenser bortfall av tjenestene kan få. Basert på sektorvise analyser anslås de prissatte direkte kostnadene ved et syv dagers bortfall til om lag 3,4 milliarder kroner. Dette inkluderer ikke forsvarssektoren. En fullstendig vurdering av konsekvensene kan ikke begrenses til summen av direkte tap i enkeltsektorer, men må også ta hensyn til at noen av sektorene som er mest avhengig av PNT-tjenester, også selv utgjør samfunnskritisk infrastruktur som andre sektorer igjen er avhengig av. De største sårbarhetene er ikke nødvendigvis der de direkte kostnadene er høyest, men i sektorovergrepene funksjoner som kraftforsyning, finans og elektronisk kommunikasjon. Disse sektorene har i utgangspunktet redundans, men risikoen knyttet til infrastrukturen vil likevel være forhøyet ved bortfall eller manipulering av satellittbaserte PNT-tjenester. Samlet viser analysen at økende bruk av satellittbaserte signaler gir betydelige effektivitetsgevinster, men også kan øke samfunnets sårbarhet dersom robusthet og alternative løsninger ikke utvikles parallelt.**

Satellittbaserte tjenester for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse (PNT) har blitt en grunnleggende del av infrastrukturen i det moderne samfunnet. Teknologien brukes i alt fra navigasjon i luftfart og sjøtransport til mobilnett, finansielle transaksjoner og nødetatens operative systemer. Samtidig er avhengigheten av satellittbaserte signaler ofte lite synlig. Mange virksomheter bruker ikke teknologien direkte, men avhenger av systemer og infrastruktur som gjør det. Dette gjør det krevende å få oversikt over hvor avhengigheten ligger, og hvilke konsekvenser bortfall eller forstyrrelser kan få.

Denne rapporten analyserer hvordan satellittbaserte PNT-tjenester brukes i det norske samfunnet, og hvilke konsekvenser bortfall eller forstyrrelser kan få. Analysen kartlegger både bruken av PNT-tjenester og konsekvenser på sektornivå og samfunnsnivå. Formålet med analysen er å styrke kunnskapsgrunnlaget om samfunnets avhengighet av PNT-tjenester, belyse sårbarheter og gi et helhetlig bilde av teknologiens betydning for verdiskaping og samfunnets funksjonsevne.

Satellittbaserte PNT-tjenester baserer seg på signaler fra globale satellittnavigasjonssystemer (GNSS). Disse signalene er gratis tilgjengelige, har global dekning og høy presisjon, og har derfor blitt en attraktiv teknologisk løsning i mange sektorer. Bruken har økt kraftig de siste to tiårene. Dette innebærer også at stadig flere systemer og prosesser er avhengige av GNSS-signaler – enten direkte eller indirekte gjennom digital infrastruktur og automatiserte systemer.

De siste årene har det også vært dokumenterte forstyrrelser i GNSS-signaler i Norge, blant annet i Nord-Norge. Slike hendelser viser at risikoen for bortfall eller forstyrrelser ikke bare er teoretisk. I et digitalisert og sammenkoblet samfunn kan svikt i grunnleggende teknologiske referanser som posisjon og tid få konsekvenser langt utover de systemene som direkte bruker teknologien.

## Rammeverk og metode

Analysen bygger på en kombinasjon av dokumentstudier, statistiske datakilder og kvalitative intervjuer med relevante aktører. Datainnsamlingen er gjennomført for å kartlegge hvordan PNT-tjenester brukes i ulike sektorer, hvilke funksjoner som er avhengige av dem, og hvilke konsekvenser bortfall kan få.

Det er gjennomført intervjuer med mer enn 40 aktører fra sektormyndigheter, infrastruktureiere, tjenesteleverandører og teknologimiljøer. Informantene dekker både offentlig og privat sektor og

representerer sentrale bruksområder for PNT-tjenester i Norge. Intervjuene har gitt innsikt i både direkte bruk av PNT og indirekte avhengigheter gjennom digitale infrastrukturer og systemer.

Analysen bygger også på tidligere internasjonale studier av økonomiske virkninger av GNSS-bortfall og avhengigheter i kritiske samfunnsfunksjoner. Særlig relevante referanser er blant annet analyser fra britiske myndigheter og empiriske studier av den økonomiske betydningen av GPS og andre GNSS-systemer. Disse studiene er brukt som metodiske referansepunkter for å identifisere mekanismer og størrelsesordener, samtidig som analysen er tilpasset norske forhold.

For å belyse konsekvenser av bortfall av PNT-tjenester analyserer rapporten flere scenarier for forstyrrelser og bortfall. Analysen skiller mellom ulike typer hendelser, blant annet bortfall av signaler, forstyrrelser som reduserer kvalitet eller tilgjengelighet, og manipulering der signalet fremstår som gyldig, men inneholder feil informasjon. Dette brukes deretter som utgangspunkt for å vurdere både direkte økonomiske virkninger og mer systemiske konsekvenser.

## Hovedfunn

Analysen viser at satellittbaserte PNT-tjenester er en viktig innsatsfaktor i en rekke sektorer i norsk økonomi. Samtidig varierer både bruken av og avhengigheten til PNT betydelig mellom sektorer og bruksområder. I noen sektorer er PNT-tjenester en direkte forutsetning for effektiv drift og verdiskaping, mens de i andre sektorer primært inngår som en del av underliggende digitale infrastrukturer mindre kritisk for drift.

Et sentralt funn er at sektorer med høye økonomiske konsekvenser ved bortfall ikke nødvendigvis er de mest systemkritiske. I sektorer som petroleumsvirksomhet og maritim transport kan bortfall av PNT-tjenester gi betydelige økonomiske tap gjennom redusert produksjon eller driftsforstyrrelser. Konsekvensene er imidlertid i stor grad knyttet til effektivitet og produksjon. I andre sektorer, særlig kraft, finans og elektronisk kommunikasjon, kan selv mindre forstyrrelser få bredere samfunnsmessige konsekvenser fordi disse sektorene understøtter en rekke andre samfunnsfunksjoner. Selv om disse sektorene i stor grad har etablert redundans og alternative tidskilder, kan risikoen likevel være forhøyet ved bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester, fordi tidsavvik kan forplante seg mellom systemer og sektorer.

Våre funn peker særlig på tre former for avhengighet til PNT-tjenester:

- **Direkte operasjonell bruk av posisjon og navigasjon.** Dette gjelder særlig transportsektoren, maritim virksomhet, luftfart og deler av bygg- og anleggsnæringen. Her brukes GNSS blant annet til navigasjon, ruteoptimalisering og presisjonsstyring av maskiner og fartøy, og har bidratt til betydelig effektivisering av operasjoner.
- **Presis tid og synkronisering i digitale infrastrukturer.** Mange digitale systemer krever en felles tidsreferanse for å fungere korrekt, blant annet mobilnett, finansielle transaksjonssystemer og kraftsystemer. GNSS-signaler brukes ofte som kilde til presis tidssynkronisering, og feil tid kan forplante seg gjennom digitale systemer på måter som er krevende å oppdage og håndtere.
- **Systemiske og indirekte avhengigheter.** Mange virksomheter bruker ikke GNSS direkte, men er avhengige av tjenester eller infrastrukturer som gjør det, for eksempel digitale plattformer, logistikkjeder og automatiserte systemer. Slike indirekte avhengigheter kan gjøre konsekvensene av forstyrrelser vanskeligere å identifisere og håndtere.

Analysen viser også at sårbarheten for bortfall i stor grad er sektorovergripende. Mange av de samme teknologiske komponentene brukes på tvers av sektorer, og flere kritiske samfunnsfunksjoner er

avhengige av de samme tids- og navigasjonssignalene. Hendelser som påvirker GNSS kan få samtidige konsekvenser i flere sektorer.

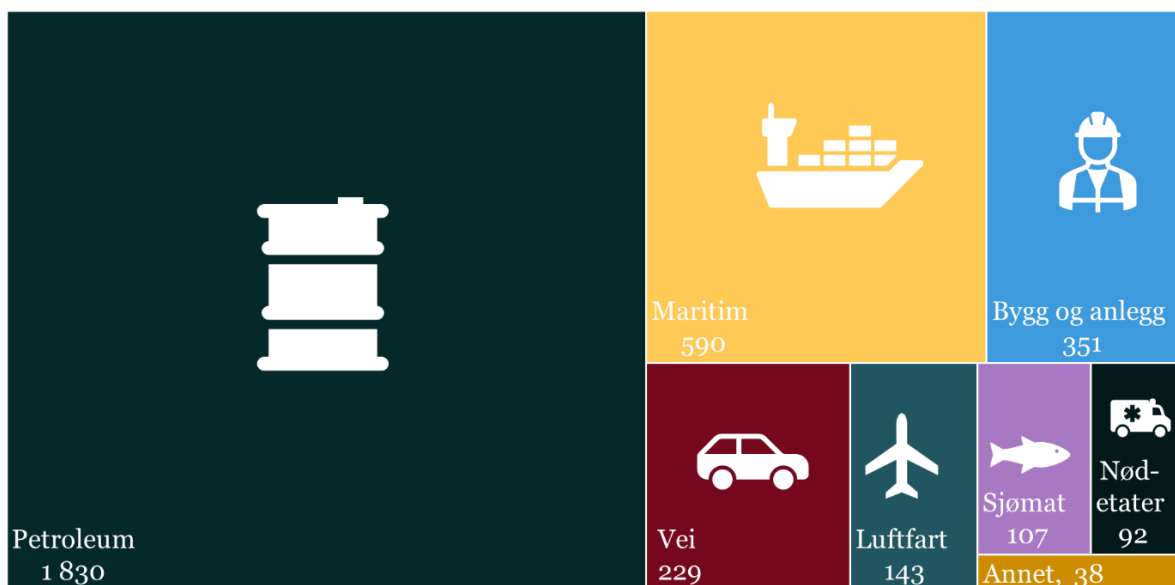
Konsekvensene ved bortfall kan ofte være sammensatte. Noen effekter oppstår umiddelbart, for eksempel driftsstans eller redusert effektivitet i enkelte operasjoner. Andre effekter kan oppstå indirekte gjennom forsinkelser, feil i digitale systemer eller redusert koordinering mellom aktører.

### Direkte samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

Analysen viser at et bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester kan gi betydelige direkte samfunnsøkonomiske kostnader i norsk økonomi. Basert på sektorvise analyser anslås de samlede direkte kostnadene ved et syv dagers bortfall til om lag 3,4 milliarder kroner. Dette anslaget omfatter direkte produksjonstap, forsinkelser og ineffektiv drift i virksomheter som er avhengige av PNT-tjenester i sine operative prosesser.

Kostnadene er særlig konsentrert i petroleumssektoren, maritim sektor og bygg- og anleggsnæringen, hvor PNT-tjenester inngår som en viktig innsatsfaktor i operativ drift. Figuren under illustrerer hvordan bortfall av PNT-tjenester kan gi direkte produksjonstap og driftsforstyrrelser i flere sektorer, men også at de økonomiske konsekvensene er ulikt fordelt mellom næringer.

**Figur 1: Anslag på direkte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester, basert på partielle sektorvise analyser. Millioner kroner (2024-kroner). Kilde: Menon Economics**



Som illustrert i figuren er kostnadene særlig konsentrert i noen få sektorer. På tvers av sektoranalysene fremstår transport i bred forstand som det området der de direkte konsekvensene av bortfall er størst. Petroleumssektoren står for den største delen av de estimerte kostnadene, med om lag 1,8 milliarder kroner, etterfulgt av maritim sektor (590 millioner kroner) og bygg- og anleggsnæringen (351 millioner kroner). Også veitransport (229 millioner kroner) og luftfart (143 millioner kroner) påvirkes i betydelig grad. Mindre, men fortsatt merkbare, kostnader oppstår i andre sektorer, blant annet sjømatnæringen (107 millioner kroner) og nødetatens operative virksomhet (92 millioner kroner). Samlet gir dette et bilde av en teknologi som inngår i mange verdiskapende aktiviteter, og der bortfall raskt kan gi økonomiske konsekvenser i flere deler av økonomien.

Samtidig viser analysen at de direkte økonomiske kostnadene bare gir et delvis bilde av betydningen av PNT-tjenester. Sektorer med store direkte tap er ikke nødvendigvis de mest systemkritiske. I flere tilfeller vil konsekvensene i hovedsak være knyttet til redusert effektivitet eller midlertidig produksjonsstans. I andre sektorer – særlig innen infrastruktur som kraft, finans og elektronisk kommunikasjon – kan selv mindre forstyrrelser få bredere samfunnsmessige konsekvenser fordi disse sektorene understøtter en rekke andre funksjoner i samfunnet.

Analysen viser også at avhengigheten av PNT-tjenester er økende over tid. Teknologien tas i bruk i stadig flere systemer og prosesser, blant annet gjennom økt automatisering, digitalisering og bruk av presisjonsbaserte løsninger. I tillegg fases alternative metoder og manuelle arbeidsformer gradvis ut. Dette bidrar til effektivisering og økt verdiskaping, men innebærer også at samfunnets samlede sårbarhet for forstyrrelser i satellittbaserte signaler kan øke over tid dersom robusthet og alternative løsninger ikke utvikles parallelt.

### **Alternative teknologier og tiltak for å redusere avhengighet**

Gjennom intervjuer og dialog med aktører i ulike sektorer er det hentet innspill til tiltak som kan bidra til å redusere sårbarhet ved bortfall eller forstyrrelser i satellittbaserte PNT-tjenester. Innspillene reflekterer erfaringer fra operativ drift og beredskap i virksomheter som i ulik grad er avhengige av presis posisjon, navigasjon og tid.

Tiltakene er ikke prioriterte anbefalinger, men eksempler på tiltak som aktørene selv har løftet frem i arbeidet. Det er ikke foretatt samfunnsøkonomiske vurderinger av konkrete investeringer eller prioriteringer. Samlet peker aktørene særlig på følgende tiltak og retninger for videre arbeid for å redusere sårbarhet ved bortfall, forstyrrelser og manipulasjon av GNSS-signaler:

- **Overvåking og varsling av GNSS-status** kan styrke situasjonsforståelsen og gjøre det mulig å iverksette tiltak raskere ved forstyrrelser. En mulig tilnærming kan være å videreutvikle eksisterende infrastruktur – herunder CPOS-nettverket, Kystverkets sensorer og Nkoms målestasjoner – til en mer helhetlig nasjonal navigasjonsvarslingstjeneste. Dette kan innebære formalisert koordinering mellom relevante etater, tilgjengeliggjøring av sanntidsinformasjon til operatører og eventuell offentlig visualisering av GNSS-status. Det kan også vurderes om interferensdetektorer som allerede finnes i mange mottakere, i større grad kan inngå i en nasjonal varslingsstruktur.
- **Tiltak knyttet til presis tid**, herunder holdover-løsninger og alternative tidskilder, kan ha særlig relevans fordi tidsavhengighet er sektorovergripende og ofte mindre synlig enn posisjonsavhengighet. Etablering av en nasjonal tidstjeneste uavhengig av GNSS fremstår særlig relevant. Erfaringene fra Sveriges Netnod-tjeneste viser én mulig modell for organisering og finansiering.
- **Retningslinjer, veiledning og rolleavklaring** kan bidra til mer helhetlig håndtering der man tar innover seg at tiltak har fellesgodeegenskaper eller der nytten av investeringer går utover den enkelte aktør. Dette kan eksempelvis omfatte nasjonale retningslinjer for holdover-kapasitet, differensiert etter sektorers toleransekrav, og tydeliggjøring av hvordan bortfall og manipulering skal håndteres. Det kan også vurderes hvordan, og om, eksisterende atomklokker og fiberforbindelser kan/skal kobles sammen for å styrke distribuert tidssynkronisering.
- **Robusthetskrav til mottakerutstyr og videreføring av praksisnære tester og øvelser** kan gi målbar forbedring i håndtering av enkelte typer interferens, samtidig som relevansen vil variere mellom operasjonstyper. Dette kan innebære utvikling av funksjonelle krav eller veiledning for kritiske operasjonstyper, basert på erfaringer fra blant annet

Jammertest, for eksempel knyttet til bruk av multi-konstellasjon, multi-frekvens, adaptive antenner og spoofingdeteksjon.

- **Alternative kilder til PNT**, som etablering av nye bakkebaserte systemer eller større infrastrukturløsninger, kan vurderes som et mer langsiktig og systemrettet grep for å redusere nasjonal sårbarhet. Dette kan innebære utredning av alternative eller komplementære PNT-systemer, som eLoran, Galileo PRS, lavbanebaserte løsninger, R-mode eller 5G-baserte systemer. Tiltak i denne kategorien vil ha karakter av større infrastruktur- eller sikkerhetspolitiske beslutninger, og krever avklaringer om statlig rolle, finansiering og sektorovergripende nytte.

Informasjonsinnhenting viser at håndtering av avhengighet til satellittbaserte PNT-tjenester i stor grad oppfattes som et tverrsektorielt spørsmål, der både tekniske løsninger, organisatoriske tiltak og bedre informasjonsdeling kan være relevante.

Samlet sett viser analysen at satellittbaserte PNT-tjenester er en sentral del av den teknologiske infrastrukturen i det moderne samfunnet. De kvantitative anslagene illustrerer størrelsesordenen på direkte økonomiske konsekvenser ved bortfall, mens sektoranalysene og aktørinnspillene peker på bredere systemiske avhengigheter og mulige tilnærminger til å håndtere dem.

# 1 Innledning

Det moderne norske samfunnet er i økende grad avhengig av satellittbaserte tjenester for presis posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse (PNT). Slike tjenester er fritt tilgjengelige, har global dekning og gjennomgående høy oppetid. De muliggjør effektive løsninger og økt verdiskaping i en rekke sektorer og samfunnskritiske funksjoner, blant annet for nødetater, petroleumsvirksomhet og finansmarkeder. I hverdagen benyttes PNT-tjenester blant annet i kart- og navigasjonstjenester på mobiltelefoner, betalingstjenester, mobilnett og andre digitale kommunikasjonssystemer.

PNT-tjenester baserer seg i stor grad på signaler fra globale satellittnavigasjonssystemer (GNSS<sup>1</sup>). Dette innebærer en felles teknologisk avhengighet på tvers av sektorer og bruksområder. Bruken av GNSS har økt betydelig de siste to tiårene. Avhengigheten som har oppstått er imidlertid ofte lite synlig, og bevisstheten om sårbarheter varierer. Den utstrakte bruken innebærer at bortfall eller forstyrrelser i GNSS-signaler raskt kan få konsekvenser for både verdiskaping og samfunnets funksjonsevne.

Nord-Norge er et område med dokumenterte forstyrrelser i satellittbaserte GNSS-signaler, blant annet som følge av jamming. Dette har påvirket luftfart og maritim virksomhet, og illustrerer at risikoen for bortfall og forstyrrelser allerede har materialisert seg i konkrete hendelser i Norge. I mange tilfeller er avhengighet og sårbarhet ikke fullt ut kjent, verken for leverandør eller bruker, fordi systemer er tett sammenkoblet og indirekte avhengige av GNSS gjennom underliggende infrastrukturer.

Denne rapporten belyser bruken av satellittbaserte PNT-tjenester på tvers av sektorer og samfunnsområder. Vi analyserer hvordan teknologien inngår i verdiskapende aktiviteter og samfunnsfunksjoner, og vurderer konsekvenser av ulike hendelser som kan føre til forstyrrelser eller bortfall. Analysen omfatter både naturlige og menneskeskapte hendelser, og skiller mellom misvisende posisjon, feil tidsangivelse og fullstendig bortfall av signaler.

Analysen bruker ulike scenarier som belyser typer av forstyrrelser i satellittbaserte PNT-tjenester, med variasjon i sannsynlighet, varighet og alvorlighetsgrad. Scenarioene omfatter både forbigående bortfall (om lag én time), kortvarige bortfall (ett døgn) og mer langvarige bortfall (én uke). For konsistens og sammenlignbarhet på tvers av sektorer er de kvantitative beregningene konsentrert om ett hovedscenario: et sammenhengende bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester i syv døgn. Scenarioet illustrerer størrelsesordenen på de direkte, førsteordens konsekvensene av bortfall i en norsk kontekst.

Avslutningsvis i rapporten drøftes mulige tiltak for å styrke robusthet og redusere sårbarhet. Robustheten i PNT-tjenestene er tett knyttet til samfunnssikkerhet. I lys av dagens sikkerhetspolitiske situasjon og den utstrakte bruken av GNSS, er det behov for å vurdere tiltak som kan redusere sårbarheten for bortfall og manipulering. Slike tiltak kan omfatte økt redundans, bedre beskyttelse mot tilsiktet og utilsiktet interferens, samt tydeligere krav til robusthet og risikohåndtering i samfunnskritiske sektorer.

Rapporten er strukturert som følger: Kapittel 2 gir en overordnet beskrivelse av PNT-tjenester og deres anvendelse i samfunnet. Kapittel 3 redegjør for rammeverk, metode og datagrunnlag. Kapittel 4 drøfter samfunnets samlede avhengighet og systemiske sårbarheter, samt vurderer samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers bortfall. Kapittel 5–13 analyserer bruk og konsekvenser innen ulike sektorer og bruksområder. Kapittel 14 sammenfatter hovedfunn og implikasjoner, før kapittel 15 drøfter mulige tiltak for å styrke robusthet og redusere sårbarhet.

---

<sup>1</sup> GNSS: Global Navigation Satellite Systems

## 2 GNSS og satellittbaserte PNT-tjenester

PNT-tjenester kan distribueres på ulike vis, og posisjonering, navigasjon og tidfesting har vært mulig lenge før satellittbaserte systemer som Global Positioning System (GPS) ble tatt i bruk i bred sivil sammenheng på 1990-tallet. Norge har en lang historie med presis tid- og stedsfesting. I 1773 ble Norges Grændsers Opmaaling, forløperen til Kartverket, etablert for å kartlegge strategisk viktige områder langs grensen mot Sverige. I 1779 startet man med vitenskapelig basert triangulering mellom fjelltopper. Fra 1815 arbeidet Christopher Hansteen ved det som senere ble Universitetsobservatoriet i Oslo med å bestemme landets koordinater gjennom astronomiske observasjoner. Meridiansirkelen ved observatoriet som fanget passerende stjerner, sammen med Norges mest presise klokke, etablerte et referansepunkt, mens pendelur og kronometre ble transportert ut i landet for å knytte lokale observasjoner til dette. På denne måten etablerte Hansteen både felles tid og posisjon for landet.

I dag fyller GNSS mye av den rollen disse verktøyene hadde, men med langt høyere presisjon og tilgjengelighet. Globale satellittnavigasjonssystemer er en fellesbetegnelse for satellittbaserte systemer for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse med global dekning. De fire mest kjente og utbredte GNSS-leverandørene er amerikanske GPS, europeiske Galileo, russiske GLONASS<sup>2</sup> og kinesiske BeiDou. Alle systemene baserer seg på satellitter som går i bane omtrent 20 000 kilometer over jorden. Derfra sendes signaler som inneholder svært presise tidsstempler og baneinformasjon, som gjør det mulig for mottakere på bakken å beregne sin posisjon, hastighet og tid. For å finne din nøyaktige posisjon, må en GNSS-mottaker benytte signaler fra minst fire satellitter samtidig. I praksis kombinerer mottakere ofte signaler fra flere GNSS-systemer for å oppnå bedre tilgjengelighet og nøyaktighet og redusere sårbarheter.

GNSS utgjør dermed det teknologiske grunnlaget for satellittbaserte PNT-tjenester. Dette omfatter leveranse av informasjon om posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse, som muliggjør lokalisering, bevegelse og presis tidsreferanse for brukere, systemer og teknisk infrastruktur. Posisjonsbestemmelse betyr i denne sammenheng en konkret geografisk plassering av et objekt, uttrykt ved kartkoordinater. Med navigasjon menes evnen til å fastslå og følge en rute fra én posisjon til en annen, herunder ruteplanlegging, kursberegning og oppdateringer på bevegelse over tid. Tidsbestemmelse er leveransen av presis og synkronisert tidsinformasjon, som gjør det mulig å fastslå tidspunkter og danne en felles referanse for når hendelser inntreffer.

GNSS-baserte tjenester leverer posisjoner med centimeters presisjon i sanntid over hele landet. For eksempel er CPOS<sup>3</sup> Kartverkets landsdekkende korreksjonstjeneste som bruker et nettverk av referansestasjoner til å forbedre signalene fra GNSS-systemene. Norge er ikke bare en bruker av denne teknologien: Kartverkets geodetiske jordobservatorium i Ny-Ålesund er en sentral stasjon i det globale nettverket av stasjoner som bestemmer jordrotasjonsparametere som all satellittnavigasjon og andre tjenester er avhengig av.

GNSS-arkitekturen er delt inn i tre hovedsegmenter: romsegmentet, bakke-/kontrollsegmentet og brukerssegmentet. Romsegmentet eies og driftes av systemoperatørene, og består av blant annet satellittkonstellasjonen og satellittenes atomklokker. Romsegmentet sender radionavigasjonssignaler med en definert signalstruktur, og lagrer og videreformidler navigasjonsmeldingen som sendes til kontrollsegmentet.<sup>4</sup> Kontrollsegmentet på bakken administrerer, overvåker og sørger for at signalene er presise og synkroniserte. Dette segmentet omfatter en omfattende bakkebasert infrastruktur med

---

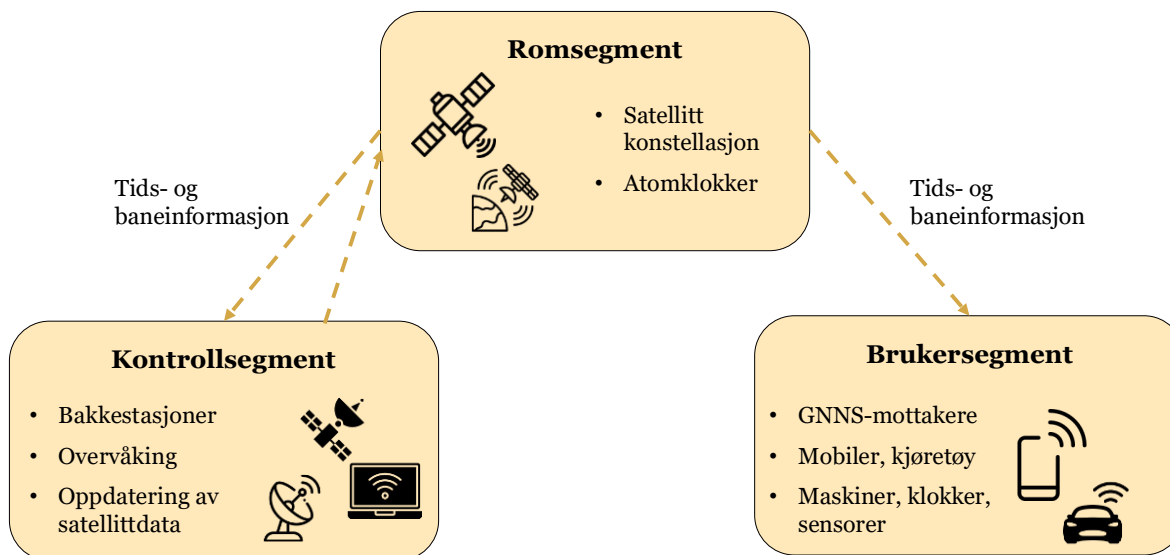
<sup>2</sup> GLONASS: Globalnaja Navigatsionnaja Sputnikovaja Sistema

<sup>3</sup> CPOS: Centimeter Positioning Service

<sup>4</sup> ESA (2025) GPS Architecture

kontrollstasjoner, antenner og kommunikasjonssystemer som mottar signaler fra satellittene og formidler oppdateringer tilbake. I likhet med romsegmentet kan kontrollsegmentet være sårbart for tekniske feil, naturhendelser eller tilsiktede angrep. Brukersegmentet omfatter mottakeren som plukker opp signalene fra satellittene for å beregne brukerens nøyaktige posisjon, hastighet og tid. Det er disse mottakerne som finnes i alt fra mobiltelefoner, kjøretøy og andre installasjoner som gir brukerne enkel tilgang til GNSS- og PNT-tjenester. Segmentene i GNSS-arkitekturen er illustrert i figuren under.

**Figur 2: GNSS-arkitekturs hovedsegmenter. Kilde: Menon Economics**



Bredden av bruksområder, sammen med høy tilgjengelighet og global dekning, også i områder der bakkebaserte alternativer har begrenset utbredelse, har gjort PNT-tjenester til en grunnleggende innsatsfaktor i mange sektorer og samfunnsfunksjoner. I tråd med den teknologiske utviklingen og digitaliseringen de siste 20-30 årene har PNT-tjenester blitt en viktig bidragsyter til verdiskaping og produktivitetsutvikling. Likevel er det stor variasjon i hvor stor grad, og på hvilken måte, ulike sektorer har tatt i bruk PNT-tjenester. Denne rapporten skisserer de viktigste bruksområdene innenfor en rekke sentrale sektorer i Norge, herunder petroleumsnæringen, maritim næring, samferdsel og kraftsektoren.

PNT-tjenester benyttes på tvers av flere sektorer og samfunnsområder, og inngår som en grunnleggende funksjon i både offentlige og private systemer. PNT-tjenester benyttes blant annet innen **transportsektoren** til navigasjon, flåtestyring og trafikkavvikling i vei-, sjø-, luft- og jernbanetransport. I elektronisk kommunikasjon (ekom) benyttes presise tidssignaler fra GNSS til synkronisering av **mobiltett og datakommunikasjon**. I **kraftforsyningen** brukes PNT-tjenester til tids- og fasesynkronisering i transmisjonsnett, som er avgjørende for stabil og sikker drift. Videre anvendes PNT-tjenester i **finansielle systemer** for presis tidsstempling av transaksjoner, blant annet for å oppfylle regulatoriske krav. Også **nødetater og redningstjenester** er avhengige av PNT-tjenester for lokalisering, koordinering og effektiv uttrykning, mens PNT-tjenester i **jordbruket** brukes til presisjonsdrift og effektiv ressursbruk. I **sjømatnæringen** benyttes PNT-tjenester blant annet til navigasjon, fangstoperasjoner, posisjonering av redskap og dokumentasjon av fangst. I **petroleumsnæringen** inngår PNT-tjenester som en sentral del av maritime og offshoreoperasjoner, blant annet til navigasjon, dynamisk posisjonering, tidssynkronisering av operative systemer, samt under havbunnskartlegging. Innen **maritim** sektor benyttes PNT-tjenester bredt i navigasjon,

trafikkovervåking og situasjonsforståelse, både om bord i fartøy og i landbaserte systemer. Samlet innebærer dette at PNT-tjenester inngår som en sentral innsatsfaktor i mange ulike deler av samfunnet.

I takt med økende bruk av PNT-tjenester har samfunnets funksjonsevne blitt stadig mer avhengig av GNSS. Et bortfall eller vesentlige forstyrrelser kan få omfattende konsekvenser ettersom tjenestene inngår som en grunnleggende innsatsfaktor i mange sektorer og systemer. Som følge av høy oppetid og tilgjengelighet har flere sektorer beveget seg vekk fra alternative løsninger. Over tid vil også kunnskap og erfaringer med alternative løsninger forringes. Dette reduserer redundansen, og skaper en bred sårbarhet for hendelser som medfører at PNT-tjenestene ikke lenger er tilgjengelig eller forstyrres.

Tilgjengeligheten av GNSS baserte PNT-tjenester kan påvirkes av en rekke hendelser. Som følge av den lange reisen fra satellittene i verdensrommet er GNSS-signalene svake når de kommer til jordoverflaten, noe som gjør signalene sårbare for både naturlig og menneskeskapt interferens. Fysiske forhold som bygninger og terreng kan blokkere eller reflektere signalene, noe som reduserer nøyaktigheten eller fører til bortfall. Naturlige fenomener som romvær, herunder solstormer og ionosfæriske forstyrrelser, kan også redusere signalstyrken og nøyaktigheten eller føre til midlertidige bortfall. Videre er GNSS sårbart for menneskeskapt påvirkning, blant annet i form av utilsiktet interferens og tilsiktede angrep som jamming, meaconing og spoofing.<sup>5</sup> Slike hendelser kan føre til tap av tilgjengelighet, redusert nøyaktighet eller feilaktig posisjons- og tidsinformasjon, og kan dermed få konsekvenser for systemer og samfunnsfunksjoner som bruker PNT-tjenester.

Bruken av og avhengigheten til GNSS og PNT-tjenester i Norge følger en internasjonal utvikling der slike tjenester tas i stadig mer omfattende bruk på tvers av sektorer og samfunnsområder. Ifølge *EUSPA EO and GNSS Market Report 2024* anslås den globale utbredelsen av GNSS-kompatible enheter å være på om lag 7 milliarder enheter globalt i 2023, med videre vekst mot opptil 10 milliarder enheter innen 2033. Rapporten viser videre at det årlig leveres rundt 2 milliarder GNSS-kompatible enheter, og dermed tilgjengeliggjør tjenestene for stadig flere.<sup>6</sup>

I Norge er ansvaret for GNSS- og PNT-relaterte forhold fordelt mellom flere myndigheter med ulike roller og ansvarsområder. Direktoratet for romvirksomhet har ansvaret for forvaltning og utvikling av norsk romvirksomhet, herunder internasjonalt samarbeid og nasjonale interesser knyttet til satellittbaserte systemer som GNSS. Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) har et overordnet ansvar knyttet til ekom, herunder robusthet og sikkerhet i elektroniske kommunikasjonsnett som i stor grad avhenger av presis tids- og synkroniseringsinformasjon. Kartverket har et nasjonalt ansvar for geodetisk infrastruktur og referansesystemer, og forvalter blant annet tjenester som legger til rette for presis posisjonsbestemmelse. Justervesenet har ansvar for nasjonal tidsskala og måleteknisk sporbarhet, og spiller en sentral rolle i å sikre korrekt og sporbar tidsbestemmelse, også der GNSS inngår som kilde eller referanse. Samlet innebærer dette at ansvaret for PNT-tjenester i Norge er sektorvis fordelt, og at robusthet og beredskap forutsetter samspill mellom flere fagmyndigheter.

---

<sup>5</sup> Nkom definerer jamming som forstyrrelser eller blokkering av blant annet radio- og GPS-signaler, og spoofing som utsending av falske signaler for å lure mottakeren som tar imot disse signalene. Meaconing er re-kringkasting av ekte signaler.

Kilde: Nkom (2025), [Advarer mot å stole blindt på GPS – lær deg kart og kompass - Nkom](#)

<sup>6</sup> European Union Agency for the Space Programme (2024).

## 3 Rammeverk, metoder og datakilder

Dette kapittelet beskriver rammeverket, beregningsmetodene og datagrunnlaget som er benyttet for å anslå samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester. Formålet er å redegjøre for hvordan kunnskapen som ligger til grunn for analysen er innhentet, hvilke metodiske valg som er gjort, og hvilke kilder som er brukt i arbeidet.

Analysen bygger på en kombinasjon av eksisterende litteratur, kvalitative intervjuer med relevante aktører og kvantitative data fra offentlige statistikkilder og sektorspesifikke datagrunnlag. Samlet gir dette et helhetlig grunnlag for å belyse både nyttevirkninger og konsekvenser ved bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester i en norsk kontekst.

### 3.1 Litteraturgjennomgang

Den samfunnsøkonomiske analysen bygger på en omfattende informasjonsinnhenting for å legge til rette for en helhetlig forståelse av nytteverdien av PNT-tjenester, konsekvenser ved bortfall, trusler og aktuelle tiltak for økt robusthet. Som grunnlag for analysen er det gjennomført en litteraturstudie av tidligere arbeid med betydelig overføringsverdi til norske forhold.

Som grunnlag for analysen er det gjennomført en litteraturstudie av tidligere arbeid med overføringsverdi til norske forhold. Analysen baseres på internasjonale studier som dekker både verdsetting av GNSS/PNT-tjenester, tverrsektorielle avhengigheter og konsekvenser ved bortfall. En sentral rapport er *The economic impact on the UK of a disruption to GNSS* fra London Economics (2023).<sup>7</sup> Rapporten er en samfunnsøkonomisk analyse som gir kvantitative anslag på konsekvenser ved GNSS-bortfall. Analysen er gjennomført på oppdrag for britiske myndigheter og har som formål å gi beslutningsstøtte knyttet til robusthet, beredskap og eventuelle tiltak for å redusere sårbarhet i kritiske samfunnsfunksjoner. Analysen kombinerer kvantitative anslag med kvalitative vurderinger, blant annet fra intervjuer og teknisk dokumentasjon. For denne utredningen brukes analysen som et metodisk referansepunkt, der relevante mekanismer og størrelsesordener er tilpasset norsk forhold.

Videre gir rapporten *Satellite-derived Time and Position: A study of Critical Dependencies* fra Government Office for Science (2018) en beskrivelse av avhengighet, bruk og effekter av satellittbruk.<sup>8</sup> Rapporten er en uavhengig gjennomgang utarbeidet for britiske myndigheter, med hovedformål å identifisere kritiske avhengigheter, sårbarheter og behov for økt robusthet i samfunnsviktige systemer. Rapporten legger særlig vekt på systemiske og indirekte avhengigheter, skjulte sårbarheter og betydningen av presis tidsdistribusjon. Her brukes 2018-rapporten som et konseptuelt rammeverk for å forstå sektorovergrepene og ikke-prissatte virkninger ved bortfall av PNT-tjenester.

En tredje rapport som er relevant for denne studien er *Economic Benefits of the Global Positioning System (GPS)* fra RTI International.<sup>9</sup> Rapporten viser til en omfattende empirisk analyse av den samfunnsøkonomiske nytten av GPS-baserte PNT-tjenester i USA. Rapporten kartlegger bruken av PNT på tvers av en rekke sektorer, herunder telekommunikasjon, finansielle tjenester, energi, transport og landbruk, og estimerer hvilken verdiskaping disse tjenestene har bidratt til over tid. Rapporten er brukt for å belyse bredden i anvendelsen av PNT-tjenester og for å identifisere mekanismer for verdiskaping på tvers av sektorer.

---

<sup>7</sup> London Economics (2023). *The economic impact on the UK of a disruption to GNSS*.

<sup>8</sup> Government Office for Science (2018). *Satellite-derived time and position: A study of critical dependencies*.

<sup>9</sup> O'Connor m.fl. (2019). *Economic benefits of the Global Positioning System (GPS)*.

I tillegg til internasjonal litteratur bygger analysen på relevante norske publikasjoner. Den nasjonale PNT-strategien gir et overordnet rammeverk for myndighetenes arbeid med PNT og beskriver samfunnets økende avhengighet av satellittbaserte tjenester.<sup>10</sup> Videre gir omtalen i Kommunal- og distriktsdepartementet (KDD) Prop. 1 S (2020–2021) en situasjonsbeskrivelse av satellittbasert kommunikasjon og navigasjon i norsk sammenheng.<sup>11</sup> Denne analysen støttes også av tematiske utredninger fra Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom), særlig knyttet til robusthet i tidssynkronisering og bruk av GNSS-baserte klokkesignaler i kritisk infrastruktur.<sup>12</sup> Samlet gir disse publikasjonene et norsk strategisk og institusjonelt bakteppe for analysen.

Parallelt med utarbeidelsen av denne rapporten har Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) gjennomført utredninger av avhengigheter og sårbarheter knyttet til satellittbaserte PNT-tjenester. FFI (2026)<sup>13</sup> kartlegger sårbarheter knyttet til GNSS og avhengigheter i kritiske samfunnsfunksjoner, med vekt på konsekvenser for totalforsvaret. DSB (2026)<sup>14</sup> analyserer konsekvenser ved manipulering av satellittbaserte tidssignaler for kritiske samfunnsfunksjoner. Denne rapporten utfyller disse arbeidene ved å ha et bredere samfunnsøkonomisk perspektiv, der konsekvenser ved bortfall av PNT-tjenester kvantifiseres og sammenstilles på tvers av sektorer.

## 3.2 Datainnsamling og intervjuer

Datainnsamlingen bygger på en kombinasjon av dokumentstudier, statistiske datakilder og kvalitative intervjuer med relevante aktører. Intervjuene supplerer tilgjengelig statistikk og litteratur, og gir innsikt i bruk av PNT-tjenester, sektorvise avhengigheter og sårbarheter, samt konsekvenser ved bortfall av slike tjenester.

Det er gjennomført semistrukturerte intervjuer med over 40 aktører fra utvalgte sektormyndigheter, infrastruktureiere, tjenesteleverandører og fagmiljøer innenfor områder der PNT-tjenester utgjør en viktig innsatsfaktor. Intervjuene dekker aktører fra både offentlig og privat sektor, inkludert nasjonale myndigheter, etater med sektoransvar, infrastruktureiere, operatører, leverandører av PNT-relaterte tjenester og teknologimiljøer. Utvalget av informanter er gjort strategisk for å dekke sentrale sektorer og bruksområder, se vedlegg B.

## 3.3 Forutsetninger og avgrensninger for beregninger

Fremgangsmåten for beregning av kostnader ved bortfall av PNT-tjenester varierer mellom sektorer og bruksområder. Dette delkapittelet beskriver overordnet fremgangsmåte, generelle forutsetninger og verdsetningsprinsipper som ligger til grunn for sektoranalysene. De sektorspesifikke beregningene og antakelsene redegjøres for i de enkelte sektorkapitlene.

De samfunnsøkonomiske kostnadene ved bortfall av PNT-tjenester kan ha ulike uttrykk. I noen tilfeller gir bortfall økte produksjonskostnader (for eksempel økt arbeidsinnsats, kapitalbruk eller ressursbruk). I andre tilfeller oppstår kostnaden gjennom kvalitetsforringelse av tjenesten, for

---

<sup>10</sup> Samferdselsdepartementet. (2018). *På rett sted til rett tid*.

<sup>11</sup> Kommunal- og distriktsdepartementet. (2020). *Prop. 1 S (2020–2021)*.

<sup>12</sup> Nkom (2025). *Kartlegging av behovet og utredning av løsninger for etablering av en robust infrastruktur for distribusjon av presist og sportbart klokkesignal*.

<sup>13</sup> Hübner, L., Solend, T. A., Rødningsby, A., & Sellevåg, S. R. (2026). *Satellittbasert posisjon, navigasjon, og tid - og betydningen for totalforsvar* (FFI-rapport 26/013. Under ferdigstilling). Kjeller: Forsvarets Forskningsinstitutt.

<sup>14</sup> Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, DSB (2026). *Risikoanalyse av manipulering av satellittbaserte tidssignaler*.

eksempel i form av forsinkelser, kanselleringer eller økt reisetid i transportsektoren. Verdsettingen kan overordnet grupperes i tre kategorier:

- Økte produksjonskostnader, knyttet til høyere arbeidsinnsats, kapitalbruk, materiell eller energiforbruk
- Kvalitetsforringelse, som medfører redusert betalingsvillighet, knyttet til forsinkelser, kanselleringer og økt reisetid
- Økt risiko for alvorlige konsekvenser, personskader og dødsfall

Sektoranalysene tar utgangspunkt i et konsistent, årsaksnøytralt scenario med et 7-dagers bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester. Valget er gjort for å sikre sammenlignbarhet på tvers av sektorer og tydeliggjøre konsekvenser uavhengig av utløsende hendelse.

### 3.4 Samfunnsøkonomisk analyse

Analysen er gjennomført i tråd med overordnede prinsipper for samfunnsøkonomiske analyser slik de er beskrevet i Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (DFØ) sin veileder, med vekt på å identifisere og, der det er mulig, verdsette vesentlige samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall av PNT-tjenester. For enkelte konsekvenser, for eksempel knyttet til beredskap og sikkerhet, er det ikke tilstrekkelig grunnlag for å gjennomføre en presis verdsetting. Slike konsekvenser er derfor behandlet kvalitativt og beskrevet som ikke-prissatte virkninger. Beregningene er beheftet med usikkerhet, og resultatene bør tolkes som anslag på størrelsesorden snarere enn eksakte tall, basert på konservative forutsetninger og tilgjengelig datagrunnlag. Med mindre annet er oppgitt er alle tall oppgitt i 2024-kroner, som er siste tilgjengelige år med konsistente og fullstendige datagrunnlag for alle sektorer.

Beregningene av de samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til et bortfall av PNT-tjenester tar utgangspunkt i et bortfallsscenario på syv døgn. Perioden er valgt fordi den er tilstrekkelig lang til å utløse merkbare driftsmessige konsekvenser, samtidig som den er kort nok til at virkningene i hovedsak kan analyseres som direkte og kortsiktige.

Analysen er avgrenset til å identifisere og, der det er mulig, verdsette direkte samfunnsøkonomiske virkninger av et bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester. Med direkte virkninger menes konsekvenser som oppstår i virksomheter som bruker PNT-tjenester som en innsatsfaktor, for eksempel i form av økte produksjonskostnader, redusert effektivitet, forsinkelser eller midlertidig bortfall av produksjon og tjenester. Beregningene omfatter de økonomiske effektene som oppstår i selve bortfallsperioden.

Beregningene omfatter i hovedsak ikke indirekte virkninger eller kaskadeeffekter mellom sektorer. Det innebærer at analysen ikke kvantifiserer hvordan bortfall av aktivitet i én næring påvirker produksjon, leveranser eller verdiskaping i andre næringer gjennom verdikjeder og markedskoblinger. Ikke-prissatte virkninger, herunder sikkerhetsmessige konsekvenser og systemiske effekter, vurderes kvalitativt. Manglende tallfesting av sekundæreffekter innebærer ikke at disse er ubetydelige, men at de er metodisk krevende å isolere og kvantifisere innenfor rammene av denne analysen. Slike virkninger inngår derfor i den samlede kvalitative vurderingen av samfunnsøkonomiske konsekvenser.

### 3.5 Scenarier og avgrensninger

I arbeidet er det vurdert et sett av scenarier som samlet fanger variasjon i varighet, sannsynlighet og alvorlighetsgrad. Dette omfatter tre hovedtyper hendelser:

- Forbigående bortfall på om lag én time, som har størst sannsynlighet for å inntreffe

- Kortvarige bortfall på ett døgn;
- Mer langvarige bortfall på én uke, som har lavest sannsynlighet for å inntreffe.

De to første scenarioene kan være relevante for operative utfordringer i enkeltsektorer. Varigheten er imidlertid ofte for kort til å utløse målbare samfunnsøkonomiske tap utover det som er proporsjonalt med et syvdagersscenario. I våre vurderinger av samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall tar vi derfor utgangspunkt i et bortfall på syv døgn.

Ved lengre bortfall (uker eller måneder) vil avbøtende tiltak kunne tre i kraft, og alternativer til GNSS vil bli tatt i bruk der det er mulig. Strukturene rundt PNT-avhengige systemer kan da endre seg, og karakteren ved konsekvensene vil være vanskeligere å forutsi. På denne bakgrunnen er de kvantitative beregningene konsentrert om **ett hovedscenario: et sammenhengende bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester i syv døgn**. Scenarioet er valgt for å sikre konsistens og sammenlignbarhet på tvers av sektorer, og for å tydeliggjøre størrelsesordenen på de direkte, førsteordens konsekvensene av bortfall i en norsk kontekst.

Samtidig kan konsekvensene av forstyrrelser variere vesentlig med typen hendelse. Analytisk skiller vi mellom **(i) bortfall** (signal utilgjengelig), **(ii) forstyrrelse** (reduert kvalitet eller dekning) og **(iii) manipulering** (feilaktig, men tilsynelatende gyldig signal). Mens bortfall i mange tilfeller vil utløse operative fallback-løsninger og gradvis eskalerende driftsmessige utfordringer, kan manipulering i enkelte systemer være mer alvorlig fordi feil kan forbli uoppdaget og påvirke beslutninger og tidsstempling.

For å supplere hovedscenarioet vurderer vi derfor også **manipulering av tid** der dette er særlig relevant. Dette gjelder spesielt sektorer og funksjoner med sterk avhengighet av presis, synkronisert tid, herunder finans, kraftforsyning og elektronisk kommunikasjon. I disse sektorkapitlene drøftes manipulering av tid som et tilleggsperspektiv, fordi denne typen hendelser kan gi andre konsekvenser og risikoeksponering enn et rent bortfall.

## 4 Samfunnets avhengighet og systemiske sårbarhet

Før vi går inn i de sektorvise analysene, presenterer vi her noen overordnede funn knyttet til samfunnets avhengighet av satellittbaserte PNT-tjenester. Kapittelet belyser direkte kostnader, sektorovergrepene sårbarheter og utviklingstrekk som setter rammen for de sektorviseanalysene. Vi skiller mellom 1) direkte samfunnsøkonomiske kostnader ved et avgrenset bortfallsscenario, 2) systemiske sårbarheter knyttet til presis tid og sektorovergrepene funksjoner, og 3) utviklingstrekk som påvirker fremtidig avhengighet.

Satellittbaserte tjenester for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse (PNT) er integrert i en rekke samfunnsfunksjoner i Norge. Bruken spenner fra direkte operativ anvendelse i transport og anleggsvirksomhet, til mer indirekte bruk som underliggende referanseramme for tidsdistribusjon, synkronisering og koordinering i digitale systemer.

Gjennomgangen viser en bred avhengighet av satellittbaserte PNT-tjenester, ulikt fordelt mellom sektorer. De største direkte kostnadene oppstår i næringer med høy verdiskaping og sterk operativ avhengighet av presis posisjonering. I noen sektorer - særlig innen transport og anleggsvirksomhet - kan et bortfall gi umiddelbare og direkte operasjonelle konsekvenser. I andre sektorer finnes det alternative løsninger og redundans som gjør at et kortvarig bortfall i begrenset grad fører til tjenestetans.

De mest systemkritiske avhengighetene er knyttet til presis tid i sektorer som leverer grunnleggende infrastruktur til resten av samfunnet. Selv der direkte konsekvenser er begrensede, inngår PNT i tekniske systemer og infrastrukturer som er tett integrert og gjensidig avhengige. Avhengigheten kan derfor være mindre synlig, men likevel strukturelt viktig. Videre peker utviklingen i retning av økende digitalisering, automatisering og sanntidsstyring, noe som samlet sett vil kunne øke betydningen av PNT-tjenester fremover.

### 4.1 Avhengighet av presis tid

Analysen skiller mellom sektorer der et bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester først og fremst gir direkte økonomiske kostnader, og sektorer der konsekvensene i større grad er knyttet til deres rolle som leverandører av grunnleggende infrastruktur. Kraftforsyning, finans og elektronisk kommunikasjon (ekom) faller i den siste kategorien. Betydningen av disse sektorene kan derfor ikke vurderes utelukkende ut fra de direkte kostnadene som oppstår innenfor sektorene selv.

Felles for disse sektorene er en sterk avhengighet av presis og synkronisert tid. Tid fungerer her som en kritisk innsatsfaktor: i kraftsystemet for frekvenskontroll og synkronisering, i finanssektoren for korrekt tidsstempling og regulatorisk etterlevelse, og i ekom for koordinert drift av mobil- og datanett. Forstyrrelser i disse funksjonene vil raskt kunne forplante seg til øvrige sektorer.

Alle tre sektorene benytter GNSS som en sentral, men ikke nødvendigvis eneste, kilde til presis tid. Samtidig har de i varierende grad etablert redundans, for eksempel i form av atomklokker<sup>15</sup> og interne

---

<sup>15</sup> En atomklokke er en svært presis klokke som måler tid basert på stabile frekvenssvingninger i atomer (ofte cesium eller rubidium). Slike klokker brukes som referanse for nøyaktig tidssynkronisering i kritisk infrastruktur, og har betydelig høyere stabilitet enn vanlige elektroniske oscillatorer.

oscillatorer<sup>16</sup> (holdover), flere tidskilder (NTP, PTP og fiberbasert distribusjon)<sup>17</sup> og sektorspesifikke reserveprosedyrer. Basert på vår informasjonsinnhenting vurderer vi at et rent bortfallsscenario på syv dager ikke nødvendigvis vil føre til umiddelbar systemsvikt i disse sektorene. Interne klokker kan i mange tilfeller opprettholde tilstrekkelig presisjon i en periode, men presisjonen reduseres gradvis dersom ekstern synkronisering uteblir. Sårbarheten øker dermed over tid. I tillegg kan overgangen mellom ulike tidskilder, både ved bortfall og ved tilbakeføring til primærkilde, representere en operasjonell risiko.

Selv om disse sektorene i mange tilfeller har etablert redundans og alternative tidskilder, innebærer ikke dette at risikoen ved bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester er ubetydelig. Redundans kan i mange tilfeller opprettholde drift i en begrenset periode, men robustheten varierer mellom systemer og aktører, og presisjonen vil gradvis svekkes dersom ekstern synkronisering uteblir. Samtidig er disse sektorene leverandører av grunnleggende infrastruktur til store deler av samfunnet. Selv mindre forstyrrelser i tidssynkronisering kan derfor få konsekvenser som strekker seg utover sektorene selv, særlig dersom flere systemer påvirkes samtidig eller dersom avvik oppstår i overgangene mellom ulike tidskilder. Dette innebærer at risikoen knyttet til bortfall eller manipulering av tidskilder i praksis kan være høyere enn det sektorvise robusthetstiltak isolert sett skulle tilsi.

Våre informanter peker på at manipulering av tidssignaler (spoofing) kan representere en større og mer alvorlig risiko enn rent bortfall. Små tidsavvik, i størrelsesorden mikrosekunder, kan være tilstrekkelige til å utløse feil i kraftsystemer, finansielle transaksjoner eller synkronisering i ekom-nett. Manipulering kan være krevende å oppdage raskt, og feil tid kan forplante seg videre i nettverk og mellom systemer. Særlig i finans og kraft kan små og gradvise avvik gi betydelige konsekvenser uten at det umiddelbart identifiseres som et GNSS-relatert problem. Dersom systemer gradvis driver ut av synk uten at dette oppdages, kan det oppstå uklarhet om transaksjonsrekkefølge, avstemming og juridisk gyldighet. Slike situasjoner kan tvinge aktører til å stoppe systemer preventivt, selv om infrastrukturen i prinsippet er operativ. Dette samsvarer med vurderinger i DSBs analyse av satellittbasert tid som en strategisk sårbarhet (DSB, 2026).<sup>18</sup>

## 4.2 Systemvurderinger – fra sektorer til samfunn

Sektorvise analyser gir et viktig og nødvendig bilde av hvordan satellittbaserte PNT-tjenester brukes innenfor hver enkelt sektor, og hvilke direkte konsekvenser et bortfall vil ha. Samtidig er sektorene tett sammenkoblet gjennom digitale grensesnitt, felles innsatsfaktorer og gjensidige avhengigheter. Svikt i én sektor kan derfor raskt forplante seg videre til andre, særlig dersom svikten rammer grunnleggende infrastruktur. Konsekvensene av forstyrrelser i satellittbaserte PNT-tjenester kan derfor ikke vurderes sektorvis alene.

Som vist i foregående delkapittel er presis tid en kritisk innsatsfaktor i kraftforsyning, finans og elektronisk kommunikasjon. Disse sektorene leverer tjenester som resten av økonomien er avhengig av. Forstyrrelser her kan derfor gi indirekte konsekvenser som langt overstiger de direkte kostnadene i et avgrenset bortfallsscenario. Slike virkninger oppstår ikke bare som direkte tap i andre sektorer,

---

<sup>16</sup> En oscillator er en elektronisk komponent som genererer et stabilt og regelmessig elektrisk signal med en bestemt frekvens. I tids- og synkroniseringssystemer brukes oscillatorer som lokal referanse for å måle og opprettholde tid. Når ekstern tidssynkronisering (for eksempel fra GNSS) faller bort, kan en oscillator holde tiden gående i en periode, men med gradvis økende avvik avhengig av kvaliteten på komponenten.

<sup>17</sup> NTP (Network Time Protocol) og PTP (Precision Time Protocol) er standardiserte nettverksprotokoller for distribusjon og synkronisering av tid mellom systemer. NTP brukes bredt i IT-systemer og gir millisekundpresisjon, mens PTP er utviklet for applikasjoner med høyere krav til nøyaktighet og kan gi presisjon ned på mikrosekundnivå. Fiberbasert distribusjon viser til overføring av presis tid via dedikerte fiberforbindelser, som normalt gir høy stabilitet og lav forsinkelsesvariasjon sammenlignet med trådløse løsninger.

<sup>18</sup> Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, DSB (2026). *Risikoanalyse av manipulering av satellittbaserte tidssignaler*.

men gjennom forstyrrelser i samspillet mellom sektorer og svekkede funksjonelle koblinger i økonomien.

Denne analysen illustrerer en viktig asymmetri. Sektorer med høye direkte kostnader ved bortfall er ikke nødvendigvis de mest systemkritiske. Petroleums- og maritim sektor har betydelige direkte tap ved et syv dagers bortfall, men konsekvensene er i hovedsak knyttet til produksjon og effektivitet. I kraft, finans og ekom kan derimot selv mindre forstyrrelser få bredere samfunnsmessige konsekvenser, fordi de påvirker funksjoner som andre sektorer forutsetter stabil tilgang til.

Den økende digitaliseringen av samfunnet forsterker denne sammenkoblingen. Systemer som tidligere var mer isolerte, opererer i dag i sanntid og er integrert gjennom nettverk og automatiserte grensesnitt. Dette reduserer manuelle buffere og gjør systemene mer effektive, men også mer følsomme for avvik. Kompleksiteten øker, og det kan være krevende å ha full oversikt over hvordan feil i én komponent påvirker helheten. Dette trekkes frem i Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) sin rapport «Risiko 2025», som beskriver at virksomheter innen eksempelvis digitale systemer, meteorologi, navigasjon, logistikk og finansielle transaksjoner «er i liten grad kjent med egen avhengighet til satellittbaserte tjenester gjennom tredjeparter».<sup>19</sup>

En ytterligere utfordring er knyttet til oversikt og sporbarhet. Avhengigheter til PNT-tjenester er ofte indirekte og innebygget i underliggende systemer og leverandørkjeder. Virksomheter kan være avhengige av presis tid eller posisjon uten at de er klar over omfanget av avhengighet. Dette kan bidra til å undervurdere sårbarheten på systemnivå. Den samlede sårbarheten kan dermed være større enn det som fremkommer av sektorvise vurderinger isolert sett.

Det er også geografiske og funksjonelle forskjeller i sårbarhet. Områder med høy konsentrasjon av finansielle og administrative funksjoner kan være særlig følsomme for forstyrrelser i tidssynkronisering, mens sokkelen og kystnære områder har høy operativ avhengighet av presis posisjonering.

Det er viktig å understreke at sårbarheten ikke bare handler om fullstendig bortfall. Erfaringer fra blant annet Jammertest på Andøya<sup>20</sup> og fra lostjenesten tyder på at gradvis tiltakende forstyrrelser kan utgjøre en vel så stor risiko som totalt bortfall. Manipulasjon av signaler – der systemene mottar informasjon som fremstår som korrekt, men er forfalsket – er i mange tilfeller en større sårbarhet enn bortfall, fordi operatører treffer beslutninger basert på feil grunnlag uten å vite det. Et system uten signal vil utløse varsler og beredskapsprosedyrer. Et system med feil signal vil ikke nødvendigvis det. Denne asymmetrien preger flere av tiltakene som drøftes i dette kapitlet: tiltak som kun adresserer bortfall gir utilstrekkelig beskyttelse dersom de ikke kombineres med evne til å oppdage manipulasjon.

PNT-tjenester fungerer ikke i isolasjon. GNSS-avhengige systemer forutsetter som regel også fungerende strøm- og telekommunikasjonsnett, og disse nettene er selv avhengige av GNSS-basert tidssynkronisering. Et bortfall av PNT-tjenester vil kunne sammenfalle med, eller etterfølges av, forstyrrelser i kommunikasjon og i verste fall strømforsyning ved langvarige bortfall. Tiltak som forutsetter at øvrig infrastruktur fungerer normalt kan dermed gi en falsk trygghet. Robusthet skapes ved å ta høyde for at flere systemer kan svikte samtidig.

Samlet sett tilsier disse forholdene at en fullstendig vurdering av samfunnsøkonomiske konsekvenser ved et bredt bortfall av PNT-tjenester over lengre tid ikke begrenses til summen av direkte tap i

---

<sup>19</sup> NSM. *Risiko 2025. Et sikkert Norge i en usikker verden. (2025).*

<sup>20</sup> Jammertest arrangeres av et konsortium bestående av Statens vegvesen, Nkom, FFI, Justervesenet, Direktoratet for romvirksomhet, Kartverket, Avinor og Testnor, og samler over 150 organisasjoner fra rundt 25 land.















enkeltsektorer. Disse systemiske mekanismene innebærer at den samlede risikoen ikke bare bestemmes av direkte konsekvenser i én sektor, men av hvordan tjenestene er integrert i et nettverk av gjensidig avhengige systemer. Det er samspillet mellom sektorene, graden av digital integrasjon og avhengigheten av felles innsatsfaktorer som avgjør hvor store de samlede konsekvensene kan bli. Skal denne type virkninger analyseres fullt ut kreves det et egnet makroøkonomisk modellapparat som det ikke har vært rom til å modellere og anvende på en egnet måte.

### 4.3 Direkte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers bortfall

I analysen legger vi til grunn et scenario med et 7-dagers bortfall. Scenarioet er ikke et sannsynlighetsanslag, men et analytisk verktøy for å belyse konsekvenser gitt et bortfall.

De estimerte direkte samfunnsøkonomiske kostnadene ved et sammenhengende syv dagers bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester er anslått til om lag **3,4 milliarder kroner**. Analysene viser at de samfunnsøkonomiske kostnadene er skjevt fordelt mellom sektorer, og særlig konsentrert i enkelte sektorer. Tabellen gir oversikt over det økonomiske tapet per sektor.

**Tabell 4-1: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall fordelt på sektorer/områder (mill. kroner) Kilde: Menon Economics**

Sektor	Prissatte direkte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7 dagers GNSS-bortfall (mill. kroner)
 Petroleum	1 830
 Maritim	590
 Bygg og anlegg	351
 Vei	229
 Luftfart	143
 Sjømat	107
 Nødetater	92
 Forbrukerprodukter og -tjenester	20
 Jordbruk	11
 Jernbane	5
 Elektronisk kommunikasjon (ekom)	2*
 Finans	0*
 Kraftforsyning og energi	0*
 <b>Prissatte direkte kostnader</b>	<b>3 380</b>

*\*Innen ekom, finans og kraftforsyning og energi er avhengig av presis tid, men på bakgrunn av redundans eller alternative primærkilder enn GNSS, vil sannsynligvis ikke et 7-dagers bortfall av PNT-tjenester føre til direkte samfunnsøkonomiske konsekvenser i disse sektorene.*

Figuren viser at petroleumssektoren står for den klart største andelen av de beregnede kostnadene knyttet til et 7-dagers GNSS-bortfall. Dette reflekterer både høy produksjonsverdi per dag og betydelig

avhengighet av presis posisjonering i offshoreoperasjoner, herunder dynamisk posisjonering av fartøy og rigger, logistikkoperasjoner og helikoptertransport. Maritim sektor utgjør den nest største kostnadskomponenten. Her er PNT-tjenester integrert i navigasjon, trafikkavvikling, havneoperasjoner og flåtestyring, og et bortfall gir både effektivitetstap og økt risiko. Samlet står disse to sektorene for over 70 prosent av de samfunnsøkonomiske kostnadene ved et 7-dagers bortfall.

Andre sektorer, som sjømat, luftfart, veisektoren og nødetater, har lavere anslag på direkte kostnader i det ved et 7-dagers bortfall. For enkelte av disse sektorene finnes alternative løsninger eller operative tilpasninger som demper de kortsiktige effektene. I finanssektoren og innen kraftforsyning/ energi indikerer analysen at et syv dagers bortfall av GNSS isolert sett ikke nødvendigvis gir direkte kostnader, gitt eksisterende redundans og holdover-kapasitet. Samtidig kan manipulering av tidssignaler i disse sektorene utgjøre en vel så stor utfordring, ettersom små tidsavvik kan påvirke systemdrift og synkronisering uten nødvendigvis å bli oppdaget umiddelbart.

Det er viktig å presisere at estimatene i hovedsak fanger opp direkte og kvantifiserbare effekter i et avgrenset scenario. Sekundæreffekter, forstyrrelser i verdikjeder og atferdsmessige tilpasninger er beheftet med betydelig usikkerhet. I mer langvarige eller sammensatte hendelser kan de samlede samfunnsøkonomiske konsekvensene bli større enn de direkte tallene tilsier.

#### **4.3.1 Sammenligning med London Economics' rapport**

Vi har sammenlignet de norske estimatene med tilsvarende beregninger fra den britiske rapporten utarbeidet av London Economics<sup>21</sup>. Formålet med sammenligningen er å vurdere forskjeller i avhengighet/PNT-intensitet, samt adressere metodiske forskjeller der dette er relevant.

For å sammenligne tallene på en meningsfull måte er det gjort en forenklet tilpasning av de britiske estimatene. Tallene er først omregnet til norske kroner og justert for inflasjon slik at de reflekterer samme prisnivå som denne analysen. Deretter er de skalert med utgangspunkt i forskjeller i BNP og befolkningsstørrelse, for å gi et grovt bilde av hva et tilsvarende bortfall kan innebære dersom britiske forutsetninger ble anvendt på en norsk økonomi. Justeringen er forenklet og tar ikke fullt ut høyde for strukturelle forskjeller mellom landene. Sammenligningen må derfor tolkes som illustrativ, men gir likevel et nyttig referansepunkt for å vurdere størrelsesorden på de norske estimatene i et internasjonalt perspektiv.

London Economics anslår de samfunnsøkonomiske kostnadene forbundet med et bortfall av GNSS til 104 mrd. kroner<sup>22</sup>. Dersom dette anslaget fra London Economics justeres til norske forhold, det vil si ta hensyn til at den norske økonomien kun utgjør om lag 17 prosent av den britiske økonomien målt ved GDP, tilsvarer anslaget 17,5 mrd. kroner. Det er flere årsaker til at anslagene i denne rapporten er lavere enn i den britiske, selv når vi justerer for BNP-forskjeller:

- 1) Større grad av trengsel i det britiske transportsystemet, som fører til større konsekvenser for særlig maritim transport, veitransport og nødetater, men også jernbane. Dette får følgeeffekter for eksempelvis importavhengig industri i Storbritannia.
- 2) Metodiske forskjeller. Eksempelvis antar legger denne analysen at GNSS er relevant for å håndteringen av en langt lavere andel av henvendelser til nødetater sammenlignet med den britiske studien.
- 3) Høyere PNT-intensitet på enkelte områder. Der dette er relevant drøftes og forklares forskjellene i vår rapport sammenlignet med den britiske rapporten.

---

<sup>21</sup> London Economics (2023). *The economic impact on the UK of a disruption to GNSS*.

<sup>22</sup> 7,6 mrd. britiske pund i 2021

## 4.4 Økende avhengighet og utviklingstrekk

Bruken av satellittbaserte PNT-tjenester har økt betydelig over tid, både i omfang og avhengighet. Det som tidligere i hovedsak var et støtteverktøy for navigasjon, har utviklet seg til å bli en integrert og ofte forutsetningsgivende komponent i digitale, automatiserte og sammenkoblede systemer. Samtidig peker flere utviklingstrekk i retning av at avhengigheten vil kunne øke ytterligere i årene fremover. Frem til i dag har økningen i bruk vært drevet av digitalisering og effektivisering. Fremover forventes det en videre økning knyttet til autonome systemer, sanntidsstyring og tettere digital integrasjon.

Overgangen til GNSS har vært så vellykket at de eldre metodene i stor grad er forlatt, og med dem også utstyret og kompetansen som trengtes for å bruke dem, noe respondenter i intervjuene har gitt uttrykk for. Sårbarheten ligger i at et system nå alene understøtter funksjoner som tidligere ble ivaretatt av mange ulike metoder og teknologier. I flere tilfeller har aktører beskrevet hvordan systemer de antok var uavhengige av GNSS, ved nærmere undersøkelse viste seg å ha en underliggende GNSS-avhengighet de ikke var klar over. Avhengigheten er altså større enn mange virksomheter har kartlagt.

### 4.4.1 Økning i bruk historisk

Den historiske økningen i bruk av satellittbaserte PNT-tjenester kan i hovedsak knyttes til digitalisering, automatisering og økt systemintegrasjon.

For det første har digitaliseringen av både offentlig og privat sektor medført at stadig flere funksjoner er blitt avhengige av presis tid og posisjon. Elektroniske kommunikasjonsnett, finansielle systemer, kraftforsyning og logistikksystemer opererer i dag i sanntid og forutsetter en felles og stabil referanse. Presis tid har blitt en grunnleggende innsatsfaktor for stabil drift.

For det andre har automatisering og effektivisering redusert manuelle buffere i en rekke sektorer. Innen transport har flåtestyring, ruteoptimalisering og sanntidssporing blitt standard. I maritim sektor og offshorevirksomhet har dynamisk posisjonering og digital overvåking økt presisjonskravene. I jordbruket har presisjonsteknologi blitt utbredt, og i jernbanesektoren er digitale signalsystemer og mer avansert trafikkstyring under innføring. Samlet har dette økt både bruken av og følsomheten for forstyrrelse av PNT-tjenester.

For det tredje har systemene blitt tettere integrert på tvers av sektorer. Kraft, ekom, finans og transport inngår i dag i sammenkoblede digitale økosystemer. Avhengigheten av PNT-tjenester er dermed ofte indirekte og innebygget i underliggende systemer og leverandørkjeder, noe som kan gjøre den mindre synlig, men ikke mindre reell.

### 4.4.2 Forventet økning i bruk fremover

Flere utviklingstrekk tilsier at avhengigheten av satellittbaserte PNT-tjenester vil kunne øke ytterligere i årene fremover.

Innen transportsektoren forventes økt bruk av autonome og halvautonome systemer, herunder selvkjørende kjøretøy, autonome skip og ubemannede luftfartøy. Slike løsninger forutsetter kontinuerlig tilgang til presis posisjon og tid for navigasjon, koordinering og sikker drift. Etter hvert som disse tas i bruk i større skala, vil både bruken og konsekvensene av forstyrrelser kunne øke.

I jernbanesektoren vil videre utrulling av European Rail Traffic Management System (ERTMS) og mer sanntidsbasert trafikkstyring innebære at togfremføring og kapasitetsutnyttelse i økende grad baseres på kontinuerlig digital kommunikasjon. Når sikkerhetsmarginer beregnes dynamisk, reduseres faste buffere i systemet og robustheten blir mer avhengig av stabile referansesignaler.

Utviklingen av 5G og fremtidige 6G-nett vil øke betydningen av presis tid i elektroniske kommunikasjonsnett, særlig for industrielle anvendelser, fjernstyrte operasjoner og IoT-løsninger. Også i kraftsektoren kan økt elektrifisering og mer avansert nettstyring forsterke behovet for koordinering, mens videre automatisering og sanntidsoppgjør i finans kan øke følsomheten for tidsavvik.

Samtidig forventes ytterligere digital integrasjon på tvers av sektorer og landegrensler. Når flere systemer opererer i sanntid og er gjensidig avhengige av hverandre, øker risikoen for at avvik i én komponent kan forplante seg raskt i større deler av økonomien. Økende grad av automatisering og sanntidsbaserte beslutningssystemer innebærer at toleransen for avvik i posisjon og tid reduseres. Konsekvensene av feil kan dermed oppstå raskere enn tidligere, selv om den underliggende teknologien isolert sett er mer presis.

Denne gjennomgangen viser at satellittbaserte PNT-tjenester inngår i et komplekst økosystem av teknologiske løsninger og redundante systemer. For å forstå de samfunnsøkonomiske konsekvensene av bortfall er det imidlertid nødvendig å gå nærmere inn i hvordan avhengigheten faktisk materialiserer seg i ulike sektorer. I de følgende kapitlene analyserer vi derfor sektor for sektor hvordan PNT-tjenester brukes, hvilke alternativer som finnes, og hvilke konsekvenser et bortfall vil kunne få. I hvert sektorkapittel gjennomgår vi (1) hvordan satellittbaserte PNT-tjenester brukes, (2) hvilke konsekvenser et avgrenset bortfallsscenario kan gi, og (3) et anslag for samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers bortfall. Kapitlene følger en felles struktur for å gjøre sammenlikninger på tvers mulig.





## 5 Havbaserte næringer

Havbaserte næringer utgjør en sentral del av norsk verdiskaping. I dette kapittelet ser vi nærmere på hvordan disse næringene, spesifikt maritim transport, petroleumsnæringen og sjømatnæringen, er avhengige av PNT-tjenester, og hvordan et bortfall vil påvirke dem. Felles for disse næringene er at de opererer i havområder, der presis posisjonering er viktig for trygg ferdsel og i operative operasjoner.

PNT brukes både til sikker ferdsel langs kysten og i åpent hav, og til koordinering gjennom systemer som Automatic Identification System<sup>23</sup> (AIS), noe som bidrar til effektiv trafikkflyt og redusert risiko for grunnstøting og kollisjoner. Tjenestene er også sentrale for koordinering av logistikk i havner, herunder planlegging av anløp, køhåndtering og optimalisering av ankomst- og avgangstider. I petroleumsnæringen er PNT-tjenester særlig kritiske for dynamisk posisjonering av rigger og fartøy, seismiske operasjoner og konstruksjonsarbeid offshore. I sjømatnæringen er presis posisjonering viktig for navigasjon, redskaps-plassering og fangstrappertering.

Samlet er de samfunnsøkonomiske kostnadene forbundet med et syv-dagers bortfall av GNSS innen havbaserte næringer beregnet til 2 530 millioner kroner.

Tabell 5-1: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen havbaserte næringer. Kilde: Menon Economics

Sektor	Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall
 Maritim transport	590 millioner
 Petroleumsnæringen	1 830 millioner
 Sjømatnæringen	107 millioner
 <b>Havbaserte næringer samlet</b>	<b>2 530 millioner</b>

### 5.1 Maritim transport

Maritim transport er en sektor med høy avhengighet av satellittbaserte tjenester for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse (PNT). PNT-tjenester benyttes gjennom hele transportkjeden, fra havgående seilas i åpent farvann til manøvrering i trange farleder og havneområder, samt til overvåking og koordinering av skipstrafikk. Bruken er i stor grad integrert i fartøyenes navigasjonssystemer og i landbaserte systemer for trafikkstyring og beredskap. For Norge som kyst- og sjøfartsnasjon, med lang kystlinje, spredt bosetting og betydelig aktivitet til havs, er den maritime transportsektoren spesielt viktig.

I denne analysen defineres maritim transport som sjøbasert transport av gods og passasjerer, og omfatter både internasjonal og innenriks sjøfart. Definisjonen inkluderer deep sea-rederier som driver internasjonal fraktestart mellom kontinenter, herunder segmenter som bulk, LNG (Liquefied Natural Gas), kjemikalier, container, stykkgoods og bilfrakt. Videre inngår nærskipfartsrederier som opererer

<sup>23</sup> AIS (Automatic Identification System) er et automatisk identifikasjons- og sporingssystem som sender fartøyets posisjon, kurs og hastighet til andre skip og landbaserte trafikkovervåkingssentraler. AIS beskrives nærmere senere i kapittelet.

fraktestartøy innenfor de samme segmentene langs norskekysten og i europeiske farvann, samt passasjerferger og fartøy knyttet til havbruksnæringen. Havbruksnæringen genererer maritim aktivitet gjennom brønnbåter, servicefartøy, fôringsfartøy og slaktefartøy, denne fartøysaktiviteten behandles under dette kapitlet, mens øvrig fiskeriaktivitet og fiskeflåten som sådan omtales separat i kapitlet om fiskerinæringen. Offshorerederier dekkes ikke av maritim transport i dette kapitlet, ettersom disse aktivitetene behandles separat i kapitlet om petroleumsnæringen.

### **5.1.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester**

PNT-tjenester inngår som en grunnleggende innsatsfaktor i moderne maritim transport. Satellittbasert posisjonering, navigasjon og tid benyttes i dag på tvers av en rekke sentrale funksjoner i den maritime sektoren, både om bord på fartøy og i landbaserte støttesystemer.

De viktigste bruksområdene for satellittbaserte PNT-tjenester i maritim sektor omfatter blant annet:

- Navigasjon og elektroniske sjøkartsystemer
  - Sikker seilas og navigasjon på åpent hav
  - Unngå grunnstøting, kollisjoner og kontaktskade
  - Optimalisering av rutevalg, fart og fremdrift
  - Koordinering av havneoperasjoner
- Automatisk identifikasjon av fartøy (AIS)
  - Kollisjonsforebygging
  - Trafikkovervåking og myndighetsoppfølging
  - Etablering av situasjonsbilde for sjøtrafikksentraler, beredskaps- og redningstjenester

I det følgende beskrives disse bruksområdene nærmere.

#### **Navigasjon og elektroniske sjøkartsystemer**

Elektroniske sjøkartsystemer er i dag det primære navigasjonsverktøyet på de fleste større fartøy og er tett integrert med satellittbaserte PNT-tjenester. Systemene kombinerer offisielle elektroniske sjøkart med sanntidsinformasjon om fartøyets posisjon, kurs og fart, slik at fartøyets bevegelser kontinuerlig plottes automatisk i kartbildet. Denne posisjonsinformasjonen hentes fra GNSS-mottakere om bord, ofte med støtte fra flere satellittkonstellasjoner (GPS, Galileo, GLONASS og Beidou), og distribueres videre til navigasjonssystemer via interne nettverk på fartøyet. Dette gir navigatørene et presist og oppdatert situasjonsbilde, både i åpent farvann og i trange kyst- og havneområder. Automatisk posisjonering reduserer behovet for manuell plotting, gir bedre kontroll og gjør det enklere å holde fartøyet innenfor fastsatte seilingsleder og sikkerhetsmarginer.

I intervjuer med rederier trekkes det frem at GNSS i praksis er avgjørende for å kunne seile sikkert i åpent hav, der det ikke finnes visuelle referanser eller landbaserte navigasjonshjelpemidler. I slike områder er satellittbasert posisjonering den eneste kontinuerlige kilden til absolutte posisjonsdata. Uten satellittbasert posisjonering må man tilbake til å benytte sekstant, noe som i liten grad praktiseres og er langt mindre effektivt.

GNSS bidrar også til å styrke sikkerheten ved å gi presis posisjonsinformasjon som benyttes i navigasjons- og overvåkingssystemer. Denne posisjonsinformasjonen inngår i elektroniske kartsystemer og AIS, og gjør det mulig å holde fartøyet innenfor trygge seilingskorridorer, overvåke avstand til land, grunner og installasjoner, samt redusere risikoen for kollisjoner, grunnstøting og kontaktskader.

Samtidig gir elektroniske kart, i samspill med satellittbasert posisjons- og tidsinformasjon, et viktig grunnlag for planlegging og løpende optimalisering av rutevalg, fart og fremdrift. Dette muliggjør mer forutsigbar seilas og bedre tilpasning til trafikkforhold, farvannsbegrensninger og planlagte ankomsttider. Slike optimaliseringsfunksjoner bidrar til jevnere fart, redusert drivstoffbruk og mindre behov for hastighetsendringer, som øker effektivitet, reduserer kostnader og reduserer utslipp. Dette er spesielt viktig i kommersiell shipping, der det er viktig med planlegging og koordinering av anløp, lastoperasjoner og videre logistikk. Presis posisjonsinformasjon brukes til å beregne forventet ankomsttid (ETA), tilpasse fart for å møte havnevinduer og redusere ventetid ved kai.

Ifølge aktører i den maritime næringen som er intervjuet, er det en økende avhengighet av elektroniske navigasjons- og posisjoneringssystemer. Det fremheves at nye generasjoner navigatører i større grad enn tidligere er utdannet og trent med digitale løsninger som primære verktøy. Kunnskapen om alternative, manuelle navigasjonsmetoder er fallende, som følge av at disse brukes sjeldnere i praksis.

### **Automatisk identifikasjon av fartøy (AIS)**

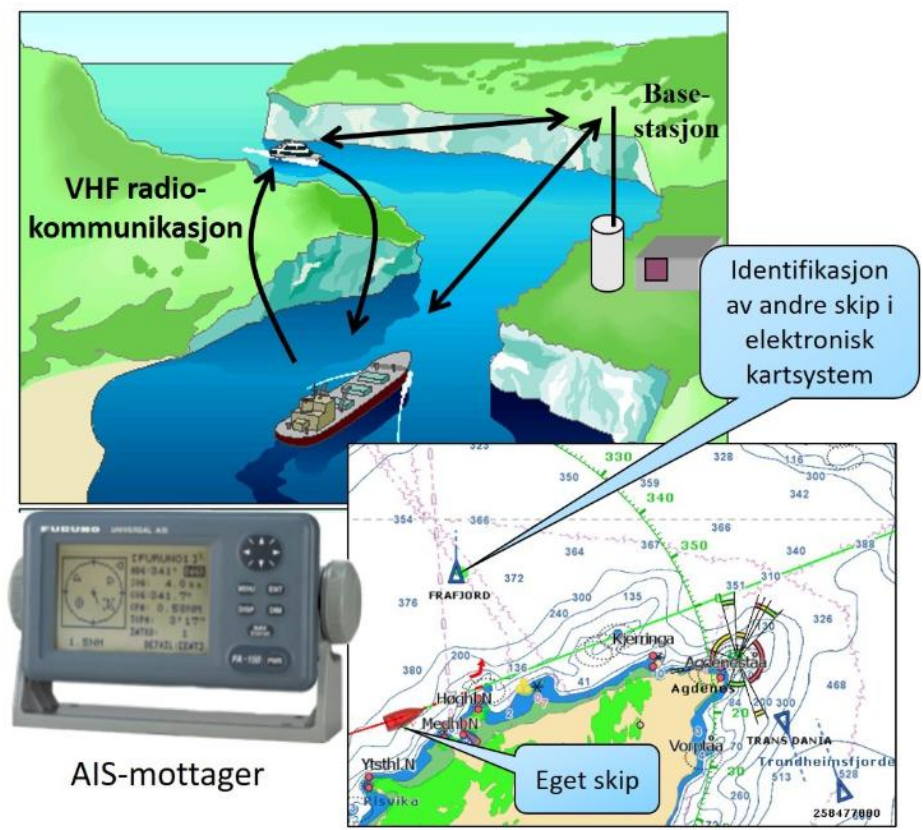
Automatisk identifikasjon av fartøy (AIS) er et standardisert maritimt rapporterings- og sporingssystem som gjør det mulig for fartøy å utveksle navigasjons- og identitetsinformasjon automatisk via VHF-radiosamband. Formålet med systemet er å styrke sikkerheten til sjøs og legge til rette for effektiv trafikkovervåking, ved at fartøy og landbaserte aktører kan etablere et felles situasjonsbilde av trafikken i et område. Det er om lag 5 000 AIS-bærende fartøy i norske farvann til enhver tid. Hvert skip oppdaterer sin posisjon på AIS ca. hvert 10. sekund.<sup>24</sup>

AIS er i utgangspunktet et radiosystem for datadeling, ikke et visningssystem i seg selv. Informasjonen som sendes, blant annet fartøyets identitet, posisjon, kurs, fart og status, presenteres gjennom elektroniske sjøkartsystemer og trafikkovervåkingssystemer hos sjøtrafikksentraler (VTS), samt i ulike nasjonale og internasjonale overvåkings- og beredskapssystemer. Dataene benyttes blant annet av Kystverket, redningstjenesten, havnemyndigheter og andre relevante aktører. AIS-systemets funksjon er illustrert i figuren under.

---

<sup>24</sup> Kystverket (u.d). AIS Norge. Tilgjengelig [her](#).

**Figur 3: De forskjellige elementene i AIS-systemet, og hvordan informasjon kan vises på et elektronisk kart om bord på et skip. Kilde: Store norske leksikon, Norvald Kjerstad**



AIS er obligatorisk for de fleste større fartøy, herunder alle passasjerskip og lasteskip over 300 bruttotonn i internasjonal fart, samt en stor andel fiskefartøy og andre næringsfartøy. Mindre fartøy kan også være pålagt AIS-utstyr gjennom nasjonale regler eller frivillige ordninger.

Systemet er avhengig av satellittbaserte PNT-tjenester. Ved bortfall av GNSS vil AIS miste gyldig posisjonsinformasjon, slik at fartøyenes bevegelser ikke lenger kan plottes korrekt i kartbaserte overvåkingssystemer. Dette vil svekke det maritime situasjonsbildet som ligger til grunn for trafikkovervåking, sikker seilas og beredskap.

AIS-data brukes operativt til å forebygge kollisjoner ved at fartøy får sanntidsinformasjon om annen trafikk i området, også utenfor radardekning og sikt. For landbaserte myndigheter utgjør AIS et sentralt grunnlag for trafikkovervåking, veiledning av skipstrafikk og håndtering av avvikssituasjoner. Systemet gjør det mulig å følge fartøybevegelser over tid, oppdage avvik fra fastsatte seilingsleder, identifisere skip i drift og reagere raskt ved potensielt farlige situasjoner. Hovedredningssentralen benytter AIS til å etablere situasjonsforståelse ved ulykker og nødsituasjoner, blant annet for å identifisere fartøy i nærheten som kan yte assistanse. Dataene brukes også til å analysere fartøybevegelser over tid og til å knytte observasjoner av for eksempel oljesøl på sjøen til mulige utslippskilder.

### 5.1.2 Konsekvenser ved bortfall

Ved bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester vil sentrale, automatiserte funksjoner i maritim transport falle bort eller få sterkt redusert kvalitet. Dette gjelder særlig automatisk posisjonering i elektroniske sjøkartsystemer, AIS-basert deling av sanntidsposisjon, beregning av forventet ankomsttid og etablering av felles trafikk- og situasjonsbilder hos fartøy og myndigheter.

Ved bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester i maritim transport kan følgende konsekvenser oppstå. Disse konsekvensene gjennomgås og utdypes i dette kapittelet:

- **Redusert navigasjonssikkerhet:** Økt risiko for grunnstøting og kollisjon, særlig i dårlig vær, tett trafikk og i trange farvann, samt større usikkerhet om posisjon og kurs på åpent hav.
- **Økt responstid og redusert effektivitet for beredskap og redning:** Lengre responstid og lavere effektivitet i søk- og redningsoperasjoner som gir økt risiko for tap av liv, helse og materielle verdier.
- **Svekket trafikkovervåking og myndighetskontroll:** Redusert evne til å overvåke trafikk, identifisere risikofartøy og oppdage avvik, samt senere eller mindre målrettet iverksetting av forebyggende tiltak.
- **Redusert effektivitet, forutsigbarhet og økte kostnader:** Økt drivstoffbruk, forsinkelser og lavere regularitet som fører til økte kostnader for rederier og forplantningseffekter i forsyningskjedene.

### **Redusert navigasjonssikkerhet**

Ved bortfall av PNT-tjenester vil fartøy miste tilgang til automatisk posisjonering i elektroniske sjøkartsystemer. Navigasjonen må da i større grad baseres på radar, visuelle observasjoner, landemerker og alternative sensorer som gyrokompass og elektromagnetisk eller Doppler-basert logg. Intervju med representanter i bransjen viser at dette i praksis er håndterbart for kystgående fartøy som opererer i kjente farvann med tett farledsmerking, fyr og faste referanser på land.

Losene i lostjenesten utdannes og trenes fortsatt i tradisjonell navigasjon basert på visuelle referanser, og skal i prinsippet kunne gjennomføre oppdrag uten bruk av satellittbaserte PNT-tjenester. Dette er en del av den maritime sikkerhetskulturen og regelverket, og bidrar til en viss grunnleggende robusthet ved bortfall av GNSS. Større fartøy, økt trafikk og mer komplekse maritime operasjoner, som innseiling av store cruiseskip, slep av offshoreinstallasjoner og anløp til terminaler med farlig last, gjør i praksis at GNSS-støtte likevel blir stadig mer nødvendig. For å redusere risiko for feil i skipenes posisjonering i kartsystemer benytter losene egne GNSS-mottakere og sensorer om bord.

Navigasjon på åpent hav er spesielt utfordrende uten satellittbasert posisjonering, ettersom visuelle referanser og landemerker mangler, og alternative metoder gir lavere presisjon. For offshore forsyningsfartøy som opererer langt fra kysten og i tilknytning til olje- og gassinstallasjoner, er konsekvensene særlig alvorlige. Uten GNSS vil fartøyene i mange tilfeller ikke kunne seile trygt ut til installasjonene på sokkelen. Dette diskuteres ytterligere i underkapittelet om petroleumsnæringen.

Intervjuene peker på at bortfall av automatisk posisjonering gir lavere effektivitet og økt risiko sammenlignet med normal drift. Manglende sanntidsposisjon svekker systemenes evne til å gi automatiske varsler om avvik, som fare for grunnstøting eller utilsiktede kursendringer. Risikoen for navigasjonsfeil øker særlig i perioder med dårlig vær, mørke, tett trafikk og i trange farleder, samt ved seilas i åpent hav der visuelle referanser mangler. Samlet sett innebærer dette en høyere sannsynlighet for uønskede hendelser som kollisjoner og grunnstøtinger, med potensielle konsekvenser for liv, miljø og materielle verdier, selv om selve seilasen ikke nødvendigvis må stanses umiddelbart.

### **Økt responstid og redusert effektivitet for beredskap og redning**

Ved bortfall av PNT-tjenester vil informasjon om posisjon til nødstedte og tilgjengelige redningsressurser bli mindre presis eller utilgjengelig. Dette kan føre til lengre responstid og mindre målrettede redningsoperasjoner. Selv om alternative metoder som radio, radar og manuell rapportering kan benyttes, vil situasjonsbildet bli svakere og mer tidkrevende å etablere. Konsekvensen

kan være økt risiko for tap av liv, helse og materielle verdier ved maritime hendelser. Dette går vi nærmere inn på i kapittel 7.

### **Svekket trafikkovervåking og myndighetskontroll**

Bortfall av PNT-tjenester vil redusere kvaliteten på AIS-data eller føre til at AIS-informasjon faller helt bort. Dette vil svekke både fartøyenes situasjonsforståelse og myndighetenes evne til å overvåke skipstrafikken. Uten pålitelig posisjonsdata vil det bli vanskeligere å oppdage avvik fra seilingsleder, identifisere skip i drift og følge risikofartøy med farlig eller forurensende last. Muligheten til å iverksette forebyggende tiltak, som trafikkveiledning eller mobilisering av slepebåtberedskap, vil dermed bli redusert. At farlige situasjoner i mindre grad kan fanges opp og avverges på et tidlig stadium innebærer forhøyet risiko for uønskede hendelser.

### **Redusert effektivitet, forutsigbarhet og økte kostnader**

Ved bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester vil effektiviteten i maritime operasjoner reduseres. Dette skyldes begrenset tilgang til presis og løpende informasjon om posisjon og forventet ankomsttid, som svekker muligheten til å planlegge og optimalisere ruter, fart og fremdrift. Fartøyene må i større grad operere med økte sikkerhetsmarginer og mindre presise tidsplaner, noe som gir lavere regularitet, økt drivstoffbruk og flere forsinkelser, særlig i rute- og linjefart.

Redusert presisjon i posisjonsinformasjon svekker koordineringen mellom skip, havner og landbasert logistikk. Havneoperasjoner baseres i økende grad på beregnet ankomsttid (ETA), som forutsetter løpende og presis posisjonsdata. Uten dette blir fartstilpasning mot tildelte havnevinduer, det vil si avtalte tidsrom for anløp og kai, vanskeligere, samtidig som det blir mer krevende for havnene å planlegge og optimalisere ressursbruk. Dette kan føre til økt ventetid, flaskehalser i havneoperasjoner og påfølgende forsinkelser. Effekten vil være størst i havner med begrenset kapasitet og høy trafikkintensitet. Effektivitetstapene gir økte kostnader for rederiene og kan forplante seg videre i forsyningskjedene, særlig i verdikjeder som er avhengige av presis og forutsigbar levering.

Økt drivstoffbruk som følge av mindre optimal seilas og ventetid kan i tillegg føre til høyere utslipp av klimagasser, med negative miljøkonsekvenser.

### **Tekstboks 5-1: Jamming og spoofing av GNSS i maritim transport**

#### **Jamming og spoofing av GNSS i maritim transport**

For maritim transport kan forstyrrelser i GNSS-signaler, som jamming og spoofing, være like alvorlige, eller mer alvorlige, enn et fullstendig bortfall av satellittbasert posisjonering. Ved totalt bortfall vil navigatørene normalt være klar over situasjonen og gå over til alternative navigasjonsmetoder, som radar, visuelle observasjoner og manuell posisjonsbestemmelse, i tillegg til å kjøre med lavere risiko.

Ved spoofing eller delvis forstyrrelser kan derimot posisjonsinformasjonen fortsatt være tilgjengelig, men feil, uten at dette nødvendigvis oppdages umiddelbart. Dette kan for eksempel føre til at elektroniske sjøkart viser fartøyet flere meter fra faktisk posisjon. Ved seilas i områder med mye skjær og grunner, i trange farleder eller i tett trafikk, kan slike posisjonsavvik være tilstrekkelige til å øke risikoen for grunnstøting eller kollisjon.

De maritime aktørene vi har intervjuet peker på at feilaktig posisjonsinformasjon oppleves som særlig risikofylt, fordi den kan gi navigatørene en falsk trygghet og svekke tilliten til øvrige navigasjonssystemer. For maritim transport innebærer dette at robusthet ikke bare handler om å håndtere fullstendig bortfall av GNSS, men også om evnen til å oppdage og håndtere feilaktige posisjonssignaler.

### 5.1.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

For maritim transport er den samfunnsøkonomiske kostnaden ved et 7-dagers bortfall av PNT-tjenester beregnet til om lag 590 millioner kroner. De største kostnadskomponentene innen maritim transport er knyttet til redusert verdiskaping (bidrag til BNP) som følge av lavere effektivitet og aktivitetsnivå, anslått til om lag 520 millioner kroner. I tillegg kommer om lag 30 millioner kroner i kostnader relatert til tap av liv og helse, materielle skader og tidskostnader som følge av driftsavbrudd etter ulykker og andre uønskede hendelser.

**Tabell 5-2 Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen maritim transport. Kilde: Menon Economics**

Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall	
<b>Effektivitetstap</b>	520 millioner
<b>Dødsfall på sjøen</b>	5,6 millioner
<b>Personskader på sjøen</b>	8,4 millioner
<b>Næringsfartøy: materielle kostnader</b>	35 millioner
<b>Næringsfartøy: tidskostnad ved å ikke være i drift</b>	12 millioner
<b>Fritidsbåter: materielle kostnader</b>	8 millioner
<b>Totalt</b>	<b>590 millioner</b>

#### Effektivitetstap

Bortfall av verdiskaping i maritim næring, som følge av lavere effektivitet i seilaser og kø- og flaskehalssituasjoner ved kai, er anslått til om lag 520 millioner kroner ved et syv dagers bortfall av GNSS-tjenester.<sup>25</sup> Anslaget bygger på en forutsetning om et gjennomsnittlig effektivitetstap på 30 prosent i perioden.

Det estimerte effektivitetstapet baserer seg på intervjuer med aktører i næringen og reflekterer flere forhold: redusert fremdrift som følge av mer konservativ seilas uten presis satellittposisjonering, økt tidsbruk ved inn- og utseiling av havn og administrative og logistiske forsinkelser knyttet til mindre presise ankomsttider (ETA). I tillegg antas det at et midlertidig bortfall vil gi ettervirkninger i form av forsinkelser som må tas igjen i dagene etter at tjenestene er gjenopprettet. Den forutsatte reduksjonen på 30 prosent inkluderer slike kortsiktige ringvirkninger.

Anslaget på 30 prosent er lavere enn tilsvarende forutsetninger i studien fra London Economics. I den britiske analysen inngår blant annet enkelte høyt automatiserte havneterminaler som i stor grad er avhengige av satellittbasert posisjonering i containerhåndtering og terminaldrift, og hvor bortfall av GNSS i praksis kan medføre full eller nær full stans i deler av operasjonen. Slike fullt automatiserte løsninger er mindre utbredt i norske havner, hvor container- og terminaloperasjoner i større grad er bemannet og kan gjennomføres manuelt. Videre er trafikkvolumet i norske farvann generelt lavere enn i de mest trafikkerte britiske havnene hvilket innebærer at følgekonskvensene av mindre presis og effektiv trafikkavvikling er mindre (mindre risiko for kø). Intervjuer med havneaktører indikerer at driften i norske havner i hovedsak vil kunne opprettholdes, men med redusert tempo og effektivitet snarere enn full stans.

<sup>25</sup> Offshore rederier og tilhørende offshoreoperasjoner er holdt utenfor beregningen for å unngå dobbelttelling, ettersom redusert verdiskaping i petroleums- og offshorevirksomhet behandles i eget kapittel i analysen.

## Helsemessige tap

Et bortfall av GNSS vil gi helsemessige konsekvenser gjennom økt risiko for ulykker til sjøs. For et bortfall på syv dager er de økte helserelaterede kostnadene anslått til om lag 14 millioner kroner, fordelt på tap knyttet til dødsfall (5,6 millioner) og personskader (8,4 millioner) for nærings- og fritidsfartøy. Kostnadsanslaget bygger på ulykkesstatistikk for grunnstøtinger, kollisjoner og kontaktskader, ulykkestyper som i særlig grad er avhengige av presis navigasjon og situasjonsforståelse, slik at analysen ikke omfatter alle maritime hendelser, men kun den relevante delen av risikobildet. I perioden 2017–2025 har disse ulykkestypene i gjennomsnitt medført om lag 5 dødsfall og 77 personskader årlig.

Ved å legge til grunn at bortfall av GNSS øker sannsynligheten for slike ulykker med 100 prosent, tilsvarer dette om lag 0,1 flere dødsfall og 1,5 flere personskader i løpet av en syvdagersperiode. Forutsetningen om 100 prosent økning innebærer en dobling av risikoen innenfor de allerede utvalgte ulykkeskategoriene, og representerer en økning fra et i utgangspunktet allerede lavt nivå. Det er viktig å bemerke at det er betydelig usikkerhet knyttet til hvor stor den faktiske prosentvise økningen i hendelser vil være. Aktører i bransjen har uttalt at risikoen vil øke ved bortfall av GNSS, men har fremhevet at det er krevende å anslå størrelsen på denne økningen med presisjon. For å gjøre om de anslåtte helsevirkningene til kronebeløp er det benyttet standard verdsettinger av statistisk liv og personskader fra Transportøkonomisk institutt (TØI) sin Fram-modell. Nærmere metode og forutsetninger er beskrevet i vedlegg.

## Materielle kostnader og tidskostnader ved å være ute av drift

Et bortfall av GNSS-tjenester vil medføre økte kostnader både som følge av flere materielle skader og økt tid ute av drift. For et bortfall på syv dager er de samlede kostnadene anslått til om lag 26 millioner kroner. 35 millioner knytter seg til økte materielle kostnader som følge av grunnstøting, kollisjon og kontaktskade, der vi, i tråd med forutsetningen omtalt over, legger til grunn en 100 prosent økning i antall relevante hendelser. I tillegg kommer kostnader knyttet til fartøy som settes midlertidig ute av drift som følge av ulykkene, som beløper seg til 12 millioner kroner. For fritidsfartøy er de materielle kostnadene på 8 millioner kroner. Disse anslagene bygger på forsikringsstatistikk fra Finans Norge, og legger til grunne en 150 prosent økning i antall relevante hendelser ved bortfall av GNSS for fritidsbåter, noe høyere enn for næringsfartøy, ettersom fritidsbåtførere i mindre grad har formell navigasjonsutdanning og erfaring, og i større grad baserer seg på elektroniske sjøkart og GNSS-basert navigasjon. Beregningsforutsetninger og detaljerte anslag er nærmere beskrevet i vedlegg.

## 5.2 Petroleumsnæringen

Petroleumsvirksomheten er en sektor med høy avhengighet av satellittbaserte tjenester for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse. PNT-tjenester benyttes i flere faser av virksomheten, fra lete- og kartleggingsoperasjoner til boring, produksjon, transport og beredskap. Bruken omfatter både maritime og luftfartsrelaterede operasjoner, samt en rekke land- og offshorebaserte datasystemer der presis tid og synkronisering er avgjørende for sikker og effektiv drift.

For Norge, som en av verdens ledende offshore petroleumsnasjoner, er anvendelsen særlig viktig. Aktiviteten foregår i stor grad langt til havs, under krevende vær- og sikkerhetsforhold, og med komplekse operasjoner som involverer flyttbare innretninger, forsyningsfartøy og helikoptertransport. Petroleumsvirksomheten bidrar betydelig til verdiskaping, statlige inntekter og sysselsetting, og er samtidig tett regulert med strenge krav til sikkerhet, beredskap og miljø. Stabil tilgang til pålitelige PNT-tjenester er derfor en grunnleggende forutsetning for å opprettholde både sikker drift og effektiv ressursutnyttelse i sektoren.

### 5.2.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester

Bruken av satellittbaserte PNT-tjenester i petroleumssektoren oppstår der det stilles krav til presis posisjonering, kontinuerlig navigasjon, koordinering av bevegelige ressurser eller nøyaktig tidsstempling av data og prosesser.

De mest sentrale PNT-avhengige operasjonene i petroleumssektoren omfatter:

- **Offshore navigasjon og logistikkoperasjoner**, inkludert transport av personell, utstyr og forsyninger til og fra installasjoner
- **Operasjoner som krever dynamisk posisjonering (DP)**, særlig ved arbeid i nærhet av plattformer og rigger
- **Seismiske undersøkelsesoperasjoner**, der presis posisjonering er avgjørende for kvaliteten på datagrunnlaget
- **Installasjons- og boreoperasjoner**, som stiller høye krav til nøyaktig plassering og stabilitet
- **Lufttransport til og fra offshoreinstallasjoner**, med behov for sikker navigasjon langt fra land
- **Tidsbestemmelse og synkronisering av offshore datasystemer**, som er kritisk for drift, overvåking og feilhåndtering
- **Overvåking og beredskap**, der PNT-data inngår i etablering av situasjonsbilde og koordinering av innsats

I det følgende beskrives PNT-bruken og avhengigheten i disse operasjonene nærmere.

#### Offshore navigasjon og logistikkoperasjoner

De norske oljeplattformene ligger langt til havs, mellom 30 og 260 kilometer fra kystlinjen.<sup>26</sup> Drift av petroleumsinstallasjoner er samtidig avhengig av kontinuerlig transport av personell, utstyr, forsyninger og last til og fra installasjonene. Slike seilaser foregår gjerne på åpent hav, uten visuelle referanser, landemerker eller faste navigasjonshjelpemidler. I disse operasjonene utgjør satellittbasert posisjonering det primære grunnlaget for sikker navigasjon, ruteplanlegging og løpende posisjonskontroll. GNSS gjør det mulig å fastslå fartøyets nøyaktige posisjon, kurs og fart, og bidrar til forutsigbar og effektiv gjennomføring av transportoperasjoner under varierende vær- og siktforhold.

Ved anløp til installasjoner skal personer, materiell og tungt utstyr lastes om bord på plattformer og rigger. I slike situasjoner opererer fartøyene ofte svært nær installasjonene, men uten å ligge helt inntil, ofte i krevende værforhold og mye bølger. Da stilles det strenge krav til at fartøyet holder en nøyaktig og stabil posisjon for å unngå kontakt med rigg eller struktur. For å oppnå dette benyttes dynamisk posisjonering (DP), som gjør det mulig å holde fartøyet presist på plass ved hjelp av fremdrifts- og styrepropeller. DP-systemet bruker blant annet satellittbasert posisjonering til kontinuerlig å beregne fartøyets posisjon og korrigere for påvirkning fra vind, bølger og strøm. Dette gjør det mulig å gjennomføre last- og losseoperasjoner på en sikker og kontrollert måte, selv under krevende forhold (se tekstboks om dynamisk posisjonering).

---

<sup>26</sup> Offshore Works International (u.d). Oil rigs job in Norway. Tilgjengelig [her](#).

## Tekstboks 4-1: Dynamisk posisjonering (DP)

**Dynamisk posisjonering (DP)** er et system som gjør det mulig for fartøy og flyttbare offshoreinnretninger å holde en fast posisjon og kurs automatisk, uten bruk av anker eller fortøyning. Systemet kombinerer informasjon fra flere sensorer, blant annet satellittbasert posisjonering (GNSS), gyrokompass, bevegelses- og vindmålinger samt relative referansesystemer, for kontinuerlig å beregne nøyaktig posisjon. Basert på dette styrer DP-systemet fremdrifts- og styrepropeller for å kompensere for påvirkning fra vind, bølger og strøm.

DP benyttes bredt i petroleumssektoren i operasjoner der høy presisjon og stabilitet er avgjørende. Dette omfatter forsyningsfartøy, konstruksjons- og subsea-fartøy, seismikkfartøy, shuttle-tankere samt mobile boreenheter og andre flyttbare innretninger. Ved last- og losseoperasjoner ved plattformer ligger fartøyene ofte kun om lag 10–15 meter fra installasjonen, og DP brukes for å holde fartøyet stabilt innenfor svært små toleranser for å unngå kontakt med rigg eller struktur.

Selv om DP-systemer normalt er bygget med flere posisjonsreferanser og høy grad av redundans, inngår GNSS som en sentral komponent i de fleste konfigurasjoner. Ved bortfall av pålitelig GNSS vil derfor mange DP-avhengige operasjoner måtte stanses, ettersom kravene til presisjon og sikkerhet ikke kan opprettholdes over tid.

## Seismiske undersøkelsesoperasjoner

Seismiske undersøkelsesoperasjoner benyttes i petroleumsvirksomheten for å kartlegge havbunnen og geologiske lag under den, med formål å identifisere områder som kan være egnet for olje- og gassutvinning. Operasjonene gjennomføres ved at fartøy sleper lange kabler med sensorer gjennom sjøen. Sensorene registrerer lydbølger som sendes ned i undergrunnen og reflekteres tilbake fra ulike geologiske strukturer. Satellittbasert posisjonering er avgjørende for å fastslå den nøyaktige posisjonen til både fartøyet og de slepte sensorstrengene. Presis kunnskap om hvor målingene er utført er en forutsetning for å kunne knytte de innsamlede dataene til riktige geografiske punkter og for å utarbeide pålitelige kart over undergrunnen.

## Installasjon og boring

Installasjons- og boreoperasjoner i petroleumsvirksomheten stiller høye krav til presis posisjonering. Dette omfatter både konstruksjonsarbeid på havbunnen, som installasjon av rørledninger, kabler og moduler, og plassering av mobile borerigger og andre flyttbare innretninger over brønnposisjoner. For at slike operasjoner skal kunne gjennomføres på en sikker og kontrollert måte, må fartøy og innretninger holde en stabil og nøyaktig posisjon, selv under påvirkning fra bølger, strøm og vind.

Satellittbasert posisjonering gir den presise posisjonsinformasjonen som er nødvendig for å styre både fartøy, rigger og utstyr under disse operasjonene, ved bruk av dynamisk posisjonering. Når posisjonen er kjent med høy nøyaktighet, kan utstyr senkes og plasseres korrekt på havbunnen, og borerigger holdes stabilt over brønnen gjennom hele boreoperasjonen.

## Lufttransport til og fra offshoreinstallasjoner

Lufttransport til og fra offshoreinstallasjoner er i stor grad avhengig av satellittbasert posisjonering for sikker og effektiv gjennomføring. Helikopterflygingene foregår ofte langt til havs, uten visuelle referanser eller faste orienteringspunkter. GNSS gir helikoptrene kontinuerlig informasjon om posisjon, kurs, fart og høyde, og utgjør et sentralt grunnlag for navigasjon i disse operasjonene. Bruken av satellittbasert navigasjon gjør flygingene mer forutsigbare og sikre, særlig under krevende forhold

som dårlig sikt, mørke og ugunstig vær. Dette bidrar til at helikoptrene kan følge planlagte ruter og lokalisere plattformene.

### **Tidsbestemmelse og synkronisering av offshore datasystemer**

Tidsbestemmelse og synkronisering av datasystemer offshore er en grunnleggende forutsetning for driftssikker og kontrollert petroleumsvirksomhet. Offshoreinstallasjoner benytter en felles og presis tidsreferanse for å sikre at alle systemer opererer synkronisert. Fiberforbindelser brukes normalt som primærkilde for tidssynkronisering, men satellittbaserte tidstjenester fungerer som en viktig reserve og benyttes til å opprettholde synkronisering dersom fiberforbindelsen faller ut eller blir ustabil.

Ifølge intervjuer med operatører i petroleumsnæringen har tidssynkronisering to sentrale funksjoner. For det første er synkronisert tid avgjørende for selve datasystemdriften, der informasjon kontinuerlig overføres mellom ulike enheter, servere og kontrollsystemer. Alle systemer må forholde seg til samme presise tid for at data skal kunne registreres, sendes og mottas i en entydig og konsistent rekkefølge.

For det andre er presis tidsstempling avgjørende for sikker prosessdrift og feilhåndtering i petrokjemiske anlegg offshore. Ved feilsituasjoner eller automatisk nedstengning av prosesser er det nødvendig å kunne rekonstruere hendelsesforløpet i ettertid. Dette krever at alle komponenter og systemer har korrekte og sammenlignbare tidsstempler, slik at man kan fastslå når en hendelse inntraff, og hvilken enhet eller prosess som utløste avviket. Presis tidssynkronisering bidrar dermed til raskere og mer presis feilsøking, og reduserer risikoen ved gjenoppstart etter hendelser.

### **Overvåking og beredskap**

Offshoreinstallasjoner overvåker havområdet rundt seg for å oppdage fartøy som nærmer seg plattformer eller operasjonsområder. Posisjonsdata fra GNSS er en viktig del av dette situasjonsbildet, blant annet fordi fartøyenes AIS-signal bygger på satellittbasert posisjonering. Sammen med radar og andre sensorer gir dette et samlet bilde av trafikk og bevegelser i området. Nøyaktig posisjon og tid brukes også for å følge opp beredskapsressurser, dokumentere hendelser og koordinere innsats ved ulykker eller tekniske avvik. Uten presise PNT-data blir det vanskeligere å identifisere fartøy, vurdere avstander og bevegelser og opprettholde et oppdatert og pålitelig situasjonsbilde rundt installasjonene.

#### **5.2.2 Konsekvenser ved bortfall**

Et bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester vil få konsekvenser for operatører i petroleumsnæringen. Noen operasjoner vil stoppe helt opp, mens andre fortsatt kan gjennomføres ved hjelp av alternative systemer, men effektivitet, presisjon og/eller sikkerhet blir redusert.

Overordnet kan konsekvensene oppsummeres som følger:

- Utseiling til offshoreinstallasjoner stanser eller får betydelig redusert effektivitet, særlig siden mange operasjoner er avhengige av dynamisk posisjonering (DP) under last- og losseoperasjoner
- Seismiske undersøkelser stopper opp ved kortvarig bortfall, ved langvarig bortfall (måneder) kan enklere undersøkelser gjennomføres, men med lavere presisjon, høyere kostnader og redusert datakvalitet
- Installasjons- og boreoperasjoner stopper opp
- Redusert effektivitet og kapasitet i helikoptertransport
- Svekket overvåking og beredskap

I det følgende beskrives konsekvensene nærmere for de ulike operasjonene i petroleumssektoren.

### **Offshore navigasjon og logistikkoperasjoner**

Ved et kortvarig bortfall av PNT-tjenester (timer til dager) oppgir offshorerederier at fartøyene i praksis ikke vil seile ut til petroleumsinstallasjonene, men avvente til GNSS-signaler er tilgjengelige igjen. Dette begrunnes både med at installasjonene ligger langt fra land og er krevende å lokalisere uten presis posisjonering. I tillegg vil last- og losseoperasjoner ved rigg forutsette bruk av dynamisk posisjonering, uten pålitelig GNSS vurderes det som uforsvarlig å gjennomføre slike operasjoner.

Ved et lengre bortfall (uker) vurderer aktørene at enkelte operasjoner kan gjennomføres ved å tilpasse driften, blant annet gjennom valg av tryggere seilingsruter, lavere fart, økte sikkerhetsmarginer og bruk av alternative posisjonsreferanser der dette er mulig. Dette innebærer imidlertid redusert operativ effektivitet, økt tidsbruk og høyere operasjonell risiko, og vil i mange tilfeller begrense hvilke oppdrag som kan utføres.

### **Seismiske undersøkelsesoperasjoner**

Seismiske fartøy vil ved et kortvarig bortfall av PNT-tjenester måtte stoppe sine operasjoner. Årsaken er at hele arbeidsprosessen er avhengig av kontinuerlig og presis posisjonering av både fartøyet og sensorkablene. Når GNSS-signalet forsvinner, mister systemene referansepunktet som brukes til å beregne nøyaktig plassering av hver enkelt sensor. Resultatet er at datainnsamlingen mister verdi ettersom man ikke lenger vet hvor målingene ble gjort. Selv korte avbrudd gjør at datasettene får hull eller forskyvninger, og det kan medføre at deler av innsamlingen må gjentas, noe som innebærer store kostnader og tidstap.

Ved et langvarig bortfall av PNT-tjenester kan seismiske undersøkelser delvis gjenopptas med eldre metoder, som akustiske posisjoneringssystemer, gyro- og dopplerbaserte sensorer eller forhåndsinstallerte referansepunkter på havbunnen. Disse teknologiene ble brukt før satellittnavigasjon ble dominerende, men gir lavere presisjon, mindre fleksibilitet og betydelig lavere effektivitet. I tillegg krever flere av disse metodene ekstra utstyr, lengre forberedelser og bedre værforhold for å fungere tilfredsstillende. Seismiske fartøy kan dermed gjennomføre enklere operasjoner, men større, høyoppløselige eller komplekse undersøkelser vil være krevende eller umulige å utføre uten moderne GNSS-basert posisjonering.

### **Installasjon og boring**

Konstruksjonsfartøy vil ved GNSS-bortfall miste evnen til å holde en nøyaktig posisjon i bølger, vind og strøm. Dette gjør det i praksis svært krevende å plassere utstyr med nødvendig presisjon, og konstruksjonsoperasjoner vil måtte avbrytes inntil pålitelig posisjonering er gjenopprettet. Fartøyet er koblet fysisk til utstyret via kraner, vinsjer eller "moonpool"<sup>27</sup>, og hvis skipet beveger seg, følger utstyret med og kan treffe havbunnen feil eller svinge ukontrollert. Selv små avvik kan gi feil plassering eller skade utstyret. Arbeidet skjer ofte tett på eksisterende infrastruktur (andre rør, brønnhoder og kabler), noe som øker risikoen ved posisjonsavvik. Selv om akustiske systemer kan brukes som backup, krever disse forhåndsinstallasjon og gir normalt ikke samme operative fleksibilitet. Effektiviteten vil derfor reduseres betydelig.

---

<sup>27</sup> Moonpool er en åpning i skroget på et fartøy eller en rigg som gir direkte tilgang til sjøen gjennom fartøyet, og brukes til å senke eller heise utstyr kontrollert ned i vannet

Mobile borerigger er særlig sårbare for GNSS-bortfall under plassering over brønnmål. Selv avvik på få meter kan få betydelige konsekvenser, spesielt i områder med tett infrastruktur eller ved boring i eksisterende brønnbaner. Ved bortfall av GNSS vil dynamiske posisjoneringssystemer miste en av sine viktigste referanser, noe som fører til kraftig redusert presisjon eller at systemene faller ut. I slike situasjoner kan riggen ikke lenger holde korrekt posisjon over borepunktet, og boreoperasjonen må stanses for å hindre uønskede belastninger på brønnutstyr og strukturer.

Ved et mer langvarig bortfall er man nødt til å ta i bruk alternative metoder som manuell navigasjon eller eldre gyro- og akustikkbaserte posisjoneringssystemer. Disse systemene var i bruk før satellittnavigasjon ble dominerende, men krever ekstra utstyr, mannskap og gode værforhold. De gir også lavere nøyaktighet og langt mindre operativ fleksibilitet. Forflytning av riggen tar lenger tid, oppankring blir mer krevende, og selve boreoperasjonen må utføres med større sikkerhetsmarginer og reduserte hastigheter.

### **Lufttransport til og fra offshoreinstallasjoner**

Ved bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester kan helikoptertransport til og fra offshoreinstallasjoner i hovedsak videreføres, men operasjonen må da baseres på alternative navigasjonsmetoder. Dette omfatter blant annet bruk av radiofyr på plattformene, morsebaserte signaler, kurs- og tidsnavigasjon samt andre instrumentbaserte prosedyrer. Disse løsningene fungerer som robuste backupløsninger, men gir lavere presisjon og krever større sikkerhetsmarginer enn satellittbasert navigasjon.

Ruteplanlegging blir mindre optimal, og flytid kan øke. I enkelte tilfeller må helikoptrene redusere antall passasjerer for å kompensere for større usikkerhet eller økt drivstoffbehov. Under gode værforhold vil dette hovedsakelig gi forsinkelser og lavere kapasitet, men i dårlig vær, mørke eller redusert sikt kan enkelte flyvninger måtte utsettes eller kanselleres. Helikoptertransport stopper altså ikke helt opp, men opereres med lavere effektivitet og større varsomhet.

### **Tidsbestemmelse og synkronisering av offshore datasystemer**

Datasystemene offshore kan i utgangspunktet fortsette å operere uten satellittbaserte tidstjenester så lenge fibersynkronisering er tilgjengelig. Et bortfall av GNSS alene vil derfor normalt ikke medføre umiddelbare driftsforstyrrelser eller stans i petroleumsvirksomheten. Intervjuer med operatører viser at sektoren i stor grad er godt rigget for slike hendelser, blant annet gjennom bruk av redundante løsninger som fibersynkronisering, lokale klokker og atomklokker (for eksempel rubidium- eller cesiumbaserte referanser) på større installasjoner.

GNSS fungerer i hovedsak som en reserve og ekstra robusthetsmekanisme, særlig i situasjoner der installasjoner midlertidig er isolert fra land eller der fiberforbindelsen faller ut. Ved bortfall av både fiber og GNSS vil systemene kunne opprettholde korrekt tid i en periode ved hjelp av lokale klokker og interne referanser. Over tid vil imidlertid disse klokkene gradvis drive fra hverandre, noe som vil føre til økende avvik i tidsstempler mellom systemer. Slike avvik påvirker først og fremst driftssikkerhet og håndtering av hendelser over tid, snarere enn akutt sikkerhet. Konsekvensene kan være mindre pålitelige hendelseslogger, mer krevende feilsøking og redusert evne til å rekonstruere hendelsesforløp ved driftsavvik eller nedstengninger. I tillegg kan usynkroniserte tidsreferanser over lengre perioder skape utfordringer for datakvalitet og koordinering mellom systemer.

Samlet sett vurderes konsekvensene av bortfall av GNSS-baserte tidstjenester i petroleumssektoren som begrensede på kort sikt, gitt eksisterende redundans og beredskap. Risikoen øker først ved langvarige og sammensatte bortfall, der flere uavhengige tidssignaler blir utilgjengelige samtidig.

## Overvåking og beredskap

For overvåking og beredskap innebærer bortfall av GNSS at posisjonsdata, særlig AIS, mister nøyaktighet eller faller helt bort. Situasjonsbildet rundt installasjonene blir mindre presist, og deteksjon av fartøy må i større grad baseres på radar alene. Dette gir redusert evne til å oppdage farlige nærpasseringer, vurdere navigasjonsmønstre og kommunisere med fartøy som nærmer seg en innretning. I en beredskapssituasjon svekkes også koordineringen av ressurser når posisjon og tid ikke lenger kan brukes som sikre og felles referanser.

### 5.2.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

For petroleumsnæringen er den samfunnsøkonomiske kostnaden ved et 7-dagers bortfall av PNT-tjenester beregnet til om lag 1,83 milliarder kroner. Kostnaden skyldes at bortfallet medfører stans eller betydelige begrensninger i PNT-avhengige offshoreoperasjoner, herunder dynamisk posisjonering, seismiske undersøkelser, bore- og installasjonsarbeid samt redusert effektivitet i logistikk, lufttransport og overvåking.

Et bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester vil påvirke store deler av næringen, men konsekvensene vil variere mellom ulike deler av verdikjeden. Pågående produksjon vil i all hovedsak kunne fortsette som normalt. Aktivitetene som fremkommer i tabellen under vil påvirkes mer direkte.

Figuren under viser tapet av verdiskaping for de ulike delene av petroleumsnæringen.

**Tabell 5-3: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen petroleumsnæringen. Kilde: Menon Economics**

	<b>Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7 dagers GNSS-bortfall</b>
<b>Offshoreskip</b>	740 millioner
<b>Seismiske operasjoner</b>	120 millioner
<b>Konstruksjon og installasjon</b>	300 millioner
<b>Mobile borerigg operasjoner</b>	670 millioner
<b>Totalt</b>	<b>1 830 millioner</b>

Det legges til grunn et effektivitetstap på 90 prosent for henholdsvis offshoreskip, seismiske operasjoner, konstruksjon og installasjon og mobile borerigg operasjoner ved et bortfall på syv dager. Selv om deler av aktiviteten kan videreføres gjennom alternative løsninger og manuelle operasjoner, vil driften i praksis være sterkt redusert. Anslaget er basert på intervjuer med sentrale aktører i bransjen. I intervjuene ble det gjort sektorvise vurderinger av hvilke operasjoner som kan opprettholdes uten GNSS, hvilke som må stanses umiddelbart, og hvilke som kan gjennomføres med redusert effektivitet. Som beskrevet tidligere er operasjonene i disse segmentene i dag så komplekse og tett integrert med satellittbasert posisjonering at det var enighet om at store deler av aktiviteten i praksis vil være umulig å gjennomføre uten GNSS. På denne bakgrunn er 90 prosent vurdert som et rimelig gjennomsnittlig effektivitetstap i et syvdagersscenarior. Anslaget reflekterer at enkelte støttefunksjoner og forberedende aktiviteter kan opprettholdes, men at kjerneoperasjonene i hovedsak vil måtte stanses eller reduseres til et minimum.

Selv om det primært vil være de ovenfornevnte fartøyene og operasjoner som påvirkes direkte, vil dette også medføre ringvirkninger som reduserer eller stanser tilknyttede aktiviteter i verdikjeden. Andre funksjoner, som helikoptertjenester, sikkerhet og overvåking og datasystemer, vil i større grad påvirkes

indirekte gjennom redusert effektivitet, økt risiko og behov for manuelle eller alternative løsninger. Anslaget innebærer derfor usikkerhet, også knyttet til i hvilken grad tapt arbeid faktisk kan tas igjen i etterkant.

Petroleumsnæringen er ikke omfattet i den britiske analysen, noe som innebærer at det ikke finnes et direkte sammenligningsgrunnlag mellom landene for denne sektoren.

## 5.3 Sjømatnæringen

Sjømatnæringen er en av Norges viktigste næringer, både som bidragsyter til verdiskaping, sysselsetting og eksport, og som grunnlag for nasjonal matforsyning. Sjømatnæringen omfatter både fiskeri (villfangst) og havbruk (oppdrett). Felles for disse aktivitetene er at de i stor grad er avhengige av trygg og effektiv aktivitet til sjøs, og at satellittbaserte PNT-tjenester utgjør sentral innsatsfaktor i denne virksomheten. PNT-tjenester understøtter både sikker navigasjon, effektiv fangst og drift, samt etterlevelse av rapporterings- og sporbarhetskrav. I det følgende beskrives hvordan PNT-tjenester benyttes i sjømatnæringen, og hvilke konsekvenser et bortfall kan ha.

### 5.3.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester

Bruken av PNT-tjenester i sjømatnæringen er bred og dekker flere områder. De viktigste bruksområdene kan oppsummeres som følger:

- GNSS basert navigasjon og AIS gir trygg seilas, både kystnært og på åpent hav
- Posisjonering og gjenfinning av redskap i operativ fiskeridrift, samt kartlegging av fiskefelt, bunntopografi og historiske tråltrekk
- Dokumentasjon og rapportering av fangststed, tidspunkt og redskap i tråd med myndighetskrav
- Trafikkovervåking og risikoreduksjon i nærheten av oppdrettsanlegg

### Navigasjon og AIS

Som beskrevet tidligere i kapittelet er GNSS basert navigasjon viktig for trygg ferdsel på sjøen. For fiskefartøy som opererer i fjorder og kystnære farvann er behovet for høy presisjon mindre, ettersom navigasjonen skjer i kjente farvann med visuelle referanser. For havgående fartøy som opererer langt til havs, er derimot nøyaktig posisjonering helt avgjørende for trygg ferdsel, effektiv ruteplanlegging og for å finne frem til fiskefeltene.

AIS supplerer navigasjonen ved å gi oversikt over andre fartøy i området. Systemet brukes av fiskeflåten for å redusere risikoen for kollisjoner og for å opprettholde situasjonsforståelse under fangstoperasjoner. I tilknytning til oppdrettsanlegg benyttes AIS til å følge med på fartøytrafikk i nærheten av anleggene og redusere risikoen for uønskede hendelser.

### Posisjonering i operativ drift

Satellittbasert posisjonering er ikke bare viktig for trygg seilas, men også for selve fiskerivirksomheten. GNSS-data brukes aktivt gjennom hele fangstprosessen, fra lokalisering av fiskefelt til dokumentasjon av fangst.

For fartøy som driver med garn eller teiner er nøyaktig posisjonering avgjørende for å kunne finne tilbake til og hente opp redskap som er satt ut på åpent hav. Posisjonen til hvert enkelt redskap lagres digitalt når det settes, og brukes aktivt i den daglige driften for å planlegge opphenting og optimalisere seilingsruter. Uten presis posisjonsangivelse vil det være vanskelig å finne tilbake til utstyr, særlig i

områder uten visuelle referanser eller der redskapene ligger spredt over større havområder. Dette vil redusere effektiviteten i driften, øke tids- og drivstoffbruk, og kan føre til at man mister verdifullt utstyr eller må avbryte fisket av sikkerhetshensyn.

For trålere er satellittposisjonering et sentralt verktøy for å kartlegge fiskefelt og bunntopografi, og for å gjennomføre presise og repeterbare tråloperasjoner. Under hvert tråltrekk registreres fartøyets posisjon kontinuerlig, og disse dataene lagres som «slepestreker» i elektroniske kartsystemer. Informasjonen brukes i senere operasjoner for å planlegge trålmønstre og gjenta trekk i områder med god fangst og lav risiko. Dette gjør det mulig å redusere tid brukt på leting, unngå ujevnt eller risikofyllt bunntereng som kan skade redskap og utstyr, og begrense unødvendig drivstoffbruk.

Pelagiske fiskerier skiller seg fra garn-, teine- og bunntrålfiske ved at fangsten retter seg mot fisk som beveger seg fritt i de øvre vannlagene, som sild og makrell. Ringnotflåten, som følger de pelagiske artene, er derfor særlig avhengig av presis og oppdatert posisjonsinformasjon. Fiskestimer kan bevege seg raskt over store områder, og fartøyene benytter løpende informasjon om hvor fisken befinner seg. Fisket koordineres ofte gjennom løpende kommunikasjon mellom fartøy, ved at det deles posisjonsinformasjon om hvor det nylig har vært gode fangster. Manglende eller unøyaktige posisjonsdata vil svekke denne koordineringen og redusere fangsteffektiviteten.

I tillegg er satellittbasert posisjonering viktig for å ha oversikt over andre fartøyers og andres redskapers plassering. Kunnskap om hvor garn, teiner og annet faststående utstyr er satt, er avgjørende for å unngå konflikter mellom ulike fiskerier. For eksempel er det viktig for trålere å vite hvor det ligger garn eller teiner i området, slik at tråltrekk kan planlegges uten risiko for å hektes fast eller ødelegge redskap.

### **Rapportering, regelverk og myndighetskrav**

Satellittbasert posisjonering spiller også en sentral rolle i fiskerinæringens rapporterings- og kontrollsystemer. Norske fiskefartøy er pålagt å levere digitale fangstrapporter som dokumenterer hvor og når fangsten er tatt. Posisjonsdata fra GNSS inngår som en integrert del av denne rapporteringen. Fra 2023 ble det obligatorisk for alle fartøy med lengde på 10 meter eller mer å rapportere fangst digitalt, og fra 2026 vil dette kravet også omfatte fartøy over 8 meter.<sup>28</sup> Hver fangst skal registreres med nøyaktig posisjon, tidspunkt og type redskap, og rapportene sendes løpende til Fiskeridirektoratet via fartøyets elektroniske loggsystem. Dette gjør satellittbasert posisjonering til en sentral forutsetning for etterlevelse av regelverket og effektiv ressurskontroll. Uten riktig tidsstempling og posisjon, vil det kunne bli forsinkelser i mottak og transport av fisken.

### **Posisjonering av oppdrettsanlegg**

GNSS brukes ved etablering av oppdrettsanlegg for å plassere merder og fortøyninger i tråd med lokalitetsgodkjenningen og angitte koordinater. Presis posisjonering er viktig for å sikre at anlegget etableres innenfor godkjent område og i samsvar med regelverket. I den videre driften kan GNSS benyttes som støtte for å dokumentere anleggets plassering over tid, blant annet for å følge med på eventuelle forskyvninger som følge av strøm, bølger og vær. Slike kontroller suppleres normalt av visuelle inspeksjoner og tekniske målinger av fortøyningssystemene. GNSS er også viktig for dokumentasjon overfor myndigheter, men er imidlertid ikke avgjørende for den løpende driften av anlegget.

---

<sup>28</sup> Se [Elektronisk rapportering fra fiskefartøy](#)

### 5.3.2 Konsekvenser ved bortfall

Et bortfall av GNSS eller andre satellittbaserte navigasjonstjenester vil få konsekvenser for fiskerinæringen, både for navigasjon, fangst og rapportering. Selv om fartøyene fortsatt har tilgang til tradisjonelle navigasjonsverktøy, som papirkart, kompass og gyrokompass, er disse metodene i dag i liten grad i aktiv bruk. De fleste fiskere har fortsatt kompetanse til å bruke dem, men i intervjuer trekkes det frem at denne kunnskapen brukes stadig sjeldnere i praksis. Næringen har over tid blitt mer digitalisert og dermed også mer avhengig av satellittbaserte posisjoneringstjenester.

De fleste systemer om bord, som elektroniske sjøkart, trålstyringssystemer, AIS og digitale fangstrapporter, er direkte avhengige av presise PNT-tjenester. Uten GNSS-tjenester vil man i stor grad måtte basere seg på radar, ekkolodd, visuelle observasjoner og manuelle navigasjonsmetoder. Astronomisk navigasjon, som tidligere ble brukt på åpent hav, er i praksis faset ut og kun behersket av et fåtall. Et lengre bortfall av GNSS ville derfor kreve vesentlig omstilling.

Overordnet kan konsekvensene oppsummeres som følger:

- Garn og teiner: Fiske på åpent hav vil i stor grad måtte stanse, mens kystnært fiske kan opprettholdes med lavere effektivitet.
- Tråling: Driften kan fortsette, men med lavere effektivitet, høyere risiko for redskapsskader og økt drivstoffbruk.
- Pelagisk fiske: Svekket koordinering mellom fartøy og redusert evne til å lokalisere fiskestimer gir lavere fangsteffektivitet.
- Kystflåten: Mindre alvorlige konsekvenser, men mer arbeidskrevende og mindre effektiv navigasjon.

I det følgende beskrives konsekvensene nærmere for de ulike operasjonene i sjømatnæringen.

#### **Garn og teiner**

Fiske med garn og teiner på åpent hav vil trolig måtte stanse eller foregå i svært redusert omfang. Uten GNSS-data om hvor redskapene er satt, er det svært krevende og i mange tilfeller ikke mulig å finne dem igjen, noe som vil føre til tap av utstyr. Effektiviteten vil uansett påvirkes ettersom det tar lengre tid å lete etter redskap uten GNSS. I tillegg vil det være krevende å reise langt ut på åpent hav, når man ikke har posisjonering. Teinefiske i kystnære farvann vil i større grad kunne opprettholdes, men med redusert effektivitet som følge av mer manuell navigasjon og økt tidsbruk.

#### **Tråling**

Trålere vil kunne fortsette driften, men med betydelig lavere effektivitet. Uten digitale kart og presise posisjonsdata vil fartøyene ikke kunne følge tidligere tråltrekk («slepestreker») eller gjenbruke historiske fangstdata. De må i større grad bruke tid på å kartlegge bunntopografi manuelt ved hjelp av ekkolodd og visuelle observasjoner. Dette øker risikoen for å sette seg fast i ujevn bunn eller skade redskap. Samtidig vil behovet for lavere fart, hyppigere kursjusteringer og større sikkerhetsmarginer føre til økt drivstofforbruk, lengre operasjonstid og redusert fangstutbytte.

#### **Pelagisk fiske**

For pelagiske fiskerier, som ringnotfangst av sild og makrell, vil bortfall av GNSS føre til tap av koordinering mellom fartøy. Effektiviteten vil derfor falle, blant annet som følge av redusert evne til å dele posisjonsinformasjon om fiskestimer og gjennomføre samordnede operasjoner. Dette kan gi økt

tidsbruk på leting, høyere drivstofforbruk og lavere fangstutbytte, særlig i perioder der fisken beveger seg raskt over store havområder.

### Kystflåten

I kystflåten, som opererer i kjente områder, vil konsekvensene være mindre alvorlige, men også her vil navigasjonen bli mindre effektiv og mer arbeidskrevende. Mange fartøy bruker digitale kart og GNSS-basert autopilot selv på korte seilaser. Et bortfall vil kreve manuell styring og mer visuell navigasjon langs land. Effektiviteten vil reduseres, men konsekvensene vil være mer håndterbare enn for havgående fartøy.

### Oppdrettsnæringen

Samlet sett vurderes oppdrettsnæringen å ha relativt lav sårbarhet ved bortfall av GNSS. Selv om satellittbasert posisjonering bidrar til mer effektiv etablering, dokumentasjon og overvåking av anlegg, er den løpende driften i hovedsak basert på faste installasjoner og lokale systemer som i stor grad kan fungere uavhengig av GNSS. Ved et bortfall vil enkelte kontroll- og dokumentasjonsfunksjoner bli mindre effektive og mer manuelle, men produksjonen kan i hovedsak videreføres. Et bortfall anses derfor ikke å gi vesentlige konsekvenser for verdiskapingen i oppdrettsnæringen, verken på kort eller mellomlang sikt.

Havbruksnæringen er likevel avhengig av omfattende maritim aktivitet, herunder brønnbåter, servicefartøy, fôringsfartøy og slaktefartøy, som i stor grad benytter GNSS-basert navigasjon. Sårbarheten knyttet til denne fartøysaktiviteten er imidlertid omtalt under maritim transport, ettersom disse operasjonene i hovedsak påvirkes gjennom de samme mekanismene som øvrig sjøtransport.

#### 5.3.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

For sjømatnæringen er den samfunnsøkonomiske kostnaden ved et 7-dagers bortfall av PNT-tjenester beregnet til om lag **107 millioner kroner**. Konsekvensene relaterer seg først og fremst til at bortfallet gjør navigasjon på sjøen mindre effektivt, garn og teiner blir vanskeligere å finne tilbake til, trålerne kjenner ikke bunnforholdene og koordinering mellom båter i ringnotflåten blir svakere.

Det er viktig å understreke at anslaget representerer et gjennomsnitt basert på årlig verdiskaping. Et bortfall i høysesong for sentrale fiskerier ville kunne gi større økonomiske konsekvenser enn et bortfall i perioder med lav aktivitet.

**Tabell 5-4: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen sjømatnæringen. Kilde: Menon Economics**

Metode	Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall
Garn	13 millioner
Teiner	6 millioner
Trål	78 millioner
Not	10 millioner
<b>Totalt</b>	<b>107 millioner</b>

Fiskeridirektoratets oversikt over fangst- og landingsdata, fordelt på fartøygruppe og redskapstype, gir grunnlag for å beregne verdiskaping fra fiskefartøy som benytter henholdsvis garn, teiner, trål og not.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Statistikken inneholder alle norske fartøy, samt utenlandske fartøy med landinger i Norge (utenlandsk båter som leverer fangst til norske mottak).

De forutsatte effektivitetstapene ved bortfall av GNSS er basert på ekspertvurderinger fra aktører i næringen.

I 2024 hadde norske fiskefartøy som driver med **garn** en samlet verdiskaping på om lag 2,2 milliarder kroner. Så å si hele produksjonen er knyttet til bruk av settegarn, der garnet settes fast i sjøen og fisken fanges når den svømmer inn i redskapet. Garn som settes langt til havs har nytte av GNSS-basert posisjonsmerking, ettersom presis lagring av posisjon gjør det mulig å finne tilbake til redskapet på en effektiv og sikker måte. Ved bortfall av GNSS-tjenester legges det til grunn et effektivitetstap på 30 prosent for denne delen av fiskeriet, som følge av økt tidsbruk, redusert fangsteffektivitet og høyere risiko for tap av redskap.

I 2024 hadde fiskefartøy som driver med **teiner** og ruser en samlet verdiskaping på om lag 1 milliard kroner. GNSS benyttes blant annet for navigasjon, posisjonering av redskap og effektiv planlegging av fangstoperasjoner. Ved bortfall av GNSS-tjenester legges det til grunn et effektivitetstap på 30 prosent for denne delen av fiskeriet, som reflekterer økt tidsbruk og redusert operativ effektivitet.

Fiskefartøy som driver med **trål**, hadde verdiskaping på om lag 13 milliarder kroner. GNSS er sentralt i trålfiske for å kunne følge tidligere tråltrekk, navigere i forhold til bunntopografi og redusere risikoen for å kolliderer med faststående redskap som garn og teiner. Ved bortfall av GNSS-tjenester vil trålfartøy fortsatt kunne operere, men med vesentlig lavere presisjon og effektivitet. Det legges til grunn et effektivitetstap på 30 prosent for trålfiske.

Norske fiskefartøy som driver med **not** hadde verdiskaping på om lag 5 milliarder kroner.<sup>30</sup> Notfiske er i mindre grad avhengig av presis posisjonering enn garn- og trålfiske, men GNSS spiller likevel en viktig rolle for koordinering mellom fartøy, deling av informasjon om pelagiske fiskestimer og effektiv gjennomføring av fangstoperasjoner. Ved bortfall av GNSS-tjenester legges det til grunn et effektivitetstap på 10 prosent for notfiske, som følge av redusert samhandling og lavere operativ effektivitet.

---




<sup>30</sup> Her inngår ikke landnot.

## 6 Samferdsel

Samferdselssektoren bruker satellittbaserte PNT-tjenester i stor skala, særlig innen veitransport og luftfart. Tjenestene understøtter ruteplanlegging, trafikkflyt, logistikk og kapasitetsutnyttelse. Et bortfall vil raskt gi merkbare effektivitetstap gjennom økt reisetid, forsinkelser og redusert produktivitet i både trafikkavvikling og entreprenøraktivitet, mens luftfarten i hovedsak rammes gjennom flere forsinkelser og kanselleringer. Jernbanen er derimot i liten grad avhengig av GNSS i sikkerhetskritiske funksjoner, men kan få moderate konsekvenser i støtteprosesser som passasjerinformasjon, energiavregning og vedlikehold. Avhengigheten vil øke over tid i takt med digitalisering og videre utvikling av ERTMS.

De samfunnsøkonomiske kostnadene forbundet med et syv-dagers bortfall av GNSS i samferdselssektoren er beregnet til 378 millioner kroner.

Tabell 6-1: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen samferdselssektoren. Kilde: Menon Economics

Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall	
 Veisektoren	229,9 millioner
 Jernbane	5,4 millioner
 Luftfart	142,9 millioner
Samferdsel totalt	<b>378,2 millioner</b>

### 6.1 Veitransport

PNT-tjenester brukes i stor utstrekning innenfor veisektoren for å gi både sjåførere, kommersielle selskaper, utbyggere og myndigheter posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse. For eksempel bruker private bilister og andre trafikanter trinnvis navigasjon til å finne raskeste og enkleste kjørerute. Kommersielle transport- og logistikkselskaper slik som Posten, Vy Buss og Oda bruker sanntidssystemer og PNT-løsninger til å optimalisere kjøreruter og styre kjøretøy mest mulig effektivt. I tillegg bruker Statens Vegvesen (SVV) og entreprenørselskaper PNT-tjenester til å optimalisere utbygging av nye veistreknninger og drive vedlikehold av infrastrukturen mest mulig kostnadseffektivt. Veitransportsektoren er i dag sterkt avhengig av satellittbaserte PNT-tjenester for planlegging, styring og optimalisering av transport, drift og utbygging av veinettet.

Veitransport utgjør en grunnleggende del av transportsystemet i Norge, både for daglige reiser for befolkningen og når det gjelder transport av varer og tjenester i næringslivet. Veitransport står for klart størst andel av persontransport i Norge, og målt i personkilometer utgjorde veitransport om lag 85 prosent av innenlandsk persontransport i 2024.<sup>31</sup> Veitransportens store utbredelse innebærer at den spiller en nøkkelrolle for samfunnets funksjonsevne, ved å knytte sammen husholdninger, arbeidsplasser og markeder på tvers av byer og regioner. På oppdrag fra SVV anslo Menon Economics verdien og omfanget av bruken av veien og knytte til om lag 1 100 mrd. kroner.<sup>32</sup>

<sup>31</sup> SSB (2025). *Innenlandsk transport*

<sup>32</sup> Menon (2023). *Verdien av veien*.

### 6.1.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester

Veitransporten er i stor grad avhengig av satellittbaserte PNT-tjenester. Disse tjenestene inngår i en rekke sentrale funksjoner og systemer i sektoren. Nedenfor beskrives hvordan slike tjenester brukes i veitransporten, og hvilken betydning de har for både persontransport, godstransport og tilhørende støttefunksjoner. Innenfor veitransport benyttes PNT-tjenester til blant annet:

- Navigasjonssystem for trafikanter
- Flåtestyring i transport- og logistikkbransjen
- Anleggs- og entreprenørbransjen

#### Navigasjonssystem for trafikanter

Satellittbaserte PNT-tjenester er blitt en integrert del av kjøreturen for mange private trafikanter på det norske veinettet. De aller fleste trafikanter har i dag tilgang til GNSS-basert navigasjon gjennom ulike mobilapper som Google Maps eller gjennom integrerte navigasjonssystemer i kjøretøyet. Kjernen i systemet er en GNSS-mottaker som beregner kjøretøyets posisjon med 3–5 meters nøyaktighet. Systemet kombinerer dette med digitale kartdata og sanntids trafikkinformasjon for å beregne raskeste eller korteste kjørerute.

PNT-tjenester gir samfunnsøkonomiske gevinster gjennom mer effektiv ressursbruk, redusert tidsforbruk og lavere eksterne kostnader. For det første bidrar navigasjonssystemene til redusert reisetid ved å foreslå optimaliserte ruter basert på det eksisterende veinettet og oppdatert trafikkinformasjon. Dette gir kortere gjennomsnittlig reisetid for både privat- og yrkestrafikk, i tillegg til at det oppstår positive eksterne virkninger da kødannelsen totalt sett reduseres ved at enkelte bilister navigeres utenfor de mest trafikkerte veiene.<sup>33</sup> I tillegg fører systemene til redusert drivstofforbruk og mindre slitasje på kjøretøy og veiene, og gir kontinuerlig kjøreveiledning med informasjon om veivalg og rute. Dette innebærer at sjåfører informeres i sanntid om avkjøringer, korrekt kjørefil og gjenstående distanse, for å minimere feilkjøringer og omkjøringer.

#### Flåtestyring i transport- og logistikkbransjen

I likhet med private trafikanter har kommersielle kjøretøy interesse av å planlegge og kjøre den mest effektive kjøreruten. Transport- og logistikkbransjen bruker derfor mange av de samme teknologiske løsningene som private navigasjonssystemer. Anvendelsen er likevel mer avansert, systematisk og integrert i flåtestyringen i et kommersielt selskap. Av bedriftsøkonomiske hensyn har logistikk-selskap enda større interesse i å benytte oversikt- og planleggingsverktøy til å fastsette leveringsrekkefølger, hensynta kø og stengte veier eller redusere kjøring uten last.

Store transportbedrifter slik som Vy buss og Posten benytter algoritmer for flåteoptimalisering som reduserer både drivstoff- og tidsforbruk. I tillegg gir PNT-tjenestene verdi gjennom å gi selskapene en enklere måte å overvåke bruken av kjøretøyene, slik at preventive vedlikeholdstiltak kan gjennomføres raskere og mer systematisk. Mer avansert bruk av verktøyene og logistikkplanlegging av større flåter gjør det mulig å øke utnyttelsesgraden av kjøretøy, ettersom det er behov for færre kjøretøy i beredskap og kjøretøyene som er operasjonelle opplever færre forsinkelser. Samlet gir PNT-tjenestene lavere ressursbruk og økt verdiskaping i transportsektoren, samt positive eksterne virkninger gjennom bedre trafikkflyt.

---

<sup>33</sup> Kø regnes som en negativ eksternalitet siden bruk av veinettet påfører andre trafikanter økt tidsbruk uten at dette internaliseres i beslutningen om å kjøre. Bruk av navigasjonssystemer med sanntids trafikldata reduserer slike kostnader ved å fordele trafikken mer effektivt i veinettet og dermed dempe kødannelser og forsinkelser samlet sett.

## Anleggs- og entreprenørbransjen

Statens vegvesen bruker i likhet med de andre aktørene i anleggs- og entreprenørbransjen PNT-tjenester som et grunnleggende verktøy i planlegging, bygging og vedlikehold av nye veier og annen infrastruktur. Satellittbaserte tjenester gjør det mulig å anskaffe presis posisjonering og benytte dette til maskinstyring under utbygging. I Norge er utbygging, drift og vedlikehold av riks- og fylkesveier organisert som et samarbeid mellom Statens vegvesen og private entreprenører. Ettersom selve byggingen utføres av entreprenørbransjen, gjennom åpne anbuds konkurranser, er teknologi i stor grad adoptert på dette feltet, og anvendes i mange deler av prosessen for å optimalisere utbyggingen. Teknologiadopsjonen har medført at PNT-tjenester er helt kritiske for entreprenørene og deres operasjoner.

Ved utbygging av nye veier brukes GNSS-baserte systemer til blant annet **stikking, oppmåling, posisjonering og maskinstyring**. I hovedsak foregår dette gjennom ulike maskiner (gravere, dozere, asfaltleggere m.m.) som er utstyrt med mottakere og sensorer. Systemene etablerer deretter en virtuell, dynamisk modell av omgivelsene, ved hjelp av geodata, sensordata og PNT-tjenestene. Dette bygges sammen til en «digital tvilling» som speiler omgivelsene i sanntid, slik at anleggsføreren kan overvåke og analysere fremdriften i prosjektet på en presis og trygg måte. I tillegg benyttes PNT-tjenester til å effektivisere arbeidet med stikking og oppmåling, som tidligere måtte bli plassert manuelt eller ved bruk av en totalstasjon.

### 6.1.2 Konsekvenser ved bortfall

Et bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester ville relativt raskt gi betydelige konsekvenser for hele veisektoren. Som allerede vist har både private trafikanter, kommersielle selskap og entreprenører i utbyggingsbransjen integrert bruken av PNT-tjenester i det daglige. Et bortfall vil derfor medføre betydelige trafikkforstyrrelser og forsinkelser i utbygging av ny infrastruktur. Felles for disse områdene er økt tidsbruk, høyere kostnader, reduserte sikkerhetsmarginer og lavere produktivitet.

For private trafikanter vil bortfall av navigasjonstjenestene medføre at man mister muligheten til veinavigasjon og digital ruteplanlegging. For trafikanter som i hovedsak kjører i kjente områder og langs større veiakser vil konsekvensene trolig være begrensede i begynnelsen. Det er likevel realistisk at når flere må basere seg på manuell navigasjon så vil antall omkjøringer og ineffektive veivalg øke. Samtidig vil tilgjengeligheten på oppdatert trafikkinformasjon om kødannelse reduseres, noe som vil redusere trafikkflyten for alle trafikanter. Dette vil medføre at kødannelsen øker i tettbebygde områder. Samlet vil reisetiden øke for alle trafikanter, spesielt i befolkningstette strøk og høyt trafikkerte innfartsårer til storbyene. Konsekvensene forventes å være størst i begynnelsen, for så gradvis avta når aktørene tilpasser seg.

Transport- og logistikkbransjen vil raskt merke konsekvensene av tap av sanntidssporing på kjøretøy dersom PNT-tjenester faller bort. Vy buss opererer en stor flåte med busser langs noen av de mest trafikkerte veiene i Norge. Å miste posisjoneringstjenestene på kjøretøyene vil medføre betydelig risiko for forsinkelser, som selskapet ikke vil kunne overvåke like enkelt. I forlengelsen av dette kan kjøretøy som ikke er på riktig plass ved oppstart av ny rute føre til ytterligere forsinkelser. På lang sikt kan dette skape større konsekvenser for de reisende. Bortfall av muligheter for ruteoptimalisering vil medføre økte kostnader og redusert effektivitet som følge av lengre kjøreruter, mer tomkjøring og økt drivstofforbruk. Som alternativ må selskapene og sjåførene belage seg på å bruke forhåndsplanlagte ruter og manuelle veivalg med redusert effektivitet.

Et bortfall vil redusere presisjon og effektivitet i anleggs- og entreprenørbransjen. Maskinstyring, stikking og terrengmåling må utføres manuelt, noe som gir økt ressursbruk. Effektiviteten vil reduseres umiddelbart ved bortfall, siden arbeidet vil gå betydelig tregere og kreve flere operatører. Som

reserveløsning vil bransjen falle tilbake på bruken av totalstasjoner<sup>34</sup> som ikke krever satellittsignaler, men som medfører tidkrevende landmåling og fysisk oppmerking. Ved et bortfall vil entreprenørene dermed ha behov for å anskaffe ekstra utstyr, og etablere nye rutiner for bruk av totalstasjoner. I tillegg vil dokumentasjon og loggføring ikke lenger gjøres automatisk, slik at myndighetenes mulighet for å kontrollere arbeidet faller bort. Dette medfører en større risiko for feil i ferdig utbygd infrastruktur, eller at arbeidet forsinkes ytterligere.

### 6.1.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

Konsekvensene ved et bortfall av PNT-tjenester vil oppstå relativt raskt i veisektoren ettersom bilister ikke vil motta oppdatert trafikkinformasjon og satellittnavigasjon for raskeste rute frem til destinasjonen, og for entreprenører som ikke vil kunne bruke utstyret på en optimal måte. I tillegg kommer økte distanseavhengige kostnader knyttet til drivstoff og kapitalkostnad. Den samlede kostnaden ved et bortfall av PNT-tjenester i 7 dager er anslått til **229,9 millioner kroner**.

**Tabell 6-2: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen veisektoren. Kilde: Menon Economics.**

Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall	
Økt reisetid for trafikanter	102,0 millioner
Økte distanseavhengige kjøretøykostnader	25,9 millioner
Økt kødannelse i storbyer	22,4 millioner
Redusert effektivitet hos entreprenører	79,6 millioner
<b>Totalt</b>	<b>229,9 millioner</b>

Kostnaden knyttet til økt reisetid for trafikanter tar utgangspunkt i den totale kjørelengden i 2024 på 46,6 milliarder kilometer.<sup>35</sup> Dette gir et tidsestimat på om lag 220 timer per trafikant.

Det eksisterer ikke kilder som oppgir nøyaktig hvor stor andel av den norske befolkningen som bruker satellittbasert navigasjon i forbindelse med bilkjøring. Internasjonale studier viser at opp mot 40 prosent av trafikantene benytter karttjenester.<sup>36</sup> Andre undersøkelser viser at Google Maps har om lag 1,1 millioner ukentlige brukere i Norge.<sup>37</sup> Norge har i tillegg en relativt høy andel elbiler, som ofte leveres med integrerte, satellittbaserte navigasjonssystemer. I 2024 utgjorde elbiler om lag 89 prosent av alle førstegangsregistrerte biler, og rundt 27 prosent av den totale personbilparken.<sup>38</sup> Dette indikerer at bruken av satellittbaserte navigasjonstjenester i Norge kan være relativt høy. Basert på dette anslås det at om lag 30 prosent av kjøreturene i Norge benytter satellittbaserte navigasjonstjenester gjennom kart- og navigasjonsapplikasjoner.

For å anslå prosentvis tidsbesparelse fra satellittbaserte karttjenester viser analysen til en studie som estimerte en reduksjon i reisetid på 6,5 prosent.<sup>39</sup> For å fastsette en kroneverdi på tidsbruken benyttes et vektet gjennomsnitt på 275 2020-kr per time fra tidsverdiene fra SVVs håndbok.<sup>40</sup> I tillegg tas det hensyn personbelegg for de ulike reisehensiktene. Kostnaden knyttet til økt reisetid beregnes derfor til

<sup>34</sup> Totalstasjon: Et landmåleinstrument som måler avstand, vinkler og høyder mellom faste punkt på bakken. Brukes til oppmåling i områder der PNT er utilgjengelig, for eks. tunneler. Les mer på [totalstasjon – Store norske leksikon](#).

<sup>35</sup> SSB (2024). Tabell 12575: Kjørelengder, etter alder, statistikkvariabel, år og kjøretype.

<sup>36</sup> Se for eksempel Motor Finance Online (2022) og StudyCountry. (2025).

<sup>37</sup> SensorTower (2024).

<sup>38</sup> SSB (2025) Elbilstatistikken viser nyeste tall for elbiler i Norge.

<sup>39</sup> Arora, N. m.fl. (2021)

<sup>40</sup> Statens vegvesen (2021). *Konsekvensanalyser*

om lag **102 millioner kroner**. I tillegg kommer kostnader knyttet til økt kjørelengde, som medfører kostnader knyttet til drivstoff, slitasje, vedlikehold og verdiforringelse. Slike kostnader anslås å øke med 5 prosent, basert på at bortfall av sanntidsnavigasjon og trafikkoptimalisering gir noe lengre kjøreruter, flere omkjøringer og mer ineffektivt kjøremønster, uten at transportarbeidet øker drastisk. Gitt SVVs satser for distanseavhengige kjøretøykostnader anslås kostnadene til om lag **26 millioner kroner**. Analysen beregner også økte kostnader som følge av kødannelse, hvor det er tatt utgangspunkt i de byene i Norge som har mest kø.<sup>41</sup> Basert på kjøretøykilometer for disse byene, samt en økning i reisetid på 5 prosent som følge av kødannelse, anslås kostnadene til **22 millioner kroner**.

For å beregne kostnadene knyttet til forsinkelser og redusert effektivitet knyttet til veiutbygging, tar analysen utgangspunkt i den samlede bevilgningen til investeringer i ny infrastruktur over statsbudsjettet<sup>42</sup>. I tillegg gjøres det et anslag på investeringer i kommunale veier over kommunenes budsjett.<sup>43</sup> Samlet var investeringene i 2024 på om lag 27 mrd. kroner.

Innen veibygging vil bortfall av PNT ikke medføre full stans, men primært påvirke de delene av anleggsarbeidet der GNSS-basert maskinstyring, innmåling og digital dokumentasjon benyttes for å opprettholde presisjon. Dette gjelder særlig produksjonstunge aktiviteter som masseflytting, finplanering og grøfte- og dreneringsarbeider. Det anslås at 30 prosent av utgiftene påvirkes av PNT-bortfallet, basert på blant annet SVVs beskrivelse av bygging av veier, bruer, tunneller m.m.<sup>44</sup> Effektivitetstapet oppstår primært som følge av at arbeidsprosesser som normalt er automatiserte eller sterkt støttet av sanntidsposisjonering, må gjennomføres ved mer manuelle og ressurskrevende metoder. Produktivitetstapet ved et bortfall anslås til 50 prosent, basert på at de nevnte aktivitetene er avhengig av GNSS-basert maskinstyring, slik at overgangen til manuelle metoder vil redusere fremdriften betydelig, uten å medføre full stans i arbeidet. Dette forutsetter at en andel av de automatiserte arbeidsprosessene erstattes av manuelle metoder på kort sikt, men med lavere effektivitet. Begrenset tilgang på riktig kompetanse, tilgjengelig arbeidskraft med erfaring i manuelle oppmålings- og maskinstyringsmetoder og nødvendig utstyr kan innebære at omstillingen tar tid, og at effektivitetstapet blir betydelig umiddelbart etter et bortfall. Kostnadene ved bortfall av PNT-tjenester for anleggsnæringen i veisektoren anslås til **79,6 millioner kroner**.

Innen veisektoren ligger tallene i London Economics' rapport høyere enn våre. En del av forklaringen er at Storbritannia har et større og tettere trafikkert veisystem, noe som gjør effektene av forsinkelser og kapasitetsreduksjoner mer omfattende enn i Norge.

## 6.2 Luftfart

Satellittbaserte PNT-tjenester brukes allerede i stor grad i luftfarten, både for å **optimalisere ruteplanlegging** og i arbeidet med å **effektivisere avgangs- og landingsoperasjoner**. Satellittsignalene gir flyene, pilotene og flysikringstjenesten tilgang til presis posisjon, navigasjon og tid, noe som er avgjørende for at trafikkavviklingen foregår på en effektiv og sikker måte. Dette gir også muligheter for å optimalisere utnyttelsen av luftrommet og opprettholde aktiviteten under krevende vær- og siktforhold. Luftfartssektoren har kommet relativt langt i bruken av teknologiske løsninger og setter strenge krav til funksjonalitet, nøyaktighet, samhandling og kontinuitet i navigasjonssystemene, som gjør PNT-tjenester en viktig komponent i optimaliseringen.

---

<sup>41</sup> Teknisk ukeblad (2014)

<sup>42</sup> Statsregnskapet.dfo.no (2025)

<sup>43</sup> SSB (2025). Tabell 11816.

<sup>44</sup> Statens vegvesen. (2025). *Prosesskoden R761: Standard prosessbeskrivelse for veganlegg*.

Teknologiutviklingen i luftfarten er drevet av omfattende internasjonale krav og standarder, fastsatt av den internasjonale organisasjonen for sivil luftfart (ICAO) og gjort bindende i Europa gjennom EU, Det europeiske flysikkerhetsbyrået (EASA) og Eurocontrol. Regelverket er tatt inn i norsk rett gjennom EØS-avtalen og stiller strenge krav til utvikling, drift og bruk av navigasjons- og overvåkingssystemer. Disse rammebetingelsene har vært en sentral pådriver for overgangen fra tradisjonelle, bakkebaserte systemer til satellittbaserte løsninger, som reduserer behovet for kostbare lokale installasjoner og muliggjør mer effektiv bruk av luftrommet. Overgangen er viktig for Single European Sky (SES), som har som mål å samordne og effektivisere europeisk luftrom, og i det operative rammeverket Performance Based Navigation (PBN), som pålegger europeiske flyplasser og flyselskaper å fase ut bakkebaserte systemer (EU-forordning 2018/1048).

Overgangen til satellittbaserte systemer og PBN korter ned og gir mer drivstoffeffektive innflygninger. Det gir store gevinster for den europeiske luftfarten gjennom bedre regularitet, mer presise landingsprosedyrer og redusert beslutningshøyde for flyene. For Norge er dette særlig relevant fordi PBN muliggjør kurvede innflygninger som tilpasses krevende topografi og værforhold. Samtidig medfører overgangen og de potensielle besparelsene ved å gå vekk fra bakkebaserte systemer at luftfarten blir stadig mer avhengig av GNSS og satellittbaserte systemer. Et eksempel er den nye lufthavnen i Mo i Rana, som bygges uten tradisjonelle systemer eller et lokalt flytårn og skal fjernstyres fra Bodø lufthavn. Moderniseringen driver frem i et raskt tempo drevet av ønske om effektivisering og kostnadsreduksjon, uten at det stilles tilsvarende krav til beredskapsløsninger som kan sørge for fortsatt drift dersom satellittsignalene faller bort.

### **6.2.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester**

Nedenfor følger en omtale av hovedområder der satellittbaserte PNT-tjenester brukes i luftfarten. Disse er fremhevet fordi satellittbasert navigasjon og tidsbestemmelse på disse områdene er verdiskapende og kritiske funksjoner for luftfarten gjennom økt regularitet, punktlighet og kapasitet i luftrommet. Det er likevel flere områder som påvirkes eller avhenger av PNT-tjenestene. Enkelte av de mindre sentrale områdene er omtalt senere som ikke-verdsatte effekter av PNT-bruk i luftfarten. De tre hovedområdene er:

- Rutenavigasjon fra underveistjenesten i luftrommet
- Innflygning og landingsprosedyre på flyplassen
- Overordnet styring av flytrafikken

#### **Rutenavigasjon fra underveistjenesten i luftrommet**

Et viktig bruksområde for PNT-tjenester i luftfarten er rutenavigasjon, som omfatter den delen av flygningen hvor flyet forflytter seg mellom avgangslufthavnen og sin destinasjon. I denne fasen av flyturen ligger flyet i en bestemt marsjhøyde og følger forhåndsdefinerte ruter i luftrommet. Her brukes satellittbasert navigasjon til å gi kontinuerlig og nøyaktig informasjon om flyets posisjon, høyde, fart og retning. Dette gir flyene mulighet til å navigere mer nøyaktig, siden kontinuerlige og presise posisjonsdata fra satellitter er mer nøyaktige enn tradisjonelle bakkebaserte systemer som kun sender ut signaler fra én fast installasjon. Flyene kan dermed benytte kortere og mer direkte ruter, noe som reduserer flytiden og drivstofforbruket underveis. I tillegg blir det mulig å fly med mindre separasjon mellom fartøyene siden presisjonen på dataen er høyere. Dette bidrar til å øke luftromskapasiteten, noe som reduserer forsinkelser og forbedrer trafikkflyten. Satellittbasert rutenavigasjon bidrar dermed til verdiskaping og effektivisering i norsk luftfart, som til tider kan være spesielt avhengig av disse tjenestene fordi vær og vind varierer veldig, noe som krever fleksibel ruteplanlegging underveis.

## **Innflygning og landingsprosedyre på flyplassen**

Satellittbaserte PNT-tjenester er også spesielt viktig for innflygning og landing, som er den mest krevende og sikkerhetskritiske delen av flygningen. I denne fasen går flyet ut av en forhåndsdefinert rute i marsjhøyde og starte turen nedover mot rullebanen. Der oppstår det i større grad utfordringer knyttet til skiftende værforhold, turbulens og terreng, som stiller høyere krav til presis navigasjon, stabilitet og kontinuitet i signalene. Satellittbasert navigasjon er også viktig for instrumentbaserte avgangs- og ankomstprosedyrer (SID/STAR), der flyene følger presist definerte ruter inn og ut fra lufthavnen for å ta hensyn til terreng, støy og annen trafikk. Det er likevel under innflygningen at betydningen er størst, ettersom flyet må følge en nøyaktig vertikal og horisontal profil på vei ned, med små feilmarginer, og betydelige konsekvenser ved avvik. PNT-tjenester gjør det mulig med mer presise innflygingsprosedyrer siden presisjonen er vesentlig høyere enn bakkebaserte systemer. I Norge blir dette ekstra synlig siden enkelte flyplasser ligger i områder med topografiske utfordringer som gjør det vanskelig eller umulig å etablere tradisjonelle instrumentlandingsystemer. Det er også større mulighet for å benytte kurvede innflygninger eller innflygninger nærmere terrenget enn tidligere (presisjonsinnflygning). Samlet bidrar PNT-systemene til at flere innflygninger kan gjennomføres og at beslutningshøyden reduseres, noe som øker regulariteten i norsk luftfart. Dermed opplever norske passasjerer færre kanselleringer og omdirigeringer, særlig ved dårlig vær, mørke og lav sikt. I tillegg reduseres behovet for bakkebasert infrastruktur, noe som gir lavere kostnader knyttet til installasjon og drift.

### **Overordnet styring av flytrafikken**

Til slutt spiller satellittbaserte PNT-tjenester også en sentral rolle i overvåking av luftrommet og i styringen av flytrafikken i det norske luftrommet. Moderne overvåkingssystemer håndterer flytrafikken med stor grad av presisjon, tett koordinering og digital samhandling på tvers av hele Europa. Informasjonen håndteres av ADS-B-systemet (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast) der flyet selv beregner og sender ut sin posisjon, fart og høyde ved hjelp av satellittbaserte signaler. Informasjonen sendes direkte til Avinor, andre fly i samme luftrom og internasjonale datasentraler. Det gir et langt mer presist og oppdatert bilde av flytrafikken enn det som er mulig med kun radarbasert overvåking. Der rutenavigasjonen beskrevet over forbedrer flyets evne til å bevege seg effektivt, handler ADS-B og luftromsovervåkingen om fysikringstjenestens evne til å overvåke og håndtere trafikken effektivt. I tillegg benyttes PNT-tjenester til tidssynkronisering i kommunikasjon- og overvåkingssystemene, noe som er nødvendig for at digitale meldinger, datalinjer og fjernstyrte tårn skal fungere stabilt og samordnet. Slik er trafikkstyringen og kapasiteten i økende grad basert på satellittnavigasjon, noe som gjør det mulig å håndtere flere fly i luftrommet uten at det går på bekostning av sikkerheten.

#### **6.2.2 Konsekvenser ved bortfall**

Et bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester vil i utgangspunktet ikke medføre fare for flysikkerheten i det norske luftrommet. Sikkerheten vil opprettholdes fordi Avinor og flyene har alternative navigasjonsprosedyrer og radionavigasjon som gjør det mulig å gjennomføre sikre innflygninger og lande på en kontrollert måte, så lenge forholdene tillater det. Sikkerhetssystemene er robuste nok til å håndtere et plutselig bortfall av GNSS.

Regulariteten, kapasiteten og effektiviteten i lufttrafikken reduseres derimot betydelig, ettersom fly og fysikringstjenesten må gå over til mindre presise og mer ressurskrevende prosedyrer. Dette innebærer større separasjonsavstander, lengre ruter, redusert fleksibilitet og høyere arbeidsbelastning i både cockpit og kontrolltjenesten. Samlet gjør dette at de mest umiddelbare og merkbare konsekvensene av et PNT-bortfall er forsinkelser, omdirigeringer, kanselleringer og kapasitetsreduksjoner, selv om selve flysikkerheten fortsatt ivaretas.

Som nevnt tidligere er rutenavigasjonen optimalisert rundt satellittbaserte posisjonering og navigasjon, slik at et bortfall av GNSS-signaler vil få store konsekvenser for effektiviteten i flygningen. Uten satellittbaserte signaler må flyene basere seg på navigasjonen på tradisjonelle, bakkebaserte systemer, noe som innebærer at flyene må følge lengre og mindre fleksible ruter. Ved bortfallet vil navigasjonsdisplayene i cockpit umiddelbart markere at GNSS-posisjon ikke lenger er tilgjengelig, og automatisk bytte til interne systemer som beregner posisjon basert på hastighet og retning. Løsningen ivaretar sikkerheten, men presisjonen reduseres over tid. Det er dermed flygeleder og trafikkstyringen som får størst utfordring når signalene bortfaller, da ADS-B-systemene vil miste nøyaktig posisjon, som ikke kan sendes til Avinor eller andre fly i nærheten. Dette fører til økt separasjonsavstand mellom flyene. På bakken må også avgangs- og landingssekvenser håndteres med større sikkerhetsmargin, noe som ytterligere reduserer kapasiteten. Ved et bortfall er det altså teoretisk mulig å opprettholde avganger og driften med redusert kapasitet, men i praksis vil flygelederne måtte redusere eller midlertidig stoppe avviklingen mens årsaken til bortfallet avklares, slik at kapasitetsreduksjonen blir større enn det systemteknisk sett er nødvendig.

Innflygning og landing er den mest presisjonskrevende delen av flyturen. Likevel kan også denne delen av flygningen opprettholdes ved et bortfall. De generelle kravene til navigasjonsnøyaktighet vil ikke være oppfylt ved et bortfall, noe som gir økt beslutningshøyde.<sup>45</sup> På dager med godt vær vil dette ha begrensede konsekvenser, ettersom flyet fremdeles kan lande som normalt siden sikten er god nok til å se rullebanen over beslutningshøyden. I tilfeller der været og sikten ikke er god nok vil bortfallet derimot føre til flere avbrutte landinger og omdirigeringer. Dette vil medføre problemer spesielt på de flyplassene på kortbanenettet som ikke har bakkebaserte systemer eller har utfordrende terreng. I slike tilfeller kan enkelte flyplasser oppleve å bli midlertidig stengt og fly må omdirigeres til alternative flyplasser.

I tillegg til konsekvensene som påvirker hvert enkelt fly sin evne til å navigere og lande dersom PNT-tjenestene faller bort, vil også grunnlaget for flysikringens evne til å overvåke og koordinere flytrafikken påvirkes. Avinor flysikring, som overvåker all sivil lufttrafikk i norsk luftrom, vil miste presis og kontinuerlig posisjonering på flyene. Dette fører til at flygeleder må bruke manuelle beregninger og gi flere manuelle instruksjoner til flyene underveis. Dette gjør arbeidet mer krevende og øker arbeidsbelastningen for tårntjenestene. Den systematiske belastningen vil skape operasjonelle konsekvenser for alle flyene som har avgang i denne perioden, ettersom kapasiteten samlet sett reduseres. Spesielt på de store flyplassene (Oslo, Trondheim, Stavanger, Bergen) kan dette føre til flere forsinkelser og høyere kostnader.

### 6.2.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

Et bortfall av PNT-tjenester vil ramme luftfarten bredt og raskt, og føre til store velferdstap for de reisende gjennom økt usikkerhet, forsinkelser og kanselleringer, særlig på flyplasser der GNSS-baserte prosedyrer er avgjørende for regulariteten. De samfunnsøkonomiske kostnadene ved bortfall av PNT-tjenester skyldes i hovedsak konsekvensene som oppstår i form av kanselleringer, forsinkelser og flere fly som står på bakken. Disse er beregnet til om lag **143 millioner kroner per uke**.

**Tabell 6-3: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen luftfartens. Kilde: Menon Economics.**

Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall	
Operatørkostnader	23,9 millioner

<sup>45</sup> Beslutningshøyden ved innflygning er den laveste høyden flyet kan synke til under innflygning før piloten må ha visuelle referanser til rullebanen. Dersom disse ikke er etablert på denne høyden, skal innflygingen avbrytes (go-around).

Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall	
<b>Passasjerkostnader (forsinkelser)</b>	23,4 millioner
<b>Passasjerkostnader (kanselleringer)</b>	95,6 millioner
<b>Totalt</b>	<b>142,9 millioner</b>

Kostnadene er beregnet med utgangspunkt i antall flygninger fra Norske lufthavner, det vil si om lag 37 millioner passasjerer og 37 000 flygninger, hvorav 54 prosent var innlandsflygninger i 2024.

Den norske lufthavnstrukturen består av et nettverk av både store flyplasser og et omfattende kortbanenett med over 40 mindre, regionale flyplasser. Oslo Lufthavn (OSL) er knutepunktet i nettverket og håndterer flest avganger. Den desentraliserte strukturen, med mange små og værutsatte lufthavner, innebærer at luftfarten i stor grad er avhengig av GNSS-baserte PNT-tjenester for å opprettholde regularitet og tilgjengelighet. De største lufthavnene har betydelig redundans og robuste sikkerhetsmekanismer, herunder bakkebaserte navigasjonshjelpemidler og prosedyrer. Dette gjør det mulig å opprettholde drift også ved redusert tilgang til GNSS. For å skille mellom lufthavner med redundans mot et GNSS-bortfall, og de mindre, regionale lufthavnene, tar analysen utgangspunkt i en todeling av lufthavnene. Basert på denne delingen mellom flyplasser som er avhengig av GNSS-signaler, og de flyplassene som er mindre avhengig, fordeles antall passasjerer og flygninger i 2024, både innlands og utlands, i henhold til tabellen under.

**Tabell 6-4: Antall passasjerer og antall flygninger i Avinor (2024)**

	Innlands		Utlands	
	Passasjerer	Flygninger	Passasjerer	Flygninger
<b>Lite GNSS-avhengige flyplasser</b>	12 939 683	145 560	21 665 905	169 094
<b>GNSS-avhengige flyplasser</b>	2 444 626	59 510	140 230	947

Analysen forutsetter at bortfall av PNT-tjenester fører til kansellering av om lag 1 prosent av flygningene ved de største lufthavnene, mens ved regionale, GNSS-avhengige lufthavner er anslaget 20 prosent. Forskjellen reflekterer at de største lufthavnene har betydelig teknisk og operativ redundans, blant annet gjennom bakkebaserte navigasjonssystemer og høyere trafikkfrekvens, som gjør det mulig å opprettholde drift også ved bortfall av GNSS. Ved mindre lufthavner er derimot presise GNSS-baserte innflygingsprosedyrer avgjørende for regularitet, og bortfall av PNT gir derfor langt større sannsynlighet for kansellering, særlig under krevende værforhold.<sup>46</sup> Samlet fører dette til om lag 250 kanselleringer i løpet av en uke, i hovedsak som følge av innenriksflyvninger fra regionale, GNSS-avhengige lufthavner.

Videre forutsetter analysen en økning på om lag 20 prosent forsinkelser for flygningene både ved store og mindre lufthavner. Denne antakelsen reflekterer at redusert navigasjonspresisjon og mindre fleksible operative prosedyrer gir kapasitetsreduksjon og kø-oppbygging i luftrommet og på bakken, noe som påvirker hele luftfartsnettverket uavhengig av lufthavnstørrelse. Økningen er lagt til grunn som et konservativt scenarioanslag, basert på erfaringer med kapasitetsreduksjon ved innføring av strengere separasjonskrav og mindre fleksible prosedyrer. Samlet anslås bortfallet av PNT-tjenester til at om lag 1 500 flygninger blir forsinket. Det legges til grunn at forsinkelsene utgjør i gjennomsnitt 15

<sup>46</sup> Avinor (2023) PBN Transition plan Norway.

minutter per flygning ved de store mer robuste lufthavnene med redundans, og 30 minutter per forsinkede flygning på de regionale, mer værutsatte og mindre robuste flyplassene.

For å beregne passasjerkostnadene knyttet til disse forsinkelsene benyttes TØI tidsverdiene for fly på 495 2018-kroner per time, omregnet til 611 2024-kroner.<sup>47</sup> For kansellerte fly benyttes anbefalt ulempe for kansellering av fly på 11,8 timer fra TØI-rapporten. For operatørkostnadene er det lagt til grunn en tidsverdi på 45 euro per minutt flyene står ved gaten, i henhold til Eurocontrol sine anbefalinger.<sup>48</sup>

For luftfart er våre anslag er høyere enn de i London Economics' rapport. Dette må ses i lys av at luftfarten spiller en særskilt viktig rolle i det norske transportsystemet, både på grunn av lange avstander, krevende topografi og begrensede alternative transportformer. I deler av landet er fly den primære transportformen for både persontrafikk, næringsliv og beredskap. Et bortfall av GNSS vil derfor gi relativt større operasjonelle konsekvenser i Norge enn i Storbritannia, hvor det finnes et tettere og mer utbygget alternativt transportnett.

## 6.3 Jernbane

Jernbanesektoren i Norge er i liten grad avhengig av satellittbaserte PNT-tjenester for de sikkerhetskritiske funksjonene i sektoren. De mest sentrale funksjonene knyttet til jernbanedriften, som togdeteksjon, posisjoneringsbestemmelse og tidssynkroniseringen, håndteres gjennom bakkebaserte og lukkede systemer som ikke påvirkes av et GNSS-bortfall.

Samtidig brukes GNSS i støttesystemer, energioppfølging, passasjerinformasjon og vedlikeholdsprosesser uten at de sikkerhetskritiske funksjonene blir berørt. Avhengigheten av PNT-tjenester i de ikke-kritiske funksjonene kan på sikt øke i takt med at ERTMS (nytt signalsystem) fases inn og infrastrukturen i sektoren blir mer digitalisert.

### 6.3.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester

Togoperatørene i Norge er ikke avhengig av GNSS for sin operative togdrift. De primære, sikkerhetskritiske posisjonskildene, slik som sporledninger og akseltellere, har ikke behov for koordinater i terrenget for å lokalisere togenes posisjon. I stedet trenger jernbanesektoren kun å vite hvor toget befinner seg på selve jernbaneinfrastrukturen, altså på hvilket avsnitt av sporet. Hver sporledning dekker en del av sporet, og registreres som «opptatt» dersom toget kommer inn på den delen av sporet.

I enkelte ombordløsninger brukes GNSS likevel som assistanse for å loggføre hvor toget befinner seg i sanntid. Enkelte av operatørene har selv valgt å installere egne GPS-enheter for å forbedre sin egen flåtestyring og kunne gi bedre informasjon om forsinkelser til de reisende. Disse systemene er installert som et supplement til den bakkebaserte togposisjoneringen som kommer fra Bane NORs infrastruktur. Gevinsten ved bruk av slike løsninger er knyttet til mer presise estimer for ankomsttid, som bidrar til å redusere forsinkelser som følge av at avvik fanges opp tidligere.

Videre benytter alle de elektriske togene GNSS-signaler til å fastslå posisjon slik at energimålere kan registrere energiforbruket og koble dette opp til geografisk posisjon, dvs. riktig strømregion og prisområde. GNSS brukes til å plassere togenes energiforbruk til riktig prisområde (NO1-NO5) og sørge

---

<sup>47</sup> Jernbanedirektoratet (2025). *Kostnadsmodeller for transport og logistikk*

<sup>48</sup> Eurocontrol (2022) *Cost of delay*.

for at dataene sendes til riktig avregningsansvarlig. Dette sørge for at energikostnaden fordeles riktig mellom operatører og nettområder.

Som omtalt over utgjør veitransporten den klart dominerende delen av det norske transportsystemet. Jernbanen representerer isolert sett en relativt begrenset andel av samlet persontransport, med om lag 6 prosent av transportarbeidet i 2024.<sup>49</sup> Det norske jernbanenettet omfatter rundt 4 100 kilometer spor, sammenlignet med det britiske hovednettet på om lag 16 000 kilometer. Tilsvarende ble det i 2024 gjennomført om lag 81 millioner togreiser i Norge, mot over 1,6 milliarder reiser i Storbritannia.<sup>50</sup> Dette indikerer at den samlede samfunnsøkonomiske betydningen av PNT-tjenester i jernbanesektoren, målt i omfang og bruk, er mer begrenset i Norge enn både i veisektoren og i land med et mer omfattende og intensivt jernbanesystem som Storbritannia.

### 6.3.2 Konsekvenser ved bortfall

De sikkerhetskritiske funksjonene i jernbanedriften påvirkes ikke direkte av et bortfall av GNSS. Togene kan kjøres som normalt ved et bortfall, og den overordnede trafikkstyringen påvirkes ikke. I tillegg vil togoperatørene få mindre presis sanntidsinformasjon fra togene, som fører til mindre presis passasjerinformasjon. Dette vil ikke medføre betydelige følgekonskvenser, og sannsynligheten for kansellerte avganger er lav. Likevel vil den manglende informasjonen og mulighetene til å rette avvik raskt føre til at antall forsinkelsestimer, og i enkelte tilfeller kanselleringer.

Konskvensene ved bortfall vil være synlige knyttet til enkelte av støttefunksjonene i sektoren, særlig for energiavregning og vedlikeholdsarbeidet. De aller fleste elektriske tog i Norge har energimålere om bord. Disse energimålerne bruker GNSS til å knytte energiforbruket til riktig geografisk posisjon, det vil si prisområdet toget befinner seg i. Dersom de GPS-baserte energimålerne mister sin primære posisjonskilde, må posisjonsdata og energimåling korrigeres manuelt eller basert på estimater med lavere presisjon. Dette kan skape merkostnader for Bane NOR og økt risiko for avregningsfeil på sikt.

Vedlikeholdsarbeidet vil også oppleve redusert effektivitet ved et bortfall av PNT-tjenester, ettersom midlertidige hastighetsnedsettelse må fastsettes lokalt. GNSS-baserte posisjonssignaler kan bidra med nøyaktig kartlegging av spor og infrastrukturen, og dermed lokalisering av feil og slitasje i sporet. Dette kan i neste omgang muliggjøre at korrigerende vedlikehold gjennomføres raskere og med mindre tid brukt i sporet. Det kan gi raskere gjennomføring av arbeid på spor der strekningen må stenges helt, eller raskere oppheving av hastighetsnedsettelse der togene må kjøre saktere på strekningen.

Avhengighet av PNT-tjenester, og konskvensene ved bortfall, vil trolig øke i tiden fremover når digitale løsninger og ERTMS i større grad integreres i infrastrukturen. For eksempel vil utviklingen av ASTP - *Advanced Safe Train Positioning* forbedre togposisjoneringen gjennom en kombinasjon av nye sensorer og teknologier, blant annet GNSS. Dette vil redusere behovet for fysisk infrastruktur i jernbanen, på linje med den teknologiske utviklingen luftfarten har vært gjennom de siste 25 årene.

### 6.3.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

Jernbanesektoren er relativt lite avhengig av satellittbaserte PNT-tjenester for de sikkerhetskritiske funksjonene i sektoren. De mest sentrale funksjonene knyttet til jernbanedriften håndteres gjennom bakkebaserte og lukkede systemer som ikke påvirkes av et GNSS-bortfall. Likevel vil antall forsinkelsestimer og kanselleringer øke som følge av bortfall av GNSS-signaler. Den samlede samfunnsøkonomiske kostnaden knyttet til dette er beregnet til om lag **5,4 millioner kroner**.

---

<sup>49</sup> TØI (2025). Transport volumes in Norway 1946-2024.

<sup>50</sup> ORR (2025) Rail infrastructure and assets.

**Tabell 6-5: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen jernbanesektoren. Kilde: Menon Economics**

Kategori	Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall
Økt forsinkelser persontog	2,4 millioner
Økte kanselleringer persontog	2,3 millioner
Økt forsinkelser godstog	0,6 millioner
<b>Totalt</b>	<b>5,4 millioner</b>

Beregningene bygger på antall persontog-avganger (460 000) og antall reisende (81,3 millioner passasjerer) i 2024.<sup>51</sup> Videre viser Bane NORs punktlighetsrapport at punktligheten og regulariteten på persontransportområdet var på henholdsvis 86 og 94 prosent i 2024. Basert på dette tyder tallene fra Bane NOR at antall forsinkede og kansellerte avganger var på henholdsvis 63 940 og 29 440.

Kostnadene knyttet til forsinkelser og kanselleringer skyldes forsinkelser og økt reisetid ved et PNT-bortfall. Videre antas det en medium-forsinkelse på 14 minutter per tog for forsinkede tog, og det doblete for kansellerte tog (det vil si hvor lang tid det tar for de reisende å finne alternativ transport). Det forutsettes at antall forsinkelsestimer som skyldes trafikkavvikling øker med **25 prosent**, mens kanselleringer øker med **10 prosent**. Forutsetningene bygger på at bortfall av GNSS i hovedsak påvirker støttesystemer, noe som gir en merkbar, men ikke systemkritisk reduksjon i operativ effektivitet.

For godstog er det lagt til grunn 36 00 godstog i 2024, hvorav 26 prosent var forsinket.<sup>52</sup> Dette tilsvarer om lag 49 tog-forsinkelsestimer per uke. Ved et bortfall av PNT-tjenester er det antatt at forsinkelsesomfanget øker med **25 prosent**, tilsvarende rundt 12 tog-forsinkelsestimer per uke. Samlet gir dette en anslått merkostnad for godstog på om lag **0,6 millioner kroner** som følge av økte forsinkelser ved bortfall av PNT-tjenester.

<sup>51</sup> Bane NOR (2025) og SSB (2025). *Jernbanetransport. Transportarbeid og passasjerer*.

<sup>52</sup> Bane NOR (2025) *Punktighetsrapport 2024*.

## 7 Nødetater og beredskap

Nødetater og beredskapsaktører er i økende grad avhengige av satellittbaserte PNT-tjenester i sine operative kjernefunksjoner, særlig for lokalisering av innringere, disponering og navigasjon av utrykningsressurser samt tidssynkronisering av kritiske kommunikasjons- og IKT-systemer. PNT bidrar til redusert responstid, bedre ressursutnyttelse og mer presis koordinering ved akutte hendelser, noe som har betydelige samfunnsøkonomiske gevinster gjennom reduserte konsekvenser for liv, helse og materielle verdier. Et bortfall vil ikke umiddelbart lamme nødetatens virksomhet, men vil gi lengre responstid, mindre presis ressursdisponering og gradvis forringelse av digitale støttefunksjoner som Nødnett og tidsstempling.

De mest alvorlige konsekvensene knyttes til svekket lokalisering av innringere og redusert effektivitet under utrykning, som kan øke skadeomfanget ved tidskritiske hendelser. De samfunnsøkonomiske kostnadene forbundet med et PNT-bortfall er anslått til 92 mill. kroner.

Tabell 7-1: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen nødetater. Kilde: Menon Economics.

Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall	
Automatisk aktivering av lokasjonstjenester og posisjonsdata (AML)	26,8 millioner
Posisjonering, sporing og navigasjon av utrykningskjøretøy	65,6 millioner
<b>Totalt</b>	<b>92,4 millioner</b>

### 7.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester

Nødetatene benytter satellittbaserte PNT-tjenester i en rekke ulike nødsituasjoner, utrykningsoppdrag og større hendelser. I denne analysen omfatter beredskap og nødetater aktørene i det norske nød- og redningssystemet, det vil si de som håndterer akutte hendelser der liv, helse, miljø eller samfunnskritiske funksjoner er truet. Dette inkluderer blant annet politiet, brann- og redningsvesenet, helse- og ambulansetjenesten, luftambulansen og hovedredningssentralene. I tillegg kommer de frivillige redningsressursene som ofte inngår i søk- og redningsoperasjoner. Videre inkluderes tekniske og organisatoriske støttefunksjoner som Nødnett, operasjonssentraler og andre relevante IKT- og kommunikasjonssystemer.

Beredskap og nødetater bruker satellittbaserte PNT-tjenester på tvers av ulike operative funksjoner. Nødvendig teknologi er integrert i en stor del av kjøretøymateriellet og IKT-systemene. PNT-tjenestene brukes i utstrakt grad for flere av de tidskritiske prosessene, og har i flere sammenhenger erstattet og forbedret tidligere manuelle metoder. Oppgaver som tidligere krevde manuell kartlesing, muntlig koordinering og bekreftelser mellom enheter, løses nå automatisk ved hjelp av teknologiske løsninger. Forbedringene gir betydelige samfunnsgevinster gjennom redusert responstid og mer effektiv håndtering av akutte hendelser, og dermed lavere konsekvenser for liv, helse og materielle verdier.

Analysen fokuserer på bruken av PNT-tjenester i etatens operative funksjoner og primæroppgaver, samt de kritiske digitale og organisatoriske systemene som understøtter dem. Primæroppgavene til nødetatene kan overordnet deles inn i tre funksjoner som må dekkes ved en hendelse.

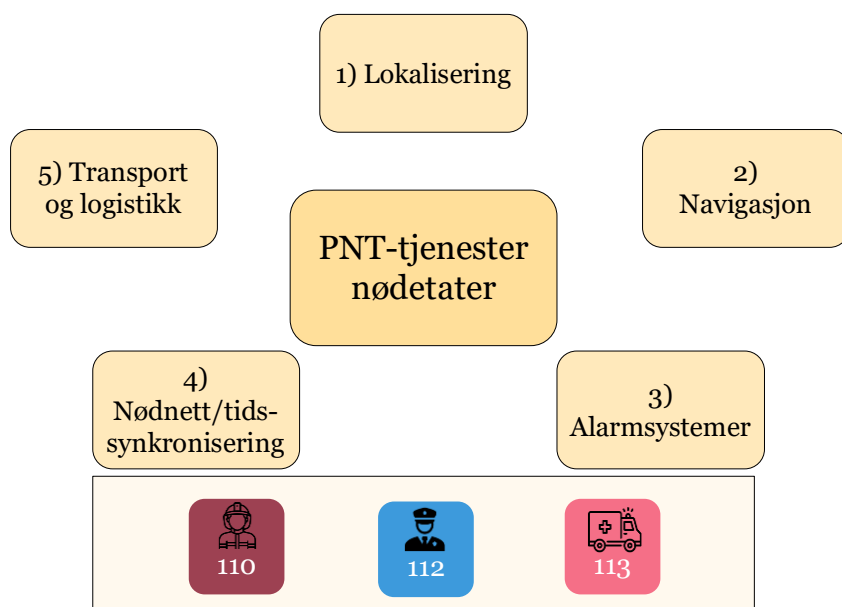
- Først tar etatene imot varsler og meldinger om akutte hendelser som ulykker, brann, sykdom og andre farlige situasjoner. Dette arbeidet utføres på dedikerte, døgnbemannede nødsentraler som er etatenes første kontaktpunkt og koordineringssenter. Arbeidet må raskt fastslå hva som har skjedd og hvor hendelsen finner sted (posisjon).
- Neste fase omhandler disponering og koordinering av tilgjengelige ressurser slik at nærmeste og mest egnede enhet rykker ut. Kontinuerlig navigasjon, posisjonsdeling og situasjonsoppdatering er viktig for å redusere responstiden.
- Siste fasen består av selve innsatsen for å redusere konsekvensene av den pågående hendelsen, samt videre koordinering mellom etater og andre ressurser.

På tvers av nødetatene og funksjonene har vår analyse avdekket at bruken og avhengigheten av PNT-tjenester oppstår på relativt like områder, til tross for etatenes ulike operative behov og arbeidsformer. Det er dermed identifisert fem overordnede bruksområder som er grundigere beskrevet nedenfor. Disse fem bruksområdene er:

- Lokalisering av innringere og hendelser
- Navigasjon og ruteoptimalisering for kjøretøy under utrykning
- Transport og distribusjon av utstyr og farlig gods
- Nødnett og tidssynkronisering av kritiske IKT-systemer
- Alarmsystemer

Disse fem bruksområdene utgjør kjernen i hvordan PNT-tjenester bidrar til rask, koordinert og effektiv håndtering av akutte hendelser

**Figur 4: Bruksområder for PNT-tjenester i nødetatene. Kilde: Menon Economics**



### Automatisk lokalisering av innringers posisjon

Når personer ringer til nødsentralene (110, 112 eller 113) fra en mobiltelefon, blir posisjonen til innringer beregnet og overført automatisk til nødsentralene. Moderne smarttelefoner benytter satellittbasert posisjonering gjennom «Advanced Mobile Location» (AML). AML er en posisjoneringsteknologi som kombinerer flere informasjonskilder, herunder satellittbasert GNSS, for

å få mest mulig nøyaktig posisjon.<sup>53</sup> Dette er den mest presise teknologien som benyttes i moderne nødkommunikasjon. Når en nødsamtale starter, aktiverer telefonen automatisk relevante sensorer og beregner innringers posisjon. Telefonen velger den posisjonskilden som gir høyest nøyaktighet i situasjonen, og sender posisjonen automatisk til nødsentralen så snart den foreligger. I de fleste tilfeller betyr dette GNSS-basert AML, som ofte gir en nøyaktighet på 5 – 50 meter.

AML-teknologi har vært implementert i alle smarttelefoner fra både Apple og Google siden 2018, og siden desember 2020 har AML-støtte vært et krav for mobiloperatører og enheter på det europeiske markedet.<sup>54</sup>

AML og GNSS-basert posisjoneringsfastsettelse reduserer tiden nødetatene bruker på å finne ut hvor innringer befinner seg. Dette er relevant for alle nødetatene, som kan bruke kortere tid på å spørre innringer om adresse eller andre landemerker. Dette gjør at lokasjonen kan videreformidles raskere til operative enheter, og at iverksettes utrykning tidligere.

I tillegg gir PNT-tjenester nødsentralene mulighet til å prioritere innringere basert på lokasjon. Dette kan ha store positive konsekvenser, spesielt for hendelser i sentrale områder. Ved større hendelser, for eksempel brann i et kontorbygg i et urbant område, vil nødsentralene motta flere henvendelser på en gang, hvor mange innringere befinner seg på omtrent samme område og varsler om den samme hendelsen. I en slik presset situasjon har nødsentralene begrenset kapasitet til å besvare alle innringere samtidig, og det vil dannes en kø. I slike tilfeller kan PNT-tjenester benyttes til å identifisere og prioritere innringere fra andre lokasjoner, som antakelig ringer for å varsle om andre akutte hendelser.

### **Posisjonering, sporing og navigasjon av utrykningskjøretøy**

Samtlige av nødetatenes utrykningskjøretøy er utstyrt med posisjonsenheter som kontinuerlig oppdaterer og sender sin posisjon til operasjonssentralene. Denne posisjoneringen omtales som «*Automatic Vehicle Location and Status*» (AVLS) og er avhengig av PNT-tjenester fra GNSS. Tjenesten gir nødsentralene et oppdatert oversiktsbilde over kjøretøyenes sanntidsposisjon. Dette gjør det mulig for operatørene å identifisere nærmeste tilgjengelige ressurs, både i tilfeller der kjøretøyene befinner seg ute i felt under pågående oppdrag og når de er i beredskapsposisjon på stasjonen. Teknologien gir lavere responstid og mer effektiv disponering av kjøretøyene enn løsninger basert på muntlige rapporter og estimerte posisjoner.

GNSS spiller også en sentral rolle for navigasjonstjenestene som benyttes under utrykning. De aller fleste utrykningskjøretøyene har navigasjonssystemer som er integrert med AVL-løsningene. Disse systemene benytter GNSS, kartdata og oppdatert trafikkinformasjon til å beregne raskeste og tryggeste kjørerute til hendelseslokasjonen. Systemene kan også oppdatere rutevalget kontinuerlig, slik at endringer i trafikkmønster, veisperringer eller andre forhold ikke reduserer responstiden mer enn nødvendig. I tillegg vil systemene gi oppdaterte estimater på ankomsttid til lokasjonen.

### **Transport av medisinsk utstyr, legemidler, redningsmateriell, innsatte m.m.**

Nødetatene håndterer en rekke logistikk- og transportoppgaver som ikke er tidskritiske i samme grad som nødmeldinger, men som likevel er avgjørende for effektiv drift og beredskap. Dette omfatter blant annet transport av medisinsk utstyr, legemidler, prøver og personell i helsetjenesten, samt flytting av utstyr, innsatte og spesialenheter i brann- og redningsvesenet og politiet. Slike oppdrag stiller høye krav til presis planlegging, koordinering og oversikt over tilgjengelige kjøretøy og ressurser, og er derfor avhengig av PNT-tjenester. Effektiv og presis transport bidrar blant annet til tidligere igangsetting av

---

<sup>53</sup> Nkom.no (2025) Nødnummer, nødanrop og lokalisering.

<sup>54</sup> [Advanced Mobile Location – EENA](#)

behandling, raskere diagnostikk og bedre utnyttelse av knappe ressurser, blant annet ved at kritisk utstyr kan deles fremfor å holdes i beredskap flere steder. Samlet gir dette betydelige samfunnsøkonomiske gevinster i form av bedre tjenestekvalitet, kortere behandlingsforløp og en mer robust og kostnadseffektiv beredskap.

Ressurseffektiv og pålitelig transport kan også skape samfunnsverdi gjennom forebygging av hendelser, bedre koordinering av sperringer og evakueringer og høyere offentlig trygghet. Brann- og redningsenhetene, sammen med politiet, kan oppnå dette gjennom ulike transportoppgaver som påvirkes av tilgangen på PNT-tjenester. For eksempel vil transport av innsatte binde opp en eller flere patruljer og kjøretøy, men dette kan gjøres raskere og til mer gunstig tidspunkt gjennom bruk av PNT-tjenester. I tillegg øker påliteligheten gjennom muligheten til å finne alternative ruter ved uforutsette hendelser. Dette kan frigjøre tid til andre viktige oppgaver etaten skal drive med, noe som reduserer belastningen for alle nødetater.

### **Nødnett og tidssynkronisering av kritiske IKT-systemer**

Nødnettet er et nasjonalt, digitalt samband som gir sikker kommunikasjon med god dekning og oppetid for nødetatene. Nødnett er bygget på TETRA-standard<sup>55</sup> og infrastrukturen er levert av Motorola. Nettet er utviklet for å dekke behovene for kritisk kommunikasjon i samfunnet. En viktig del av Nødnettets funksjonalitet er synkronisert tidsbestemmelse, som er avhengig av GNSS. Et bortfall av satellittbaserte tidssignaler kan dermed påvirke kvaliteten og tilgjengeligheten i nødnettet.

I tillegg til nødnettet er de fleste av nødetatene eksponert mot bortfall av PNT-tjenester gjennom avhengighet og bruk av loggsystemer og tidsstempling. Alle nødetatene har strenge krav til loggføring av tidspunkt for mottatt innringing, tidspunkt for utalarmering, ankomst på skadested og hendelsesforløpet. GNSS brukes som tidskilde for å sørge for at tidsstemplingene er korrekte og nøyaktige. Dersom GNSS faller bort vil systemene måtte falle tilbake på interne klokker og egen holdover-kapasitet, som gradvis vil bli unøyaktig og skape inkonsistente tidsstempler. Presis og synkronisert tid er avgjørende for dokumentasjon av hendelsesforløp, sikring av beviskjeden, koordinering mellom etater og autentisering og kryptering.

I tillegg til nødetatenes avhengighet av Nødnett for å kommunisere med hverandre strekker deres avhengighet seg også til underliggende IKT-systemer. Dette gjelder for eksempel krypteringssystemer, logger og posisjonsdata, som gradvis vil forringes og brytes ned dersom GNSS-signaler for tidssynkronisering faller bort. Digitale krypterings- og sikkerhetssystemer bygger på autentisering og høy pålitelighet, noe som krever nøyaktig og synkronisert tid for å fungere riktig. Flere av sikkerhetssystemene som nødetatene bruker, benytter såkalte PKI-baserte sertifikater<sup>56</sup>. Disse er avhengig av korrekt tidssynkronisering ettersom de inneholder lisenser og tidsstempler for når de er gyldige. Siden slike systemer er avhengig av troverdige og pålitelige GNSS-signaler så er de også utsatt for jammerangrep og andre tilsiktede forstyrrelser.

### **Alarmsystemer**

Nødetatene bruker også alarmsystemer for å lokalisere en hendelse, i tillegg til posisjon på innringer. Disse alarmsystemene er også avhengige av GNSS-signaler for å fungere optimalt. Slike alarmsystemer omfatter blant annet posisjonsbestemte alarmer, personlige trygghetsalarmer, brann- og røykvarslere og søk- og redningssendere. GNSS-signaler gjør det mulig for alarmsystemene å sende nøyaktig

---

<sup>55</sup> TETRA (Terrestrial Trunked Radio) er en internasjonal standard for sikre, digitale radiosamband, utviklet spesielt for nød- og beredskapstjenester.

<sup>56</sup> PKI: Public Key Infrastructure

posisjon og tid for et varsel til alarmsentralen, slik at nødetatene kan vite hvor og når hendelsen skjer, uten å måtte kontakte innringer.

Alarmsystemene er ofte avhengig av tidsstempling og posisjoneringstjeneste siden de må oversende hendelseslogg, aktiveringstidspunkt og sensorutslag til nødsentralene. I praksis innebærer dette at nødetaten avhenger av alarmsendere som bruker GNSS som primær tidskilde, noe som skaper en avhengighet og sårbarhet. Bortfall av tidssynkronisering kan føre til at alarmsystemer utløses i feil rekkefølge, dvs. at sekvenser som beskriver en hendelse ikke er riktig sortert hos alarmsignalet. Dette kan føre til at alarmen ikke eskaleres på riktig tidspunkt, eller at ulike hendelser feilaktig kobles sammen.

Geobaserte alarmer som aktiveres basert på bevegelse eller posisjon til enheten er en annen sårbarhet. Dette kan gjelde for eksempel volds- og trygghetsalarm for personer med ulike behov. Slike løsninger er avhengige av GNSS-baserte posisjonssignaler ettersom de utløses dersom enheten befinner seg innenfor et geografisk område eller lignende. Dette gir nytte for samfunnet gjennom bedre beskyttelse av utsatte grupper. I tillegg kan hendelser oppdages og håndteres tidligere, ettersom innrapporteringene fra alarmsystemene skal foregå automatisk, uten behov for manuell varsling.

## 7.2 Konsekvenser ved bortfall

Ved et bortfall av GNSS og PNT-tjenester vil det oppstå en rekke konsekvenser som vil medføre lengre responstid for de ulike nødetatene. Samlet vil dette føre til at det tar lengre tid å løse kritiske situasjoner, slik at konsekvensene ved hendelsene øker og effektiviteten i nødetatens operasjoner går ned. Dette vil også få økonomiske konsekvenser.

Dersom PNT-tjenestene faller bort, vil AML-systemene stoppe å sende presis GNSS-basert posisjon på innringere til nødsentralen. Backup-løsninger basert på Wifi eller mobilmaster har vesentlig lavere presisjon enn AML. Alternativt må innringer selv lokalisere hendelsen for operatør, noe som i enkelte tilfeller kan føre til økt samtale- og responstid, samt at det oppstår flere misforståelser. Internasjonale studier har funnet at tidsbesparelsen kan være vesentlig i kritiske situasjoner, og at nøyaktigheten på lokasjonen som anslås forbedres betraktelig som følge av AML.<sup>57</sup>

I tillegg til en økning i samtaletid kan bortfall av satellittbasert posisjonsbestemmelse føre til at risikoen for alvorlige hendelser øker. Det skyldes at en andel av innringerne selv ikke klarer å forklare hvor de befinner seg, eller hvor hendelsen skjer, på en tilstrekkelig nøyaktig måte til at operatøren klarer å fastslå posisjonen. Slike hendelser kan forekomme som følge av at innringer selv er skadet, blir bevisstløs eller befinner seg på områder uten tydelige kjennemerker (på fjellet, sjøen osv.) eller befinner seg i en situasjon der man ikke har anledning til å snakke fritt som følge av vold eller truende situasjoner.

For transport av medisinsk utstyr, legemidler, prøver eller annet teknisk materiell vil et bortfall av PNT-tjenester føre til at disse oppgavene må løses på andre måter. Konsekvensene ved bortfallet er likevel relativt moderate sammenlignet med utfordringene som oppstår for tidskritiske oppdrag. Siden slik transport ofte planlegges i forkant, påvirkes ikke tjenestekvaliteten eller effektiviteten i like stor grad av at sanntidsposisjonering eller optimalisert rutenavigasjon faller bort. Back-up løsningene knyttet til manuell koordinering og radio/mobil for kjøreveiledning vil medføre en relativt beskjeden tidsøkning, som heller ikke vil ha betydelige samfunnsøkonomiske konsekvenser siden forsinkelsene ikke oppstår på akutte oppdrag. Det samme gjelder for alarmsystemer som anvender PNT-tjenester for

---

<sup>57</sup> European Commission (2020) Caller location for emergency communications.

posisjonering ved alarmutløsning. Slike alarmer, typisk trygghetsalarmer og tekniske alarmer vil fortsatt sende alarmsignaler, men uten nøyaktig posisjon. I slike tilfeller må sentralen ringe opp bruker (hvis relevant) eller støtte seg på forhåndsregistrerte adresser.

Når det kommer til Nødnett, som er bygget for å fungere som kommunikasjonsplattform for nødetatene også i krisesituasjoner, så vil et bortfall av PNT-tjenester ha begrensede konsekvenser på kort sikt. Dette skyldes at Nødnett ikke er avhengig av PNT-tjenester for posisjonering eller navigasjon, men at det TETRA-baserte radionettet benytter GNSS-baserte tidssignaler for synkronisering av basestasjonene. Ved bortfall vil derfor ikke nødnettet svikte umiddelbart, men gå over til interne klokker som har relativt god holdover-kapasitet. Konsekvensene av dette vil øke over tid, når de interne klokkene gradvis går ut av synkronisering. På sikt vil det medføre dårligere talekvalitet og flere forstyrrelser, spesielt i områder med høy trafikk.

### 7.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

Nødetatene anvender GNSS for å redusere responstiden og konsekvensene av alvorlige hendelser for samfunnet. De samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til et bortfall av PNT-tjenester er beregnet til **92 millioner kroner** per uke. Dette er fordelt med 44,2 millioner kroner, 40,3 millioner kroner og 7,8 millioner kroner hos henholdsvis ambulansetjenesten, politiet og brannvesenet.

**Tabell 7-2: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen nødetater. Kilde: Menon Economics.**

Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall	
Automatisk aktivering av lokasjonstjenester og posisjonsdata (AML)	26,8 millioner
Posisjonering, sporing og navigasjon av utrykningskjøretøy	65,6 millioner
<b>Totalt</b>	<b>92,4 millioner</b>

AML reduserer tiden nødetatene bruker på å finne ut hvor innringer befinner seg. Politiets operasjonssentral (112) og Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral (AMK, 113) mottar samlet opp mot 1,5 millioner anrop hvert år.<sup>58</sup> Brann- og redningsssentralen oppgir ikke antall anrop, men antall registrerte oppdrag, som lå på om lag 100 000 i 2024.<sup>59</sup> For å beregne kostnadene knyttet til PNT-bortfall er det korrigert for antall hendelser som reelt kan ansees som akutte hendelser og der AML eller kjøretøy posisjon og navigasjon gir en reell tidsbesparelse.

For verdien av AML er det lagt til grunn en antatt tidsbesparelse for akutte eller kritiske anrop, der PNT gir en reell operativ fordel. Tidsbesparelsen anslås til **1 minutt per anrop**. Analysen legger til grunn at nødetatene oppnår redusert responstid som følge av muligheten til å kunne følge lokasjon og bevegelsesmønstre til kjøretøyene i flåten i sanntid. Tidsbesparelsen fra effektiv posisjonering og navigasjon anslås til **2,5 minutt for politi og ambulanse**, og **2 minutter for brannvesenet**.

For begge bruksområdene anvendes en tidsverdi per minutt for redusert responstid. Analysen bruker samme grunnlag som London Economics for å verdsette tidsbesparelsen, det vil si verdsettelse i tråd med en svensk studie. Kostnaden ved et ekstra minutt for nødetater anslås til 15 457 2024-kroner.

<sup>58</sup> Helsedirektoratet (2025) Svartid på medisinsk nødnummer 113 og Politidirektoratet (2025) Politiets årsrapport 2024.

<sup>59</sup> Brannstatistikk.no (2025)

Når vi sammenligner sektorfordelingen med London Economics, er den største forskjellen i kroner knyttet til nødetatene. Forskjellen skyldes i hovedsak metodiske valg. Vi har korrigert for at ikke alle innkommende samtaler til 112 og 113 er akutte eller kritiske hendelser der GNSS-basert lokasjon faktisk gir en reell tidsbesparelse. I beregningene er det derfor kun inkludert hendelser der Advanced Mobile Location (AML) og sanntidsposisjonering av kjøretøy har dokumentert effekt på responstid. Selv om vi benytter samme verdsetting av responstid per minutt som London Economics, innebærer vår avgrensning at anslaget blir lavere. Vi vurderer denne tilnærmingen som mer treffsikker for norske forhold, og mener den britiske analysen trolig overvurderer effekten ved å legge til grunn et bredere hendelsesomfang.

## 8 Elektronisk kommunikasjon (ekom)

Satellittbaserte PNT-tjenester brukes i ekom-sektoren først og fremst som kilde til presis og sporbar tid for synkronisering av nett (særlig mobilnett/5G). Presis tid er en forutsetning for koordinert radiosending og effektiv kapasitetsutnyttelse, og bidrar til at telefoni og datatjenester kan leveres stabilt uten interferens og avbrudd. Ved bortfall av GNSS vil ekom-nettene normalt ikke falle ut umiddelbart, fordi operatørene kan basere seg på holdover i lokale klokker og interne distribusjonsløsninger. Tidsavvik vil likevel gradvis bygge seg opp og kan over tid gi redusert kapasitet, degradert tjenestekvalitet og i verste fall avbrudd. Samfunnskonsekvensene knytter seg derfor ikke primært til direkte kostnader i ekomsektoren, men til indirekte ringvirkninger i andre sektorer som er avhengige av fungerende ekom-tjenester for drift, koordinering og beredskap.

### 8.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester

Elektronisk kommunikasjon (ekom) er en grunnleggende forutsetning for et moderne, teknologisk samfunn. Ekom-nettet muliggjør koordinering og informasjonsutveksling på tvers av sektorer, geografiske områder og samfunnsfunksjoner. Infrastrukturen omfatter både fastnett, mobilnett og kringkastingsnett, som alle er basert på ulike teknologier. Denne infrastrukturen understøtter alt fra daglig kommunikasjon mellom innbyggere og virksomheter til drift av samfunnskritiske tjenester.

Ekom er definert som kritisk infrastruktur, og inngår som en sentral forutsetning for samfunnsikkerhet og beredskap.<sup>60</sup> Infrastrukturen består av både fysisk infrastruktur som fiberkabler, basestasjoner, sentraler/noder og nettverksutstyr som muliggjør overføring av signaler, samt logiske lag i nettene for synkronisering, ruting, styring og prioritering av trafikk, autentisering osv. Begrepet ekom omfatter også ekomtjenester som leveres via ekomnett og benyttes av husholdninger, næringsliv og offentlige aktører.

Presis tid er en forutsetning for synkronisering og styring i ekomnettet, blant annet for at så mange brukere som mulig kan være på nett samtidig uten at det oppstår forstyrrelser. PNT-tjenester er også viktige for at samtaler, meldinger og datatrafikk flyter stabilt gjennom nettet uten avbrudd eller forsinkelser. Disse avhengighetene er i liten grad synlige for sluttbrukere av ekomtjenester.

I ekomsektoren benyttes satellittbaserte PNT-tjenester i hovedsak til to formål:

- **Synkronisering av ekomnett** gjennom presis tid og frekvens fra GNSS, som er en forutsetning for drift og stabil levering av kommunikasjonstjenester.
- **Etablering og drift av fysisk nettinfrastruktur** ved hjelp av PNT-tjenester, blant annet i forbindelse med planlegging, drift og operativ håndtering av nett.

#### Synkronisering av ekomnett

Ekomnett bruker GNSS som en kilde til svært presis og sporbar tid. GNSS-systemene distribuerer egne systemtidsskalaer, som kontinuerlig korrigeres og kan relateres til UTC med svært høy presisjon. GNSS fungerer i praksis som en distribusjonsmekanisme for UTC-sporbar tid i ekomnettene. Operatørene har egne GNSS-mottakere på lokasjoner som henter tidssignalene fra satellitter. Slike lokasjoner kan være basestasjoner, tekniske sentraler eller knutepunkter i nettet. Dersom operatørene benytter sentrale noder med masterklokke, distribueres tidssignalet deretter videre internt i nettet til noder og

---

<sup>60</sup> Ekomsikkerhetsutvalget – Nasjonal kontroll med kritisk digital kommunikasjonsinfrastruktur.

basestasjoner, slik at infrastrukturen opererer med samme, synkroniserte tidsreferanse. Dermed er nøyaktig tidssynkronisering svært viktig for at ekom-sektoren kan tilby mer effektiv telefoni og internett. Basestasjonene må være synkronisert innenfor  $\pm 1,5$  mikrosekunder fra UTC for å fungere optimalt.

I 5G-nett benyttes i stor grad såkalt tidsdelt dupleks, hvor opp- og nedlasting skjer på samme frekvens, men i ulike tidsvinduer. Dette innebærer at basestasjoner må sende og motta signaler i nøyaktig koordinerte tidsluker. Dersom tidsavviket mellom basestasjoner overstiger toleransegrensen, kan radiosignalene overlappe og skape interferens. Presis synkronisering er dermed en forutsetning for at radiosystemet skal fungere uten gjensidige forstyrrelser.

I praksis er ekomnett i en overgangsfase fra å bruke GNSS-mottakere lokalt ved hver basestasjon, til en arkitektur der et begrenset antall sentrale masterklokke disiplineres av GNSS-basert tid og fungerer som primær tidsreferanse for nettet. Disse klokkeene synkroniseres jevnlig mot GNSS, men kan opprettholde tilstrekkelig presisjon i en periode dersom satellittsignalet faller bort. Tidsreferansen distribueres deretter videre i nettet via etablerte protokoller og transportmekanismer, slik at basestasjoner og andre noder ikke trenger å motta GNSS-signaler direkte. Dette reduserer den lokale avhengigheten av satellittmottak, samtidig som den sentrale GNSS-avhengigheten består. I Sverige bruker for eksempel operatører presis tid og frekvens fra den nasjonale Swedish Distributed Time Service driftet av Netnod<sup>61</sup>.

Sentrale nettpunkter som jevnlig synkroniserer en lokal presisjonsklokke (oscillator) med GNSS-tid, kan sørge for at systemene holder korrekt tid i en periode selv om satellittsignalet skulle forsvinne. Oscillatoren vil bevare tidssignalet med en gradvis degradering av presisjonen. Denne holdoverkapasiteten bidrar til at nettet kan opprettholde stabil drift over en viss periode ved forstyrrelser eller bortfall. I Sverige er Swedish Distributed Time Service GNSS-uavhengig med en presisjon på under 100 nanosekunder i opptil tre måneder<sup>62</sup>. Fra de sentrale klokkeene distribueres tidsreferanse videre i nettet gjennom etablerte protokoller og transportmekanismer, slik at infrastrukturen opererer synkronisert.

Presis tid er særlig viktig i mobilnett, der basestasjoner må være nøye koordinert for å unngå forstyrrelser. 5G New Radio-standarden krever at tidssignalet i hele nettverket er synkronisert med et maksimalavvik på 1,5 mikrosekunder. Fremtidige 6G-nett ventes å kreve synkronisering som er tusen ganger mer presis, på nanosekund-nivå<sup>63</sup>. En lokal rubidium-oscillator ved en basestasjon kan kun opprettholde presis tid innenfor 5G-kravet i maksimalt noen dager<sup>64</sup>. Svak koordinering og forstyrrelser vil føre til at tale- og datatjenestene ikke fungerer optimalt for brukerne. I fastnett og datasentre er kravene til tidsnøyaktighet ofte mindre strenge, men også her er en felles og pålitelig tidsreferanse viktig for stabil drift, logging og koordinering av systemer.

Både fastnett og mobilnett leverer elektroniske kommunikasjonstjenester, men de er bygget opp og brukes på ulike måter, noe som påvirker hvordan de er avhengige av presis tid. I fastnett går kommunikasjonen over fysiske forbindelser mellom faste punkter (f.eks. fiberkabler). Fastnett har ofte mer forutsigbare trafikk mønstre enn mobilnett og mindre behov for nøyaktig synkronisering i sanntid. Presis tid brukes til drift, overvåking, logging og systemkoordinering, men mindre tidsavvik kan ofte tolereres uten merkbar påvirkning for brukerne. I mobilnett foregår kommunikasjonen trådløst

---

<sup>61</sup> Driftet av Netnod AB i samarbeid med RISE som har ansvar for svenske UTC(SP), finansiert av Post- og telestyrelsen

<sup>62</sup> <https://tech.netnod.se/time-services>, besøkt 9. januar 2026

<sup>63</sup> Wymeersch, H., Parssinen, A., Abrudan, T. et al (2022). 6G Radio Requirements to Support Integrated Communication, Localization, and Sensing. 2022 Joint European Conference on Networks and Communications and 6G Summit, EuCNC/6G Summit 2022: 463-469.

<http://dx.doi.org/10.1109/EuCNC/6GSummit54941.2022.9815783>

<sup>64</sup> Ajmeri, S., Hagarty, D., & Tanwar, A. (2022). Clocks, time error, and noise. In *Synchronizing 5G mobile networks*. Cisco Press.

mellom brukernes enheter og basestasjoner, slik at mange basestasjoner må operere tett koordinert for å unngå at signaler forstyrrer hverandre, og for at brukere skal kunne bevege seg sømløst mellom dekningsområder. Dette gjør mobilnett mer avhengig av presis og felles tidsreferanse.

Mobilnett opererer i samme geografiske område med ulike frekvenstillatelser, men innenfor et felles spektrumregime og med koordinerte tidsrammer. Dersom én tilbyder i en region får et betydelig tidsavvik, kan dette føre til at basestasjoner sender signaler på tidspunkter hvor andre basestasjoner forventer å motta. Slike tidsforskyvninger kan skape interferens som også påvirker andre tilbydere i området. Tidsforstyrrelser kan dermed få systemiske effekter utover én enkelt aktørs infrastruktur.

Kringkastingsnett leverer analoge signaler som bærer med seg lyd og/eller bilde, eller digitale signaler som kan dekodes til lyd/bilde. Kringkastingen skjer enveis fra en av flere sendere, til mottakere. Signalet sendes innenfor et begrenset område av det elektromagnetiske spekteret. Både den fysiske kringkastingen av signaler på en gitt frekvens, samt delingen av innhold på nettet, krever konsesjon. Digitale signaler distribueres én vei til mottaker ved hjelp av OFDMA<sup>65</sup> som baserer seg på at ulike kanaler overlapper uten å interferere med hverandre, og dette krever svært presis tid. NTV AS har konsesjon til å drifte det nasjonale digitale bakkenettet for fjernsyn. For radio, har anleggskonsesjonærer ansvaret for å gi kringkastere tilgang til kapasitet på DAB-nettet, mens Nkom og Medietilsynet samordner tildeling av frekvenstillatelser og anleggskonsesjoner for kringkasting på det analoge FM-radionettet lokalt.

### **Etablering og drift av fysisk nettinfrastruktur**

Satellittbaserte PNT-tjenester benyttes også til etablering og drift av fysisk nettinfrastruktur. Posisjonsinformasjon brukes blant annet ved planlegging, utbygging og vedlikehold av nett. Dette er særlig relevant i mobile og geografisk spredte nett, der infrastruktur ofte etableres og vedlikeholdes i felt. PNT-tjenester bidrar også til operativ håndtering av nettet, for eksempel ved feilretting, dokumentasjon og oversikt over nettkomponenters plassering. Samlet sett understøtter posisjonering gjennom PNT-tjenester en mer effektiv og presis forvaltning av ekom-infrastrukturen, selv om konsekvensene av bortfall normalt er mindre enn ved svikt i tidssynkronisering.

## **8.2 Konsekvenser ved bortfall**

Ved bortfall av GNSS forsvinner tilgangen til satellittbaserte tids- og posisjonssignaler som benyttes som referanse i deler av ekom-infrastrukturen. Bortfallet innebærer at GNSS-mottakere ved utvalgte nettpunkter ikke lenger mottar nye tidssignaler fra satellitter, og at disse mottakerne dermed slutter å oppdatere de lokale klokke/oscillatorene som brukes som tidsreferanse i nettet. Nkom har pekt på at GNSS-signaler er svake ved bakken og relativt enkle å forstyrre, noe som understreker behovet for robusthet og alternative løsninger i ekomnett. Nettet vil i første omgang fortsette å fungere basert på interne klokker og eksisterende tidsinformasjon, men uten ekstern referanse vil små tidsavvik gradvis bygge seg opp. Etter hvert kan slike avvik føre til at ulike deler av infrastrukturen ikke lenger opererer i takt, noe som kan påvirke samhandlingen mellom nettkomponenter og den tekniske stabiliteten i nettverket.

Når tidsavvikene i infrastrukturen blir tilstrekkelig store, kan tekniske forstyrrelser gradvis slå ut i reduserte eller bortfalte tjenester. Manglende synkronisering mellom nettkomponenter kan føre til redusert kapasitet, ustabil trafikkflyt og økt risiko for feil i tjenesteleveransen. I mobilnett kan dette blant annet gi interferens mellom basestasjoner og svekket dekning, mens fastnett kan oppleve

---

<sup>65</sup> OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) er en metode for å dele radiospekteret i mange smale frekvenskanaler som kan brukes samtidig uten å forstyrre hverandre. Metoden brukes blant annet i 4G- og 5G-nett og forutsetter svært presis tids- og frekvenssynkronisering.

degradering av tjenestekvalitet over tid. Avvikene oppstår gradvis, men kan ved tilstrekkelig varighet eller omfang føre til merkbare avbrudd i ekomtjenester for sluttbrukere og samfunnskritiske aktører. Dette illustrerer hvordan tekniske avhengigheter i underliggende infrastruktur slik som ekomnettet kan få samfunnsmessige følgekonskvenser for andre områder.

I mobilnett vil eventuelle alvorlige synkroniseringsavvik i 5G kunne medføre at trafikk i større grad må håndteres over 4G-nett. Selv om dette normalt opprettholder grunnleggende kommunikasjon, har 4G lavere samlet kapasitet enn 5G. I områder med høy trafikkbelastning kan dette føre til redusert kvalitet, tregere datatjenester og økt sannsynlighet for midlertidige avbrudd.

Ekomnett er ikke utelukkende avhengig av kontinuerlig tilgang til GNSS-signaler for å opprettholde tilgjengeligheten. I stedet er infrastrukturen i varierende grad utstyrt med back-up-løsninger som kan dempe konsekvensene ved bortfall. En sentral del av denne robustheten er holdoverkapasiteten, der presise lokale klokker kan opprettholde korrekt tid over i en periode etter at GNSS-referansen faller bort. Operatører har etablert slike løsninger ved utvalgte nettpunkter, blant annet gjennom bruk av presisjonsklokker og filtreringsmekanismer som gjør det mulig å forkaste feilaktige signaler og videreføre stabil tid internt i nettet. Intervjuer med aktører i sektoren indikerer at denne holdoverkapasiteten i mange tilfeller er betydelig, opp mot 1-2 måneder med ønsket presisjonsnivå, og at ekomtjenester derfor kan opprettholdes uten umiddelbare konsekvenser ved kortvarige GNSS-forstyrrelser. Samtidig er holdover-løsninger tidsbegrensede, og ved langvarig eller omfattende bortfall av GNSS vil også slike back-up-mekanismer gradvis miste presisjon, noe som øker risikoen for tekniske forstyrrelser og etter hvert tjenestepåvirkning.

Forstyrrelser kan oppstå både som følge av støy (jamming) og som følge av falske eller manipulerte signaler (spoofing). I sistnevnte tilfelle kan GNSS-mottakeren motta et tilsynelatende gyldig, men feilaktig tidssignal. Dersom slike signaler ikke identifiseres og forkastes av filtreringsmekanismer i mottakeren eller i masterklokker, kan feil tid distribueres videre i nettet. Robusthet avhenger derfor ikke bare av holdover-kapasitet, men også av evnen til å oppdage og håndtere avvikende eller inkonsistente referansesignaler.

Konsekvensene ved bortfall av GNSS for ekomsektoren kan deles i direkte og indirekte effekter. De direkte konsekvensene knytter seg til tekniske forstyrrelser i nettet, som fører til redusert kapasitet, svekket tjenestekvalitet eller midlertidige avbrudd i kommunikasjonstjenester. Slike effekter vil ha økonomiske og driftsmessige konsekvenser, men er i mange tilfeller begrenset i omfang og varighet, særlig der det finnes back-up-løsninger og holdover-kapasitet. De indirekte konsekvensene oppstår i sektorer og samfunnsfunksjoner som er avhengige av fungerende ekomtjenester, for eksempel innen helse, beredskap, transport, energi, finans og offentlig forvaltning. Tap eller degradering av ekomtjenester kan her gi betydelige ringvirkninger i form av forsinkelser, redusert effektivitet, økt risiko og i ytterste konsekvens svikt i samfunnskritiske funksjoner. De indirekte konsekvensene vurderes å være vesentlig større enn de direkte effektene i ekomsektoren, og verdsettes derfor i sektorene der tapene materialiseres, ikke som en egen kategori i dette kapitlet.

Ekomnettet har også en sentral beredskapsfunksjon gjennom å muliggjøre kommunikasjon og koordinering under kriser, ulykker og ekstraordinære hendelser. Tilgjengelige og robuste ekomtjenester er en forutsetning for samvirke mellom nødetater, myndigheter og andre samfunnsaktører, og er dermed en viktig del av samfunnets samlede beredskap og motstandskraft. Denne beredskapsrollen er i stor grad indirekte, ved at ekomnett fungerer som en muliggjørende infrastruktur for andre beredskaps- og samfunnskritiske funksjoner. I tråd med den metodiske avgrensningen i analysen verdsettes derfor ikke ekom-nettenes beredskapsfunksjon som en selvstendig kategori, men inngår implisitt i vurderingen av konsekvenser i de sektorene der tapene faktisk oppstår.

### 8.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

Den samfunnsøkonomiske kostnaden er beregnet med utgangspunkt i at bortfall av GNSS ikke vil medføre direkte bortfall av telekom-tjenester, som følge av gode backup-løsninger og betydelig holdover i lokale klokker. Bortfallet vil imidlertid medføre økt ressursbruk til drift og vedlikehold av basestasjonene. Basert på dette anslås merkostnaden til om lag **2 millioner kroner**.

**Tabell 8-1: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen ekom-sektoren. Kilde: Menon Economics**

Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall	
Økt drift og vedlikeholdskostnader	2,3 millioner
<b>Totalt</b>	<b>2,3 millioner</b>

Fra årsrapportene til Telenor og Telia er det identifisert at disse selskapene bruker til sammen om lag 5,8 mrd. kroner årlig til drift og vedlikehold av egen infrastruktur. Gitt de to største aktørenes dominerende markedsandel vurderes dette som tilstrekkelig representativt for norske mobilnett. Basert på teknisk forståelse av mobilnett vurderes det at om lag 10 prosent av operatørenes drifts- og vedlikeholdskostnader er direkte eller indirekte knyttet til satellittbaserte PNT-tjenester. Dette gjelder særlig drift av radionettet (RAN), herunder tids- og frekvenssynkronisering, overvåking og feilhåndtering. I analysen legges et anslag på 10 prosent til grunn. Ved bortfall forventes en midlertidig økning i aktørenes drifts- og vedlikeholdskostnader, særlig knyttet til økt overvåking, feilsøking, rekonfigurering og feltinnsats i radionettet. Det legges derfor til grunn at et PNT-bortfall øker kostnadene med 20 prosent i bortfallsperioden.

## 9 Kraftforsyning og energi

Kraftforsyningen er en av samfunnets mest grunnleggende infrastrukturer og danner fundamentet for drift av kritiske tjenester, næringsliv og husholdninger i hele landet. Kraftsystemet er et integrert og sanntidsstyrt system der produksjon, overføring og forbruk til enhver tid må være i balanse. Små avvik kan raskt få systemmessige konsekvenser, og sikker drift forutsetter samordnet håndtering av hendelser på tvers av sentral-, regional- og distribusjonsnett. Økende digitalisering og automatisering har gjort presis tids- og systemkoordinering stadig viktigere i alle deler av nettet. I denne sammenhengen er satellittbaserte PNT-tjenester viktig for presis tidsbestemmelse.

### 9.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester

Det norske kraftsystemet er et integrert, sanntidsstyrt system der produksjon, overføring, distribusjon og forbruk til enhver tid må være i balanse. Systemet omfatter et stort antall geografisk spredte kraftverk, transformatorstasjoner, nettkomponenter og kontrollsystemer, som opererer under felles tekniske og operative rammer. Stabil drift forutsetter kontinuerlig overvåking, automatisert regulering og tett samhandling mellom kraftprodusenter, nettselskaper og systemansvarlig. En grunnleggende forutsetning for denne samhandlingen er tilgang til presis og felles tidsreferanse. Satellittbaserte PNT-tjenester utgjør en sentral del av tidsinfrastrukturen i kraftsystemet, og muliggjør synkronisering av måledata, koordinering av automatiske reguleringstjenester og korrekt hendelseshåndtering på tvers av aktører og nettnivåer. Uten pålitelig og konsistent tid svekkes evnen til å tolke situasjonen i kraftsystemet som helhet og til å gjennomføre raske, koordinerte tiltak ved forstyrrelser.

I kraftsystemet er presis og felles tid avgjørende for blant annet:

- Synkronisering av måledata fra produksjonsanlegg, transformatorstasjoner og nett
- Automatiske reguleringstjenester og frekvensstyring, herunder samhandling mellom kraftprodusenter og systemoperatør
- Koordinering på tvers av nettselskaper og nettnivåer, med felles situasjonsforståelse
- Korrekt tidsstempling av hendelser, logger og alarmer i drifts- og analysesystemer

#### **Overvåking og drift av kraftsystemet**

Satellittbaserte PNT-tjenester er viktige i overvåking og drift av kraftsystemet, både i sentral- og regionalnettet, i distribusjonsnettet og i selve kraftproduksjonen. Kraftsystemet består av et stort antall komponenter som er geografisk spredt, og effektiv drift forutsetter at måledata fra ulike steder kan sammenlignes og tolkes i sanntid. Presis tidsinformasjon gjør det mulig å synkronisere målinger fra sensorer og automasjonssystemer, slik at endringer i spenning, frekvens og belastning kan sees i sammenheng. Presis og felles tid sikrer at målinger, kommandoer og hendelser tolkes likt på tvers av kraftverk, styringssystemer og markeds- og reguleringssystemer.

I distribusjonsnettet benyttes presis tid blant annet i vernefunksjoner, feilhåndtering og automatiske omkoblinger ved strømbrudd. Når feil oppstår i nettet, må ulike brytere og vern reagere i riktig rekkefølge og innenfor svært korte tidsintervaller for å isolere feilen og opprettholde leveransen til øvrige kunder. Felles tidsreferanse gjør det mulig å analysere hendelsesforløp og koordinere tiltak mellom ulike deler av nettet. Økende innslag av variabel og desentral produksjon, som sol- og vindkraft, samt mer fleksibelt forbruk og lading av elbiler, har ytterligere økt behovet for presis koordinering også på distribusjonsnivå.

## Samhandling mellom kraftprodusenter og systemoperatør

Betydningen av felles tidsreferanse blir særlig tydelig i samhandlingen mellom kraftprodusenter og systemoperatør. Statnett har ansvar for systemdrift og balanse i kraftnettet, herunder å opprettholde frekvensen tett opp mot 50 Hz, og benytter automatiske regulerings tjenester for å justere produksjon og forbruk i sanntid. Slike tjenester leveres av kraftprodusenter, og innebærer at Statnett kan sende tidskritiske signaler til produksjonsanlegg om å øke eller redusere produksjonen. Disse regulerings tjenestene forutsetter at produksjonsanleggene opererer med samme tidsreferanse som systemoperatøren. Dersom tidsavviket blir for stort, kan digitale kontrollprotokoller avvise kommandoer for opp- eller nedregulering av produksjon, slik at automatiske start- og stoppfunksjoner ikke gjennomføres selv om anleggene teknisk sett fungerer. Når slike regulerings tjenester ikke kan aktiveres eller koordineres som forutsatt, svekkes evnen til å korrigere frekvensavvik raskt. Dette øker risikoen for at ubalanser mellom produksjon og forbruk får utvikle seg, og at mindre forstyrrelser forplanter seg i kraftsystemet.

## Koordinering på tvers av nettselskaper og nettnivåer

PNT-tjenester er også sentrale for samordning mellom regionale og nasjonale nettselskaper. Det norske kraftsystemet er tett sammenkoblet, og hendelser i én del av nettet kan raskt påvirke andre områder. Et felles og nøyaktig tidsgrunnlag gjør det mulig å dele og sammenstille driftsinformasjon på tvers av nettselskaper og nettnivåer. Når alle aktører benytter samme tidsreferanse, kan hendelser tolkes likt uavhengig av hvor i landet de oppstår. Dette er viktig for å sikre rask og koordinert respons ved forstyrrelser, og bidrar til stabil drift og høy forsyningssikkerhet.

## Feilsøking, analyse og hendelseshåndtering

Ved feilsøking og analyse i etterkant av hendelser er nøyaktig tidsstempling særlig viktig. Når det oppstår feil eller avbrudd i kraftnettet, må driftspersonell i etterkant kunne forstå hva som faktisk skjedde, og i hvilken rekkefølge ulike hendelser inntraff. Korrekt tid gjør det mulig å sammenligne logger og måledata fra ulike systemer og lokasjoner, og dermed rekonstruere hendelsesforløpet i detalj. Dette gir et bedre grunnlag for å identifisere utløsende årsaker, vurdere hvordan feilen utviklet seg, og sette inn tiltak som reduserer risikoen for at tilsvarende hendelser oppstår igjen. Slike analyser er viktige både for læring, rapportering og videre forbedring av drift og beredskap.

## 9.2 Konsekvenser ved bortfall

**Ved kortvarig bortfall av satellittbaserte tidstjenester**, i størrelsesorden timer til dager opp mot en uke, forventes det i liten grad operative konsekvenser for kraftproduksjonen. Ifølge aktører i bransjen vil det ta lengre tid enn dette før eventuelle tidsavvik blir store nok til å skape driftsmessige problemer. Kraftsystemet er i stor grad utstyrt med tekniske løsninger som gir midlertidig holdover ved bortfall av satellittbaserte tidstjenester. Dette innebærer at interne systemer, basert på lokale oscillator-klokker (for eksempel OCXO- eller rubidiumbaserte referanser), kan opprettholde tilstrekkelig tidsnøyaktighet i en periode selv uten ekstern synkronisering fra GNSS eller fiber. Automatiske prosesser for regulering, overvåking og rapportering vil derfor kunne videreføres uten avvik, og sluttbrukere vil ikke oppleve forstyrrelser.

**Ved langvarig bortfall, opptil flere uker, endrer situasjonen seg.** Over tid vil interne tidsreferanser gradvis drive fra korrekt tid. Når tidsavviket overstiger fastsatte terskler i digitale styrings- og kommunikasjonsprotokoller, vil automatiske regulerings tjenester ikke lenger fungere som forutsatt. Kommandoer for start, stopp og regulering av produksjon kan da bli avvist, ikke fordi

anleggene er ute av drift, men fordi datasystemene ikke lenger «snakker sammen» og godtar kommandoer.

Konsekvensen er at samhandlingen mellom kraftprodusenter og systemoperatør svekkes. Produksjonen kan i prinsippet fortsatt opprettholdes, men i økende grad gjennom manuelle løsninger og lokal styring. Dette innebærer økt operativ kompleksitet, større behov for personellinnsats og redusert fleksibilitet i driften. Samtidig svekkes evnen til å reagere raskt og koordinert på endringer i forbruk, produksjon eller feil i nettet.

Et langvarig bortfall vil også gjøre feilsøking og hendelsehåndtering mer krevende. Når tidsstempler ikke lenger er presise eller sammenlignbare på tvers av systemer og lokasjoner, blir det vanskeligere å rekonstruere hendelsesforløp og identifisere årsakssammenhenger. Dette kan forlenge varigheten av driftsforstyrrelser og øke risikoen for at flere feil oppstår parallelt.

Som beskrevet tidligere forutsetter stabil drift av kraftsystemet at frekvensen holdes stabil rundt 50 hertz, og korrekt tid fra satellittbaserte PNT-tidstjenester inngår som en faktor for å sikre dette. Et illustrerende eksempel på hvor alvorlige konsekvenser svikt i frekvensstabilitet og systemkoordinering kan få er det omfattende strømbruddet i Spania og Portugal i april 2025. Her kollapset det iberiske kraftnettet i løpet av sekunder etter svingninger i frekvens og kraftflyt, noe som førte til at store deler av systemet falt ut og etterlot millioner av mennesker uten strøm i flere timer.<sup>66</sup> Selv om årsakene til hendelsen var sammensatte, illustrerer den hvor sårbart et moderne kraftsystem kan være dersom evnen til rask, koordinert regulering svekkes.

Det er viktig å understreke at et langvarig bortfall av satellittbaserte tidstjenester, med påfølgende betydelig avvik i klokkenes synkronisering i kraftsystemet, ikke har inntruffet i praksis i Norge eller i tilsvarende kraftsystemer. Beskrivelsen av konsekvensene ved et slikt scenario bygger derfor på systemforståelse, erfaringer fra kortvarige forstyrrelser og vurderinger fra aktører i bransjen, og representerer et sannsynlig, men ikke empirisk verifisert, hendelsesforløp.

### 9.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

Bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester i kraftforsyningen gir i liten grad direkte og umiddelbare økonomiske konsekvenser ved kortvarige avbrudd, opptil flere uker. Intervjuer med aktører i bransjen, indikerer at kraftsystemet i stor grad er utstyrt med tekniske løsninger som gir midlertidig holdover ved bortfall av satellittbaserte tidstjenester. Dette innebærer at interne systemer, basert på lokale oscillator-klokker, kan opprettholde tilstrekkelig tidsnøyaktighet i en periode selv uten ekstern synkronisering fra GNSS. For bortfall i størrelsesorden syv dager forventes det derfor ikke utslag i form av redusert kraftproduksjon, strømbrudd eller andre konsekvenser.

Ved bortfall over noe lengre tid vil kraftsystemet gradvis redusert effektivitet og økende operativ kompleksitet. Etter hvert vil interne tidsreferanser drive fra korrekt tid, noe som kan svekke presisjonen i automatiske regulerings- og balanseringstjenester. Dette kan gjøre systemstyringen mer krevende, øke behovet for manuelle inngrep og redusere fleksibiliteten i driften. Denne typen konsekvenser vil i første omgang medføre effektivitetstap, men kan i ytterste konsekvens medføre driftsforstyrrelser og konsekvenser for systemstabilitet og forsyningssikkerhet.

---

<sup>66</sup> Spania i dag (2025). Hva skjedde da Spania gikk i svart – dette vet vi nå. Tilgjengelig [her](#).

### Konsekvenser av manipulering av tidssignaler i kraftsektoren

I DSBs rapport *Risikoanalyse av manipulering av satellittbaserte tidssignaler* peker på at sektorer med høy grad av digitalisert operasjonell teknologi er særlig sårbare (DSB, 2026). Kraftforsyningen er blant disse. I motsetning til et rent bortfall av en tidskilde, som normalt utløser alarmer og overgang til reserve- eller holdover-løsninger, kan gradvis og målrettet spoofing pågå over tid og være vanskelig å oppdage.

Kraftsystemet er avhengig av presis og synkronisert tid for samordning av vern, målesystemer, kontrollfunksjoner og hendelseslogging. Selv små tidsavvik kan føre til at systemer kommer i utakt. Det kan utløse feilutkoblinger, hindre korrekt feilhåndtering eller gi feil i måle- og beslutningsgrunnlaget. I et mer omfattende scenario kan tidsfeil bidra til ustabil drift og redusert kontroll i regional- eller transmisjonsnettet.

DSB fremhever også at feil tid kan forplante seg mellom systemer og aktører. Mange virksomheter mottar tid indirekte via felles infrastruktur, datasentre eller distribuerte synkroniseringsløsninger. Dersom en sentral tidskilde kompromitteres, kan flere deler av kraftsystemet påvirkes samtidig. Normalisering kan være krevende, særlig dersom feil først oppdages etter at de har fått operasjonelle konsekvenser.

Konsekvensen for samfunnet vil i hovedsak oppstå gjennom redusert eller avbrutt kraftleveranse. Dette kan gi lokale eller regionale strømbrudd, spenningsforstyrrelser og svekket leveringssikkerhet. Ettersom strøm er en grunnleggende innsatsfaktor i nesten alle kritiske samfunnsfunksjoner, kan bortfall raskt påvirke elektronisk kommunikasjon, betalingssystemer, helsetjenester, transportinfrastruktur og næringslivets produksjon.

# 10 Finans

Finanssektorens anvender satellittbaserte PNT-tjenester, men gjennom redundans, regelverk og tekniske sikkerhetsmekanismer er den reelle avhengigheten begrenset. Avhengigheten er sterkest der presis og etterprøvbar tid er en forutsetning for tillit, oppgjør og markedets integritet.

## 10.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester

Det norske finansielle systemet er i økende grad digitalisert og automatisert, og er avhengig av presis, felles tidsreferanse for å fungere sikkert, effektivt og i tråd med regulatoriske krav. Gjennom GNSS-basert tidssynkronisering utgjør Satellittbaserte PNT-tjenester en sentral, men ofte indirekte innsatsfaktor i denne samfunnskritiske infrastrukturen.

Korrekt tidsstempling er en grunnleggende forutsetning for finansielle transaksjoner. I verdipapirhandel og betalingssystemer sikrer presis tid at korrekt pris knyttes til riktig transaksjonstidspunkt, at hendelser kan reproduseres i ettertid, og at rekkefølgen på transaksjoner er entydig. Dette er ikke bare et operasjonelt behov, men også et regulatorisk krav. EUs regelverk MiFID II stiller eksplisitte krav til nøyaktighet i tidsstempling relativt til Coordinated Universal Time (UTC) for aktører i finansmarkedet. Manglende etterlevelse kan i ytterste konsekvens innebære at aktører ikke har lov til å operere, selv om systemene teknisk sett er tilgjengelige.

I det norske systemet skjer store deler av oppgjøret gjennom Norges Banks oppgjørssystem (NBO), som fungerer som navet for interbankoppgjør, sentralbankreserver og tilknyttede systemer som CLS (valutaoppgjør) og verdipapiroppgjør via Verdipapirsentralen (VPS). Disse systemene er avhengige av konsensus om tid på tvers av aktører og plattformer. Som Norges Bank påpeker, er det særlig viktig at alle aktører opererer med samme tidsforståelse, snarere enn absolutt maksimal presisjon til enhver tid.

Finanssektoren benytter derfor en kombinasjon av GNSS-basert tid, interne klokker og distribuerte tidstjenester (som kryptert NTP<sup>67</sup> og i noen tilfeller PTP<sup>68</sup>). Kritiske aktører, som børser, oppgjørssystemer og høyfrekvente handelsmiljøer, har i tillegg avanserte oscillatorer (for eksempel cesium- eller hydrogenbaserte atomklokke) som gir betydelig holdover-kapasitet ved bortfall av eksternt tidskilde. Tilsvarende løsninger finnes også hos store IT-leverandører og datasentre som betjener finanssektoren.

I betalingssystemene rettet mot forbruker, herunder kortbetalinger via BankAxept, er bruken av satellittbasert tid mer indirekte. Betalingsterminaler har egne interne klokke som normalt holdes oppdatert gjennom kommunikasjon med sentrale systemer. Ved online-transaksjoner vil tidspunktet som registreres i sentralsystemene være styrende. Ved offline-transaksjoner benyttes terminalens lokale klokke, og transaksjonen sendes inn forsinket. Erfaringene fra BankAxept indikerer at tidsavvik i slike situasjoner historisk ikke har vært et praktisk problem, verken operasjonelt eller rettslig. Samtidig viser tidligere analyser av BankAxepts reserveløsning at nettopp evnen til å gjennomføre og lagre transaksjoner lokalt ved bortfall av nettforbindelse er en sentral del av betalingssystemets robusthet, og reduserer samfunnsøkonomiske kostnader ved nedetid (Menon, 2024).<sup>69</sup>

---

<sup>67</sup> NTP (Network Time Protocol) er en protokoll for synkronisering av tid over IP-nettverk, brukt for å distribuere UTC fra pålitelige tidskilder til servere og systemer

<sup>68</sup> PTP (Precision Time Protocol) er en høypresisjonsprotokoll for tidssynkronisering i nettverk med strenge krav til nøyaktighet.

<sup>69</sup> Menon Economics (2024). *Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall av BankAxepts reserveløsning og rolle i norsk kontanthåndtering*. Menon-publikasjon nr. 138/2024.

## 10.2 Konsekvenser ved bortfall

Internasjonale studier, særlig fra Storbritannia og USA, viser at finanssektoren skiller seg fra mange andre sektorer ved at de umiddelbare økonomiske konsekvensene av GNSS-bortfall ofte er begrensede, nettopp på grunn av høy grad av teknisk og organisatorisk beredskap. Dette bildet bekreftes av norske aktører.

Ved et kortvarig bortfall av GNSS-basert tid vil de fleste kritiske finansielle systemer fortsette å fungere normalt. Holdover-løsninger gjør det mulig å opprettholde tilstrekkelig tidsnøyaktighet i dager, og i noen tilfeller uker, uten ekstern tidsreferanse. For høyfrekvent handel og børstdrift innebærer dette at aktiviteten kan videreføres uten brudd på regulatoriske krav i en 7-dagers periode, slik også amerikanske studier har påpekt.

Konsekvensene blir mer sammensatte ved et lengre bortfall eller ved situasjoner der bortfallet kombineres med andre hendelser, som feil i IT-systemer, misvisende tidsinformasjon (spoofing) eller tap av kommunikasjon. Informanter peker særlig på at feil tid er verre enn manglende tid: Dersom systemer gradvis driver ut av synk uten at dette oppdages, kan det oppstå uklarhet om transaksjonsrekkefølge, avstemming og juridisk gyldighet. Slike situasjoner kan tvinge aktører til å stoppe systemer preventivt, selv om infrastrukturen i prinsippet er operativ.

Informanter peker særlig på at feil tid er verre enn manglende tid. Denne vurderingen understøttes av DSBs scenarioanalyse av manipulering av satellittbasert tid, som fremhever finanssektoren som særlig sårbar for spoofing. Mens et bortfall normalt utløser overgang til reservekilder, kan gradvis og målrettet manipulering være vanskeligere å oppdage og gi mer sammensatte konsekvenser. Boksen under utdyper denne problemstillingen.

### **Tekstboks 10-1: Konsekvenser av manipulering av tidssignaler i finanssektoren.**

#### **Konsekvenser av manipulering av tidssignaler i finanssektoren**

I DSBs rapport *Risikoanalyse av manipulering av satellittbaserte tidssignaler* fremheves finansnæringen som en av sektorene der konsekvensene kan bli særlig alvorlige (DSB, 2026). I motsetning til et rent bortfall av GNSS - som normalt utløser alarmer og overgang til reservekilder – kan gradvis og målrettet spoofing av tid være vanskelig å oppdage og pågå over tid.

Ifølge DSB kan selv små avvik i tid føre til at finansielle aktører kommer i utakt med børs, motparter eller sentralbankens oppgjørssystem. Konsekvensene kan være at handler avvises, transaksjoner settes på vent, eller at enkeltaktører midlertidig stenges ute fra kritiske markedsinfrastrukturer. I et mer omfattende scenario kan det oppstå usikkerhet om rekkefølgen på transaksjoner, gyldigheten av avtaler og korrekt prisfastsettelse – forhold som berører selve tillitsgrunnlaget i finansmarkedene.

DSB peker også på at feil tid kan forplante seg gjennom digitale verdikjeder. Mange virksomheter mottar tid indirekte via datasentre, NTP-servere eller skytjenester, og har begrenset oversikt over den opprinnelige tidskilden. Dersom en sentral tidskilde kompromitteres, kan flere aktører rammes samtidig. Dette kan gi samtidige driftsforstyrrelser, økt operasjonell risiko og behov for manuelle nødprosedyrer, med påfølgende kapasitets- og likviditetsutfordringer.

I ytterste konsekvens kan manipulering av tid bidra til markedsuro og svekket tillit til at finansielle transaksjoner registreres og avregnes korrekt. Slike virkninger – knyttet til finansiell stabilitet og systemtillit – lar seg i begrenset grad fange opp i en tradisjonell kostnadsanalyse av et tidsavgrenset bortfall. Finanssektorens største sårbarhet er derfor ikke nødvendigvis at systemene stopper, men at tidsgrunnlaget de bygger på, ikke lenger kan anses som pålitelig.

I betalingssystemene kan bortfall av GNSS isolert sett håndteres gjennom eksisterende offline-mekanismer. Avtaleverk og beredskapsløsninger gjør det mulig for samfunnskritiske virksomheter som dagligvare, apotek og drivstoff å operere offline i opptil en uke. For øvrige virksomheter er terskelen lavere. Konsekvensene her vil i større grad knytte seg til redusert effektivitet, økt manuelt arbeid og økt usikkerhet, snarere enn full stans.

De mest alvorlige konsekvensene for finanssektoren oppstår derfor indirekte, gjennom systemisk risiko og tillit. Dersom et PNT-bortfall skaper usikkerhet om oppgjør, verdipapirhandel eller tilgjengeligheten av betalingsmidler, kan dette raskt forplante seg til resten av økonomien. Internasjonale erfaringer tilsier at selv kortvarige forstyrrelser i finansielle grunnfunksjoner kan ha uforholdsmessig store virkninger dersom de sammenfaller med perioder med markedsure.

### 10.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

Basert på tilgjengelig internasjonal litteratur og norske aktørers vurderinger, er de direkte samfunnsøkonomiske kostnadene for finanssektoren ved et 7-dagers bortfall av GNSS-basert PNT begrenset. For verdipapirmarkeder, banker og oppgjørssystemer indikerer både britiske og amerikanske studier at det ikke vil oppstå vesentlige produksjonstap eller effektivitetstap i denne tidsrammen, gitt dagens nivå på holdover og redundans.

For Norge er dette bildet sannsynligvis enda tydeligere, ettersom sentrale aktører som Norges Bank, større banker og børser har investert betydelig i sikre tidsløsninger og alternative distribusjonsmekanismer. Det er derfor ikke grunnlag for å anslå store direkte tap i form av bortfall av handelsvolum, oppgjør eller betalinger i et 7-dagers scenario.

Robustheten forutsetter imidlertid at eksisterende holdover-løsninger og alternative tidskilder fungerer som forutsatt. Slike løsninger er tidsavgrensede, og presisjonen vil gradvis svekkes dersom ekstern referanse ikke gjenopprettes, og risikoen øker. Ved mer langvarige hendelser enn det analyserte 7-dagersscenarioet kan derfor også finanssektoren møte økende regulatoriske og operative utfordringer.

De samfunnsøkonomiske kostnadene vil i stedet primært være knyttet til:

- Økte beredskaps- og driftskostnader hos finansielle aktører (overvåkning, manuelle kontroller, eventuelle preventive stans)
- Redusert effektivitet i deler av betalingssystemet
- Økt systemrisiko og redusert tillit

Et 7-dagers bortfall medfører dermed først og fremst forhøyet operasjonell og systemisk risiko i finansielle infrastrukturer, snarere enn store direkte tap. Mulige følgekonskvenser kan blant annet være økt behov for manuelle kontroller og verifikasjoner i betalings- og oppgjørssystemer, midlertidige forsinkelser i transaksjonsbehandling eller mer konservativ drift av enkelte markedsfunksjoner. Slike tilpasninger kan igjen påvirke andre sektorer gjennom forsinkelser i betalinger, økt usikkerhet i finansielle transaksjoner eller redusert effektivitet i økonomiske oppgjør.

# 11 Jordbruk

I jordbruket brukes PNT-tjenester først og fremst til å forbedre feltoperasjonene som foregår ute på jordet, det vil si aktiviteter som såing, gjødsling, sprøyting og høsting. Bruken omfatter de delene av produksjonen som innebærer fysisk behandling av jordsmonnet, og er i hovedsak knyttet til aktivitet hos den enkelte produsent. Samlet faller anvendelsen inn under det som omtales som presisjonsjordbruk, som benyttes særlig blant de største og mest teknologisk avanserte gårdsbrukene.

Presisjonsjordbruket gir samfunnsøkonomiske gevinster gjennom redusert overlapp i kjøring, lavere drivstoff- og tidsbruk, mer effektiv bruk av gjødsel og plantevernmidler og i noen tilfeller bedre og mer stabile avlinger. Et bortfall av PNT-tjenester vil redusere presisjonen i maskinstyring og svekke funksjonaliteten i systemer for variabel tildeling, slik at driften må gjennomføres mer manuelt og med større avvik. Konsekvensene blir økt ressursbruk i drift, høyere forbruk av innsatsfaktorer og risiko for avlingsforringelse eller -tap. De samfunnsøkonomiske kostnadene ved et syv-dagers GNSS bortfall er beregnet til om lag 11 millioner kroner.

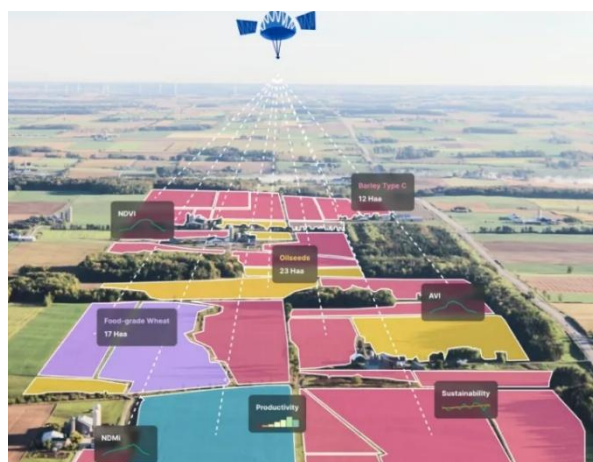
## 11.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester

### 11.1.1 Presisjonsjordbruket

Presisjonsjordbruk defineres som en praksis der teknologi, slik som PNT-tjenester, brukes til å tilpasse behandlingen av jord og vekster etter behov og vekstforhold.<sup>70</sup> Alternativt behandles hele jordsmonnet likt ut ifra en gjennomsnittsantakelse, eller med kun mindre tilpasninger. PNT-tjenester kan gi effektivisering og kostnadsbesparelser gjennom optimalisering av utnyttelsesgraden og ressursinnsatsen. Dette gjøres på flere måter, blant annet gjennom **autostyring av maskiner** og **styrt tildeling av innsatsfaktorer** («Variable Rate Application» eller «VRA»). Autostyring handler om å bruke PNT-tjenester til å optimalisere kjøringen av maskiner på jordet, slik at man unngår unødvendig overlapp mellom kjørespor. På den måten kan bonden dekke hele jordarealet med lavest mulig kjøredistanse. VRA handler om å tilpasse bruken av innsatsfaktoren (såkorn, gjødsel, kalk m.fl.) til naturlige variasjoner i jord- og plantekvalitet.

**Autostyring**, eller automatisk maskinføring, er en av de mest utbredte formene for bruk av satellittbaserte PNT-tjenester i jordbruket. Teknologien brukes til å styre traktorer og redskap med høy presisjon. Systemet baserer seg på signaler fra GNSS-mottakere som er installert på kjøretøyet. Mottakerne registrerer kontinuerlig posisjon og korrigerer kursen automatisk, slik at maskinen følger et forhåndsdefinert optimalt kjørespor. Det finnes ulike nivåer av automatisering. En løsning innebærer at en visuell sporfølger gir føreren et signal om å justere kursen manuelt, mens automatisk rattstyring kobler en motor til rattstammen slik at kursjusteringen skjer uten

**Figur 5: Presisjonsjordbruk (illustrasjon)**  
Kilde: romsenter.no



<sup>70</sup> NIBIO 2019 – Utbredelse og potensiell økonomisk og miljømessig nytteverdi med presisjonsjordbruk i Norge

manuell inngripen. Den mest avanserte formen er hydraulisk autostyring, der justeringen skjer direkte gjennom traktorens servosystem.

En mer avansert bruk av PNT-tjenestene er **styrt tildeling av innsatsfaktorer**. Teknologien gjør det mulig å tilpasse mengden av innsatsfaktorer som gjødsel, kalk, såkorn og plantevernmiddel til behovene som skyldes ulike variasjoner i jord og plantevekst innenfor et enkelt skifte. Målet er å optimalisere ressursbruken ved å bruke mer ressurser der behovet er størst, og mindre der det er lavere behov. For å gjennomføre VRA kreves det presis posisjonering kombinert med agronomiske data og sensorinformasjon. Systemene integrerer kartgrunnlag, jordprøver og vekstdata for å beregne behovet til ulike deler av jordet. Under drift styrer PNT-systemet redskapets doseringsenhet slik at mengden som tildeles tilpasses i sanntid. Et vanlig eksempel er presisjonsgjødning, der tildelingen av nitrogen justeres basert på plantevekst.

### Teknologioptak i Norge

For å kunne realisere de potensielle gevinstene knyttet til presisjonsjordbruket må den enkelte bonde selv investere i det nødvendige utstyret. Alle presisjonssystemene krever et sett med basisteknologi for å kunne gi føreren nøyaktig posisjonering. Det krever at kjøretøyet har en GNSS-mottaker som kan motta signaler fra de ulike lokasjonstjenestene (GPS, Galileo, GLONASS og BeiDou). I tillegg kreves et såkalt RTK-system (Real-Time Kinematic) som brukes for å øke nøyaktigheten til PNT-tjenestene. RTK reduserer feilmarginen ned til 2-3 centimeter, noe som gir en tilstrekkelig nøyaktighet for utstyret i jordbruket. Dette gjøres gjennom en referansestasjon som står på et nøyaktig kjent geografisk punkt, og sender korreksjonsdata i sanntid til traktorens mottaker. Til slutt kreves også en terminal eller skjerm i førerhuset til traktoren, som blant annet visualiserer kjøresporene for føreren.

Til sammen utgjør utstyrsinvesteringene en betydelig investeringskostnad for bonden. Dette hever terskelen for å kjøpe utstyret, og for flere bønder vil en slik investering ikke lønne seg. En EU-undersøkelse fra 2019 viser at en av de viktigste faktorene som påvirket adopsjon av ny teknologi var gårdsstørrelse og inntekt.<sup>71</sup> Større bruk med høyere inntekt har generelt større sannsynlighet for å ta i bruk ny teknologi. Studien trekker også frem forhold som investeringskostnader, læringsbehov og risiko som en tydelig barriere for adopsjon av ny teknologi. Dette viser empirisk at det i hovedsak er gårdsbruk med storskalafordeler som tar i bruk presisjonsteknologien.

Strukturelle og geografiske forhold i Norge tilsier at færre aktører har tatt i bruk PNT-teknologi. En internasjonal undersøkelse indikerer adopsjonsrater på rundt 15 - 20 prosent de kommende årene for bønder i Europa.<sup>72</sup> En rapport fra Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) understreker også at deres kartleggingsarbeid viser at implementeringen i Norge fortsatt er begrenset, basert på salgsvolum av nytt utstyr.<sup>73</sup> Norske gårder har i snitt langt mindre arealer enn i de fleste EU-land, noe som gir svakere økonomisk grunnlag for å investere i ny teknologi. Adopsjonen av teknologi for presisjonsjordbruk er derfor trolig lavere for norske bønder, sammenlignet med Europa for øvrig. I tillegg viser inntektsdata fra NOUen til Grytten-utvalget at en betydelig andel av norske bønder har andre inntekter enn fra gårdsdriften.<sup>74</sup> Grytten-rapporten viser også at siden en stor andel av norske bønder har hovedinntekten sin utenfor gården, samtidig som bosted og familiehistorie er sterkt vevd sammen med jordbruksdriften, oppleves risikoen ved investeringen større. I tillegg krever presisjonssystemene både

---

<sup>71</sup> Barnes mfl. (2019), *Exploring the adoption of precision agricultural technologies*

<sup>72</sup> Gabriel, A., & Gandorfer, M. (2022). *Adoption of digital technologies in agriculture – an inventory in a European small-scale farming region*.

<sup>73</sup> NIBIO 2019 – *Utbredelse og potensiell økonomisk og miljømessig nytteverdi med presisjonsjordbruk i Norge*

<sup>74</sup> Grytten mfl. (2022), *Inntektsutviklingen i jordbruket 1995–2021 (Grytten-utvalget)*, Norges offentlige utredninger (NOU 2022:14).

opplæring og kontinuerlig oppfølging av data som deltidsbøndene ikke nødvendigvis ønsker å prioritere.

### 11.1.2 Andre anvendelser innenfor jordbrukssektoren

Andre bruksområder for PNT-tjenester i landbruket inkluderer bruk av springstjenester på beitedyr, anvendelse til jaktformål og bruk av droner. Vår kartlegging viser at anvendelsen av PNT-tjenester på disse områdene fremdeles er begrenset. Bruken av teknologien og tjenestene er derfor kun omtalt i det påfølgende avsnittet, men er ikke verdsatt i den samfunnsøkonomiske kostnadsanalysen ved bortfall av PNT-tjenester i denne rapporten.

Bruken av droner representerer et lovende, men fortsatt relativt tidlig utviklet område innen presisjonslandbruket. Droner har et betydelig potensial for å gi økonomisk merverdi for bonden i fremtiden, blant annet gjennom bruken av kameraer og sensorer som gir data med høy kvalitet om avlinger, jordfuktighet og plantehelse. I praksis er bruken av droner likevel vært begrenset til forskningsprosjekter og enkelte nisjeprodukter, slik som frukt, bær og grønnsaker, der gevinstene for overvåking er størst. Dette skyldes både at profesjonelle droner med avanserte teknologiske systemer er kostbare både i innkjøp og drift, og bruken fremdeles er strengt regulert både knyttet til sikkerhet og opplæring av operatører, som reduserer bønder muligheter til å adoptere teknologien.

Et annet område som benytter satellittbaserte PNT-tjenester er sporing og digital innhegning av dyr på beite. Teknologien gjør det mulig å erstatte tradisjonelle gjerder med digitale, satellittbaserte gjerder. Dette gir et effektiviseringspotensial ettersom tradisjonelle gjerder er utsatt for slitasje, og dermed er kostbare, tidkrevende og med mindre fleksibilitet. Satellittbaserte sporingstjenester bruker GNSS-posisjonering, mobilkommunikasjon og lyd-/stimulussignaler som settes på en halsbåren enhet på dyrene. Beitedyrene kan dermed bevege seg fritt innenfor et forhåndsdefinert område, som kan justeres i sanntid av bonden. Teknologien gir ytterligere fordeler ved å spore dyrenes posisjon, bevegelsesmønstre og aktivitet, og kan varsle dersom dyre står stille over en lengre periode eller beveger seg unormalt raskt. I tillegg gir løsningen mulighet for stripebeiting, der beiteområdene endres digitalt for å unngå nedbeiting. Likevel er teknologien fremdeles umoden, og avhenger av regelmessig lading av enhetene, samt tilstrekkelig opplæring og oppfølging fra bonden.

I tillegg til bruk av droner og springstjenester har PNT-tjenester de siste tiårene også blitt en del av moderne jakt i Norge. Teknologien brukes som et sikkerhetsverktøy for jegere og hundeførere som er ute på jakt i naturen, blant annet til sporing av jakthunder. Teknologien bruker halsbånd med satellittmottaker og radiosender til å gi kontinuerlig posisjonsdata, slik at jegere kan følge hundens bevegelser. I tillegg kan annet GNSS-utstyr benyttes til navigasjon og områdeavgrensing i jaktlag, der eiendomsgrenser, skyteretninger og jaktområder kan defineres og legges inn. I større jaktorganisasjoner brukes også satellittposisjonering til datainnsamling og viltbevegelser og bestandsregistrering gjennom merking av dyr med GPS-sendere. Bruken av tjenestene er utbredt i flere jaktmiljøer over hele landet, spesielt de senere årene når utstyret har blitt rimeligere.

## 11.2 Konsekvenser ved bortfall

Dersom GNSS-systemene faller bort vil PNT-tjenestene ikke lenger kunne leveres til traktorene og annet utstyr på jordet. Dette vil få direkte konsekvenser for det jordbruket. For det første vil maskiner som er programmert for autostyring stoppe eller miste presisjonen de opererer med. Traktorene vil ikke kunne følge digitale kjørespor, og effektiviteten vil reduseres fordi overlapp øker og risikoen for udekkede områder blir større. Systemene for styrt tildeling av innsatsfaktorer vil miste sin funksjonalitet, ettersom disse er avhengige av kontinuerlig posisjonsbestemmelse og korreksjonssignaler for å dosere presist.

Selv om oppstår direkte konsekvenser av et bortfall, så vil en betydelig del av arbeidet kunne fortsette manuelt. I enkelte tilfeller vil for eksempel eksisterende spor i åkeren gi tydelig indikasjon på hvor traktoren har kjørt tidligere. I de situasjonene der det optimale er å følge disse sporene også ved neste runde, vil et bortfall av satellittsignalene ha mindre effekt på driften. Alternativt må bonden legge opp kjørerute og følge denne manuelt. Dette vil gi betydelig større overlapp enn ved autostyring, trolig fra 2–3 centimeter til om lag 40 centimeter. For operatører som ikke har kompetanse på kjøring uten autostyring, er det rimelig å anta at overlappen kan bli enda større.

Uten satellittbasert posisjoneringsbestemmelse mister traktoren evnen til å holde seg til et eksakt kjørespor, noe som medfører en lavere effektivitet fra bonden til å dekke et gitt areal. Konsekvensene er økt drivstofforbruk, flere arbeidstimer og høyere slitasje på maskiner. Samlet anslås det at presisjonslandbruket reduserer arbeidsinnsatsen og ressursinnsatsen med om lag 10 prosent på tvers av ulike produksjonsformer. Ved bortfall av PNT-tjenestene vil denne fortjenesten forsvinne. Dette kan ha særlig stor betydning i Norge der mange driftsoperasjoner må gjennomføres innenfor relativt korte sesonger og tidsvinduer. For eksempel skjer vårsodden normalt i et begrenset tidsvindu på 5 – 10 dager, og er avhengig av jordfuktighet og temperatur. Dersom bonden må bruke mer tid per dekar for å dekke arealet kan det oppstå større grad av ujevn spiring og redusert avlingspotensial.

Videre vil bortfallet medføre at bonden ikke kan benytte teknologiske systemer som legger til rette for variabel tildeling av innsatsfaktorer. Moderne teknologi kan tilpasse bruken av innsatsmidler til lokale forhold på jordet, slik at tildelingen av for eksempel såfrø, gjødsel, plantevernmidler og kalk tilpasses behovene til jordsmonnet og plantene. Uten teknologien må innsatsfaktorene tildeles likt basert på en gjennomsnittsberegning, noe som kan innebære over- eller undertildeling på opptil 70 prosent av arealet. Bortfallet vil dermed både medføre at mengden innsatsfaktorer som benyttes i produksjonen øker, og at kvaliteten på avlingene forringes eller går tapt.

### 11.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

For jordbruksnæringen er den samfunnsøkonomiske kostnaden ved et 7-dagers bortfall av PNT-tjenester beregnet til om lag **11,3 millioner kroner**. Kostnaden skyldes at bortfallet svekker funksjonaliteten i PNT-avhengige systemer i landbruksmaskiner, noe som gir redusert effektivitet, økt ressursbruk og avlingstap. Beregningene representerer et gjennomsnittlig 7-dagers bortfall i en periode med pågående feltoperasjoner, og reflekterer ikke ytterpunkter knyttet til særlig kritiske tidsvinduer som vårsåing eller høsting.

**Tabell 11-1: Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen jordbrukssektoren. Kilde: Menon Economics**

Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall	
Økt drift/overlapp	2,3 millioner
Økt bruk av innsatsfaktorer	6,8 millioner
Tap og forringelse av avlinger	2,2 millioner
<b>Totalt</b>	<b>11,3 millioner</b>

Beregningene tar utgangspunkt i de produksjonstypene som i høyest grad benytter PNT-tjenester i produksjonen: korn, potet og fulldyrket eng. Disse produksjonsformene kjennetegnes av omfattende maskinell drift over større areal, med operasjoner som såing, gjødsling, sprøyting og høsting, der presis posisjonering og styring er avgjørende for effektiv ressursbruk, produktivitet og stabile avlingsnivåer.

I 2025 utgjorde det samlede jordbruksarealet i Norge innenfor disse produksjonsformene om lag 7,8 millioner dekar.<sup>75</sup> Som nevnt er norsk jordbruket preget av små og geografisk spredte driftsenheter. Dette begrenser utbredelsen av PNT-basert presisjonsteknologi. Basert på rapporter fra Norsk Landbruksrådgiving (NLR) (2019) og tilbakemeldinger fra næringen <sup>76</sup> forutsetter analysen at om lag 15 prosent av jordbruksbedriftene har bruker PNT-teknologi, og anvender dette på om lag **30 prosent av jordbruksarealet**, det vil si om lag 2,3 millioner dekar.

Økt drift og overlapp medfører økte kostnader til drivstoff og tidsbruk. Ifølge SSB bruker næringen om lag 145 millioner liter drivstoff per år, eller om lag 4 200 liter per bedrift.<sup>77</sup> Ifølge Miljødirektoratet kan drivstofforbruket ved jordbearbeiding være opptil 10 liter per dekar, og man kan spare om lag 2 liter per dekar gjennom med riktig lufttrykk og mer presis kjøring<sup>78</sup>. Analysen legger derfor til grunn at drivstofforbruket vil øke med **10 prosent per dekar**, noe som medfører at kostnadene øker med om lag **480 000 kroner** ved et PNT-bortfall.

Det samlede arbeidsforbruket per år for de ulike produksjonstypene anslås til **1 time per dekar for korn og fulldyrket eng**, og **10 timer per dekar for potet**. Anslagene er basert på blant annet NIBIOs driftsgranskinger og Handbok for driftsplanlegging, samt SSB sine tall for arbeidsinnsats innen korn og oljevekster.<sup>79</sup> Videre legges det til grunn at tidsforbruket og arbeidsinnsatsen øker med samme faktor som drivstofforbruket, dvs. **10 prosent per dekar**. Med et beregnet vederlag til arbeid på om lag 300 kroner per time beregnes kostnadene til tidsbruk i jordbruket ved et bortfall av PNT-tjenester til om lag **2,3 millioner kroner**.

Kostnader knyttet til økt forbruk av innsatsfaktorer i produksjonen er beregnet fra de viktigste og mest relevante innsatsfaktorene innenfor hver produksjonsform. For potet og korn omfatter dette mineralgjødsel og plantevernmidler, samt henholdsvis settepotet og såkorn. For fulldyrket eng er kun mineralgjødsel inkludert i beregningene. Basert på gjennomsnittspriser og forbruk hentet fra blant annet referansebrukene, håndbok for driftsplanlegging og gjødslingsnormer er kostnaden beregnet til om lag **6,8 millioner kroner**.<sup>80</sup>

Mindre presis påføring av innsatsfaktorene vil medføre dårligere avlinger. For å beregne tapte inntekter tas det utgangspunkt andelen av avlingen som forringes, og hvilken prisdifferanse som oppstår. Det finnes begrenset empirisk grunnlag for å anslå hvor stor andel av avlingen som kan gå tapt ved mindre tilpasset bruk av innsatsfaktorer. Analysen legger derfor til grunn et nøkternt anslag på henholdsvis **2 prosent for korn og fulldyrket eng**, og **3 prosent for potet**. En slik forutsetning er vesentlig lavere enn andre funn som tyder på at tapet for enkelte, spesifikke produksjonsformer kan være opp mot 10 prosent.<sup>81</sup> Andelen som blir degradert eller forringet i kvalitet, som kun gjelder korn og potet, anslås til 2 prosent. Basert på priser og produksjonsvolum fra blant annet SSB<sup>82</sup>, NIBIOs gjødslingsnormer, Landbruksdirektoratet<sup>83</sup> og Fagforum Potet<sup>84</sup> anslås tapte inntekter som følge av dårligere kvalitet til **2,2 millioner kroner**.

---

<sup>75</sup> SSB, tabell 05982: Jordbruksareal, etter bruken (dekar) 1969-2025.

<sup>76</sup> NLR (2019). Omfanget av, og erfaringa med, presisjonslandbruk i Noreg, og SSB, tabell 05971: Jordbruksbedrifter, etter jordbruksareal i drift, statistikkvariabel og år.

<sup>77</sup> SSB, tabell 06566: Forbruk av diesel i jordbruket, etter landsdel, statistikkvariabel og år.

<sup>78</sup> Miljødirektoratet. Traktorer – drivstoffendring.

<sup>79</sup> NIBIO (2026). Driftsgranskningen i jordbruket, NIBIO (2025). Handbok for driftsplanlegging 2024/2025, og SSB, tabell 10273: Arbeidsinnsats i jord- og hagebruk, etter driftsform (1 000 timar) 2013 – 2023.

<sup>80</sup> NIBIO (2026) Referansebruk 2025, og NIBIO (2025) Gjødslingsnormer for potet.

<sup>81</sup> Se blant annet Nyeki og Nemenyi (2022) og Saavoss (2018)

<sup>82</sup> SSB (2024) Kornavling per dekar (kg) 1989 – 2024 og SSB (2020) Avling per dekar (kg) 2000 – 2020.

<sup>83</sup> Landbruksdirektoratet (2025). Prisuttak for korn, melk, kjøtt og egg.

<sup>84</sup> Fagforum Potet (2024) Matpotetmarked

For jordbruket er de britiske anslagene høyere enn de norske. Det skyldes blant annet at jordbruket relativt sett har større økonomisk betydning i Storbritannia enn i Norge, samt større arealer med intensiv presisjonsbruk. Våre anslag for Norge er basert på faktiske verdiskapingstall og ekspertvurderte effektivitetstap for ulike driftsformer.

## 12 Bygg- og anlegg

**Bygg- og anleggssektoren har i økende grad integrert satellittbaserte PNT-tjenester som en grunnleggende innsatsfaktor i planlegging og gjennomføring av prosjekter, særlig i maskintunge og terrengrelaterte arbeider. GNSS-basert maskinstyring, landmåling og digital fremdriftskontroll gir presis plassering, effektiv massehåndtering og redusert behov for manuell stikking og omarbeid. Dette gir produktivitetsgevinster, men har samtidig økt sektorens avhengighet av stabile og nøyaktige PNT-signaler.**

**Et bortfall vil føre til redusert presisjon, lavere fremdrift og økt ressursbruk ved overgang til mer manuelle måle- og arbeidsmetoder. Dette skaper effektivitetstap og høyere gjennomføringskostnader. De samfunnsøkonomiske kostnadene er anslått til om lag 351 mill. kroner**

### 12.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester

Bygg- og anleggssektoren i økende grad satellittbaserte PNT-tjenester som en grunnleggende innsatsfaktor i planlegging, prosjektering og gjennomføring av byggeprosjekter. Bygg- og anleggsaktivitet knyttet til samferdselsinfrastruktur, herunder veibygging, er behandlet i kapittelet om veitransport (kap. 5.1). Som omtalt der benytter både Statens vegvesen og entreprenørene GNSS-baserte systemer i veibygging. Dette kapittelet omhandler øvrig bygg- og anleggsvirksomhet, som også erfarer en betydelig teknologisk utvikling. Dette gjelder særlig større næringsbygg, offentlige formålsbygg og industri- og energianlegg. I disse prosjektene inngår PNT-tjenester som en grunnleggende forutsetning for presis og digitalisert gjennomføring av bygge- og anleggsarbeidet.

Bruken av PNT-tjenester i bygg- og anleggssektoren kjennetegnes av høye krav til presisjon, ofte på centimeternivå, for at prosjektene skal gjennomføres uten større avvik. Dette gjelder for flere faser av gjennomføringen av arbeidet, blant annet landmåling, stikking, massehåndtering, maskinstyring og digital fremdriftskontroll. Anvendelsen av PNT-tjenester skjer gjennom GNSS-baserte løsninger med korreksjonstjenester (RTK). Anleggsmaskiner og måleutstyr er utstyrt med GNSS-mottakere som kobles mot prosjekteringsgrunnlag og digitale terrengmodeller.<sup>85</sup> Dette muliggjør presis plassering av fundamenter, korrekt høyde- og nivåkontroll ved støpearbeider, nøyaktig masseforflytning og effektiv koordinering mellom ulike fag på byggeplassen. PNT-tjenester fungerer som det geografiske referansegrunnlaget for digitale systemer på byggeplassen.

Digitaliseringen av sektoren har gitt betydelige effektivitetsgevinster gjennom redusert behov for manuell stikking, færre måleavvik og mindre omarbeid. Samtidig har denne utviklingen medført en økt operativ avhengighet av stabile og pålitelige PNT-signaler. Der tradisjonelle metoder tidligere baserte seg på totalstasjon og manuelle kontrollmålinger, er dagens arbeidsprosesser i større grad kontinuerlig koblet til satellittbasert posisjonering. Bygg- og anleggssektoren (utenfor samferdselsprosjekter) representerer dermed en tydelig og økende bruk av PNT-tjenester, særlig i kapitalintensive og teknologisk krevende prosjekter.

---

<sup>85</sup> Rizos, (2017) Multi-GNSS RTK positioning: Prospects and challenges.; El-Mowafy et al., (2018) Analysis of GNSS positioning performance in construction and surveying applications.

## 12.2 Konsekvenser ved bortfall

Bortfall av PNT-tjenester vil medføre en betydelig reduksjon i presisjon og effektivitet i bygg- og anleggssektoren. Maskinstyring, stikking og terrengmålinger vil i større grad måtte gjennomføres ved hjelp av manuelle metoder, som krever økt ressursinnsats og gir lavere målenøyaktighet. Produksjonseffektiviteten vil reduseres umiddelbart ved bortfall, ettersom arbeidet både vil ta lenger tid og kreve flere operatører.

Som reserveløsning kan bransjen falle tilbake på bruk av totalstasjon og manuell oppmåling, som ikke er avhengig av satellittsignaler. Disse metodene er imidlertid mer tidkrevende, mindre fleksible og krever fysisk oppmerking i felt. Dette innebærer redusert fremdrift og høyere gjennomføringskostnader, særlig i prosjekter med omfattende massehåndtering eller presis fundamentering.

Videre vil automatisert dokumentasjon og digital loggføring av utført arbeid ikke kunne gjennomføres. Dette reduserer sporbarhet og kontrollmuligheter underveis i prosjektet, og øker risikoen for måleavvik og feil som først avdekkes på et senere tidspunkt. Samlet kan dette medføre økt sannsynlighet for omarbeid, forsinkelser og kostnadsoverskridelser i større bygge- og anleggsprosjekter.

## 12.3 Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall

Konsekvensene ved et bortfall av PNT-tjenester vil oppstå raskt i bygg- og anleggssektoren, ettersom en betydelig del av produksjonen er basert på GNSS-basert maskinstyring og presis posisjon. Ved et bortfall vil maskiner ikke lenger kunne operere med nødvendig nøyaktighet, og entreprenører må i større grad falle tilbake på manuelle målemetoder og bruk av totalstasjon. Dette innebærer redusert fremdrift, økt ressursbruk og lavere produktivitet, spesielt for maskintung aktivitet. Den samlede kostnaden ved et bortfall av PNT-tjenester i 7 dager er anslått til **351 millioner kroner**.

**Tabell 12-1 Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved et 7-dagers GNSS-bortfall innen bygg- og anleggssektoren. Kilde: Menon Economics**

Kategori	Prissatte samfunnsøkonomiske kostnader ved 7-dagers GNSS-bortfall
Redusert effektivitet i bygge- og anleggsprosesser	351,4
<b>Totalt</b>	<b>351,4</b>

For å anslå de samfunnsøkonomiske kostnadene ved bortfall av PNT-tjenester i bygg- og anleggssektoren har analysen tatt utgangspunkt i 2023-tall fra SSB over verdiskaping fordelt på næring (SN2007).<sup>86</sup>

Analysen er avgrenset til de næringene som er særlig relevant for bruk av PNT-tjenester. Dette omfatter utvalgte deler av hovednæringene 41 Oppføring av bygninger, 42 Anleggsvirksomhet og 43 Spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet.<sup>87</sup> Disse aktivitetene innebærer terrenginngrep, masseforflytning, fundamentering og annen produksjon som gjennomføres ved hjelp av GNSS-basert maskinstyring og presis digital stadfesting. Den samlede bearbeidingsverdien for disse områdene var 122 milliarder kroner i 2023.

<sup>86</sup> SSB (2025) *Hovedtall for alle foretak og bedrifter, etter næring (SN2007), statistikkvariabel, år og foretak/bedrift*.

<sup>87</sup> Utvalget omfatter oppføring av bygninger (41.20), utvalgte deler av anleggsvirksomhet (42.21, 42.22, 42.91 og 42.99), samt spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet knyttet til riving, grunnarbeid, prøveboring og annen maskintung virksomhet (43.11, 43.12, 43.13 og 43.99).

Vi legger til grunn at 75 prosent av verdiskapingen i disse aktivitetene er avhengig av PNT-tjenester. Anslaget bygger på sektorens teknologiske modenhet og utbredelsen av GNSS-basert maskinstyring i næringen. Denne andelen reflekterer at PNT er en integrert del av produksjonsprosessen i maskintunge og terrengrelaterte arbeider, samtidig som enkelte oppgaver kan gjennomføres uten satellittbasert posisjonering.

Til slutt legges det til grunn et anslag på 20 prosent effektivitetstap ved bortfall av PNT-tjenester. Anslaget reflekterer at GNSS-basert maskinstyring gir betydelige produktivetsgevinster, særlig innen grunnarbeid og masseforflytning. Ved bortfall vil produksjonen videreføres gjennom bruk av manuelle metoder og totalstasjon, med lavere presisjon, høyere ressursbruk og redusert fremdrift. Arbeidet stopper dermed ikke opp, men gjennomføres mindre effektivt. Anslaget er noe lavere enn det som ble lagt til grunn i veisektoren, noe som reflekterer at arbeidet i større grad er prosjektavgrenset og punktbasert, og det finnes etablerte alternative metoder for måling og oppmerking som kan opprettholde aktiviteten.

# 13 Forbrukerprodukter og -tjenester

Satellittbaserte PNT-tjenester har i løpet av de siste årene muliggjort en rekke nye forbrukerprodukter og -tjenester. Bruken er ofte indirekte og lite synlig for sluttbrukeren, ettersom posisjons- og tidsdata inngår som en integrert del av apper, plattformer og digitale tjenester. Forbrukernes avhengighet av PNT-tjenester kommer derfor ikke primært til uttrykk gjennom én enkelt funksjon, men gjennom et bredt spekter av tjenester som forenkler mobilitet, handel, sikkerhet, helse og fritid i hverdagen.

Selv om mange av disse bruksområdene ikke isolert sett er samfunnskritiske, bidrar de samlet til betydelige velferdsgevinster gjennom tidsbesparelser, økt trygghet og forenkling av hverdagslige aktiviteter for en stor del av befolkningen.

## 13.1 Anvendelse av satellittbaserte PNT-tjenester

Satellittbaserte PNT-tjenester benyttes i forbrukerprodukter og -tjenester blant annet innen:

- Navigasjon og orientering for privatpersoner (bil, gange, sykkel og friluftsliv)
- Digitale leverings- og plattformtjenester for mat, varer og logistikk
- Persontransporttjenester som Uber og Bolt
- Mikromobilitet og delte kjøretøy, inkludert elsparkesykler og sykler
- Sporing av personer, kjæledyr og personlige eiendeler
- Helse-, omsorgs- og velferdsteknologi for sårbare grupper
- Underholdning, spill, trening og aktivitetsbaserte apper
- Lokasjonsbasert annonsering og kommersielle digitale tjenester

### **Navigasjon for privatpersoner**

Satellittbasert posisjonering brukes daglig av befolkningen til navigasjon i bil, til fots og på sykkel. Bilnavigasjon, enten gjennom innebygde systemer eller apper som Google Maps, gir sanntids ruteveiledning, trafikkvarsler og forslag til alternative ruter ved forsinkelser. For gående og syklende er posisjonering et viktig hjelpemiddel for orientering i bymiljøer og ukjente områder. Effektiv navigasjon bidrar til redusert tidsbruk, mer forutsigbare reiser og forenkling av hverdagslige mobilitetsbehov.

Nasjonale kartløsninger som Norgeskart og UT.no benyttes i friluftsliv og utendørsaktiviteter, der satellittbasert posisjonering kombineres med detaljerte kart- og terrengdata. Dette gir brukerne bedre oversikt over egen posisjon i naturen, øker tilgjengeligheten til turområder og har stor betydning for sikker ferdsel, blant annet ved å redusere risikoen for feilnavigering og at personer går seg bort.

### **Leveringstjenester og plattformøkonomi**

En annen sentral kategori er digitale plattformer for vare- og matlevering, som Wolt og Foodora. Disse tjenestene er i praksis helt avhengige av kontinuerlig tilgang til satellittbasert posisjonering. GPS benyttes til å tildele oppdrag basert på geografisk nærhet mellom kunde og bud, til å navigere budene effektivt gjennom bymiljøer, til å gi kundene sanntidsinformasjon om hvor leveransen befinner seg, samt til å dokumentere leveringstid og leveringssted.

### **Persontransport og delingstjenester**

Persontransporttjenester som Uber og Bolt er også avhengige av PNT-tjenester. Her er satellittbasert posisjonering en kjernekomponent både for matching av sjåfør og passasjer, rutevalg, prisberegning og

dokumentasjon av turen. Plattformenes tillits- og betalingsmodeller bygger på at posisjons- og tidsdata er presise og etterprøvbare. Et bortfall av GNSS vil gjøre det svært krevende å opprettholde tjenestene.

### **Mikromobilitet og elsparkesykler**

Elsparkesykler og andre former for delt mikromobilitet, som Ryde, Voi, Tier og Lime, er også avhengige av satellittbasert posisjonering. Posisjonsdata benyttes til å definere tillatte og forbudte soner gjennom såkalt geofencing, til å hindre at kjøretøy tas med utenfor avtalte driftsområder, til å regulere fart i bestemte soner og til å kontrollere at kjøretøy parkeres korrekt. Ved et kortvarig bortfall av GNSS vil slike tjenester falle bort. På lengre sikt kan enkelte funksjoner delvis erstattes eller omgås gjennom manuelle eller nettverksbaserte løsninger, men dette vil innebære betydelig redusert presisjon og økte driftskostnader.

### **Sporing av personer og eiendeler**

Sporing av personer og eiendeler er et annet viktig bruksområde. Tjenester som «Finn iPhone», «Find My» og tilsvarende Android-løsninger gjør det mulig å lokalisere tapte eller stjålne enheter, men også å dele posisjon mellom personer. Slike tjenester har fått stor utbredelse og oppleves i økende grad som en del av grunnleggende digital trygghet.

I tillegg brukes GPS-baserte sporingsenheter til dyr, særlig hunder under jakt. Dette gir jegeren kontinuerlig oversikt over hundens bevegelser og kan være avgjørende både for effektiv jakt og for dyrevelferd og sikkerhet.

### **Helse og omsorg - sporing av sårbare grupper**

Innen helse- og omsorgssektoren brukes satellittbasert posisjonering blant annet til sporing av personer med demens eller andre kognitive utfordringer. Lokaliseringsteknologi gjør det mulig å raskt finne personer som har gått seg bort, etablere trygge soner (geofencing) med varsling ved avvik, og tilkalle hjelp via innebygget SOS-funksjon. For den enkelte gir dette økt trygghet, større bevegelsesfrihet og mulighet til å bo hjemme lenger. For pårørende reduseres bekymring og behov for kontinuerlig oppfølging, mens helsepersonell får bedre situasjonsforståelse og mer målrettet ressursbruk.

Satellittbasert posisjonering spiller også en viktig rolle i søk etter savnede personer. Frivillige organisasjoner som for eksempel Norske Redningshunder er avhengige av dynamisk oppdatering av posisjonen til både hund og hundefører, samt løpende registrering av hvilke områder som allerede er gjennomført i et søkeområde. Dette gjør det mulig å koordinere søket mer effektivt og redusere risikoen for at områder blir oversett. Tilsvarende er GNSS en sentral teknologi i bruk av droner i søk- og redningsoperasjoner, hvor presis posisjonering og sanntidsoppdatering av søkeområder er avgjørende for rask og effektiv innsats. Uten slike systemer vil søk etter savnede personer kunne ta lengre tid.

### **Underholdning, spill og sosiale apper**

Satellittbasert posisjonering brukes også i en rekke apper for underholdning og sosiale formål. Spill som Pokémon Go og lignende lokasjonsbaserte spill er helt avhengige av at brukerens fysiske posisjon kan kobles direkte til spillmekanikken. Også trenings- og aktivitetsapper (løping, sykling, tur, golf) bruker GPS til å registrere ruter, distanse og hastighet.

### **Lokasjonsbasert annonsering og kommersielle tjenester**

Et mer indirekte, men økonomisk viktig bruksområde er lokasjonsbasert annonsering. Mange digitale annonse- og markedsføringstjenester bruker informasjon om hvor brukeren befinner seg for å tilpasse

annonser, tilbud og innhold. Slike lokasjonsbaserte tjenester er en viktig del av verdiskapingen knyttet til GPS, selv om brukerne sjelden betaler direkte for dem. Verdien realiseres i form av mer effektiv reklame og økt treffsikkerhet for næringslivet.

## 13.2 Konsekvenser ved bortfall

Konsekvensene av et bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester for forbrukerrettede produkter og tjenester er sammensatte. For enkelte anvendelser lar de økonomiske effektene seg relativt enkelt tallfeste, enten fordi aktiviteten vil stanse helt, eller fordi verdiskapingen er konsentrert hos et begrenset antall aktører. For andre anvendelser vil konsekvensene i større grad komme til uttrykk som redusert nytte, lavere kvalitet på tjenestene og økt tidsbruk for brukerne. Slike effekter er reelle, men vanskelige å beregne på en konsistent og etterprøvable måte.

I det følgende presenteres derfor beregninger for utvalgte delsegmenter der tilgjengelige data gir et tilstrekkelig grunnlag for å anslå tap i verdiskaping ved et syv dagers bortfall av PNT-tjenester. Disse anslagene er ment å illustrere størrelsesordener, og gir ikke et fullstendig bilde av de samlede samfunnsøkonomiske konsekvensene innen forbrukerområdet.

### Leveringstjenester og plattformøkonomi

Det legges til grunn at et bortfall av PNT-tjenester over syv dager i praksis vil medføre full stans i aktivitetene for selskaper som Foodora og Wolt. Vår vurdering er at virksomhetene er så gjennomgående avhengige av posisjonsinformasjon at de ikke vil kunne drifte uten. Foodora og Wolt hadde henholdsvis 510 og 300 millioner i verdiskaping i 2024, et vil bortfall på syv dager dermed medføre et tap i verdiskaping på henholdsvis 10 og 6 millioner kroner.

### Persontransport og delingstjenester

Enkelte sjåførere vil i prinsippet kunne fortsette persontransport som ordinær drosjetjeneste, forutsatt at de har gyldig drosjeløyve og tilgang til alternative bestillingsløsninger. Omfanget av slik videreført aktivitet er imidlertid usikkert, ettersom mange sjåførere er avhengige av plattformene for formidling av oppdrag. Dette gjør det vanskelig å kostnadsfeste eventuell overgang til ordinær drosjedrift. Det må likevel legges til grunn at vesentlige deler av verdiskapingen fra bransjen vil gå tapt i perioden med bortfall av PNT-tjenester.

### Mikromobilitet og elsparkesykler

Det legges til grunn at et bortfall av PNT-tjenester over syv dager i praksis vil medføre full stans i aktivitetene for mikromobilitetstjenester som Ryde, Tier, Voi og Lime. Uten satellittbaserte PNT-tjenester vil plattformene i liten grad kunne opprettholde drift, og verdiskapingen i perioden legges derfor til grunn å falle bort. For syv dager utgjør dette for de fire nevnte aktørene, 4,7 millioner kroner.

### Øvrige forbrukerrettede tjenester

I tillegg til de tjenestene som er omtalt over, vil et bortfall av PNT-tjenester også medføre økonomiske tap for en rekke andre forbrukerrettede tjenester og for husholdninger generelt. For disse anvendelsene vil konsekvensene av et bortfall i hovedsak komme til uttrykk som redusert nytte, lavere kvalitet på tjenestene og økt tidsbruk for brukerne, snarere enn som full stans i aktivitet. De samfunnsøkonomiske kostnadene vil derfor bestå av velferdstap, produktivitetstap og ineffektiv ressursbruk. Slike tap er reelle, men vanskelig å kvantifisere på en robust måte i denne anaøysen, blant annet fordi de er spredt på mange brukere, varierer betydelig mellom individer og i begrenset grad fanges opp i markedsbaserte

transaksjoner. Av denne grunn er disse effektene ikke tallfestet i analysen, men det kan likevel legges til grunn at det også vil være kostnader knyttet til disse områdene, men u usikker størrelsesorden.

# 14 Samlet vurdering og implikasjoner

De foregående kapitlene har beskrevet hvordan ulike sektorer benytter satellittbaserte PNT-tjenester, og hvilke direkte konsekvenser et bortfall kan få innenfor hver sektor. Avhengigheten av PNT-tjenester stopper imidlertid ikke ved sektorgrensene. Mange funksjoner er gjensidig avhengige, og svikt i én del av systemet kan forplante seg videre til andre samfunnsfunksjoner. I dette kapitlet løfter vi derfor analysen fra sektornivå til systemnivå, og drøfter hvordan avhengigheter, samvirke og koordineringsutfordringer påvirker den samlede samfunnsøkonomiske sårbarheten.

Samlet peker analysen på noen overordnede hovedtrekk. For det første er bruken av PNT-tjenester bred og økende, men ikke all bruk er direkte avhengig av satellittbaserte løsninger. For det andre er de største direkte samfunnsøkonomiske konsekvensene av et bortfall knyttet til transportsektoren i vid forstand, der både effektivitet, sikkerhet og fremkommelighet påvirkes raskt. For det tredje er samfunnets avhengighet av presis tid betydelig, men robustheten fremstår gjennomgående høyere enn for posisjonstjenester, særlig ved kortvarige bortfall.

Samtidig viser analysen at den samlede sårbarheten i stor grad er systemisk. Gevinsten av økt robusthet er ofte tverrsektoriell, mens kostnadene bæres av den enkelte aktør. Dette kan føre til underinvestering i tiltak som samlet sett ville vært samfunnsøkonomisk lønnsomme. Tiltak for økt robusthet handler derfor ikke bare om tekniske løsninger, men også om koordinering, rolleavklaring og prioritering på tvers av sektorer.

I det følgende sammenfatter vi de viktigste funnene og drøfter implikasjoner for videre arbeid med robusthet og beredskap.

## 14.1 Hva viser de sektorvise konsekvensene ved bortfall?

De sektorvise analysene dokumenterer at et syv dagers bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester kan medføre betydelige samfunnsøkonomiske kostnader. Konsekvensene er størst i transportsektoren i bred forstand, særlig innen maritim virksomhet, luftfart og petroleumsrelaterte operasjoner.

Kostnadene oppstår primært gjennom:

- Redusert effektivitet og produksjon
- Forsinkelser og kvalitetsforringelse
- Økt risiko for uønskede hendelser
- Midlertidig stans i særlig presisjonsavhengige operasjoner

Analysene viser også at mange sektorer har en viss operativ tilpasningsevne ved kortvarige bortfall. Alternativer finnes i varierende grad, men ofte med lavere effektivitet, høyere kostnader eller økt risiko.

Det sektorvise øyeblikksbildet viser dermed at PNT-tjenester utgjør en viktig innsatsfaktor i moderne verdiskaping, men også at konsekvensene varierer betydelig mellom sektorer.

## 14.2 Hva fanges ikke fullt ut av tallene – og hvilke implikasjoner har det?

De kvantifiserte anslagene i denne rapporten er basert på et avgrenset syv dagers bortfallsscenario og representerer direkte og kortsiktige samfunnsøkonomiske kostnader. Beregningene gir et konsistent

og sammenlignbart bilde av hvordan et midlertidig bortfall påvirker verdiskaping, effektivitet og risiko i ulike sektorer. Tallene fanger likevel bare deler av den samlede risikoeksponeringen.

For det første er systemiske avhengigheter vanskelig å tallfeste. Flere kritiske samfunnsfunksjoner deler en felles teknologisk referanseramme gjennom satellittbaserte PNT-tjenester. Elektronisk kommunikasjon, finansielle systemer, kraftforsyning og transport benytter alle presis tid og posisjon som grunnleggende innsatsfaktorer. Dersom forstyrrelser oppstår samtidig i flere sektorer, kan konsekvensene forsterkes gjennom gjensidige avhengigheter. Slike kaskadeeffekter er komplekse og usikre, og er derfor i begrenset grad inkludert i de sektorvise kostnadsanslagene.

For det andre kan manipulasjon av signaler representere en annen type risiko enn fullstendig bortfall. Et synlig bortfall utløser umiddelbare tilpasninger og overgang til alternative løsninger. Feilaktige eller manipulerte signaler kan derimot påvirke systemer før avvik oppdages, og skape mer sammensatte hendelsesforløp. Denne typen risiko er vanskeligere å modellere og verdsette, men kan i enkelte situasjoner ha større konsekvenser enn et rent bortfall.

For det tredje er analysen avgrenset til et kortvarig scenario. Ved langvarige eller gjentatte forstyrrelser kan produksjonsstans, kapasitetsproblemer og tillitseffekter utvikle seg over tid. Økende digitalisering og automatisering innebærer at samfunnets avhengighet av presise og stabile PNT-tjenester sannsynligvis vil øke fremover. Konsekvensene av fremtidige hendelser kan derfor bli større enn det som fremgår av et statisk syv dagers øyeblikksbilde.

Samlet innebærer dette at de beregnede kostnadene bør forstås som konservative anslag på direkte og kortsiktige effekter. Den strategiske betydningen av satellittbaserte PNT-tjenester knytter seg i større grad til deres rolle som felles referanseramme i sammenkoblede og stadig mer digitaliserte systemer.

Dette betyr ikke at analysen tilsier behov for omfattende eller umiddelbare tiltak i alle sektorer. Det innebærer imidlertid at vurderinger av robusthet og beredskap bør ses i et bredere perspektiv enn de sektorvise kostnadsanslagene alene. Særlig gjelder dette der flere sektorer deler underliggende avhengigheter, der manipulasjon kan være vanskelig å oppdage, og der teknologisk utvikling gradvis kan øke eksponeringen.

### 14.3 Utviklingstrekk og betydningen av presis tid

Når infrastruktur som forutsetter satellittbasert PNT etableres, kan denne avhengigheten gjøre dem mer sårbare for forstyrrelser enn infrastrukturen eller systemene de ofte erstatter. Det kan være mer kostbart og komplisert å herde disse systemene eller bruken av dem mot bortfall av GNSS-signaler (lenge) etter at de er satt i drift. Tidlig i designfasen finnes det et mulighetsrom for å avdekke PNT-avhengigheter, så systemene kan gjøres robuste mot bortfall, og beredskapsplaner kan etableres. Dette gjelder særlig i sektorer der kompetanse, alternative arbeidsformer og teknisk redundans gradvis fases ut.

I et utviklingsperspektiv vil beredskap og robusthet ved bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester ikke bare være et spørsmål om hvordan dagens systemer og rutiner kan herdes, men også om hvordan fremtidige løsninger utformes.

Vi presenterer derfor mulige tiltak og retninger for videre arbeid i neste kapittel. Tiltakene presenteres som alternative tilnærminger til å redusere sårbarhet og styrke robusthet, uten at det er foretatt samfunnsøkonomiske vurderinger av konkrete investeringer eller prioriteringer.

# 15 Alternative teknologier og tiltak for å redusere avhengighet

Analysene i denne rapporten har kartlagt bruken av satellittbaserte PNT-tjenester, konsekvenser ved et avgrenset bortfallsscenario og systemiske sårbarheter på tvers av sektorer. Formålet med dette kapittelet er ikke å utrede eller anbefale konkrete tiltak, men å beskrive mulige tiltak og peke på retninger for videre arbeid som kan redusere sårbarhet og styrke robusthet.

Satellittbaserte PNT-tjenester inngår i dag som en viktig innsatsfaktor i flere samfunnsfunksjoner. Økt bruk har bidratt til effektivisering og nye tjenester, men øker også avhengigheten – både gjennom sårbarhet for bortfall og gjennom risiko for forstyrrelser og manipulering.

Tiltak kan rette seg mot både forebygging og konsekvenshåndtering. I dette kapittelet beskrives tiltak langs seks tilnæringer: (1) øke robustheten i eksisterende GNSS-systemer, (2) etablere overvåking og situasjonsforståelse, (3) sikre holdover-kapasitet og overgangsløsninger ved bortfall, (4) redundans og alternative PNT-kilder, (5) øvelser og ivaretagelse av kompetanse, og (6) avklare ansvarsområder og roller.

**Figur 6: De seks gruppene av tiltak som diskuteres i dette kapittelet. Kilde: Menon Economics**

## Seks tilnæringer for å redusere PNT-sårbarhet



Først presenterer vi et bredt spekter av mulige tiltak. Deretter trekker vi frem de tiltakene som fikk størst oppslutning i et arbeidsmøte med aktører som enten bruker eller forvalter satellittbaserte PNT-tjenester i Norge. Det er ikke gjort samfunnsøkonomiske kost-nytte-vurderinger av tiltakene som omtales i dette kapittelet. De beskrives derfor på et overordnet nivå og bør eventuelt utredes nærmere.

### 15.1 Øke robusthet i eksisterende systemer

Vi ser først på noen tekniske tiltak som tar sikte på å øke robustheten i eksisterende systemer. Disse tiltakene retter seg mot kjente sårbarheter i GNSS-signaler, som svak signalstyrke, åpen signalstruktur og manglende autentisering i de mest utbredte sivile signalene. Dette gjør signalene utsatt både for å bli overdøvet av støy og for å bli erstattet av sterkere falske signaler.

Forstyrrelser av GNSS-signaler behøver ikke komme fra avanserte kilder: billige jammere<sup>88</sup> som kan kjøpes på internett og kobles til strømuttaket i kjøretøy kan skape lokale forstyrrelser og lokalt bortfall av signal for mottakere. Slike forstyrrelser registreres jevnlig av Nkoms målestasjoner. Mottakere kan imidlertid gjøres mer robuste mot slike forstyrrelser. Erfaringer fra Jammertest, den årlige nasjonale testøvelsen på Andøya, viser at flere tekniske tiltak kan bidra til å redusere sårbarheten.

Bruk av flere satellittsystemer samtidig øker sannsynligheten for at en mottaker kan opprettholde posisjonsbestemmelsen dersom ett av systemene skulle falle ut, eller dersom forstyrrelser påvirker frekvensbåndene til ett enkelt system. Såkalt multikonstellasjons- og multifrekvensmottak av signaler fra GPS, Galileo, GLONASS og BeiDou gjør at mottakeren kan bruke signaler fra typisk 30–40 synlige satellitter på en gang. Tester gjennomført i Jammertest viser at multikonstellasjonsmottakere i flere tilfeller kan opprettholde posisjonen under jamming der mottakere som baserer seg på ett enkelt system feiler. Bredbåndsjamming kan ramme signaler fra flere konstellasjoner samtidig, men multikonstellasjon gir likevel bedre robusthet enn om man baserer seg på ett enkelt system.

Mottakere som bruker signaler på flere frekvensbånd, som L1 og L5, oppnår bedre ionosfærisk korreksjon og er vanskeligere å forstyrre med frekvensspesifikk jamming.

Jammersignaler kan nulles ut (motvirkes) av adaptive antennteknologier, kjent som CRPA (Controlled Reception Pattern Antenna). De kan også forsterke GNSS-signaler. Jammertestene har bekreftet at CRPA-antenner gir betydelig beskyttelse.

Det går an å autentisere og, til en viss grad, forsikre seg om det påståtte opphavet til et signal. Galileos OSNMA (Open Service Navigation Message Authentication) autentiserer navigasjonsmeldingene fra Galileo-satellittene. Tjenesten ble erklært operativ i juli 2025, og Galileo er det første satellittnavigasjonssystemet som tilbyr slik åpen autentisering. OSNMA sikrer at navigasjonsdataene er ekte, men autentiserer ikke selve signalet som brukes til avstandsmåling. En angriper kan dermed i prinsippet sende et falskt signal med ekte navigasjonsdata og villedde mottakeren.

Galileos Signal Authentication Service (SAS) er under utvikling<sup>89</sup> som et supplement til OSNMA og adresserer dette gapet. SAS krypterer spreading-koden på Galileos E6-C-signal, slik at mottakeren kan verifisere at avstandsmålingen gjøres mot en ekte satellitt og ikke mot en manipulert signalkilde. Tjenesten krever at mottakeren kan ta inn signaler på E6-båndet og laster ned referansedata fra en Galileo-server før den begynner autonom drift (en drone kan f.eks. hente referansedataene over internett). EU-beslutning 2024/1882 fastsetter at tjenesten skal være gratis tilgjengelig, og lansering forventes i 2027. SAS vil utvikles videre i Galileos andre generasjon (G2G) med dedikerte autentiseringssignaler og bedre ytelse.

Kombinasjonen av OSNMA og SAS gir det som i Galileo-sammenheng beskrives som en sterkt autentisert posisjon<sup>90</sup>: man har autentiserte navigasjonsdata sammen med autentiserte avstandsmålinger. Verken OSNMA eller SAS beskytter mot jamming, men kombinasjonen gir høy grad av beskyttelse mot spoofing, og, gjennom korrelasjonsmålinger, muligheten til å avdekke meaconing<sup>91</sup>.

---

<sup>88</sup> En jammer er en sender som bevisst forstyrrer radiosignaler ved å sende ut støy eller signaler på samme frekvens. I GNSS-sammenheng brukes jammere til å blokkere mottak av satellittsignaler, slik at posisjon og tid ikke kan beregnes korrekt.

<sup>89</sup> Fernandez-Hernandez, I. et al. (2024). Galileo Signal Authentication Service (SAS). Konferanseartikkel.

DOI:10.33012/2024.19707.

<sup>90</sup> Willems, Tom (2024). Galileo Signal Authentication Service (SAS). Presentasjon. [https://www.navnin.nl/new/wp-content/uploads/2024/09/2024-09-12-5-Workshop\\_Willems\\_final.pdf](https://www.navnin.nl/new/wp-content/uploads/2024/09/2024-09-12-5-Workshop_Willems_final.pdf)

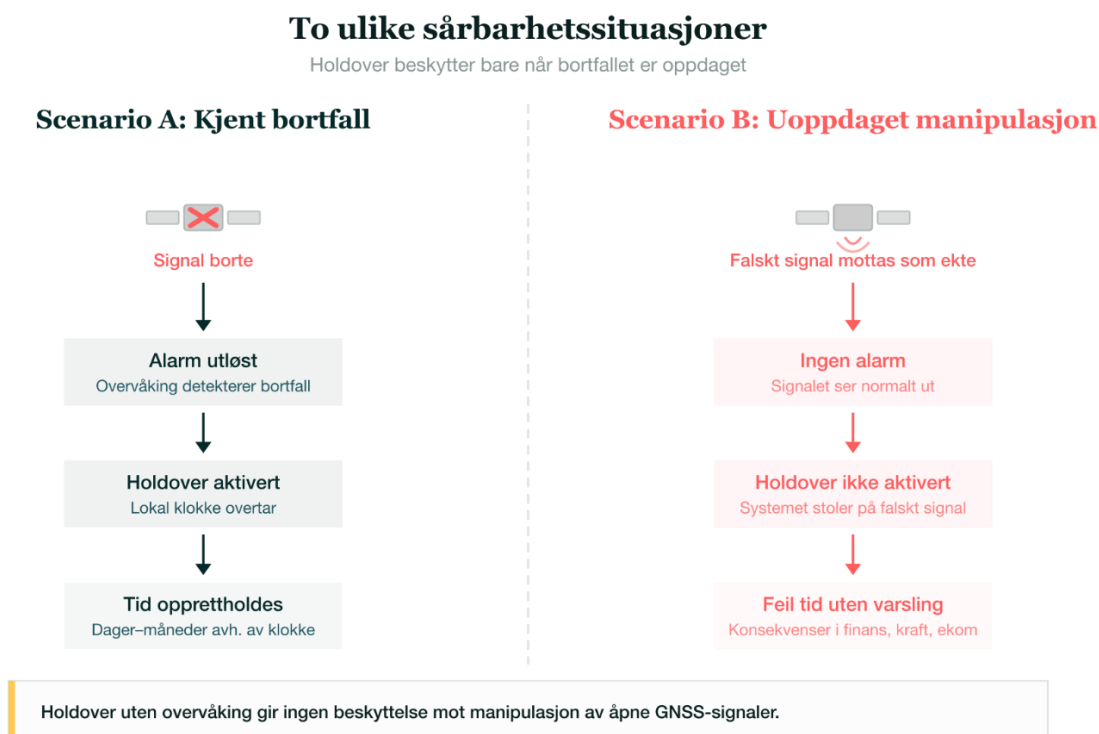
<sup>91</sup> Meaconing baserer seg på re-kringkasting av ekte signaler, som kan være krypterte. Fordi E6-C-signalet har en kryptert kodesekvens som endrer seg kontinuerlig, og mottakeren kjenner den forventede sekvensen fra forhåndsnedlastet data, kan en forsinkelse fra re-kringkastingen oppdages gjennom korrelasjon og flagges som potensielt forfalsket.

Avvik i GNSS-signaler kan også detekteres med RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring), som er en statistisk metode brukt særlig i luftfarten. RAIM kan oppdage grove feil, men gir begrenset beskyttelse mot sofistisert spoofing som opprettholder geometrisk konsistens mellom signalene.

## 15.2 Overvåking og situasjonsforståelse

For at operatører skal kunne reagere på forstyrrelser, må de vite at forstyrrelsene skjer. En nasjonal overvåkings- og varslingstjeneste for GNSS-status er en grunnleggende forutsetning for mange av de øvrige tiltakene som drøftes senere i dette kapittelet. Holdover-løsninger, som omtales i neste seksjon, hjelper bare dersom bortfallet er oppdaget. Ved uoppdaget spoofing som gir feilaktig tidsinformasjon, vil holdover-mekanismer ikke aktiveres. Overvåking er dermed ikke bare nyttig i seg selv – den er en forutsetning for at andre tiltak skal fungere.

**Figur 7: To ulike situasjoner, en hvor vi har et kjent bortfall og kan aktivere holdover-systemer, et annet der manipulererte signaler ikke avsløres, og tolkes som ekte, med potensielle alvorlige følgefeil. Kilde: Menon Economics**



Kartverkets CPOS-nettverk, med over 280 basestasjoner fordelt over hele Norge, utgjør allerede en infrastruktur som kan egne seg for nasjonal GNSS-overvåking. Basestasjonene mottar GNSS-signaler kontinuerlig og kan i prinsippet brukes til å detektere avvik og forstyrrelser i sanntid. En stor andel av GNSS-mottakerne som er i bruk i dag har innebygde interferensdetektorer, men denne informasjonen blir i liten grad delt videre eller systematisert og utnyttet nasjonalt. Det eksisterer dermed et betydelig utnyttet potensial for en varslingstjeneste basert på eksisterende infrastruktur som allerede er utplassert.

Nkom overvåker radiospektrumet gjennom et nettverk av målestasjoner som blant annet brukes til å registrere og analysere forstyrrelser i GNSS-signalene. Slike målinger har blant annet dokumentert jamming og spoofing i deler av Norge. I tillegg finnes det ulike initiativer for å etablere sensorer og målepunkter som kan bidra til å oppdage og lokalisere GNSS-forstyrrelser. Data fra slike systemer

brukes primært til analyse og hendelsehåndtering hos relevante myndigheter og er i begrenset grad offentlig tilgjengelige.

Kystverket har etablert flere tilnærminger for å avdekke GNSS-forstyrrelser. Siden 2023 har de overvåket AIS-meldinger fra skip ved hjelp av satellitter og landbaserte mottaksstasjoner. Dersom et skip ikke kan fastsette egen posisjon, erstattes posisjonsinformasjonen i AIS-meldingen med en feilmelding. Sammen med skipets sist kjente posisjon kan dette gi en indikasjon på både forekomst og geografisk utbredelse av GNSS-forstyrrelser. Kystverket har også, gjennom et innovasjonspartnerskap, utviklet sensorer som kan detektere jamming og spoofing og automatisk varsle Nkom. Sensorene utplasseres på losfartøy for å bidra til et mer oppdatert situasjonsbilde av GNSS-status langs kysten.

Finland har gjennom GNSS-Finland etablert en nasjonal overvåkningstjeneste for GNSS-signalkvalitet som gir sanntidsinformasjon om satellittsignalenes tilgjengelighet og integritet. Overvåkingen baserer seg på målinger fra referansestasjonene for koordinatreferansesystemet EUREF-FIN. Status for signalene fra GPS, Galileo, BeiDou og Glonass er gjort offentlig tilgjengelige på nett<sup>92</sup>. Til sammen utgjør CPOS-nettverket, Kystverkets data fra overvåking av AIS-sendinger fra skip og Nkoms målestasjoner kan danne grunnlaget for en tilsvarende norsk navigasjonsvarslingstjeneste, sammenlignbar med meteorologisk varsling. Et slikt offentlig system vil tillate operatører og brukere å sjekke GNSS-helse for et geografisk område før og under operasjon, slik at de kan tilpasse aktiviteten dersom signalkvaliteten er redusert.

Brukeren selv er også en del av overvåkingsbildet. Mange GNSS-mottakere har alarmer for teknisk feil, men få varsler eksplisitt om jamming eller spoofing. Bedre integritetsovervåking i mottakerutstyret, kombinert med bevissthet hos operatøren om hva signalene faktisk forteller, øker robustheten uten store investeringer. Aktørene oppgir at det er rom for forbedring i bruken av dataene de har.

### 15.3 Sikre holdover-kapasitet og overgangsløsninger

Ved kjent bortfall av GNSS kan holdover-løsninger opprettholde tidssynkronisering over kortere eller lengre perioder, avhengig av teknologien som benyttes. Ulike sektorer har svært ulike behov og toleranser for avvik, og det finnes per i dag ingen nasjonal anbefaling for hva som er tilstrekkelig holdover-kapasitet.

Aktører har uttrykt at det kan være hensiktsmessig med en nasjonal føring for holdover-krav. Det kan være særlig fornuftig for samfunnskritiske systemer, hvor robust og konsistent tidsdistribusjon er avgjørende.

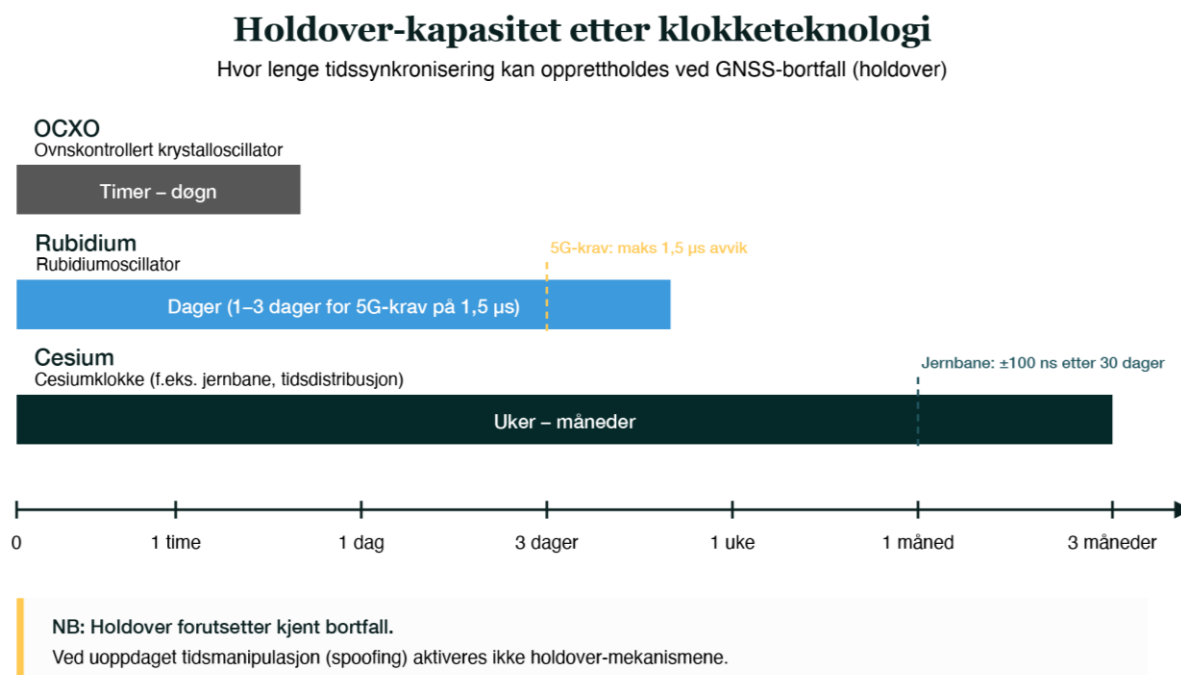
Ulike klokketeknologier gir ulik holdover-tid. Hvor lenge presisjonen holder avhenger av hvilken toleranse som kreves. Nedenfor gir vi en oversikt over typiske forventede og ønskede holdoverkapasiteter for ulike klokketeknologier, basert på tilgjengelig litteratur, men også faktisk bruk blant industriaktører. Se figuren under for en illustrasjon. OCXO (ovnskrollerte krystallosillatorer) kan gi holdoverkapasitet i timer til noen dager, rubidiumoscillatorer i dager, og cesiumklokker i uker til måneder. Hydrogen-masere, som blant annet Justervesenet bruker, har utmerket korttidsstabilitet, men drifter over lengre perioder og er ikke nødvendigvis bedre enn cesium for langvarig holdover. For 5G-nettverk, som krever maksimalt 1,5 mikrosekunder avvik fra synkron tid, gir rubidium en holdover-kapasitet på anslagsvis én til tre dager<sup>93</sup>.

---

<sup>92</sup> GNSS-Finland Service. <https://gnss-finland.nls.fi> (besøkt 20. februar 2026)

<sup>93</sup> Ajmeri et al. (2022). Clocks, Time Error, and Noise. Bokkapittel. <https://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=3128857&seqNum=3>

**Figur 8: Estimerte holdover-kapasiteter for ulike klokketeknologier med ulike presisjonskrav. Merk at holdovertid er direkte avhengig av hvor stor toleranse for drift et system har. Kilde: Menon Economics**



I jernbanesektoren har man, i tillegg til GNSS-mottak, sørget for robusthet gjennom installasjon av utstyr som støtter både rubidium- og atomklokker. Synkronisering distribueres via det optiske og IP-baserte transmisjonsnettet. Ved å kombinere flere tilgjengelige referanser for tid og frekvens oppnås en holdover-tid som gjør at systemene kan fungere uten satellittsignaler i flere uker. Ambisjonen er en holdover-ytelse med maksimalt ±100 ns drift etter 30 dager. Lengre holdover-tid kan være oppnåelig, men vil sannsynligvis kreve ytterligere investeringer.

Flere aktører i sektorer som telekom, luftfart, kraft og jernbane har atomklokker som kan kobles sammen via eksisterende fibernet. Fiberdistribuert tid, basert på protokoller som PTP (Precision Time Protocol), kan være et alternativ til NTP-basert tidssynkronisering. NTP ble ikke utviklet for å håndtere bortfallsscenarioer, og en overgang til fiberdistribuert tid kan styrke holdover-kapasiteten vesentlig.

Det er viktig å skille mellom to ulike sårbarhetssituasjoner. Ved kjent bortfall, der operatøren vet at GNSS er utilgjengelig, kan holdover-løsninger opprettholde tidssynkronisering i dager, uker eller måneder avhengig av teknologien de har investert i. Ved uoppgdaget tidsmanipulasjon, som sofistisert spoofing, kan selv et mikrosekunds avvik gi alvorlige konsekvenser i sektorer som finans og kraftforsyning, uten at holdover-mekanismen utløses. En aktør med 30 dagers holdover-kapasitet er godt rustet for kjent bortfall, men like sårbar som alle andre for manipulering som ikke oppdages. Holdover-kapasitet uten overvåking gir ingen beskyttelse mot manipulasjon ved bruk av åpne GNSS-signaler.

Tilgang til krypterte PNT-signaler kan redusere sårbarhet, men disse er per i dag ikke realistisk tilgjengelige for norske aktører. Norge har per i dag ikke gyldige avtaler med EU om informasjonssikkerhet eller tilgang til Galileos PRS. USA-baserte Iridium har en kommersiell, kryptert tjeneste i drift. Fremtidige Galileo SAS vil operere med en kryptert kanal som er fritt tilgjengelig, men

tjenesten er allikevel sårbar for meaconing<sup>94</sup>. Samtidig er SAS designet for at man skal kunne oppdage denne typen angrep, men dette krever både utstyr og kompetanse.

Holdover-løsninger forutsetter at øvrig infrastruktur er tilgjengelig. En atomklokke som distribuerer tid via fiber, gir ingen verdi dersom fibernettet eller strømforsyningen er nede. I et scenario der PNT-bortfall sammenfaller med andre infrastrukturforstyrrelser, vil holdover-kapasiteten som er tilgjengelig i praksis kunne være vesentlig lavere enn det den tekniske spesifikasjonen tilsier.

Tidsmanipulasjon kan også ramme systemer på måter som ikke er umiddelbart intuitive. Digitale systemer som bruker tidsreferanser til autentisering, sertifikathåndtering og lisensvalidering kan bli utilgjengelige dersom den opplevde tiden avviker tilstrekkelig fra forventet tid. Under Jammertest på Andøya har slike konsekvenser blitt oppdaget (Jammertest, 2024). Systemer som er avhengig av digitale sertifikater, som har en start- og sluttdato, kan nekte å fungere dersom de tror de er utenfor gyldighetsperioden til et sertifikat. I luftbransjen har systemer som har fått manipulert tiden frem, nektet å justere seg tilbake, og dermed vært ute av drift til de ble tilbakestillt manuelt (Pen Test Partners, 2025).

For posisjons- og navigasjonskomponenten finnes det overgangsløsninger som treghetsnavigasjon (Inertial Navigation System, INS), basert på treghetsmålingsenheter (Inertial Measurement Unit, IMU), samt luftfartens VOR/DME-systemer<sup>95</sup> (VHF Omnidirectional Range / Distance Measuring Equipment), som gir henholdsvis retnings- og avstandsinformasjon til luftfartøy. Treghetsnavigasjon drifter over tid, så disse er ikke erstatninger for GNSS, men kan gi operatøren tid til å iverksette andre tiltak. For de beste maritime systemene kan driften ligge på noen kilometer per døgn, men for typiske kommersielle enheter er den vesentlig høyere. Driften gjør at INS egner seg som overgangsløsning i timer snarere enn dager for de fleste brukere. Treghetsnavigasjon gir heller ingen varslings om at GNSS-signalet er kompromittert – systemet kompenserer gradvis for avvik, noe som kan gi operatøren en uberettiget tillit til at navigasjonen er korrekt.

## 15.4 Redundans og alternative kilder til PNT

Det finnes reelle alternativer til satellittbasert PNT, men de varierer i teknologisk modenhet, kostnad og dekningsområde. Ingen løsning kan alene erstatte alt GNSS leverer, og det er viktig å forstå hva hver teknologi faktisk gir. Tid er den enkleste av de tre komponentene å distribuere uavhengig av satellitter, fordi den kan overføres gjennom fibernett mellom atomklokker. Posisjon og navigasjon krever egne sendernett eller sensorsystemer, og er vanskeligere å erstatte med samme presisjon. Å redusere avhengigheten av GNSS i PNT-tjenester handler derfor blant annet om å sette sammen ulike teknologier til et forsvarlig sikkerhetsnett, og ikke om å finne én enkelt erstatning.

---

<sup>94</sup> En mottaker som ikke har utstyret/evnen til å korrelere signaturen til et signal mot den kjente, publiserte signaturen, vil ikke oppdage et meaconing-angrep der et ekte signal spilles av (og dermed ankommer senere enn det burde).

<sup>95</sup> VOR/DME er bakkebaserte navigasjonssystemer som har vært i bruk i luftfarten lenge før GNSS, og som fortsatt vedlikeholdes.

**Figur 9: En optisk ytterbium-gitterklokke for tidfesting ved NMIJ (National Metrology Institute of Japan). NMIJ, National Metrology Institute of Japan. Oppskalert med KI. CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons.**



#### 15.4.1 Nasjonal tidstjeneste

Justervesenet forvalter nøyaktig tid i Norge gjennom fem atomklokker og leverer tidsdata til det internasjonale tidsbyrået (BIPM). Justervesenet drifter også en åpen NTP-tjeneste, men NTP gir millisekund-nøyaktighet og er ikke dimensjonert for kritisk infrastruktur som krever mikrosekund-precisjon. En nasjonal tidstjeneste basert på fiberdistribuert tid via PTP (Precision Time Protocol) og White Rabbit-teknologi<sup>96</sup> kan levere fra mikrosekund- til sub-nanosekund-nøyaktighet til aktører som telekom, kraftnett, finans og jernbane uten å være avhengig av satellittsignaler. Sverige har allerede etablert en slik tjeneste gjennom Netnod, med distribuerte cesiumklokker og holdover-kapasitet på opptil tre måneder<sup>97</sup>. Netnods PTP-tjeneste finansieres gjennom en kombinasjon av statlig grunnfinansiering og brukerbetaling for tilgang og tilkobling.

Nkom og Justervesenet fikk i januar 2025 i oppdrag å utrede en nasjonal tidstjeneste. Utredningen, levert i juni 2025<sup>98</sup>, anbefaler seks distribuerte klokkenoder forbundet via eksisterende fibernett, med en investeringskostnad på 85 millioner kroner og årlige driftskostnader på 21 millioner kroner<sup>99</sup>. Det kom inn 27 innspill fra ulike aktører. Alle ønsket en nasjonal tidstjeneste. Et strakstiltak for å styrke eksisterende tidslaboratorier kan være på plass innen seks måneder, og tjenesten kan nå et operativt nivå innen 12 til 18 måneder fra beslutning om etablering tas<sup>100</sup>.

---

<sup>96</sup> White Rabbit er en teknologi for svært presis tidsdistribusjon over fiberoptiske nettverk. Den bygger på Precision Time Protocol (PTP), men bruker utvidede mekanismer for måling og korrigering av signalforsinkelser i fiberen, slik at klokker kan synkroniseres med nøyaktighet ned mot sub-nanosekundnivå.

<sup>97</sup> Netnod. «[D]esigned to maintain PRTC-A accuracy (+/- 100ns from the reference) for at least 3 months of isolation»: <https://tech.netnod.se/time-services> (besøkt 16. februar 2026).

<sup>98</sup> Nkom og Justervesenet (2025), rapport tilgjengelig her: <https://nkom.no/rapporter-og-dokumenter/utredning-robust-infrastruktur-klokkesignal>.

<sup>99</sup> For en infrastruktur bestående av fire faste og to mobile klokkenoder med cesium- og hydrogenmaser-klokker. I tillegg viser utredningen til at 140 millioner kroner er bevilget til Sikt for utbygging av fibernettet som skal bære tjenesten. Total investering er dermed ca. 225 millioner kroner.

<sup>100</sup> Operativt nivå i noen landsdeler; full landsdekkende utbygging vil ta lenger tid. Utredningen anbefaler at hver landsdel skal kunne operere uavhengig i tre måneder uten ekstern styring.

**Figur 10: Innsiden av et Loran-tårn. Foto: [CambridgeBayWeather](#), CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons.**



### 15.4.2 eLoran

eLoran (Enhanced Long Range Navigation) er et bakkebasert radionavigasjonssystem som opererer i langbølgebåndet rundt 100 kHz. Systemet bruker kjeder av synkroniserte bakkebaserte sendere, der mottakeren bestemmer sin posisjon ved å måle tidsforskjellen mellom signaler fra ulike sendere. Fordi signalene beveger seg langs bakken med kjent hastighet, kan tidsforskjellene omregnes til avstander. Ved å kombinere signalene fra flere sendere beregnes posisjonen. eLoran er en modernisert versjon av Loran-C, med differensialkorreksjoner, moderne signalbehandling og en innebygd datakanal. Bruk av systemet forutsetter egne mottakere tilpasset dette.

Systemets viktigste egenskap som alternativ til GNSS er signalstyrken. Fordi senderne er bakkebaserte og opererer på langbølge, er signalet flere millioner ganger sterkere enn GPS-signaler. Det betyr at eLoran er svært vanskelig å jamme, og at en jammer designet for GNSS-frekvenser ikke vil påvirke eLoran. Teknologien gir 50 til 100 nanosekunders tidspresisjon, posisjonspresisjon bedre enn 100 meter, og ned mot 10 til 20 meter med differensialkorreksjoner. Det er vesentlig dårligere enn GNSS for presisjonsarbeid, men tilstrekkelig for navigasjon og tidfesting i de fleste beredskapssituasjoner. Samtidig vil det være et spørsmål om denne presisjonen kan oppnås overalt i Norge, da terreng, fjell og fjorder påvirker signalets evne til å bli overført og mottatt.

Norges fire Loran-C-stasjoner (Bø i Vesterålen, Jan Mayen, Værlandet og Berlevåg) opphørte å sende 31. desember 2015, og infrastrukturen ble revet i perioden 2016 til 2018. Nedbyggingen etterfulgte en bred høringsrunde i 2012, gjennomført av daværende Fiskeri- og kystdepartementet, der ingen instanser uttrykte behov for systemet. Loran-C ble vurdert som et maritimt navigasjonssystem, og spørsmålet ble stilt innenfor denne rammen. Den tverrsektorielle verdien – som reservetidskilde for telekom, finans og kraftforsyning, og som alternativ navigasjonsskilde for luftfart – ble ikke fanget opp. Regjeringen la til grunn at langvarig bortfall av satellittsignaler var lite sannsynlig, og at nye konstellasjoner som Galileo og BeiDou ville redusere sårbarheten ytterligere (Stortinget, Dokument nr. 15:98, 2014-2015). Storbritannia ba i 2016 Norge om å beholde stasjonene med tanke på eLoran, men infrastrukturen ble likevel revet, da det heller ikke fantes noen kommersielle operatører som kunne drifte den<sup>101</sup>. Trusselbildet har siden endret seg vesentlig.

---

<sup>101</sup> E-post mellom myndigheter i Norge og UK (2017). <https://rntfnd.org/wp-content/uploads/email-UK-Norway-June-2017-eLoran.pdf> (besøkt 16. februar 2026).

I Europa ser vi derfor nå en økende satsing på bakkebaserte PNT-løsninger som supplement til GNSS. Storbritannia annonserte i november 2025 en investering på 71 millioner GBP i et nasjonalt eLoran-program, som del av en samlet PNT-resilienspakke på 155 millioner GBP (UK Govt., 2025a). Etablering av eLoran i Storbritannia vil kunne gi mottakelig signal i store deler av Norge, og tilsvarende vil en utbygging i Norge bidra til økt nytte av den britiske, og eventuell senere annen europeisk eLoran-infrastruktur, da presisjonen øker jo flere kilder en mottaker har. Frankrike har innledet samarbeid med Storbritannia om bl.a. komplementære PNT-teknologier, inkludert eLoran (UK Govt., 2025b).

En gjenoppbygging i Norge vil kreve en politisk beslutning og tverrsektoriell finansiering, men kan gi en komplementær PNT-kilde som er fundamentalt uavhengig av satellitter. En første fase kan fokusere på distribusjon av et uavhengig tidssignal, som er enklere å realisere enn full posisjonskapabilitet. På sikt kan en norsk utbygging også bidra til felleseuropeisk PNT-beredskap.

Samtidig krever systemet egne mottakere og kompetanse hos brukerne. Mangel på brukerstyr oppgis av flere kilder som en av årsakene til at Loran-C-infrastrukturen tidligere ble nedbygd. Det er også usikkerhet knyttet til om signalene vil kunne mottas tilstrekkelig pålitelig på land gitt norsk topografi og terrengforhold.

eLoran kan imidlertid også ses som én av flere måter å distribuere tidssignaler til noder i en nasjonal tidstjeneste. I en slik modell vil mottak primært skje hos et begrenset antall offentlige mottakere, som kan kombineres med etablering av et nasjonalt fibernett for tidsdistribusjon mellom nodene.

### 15.4.3 Galileo PRS

Galileos Public Regulated Service (PRS) er en kryptert og autentisert GNSS-tjeneste for prioriterte myndighetsbrukere som forsvar, politi, beredskap og operatører av kritisk infrastruktur. PRS bruker kryptering og modulasjonsteknikker som gir bedre motstandsdyktighet mot spoofing enn de åpne tjenestene (European Space Agency, 2011). Norges tilgang forutsetter en egen bilateral avtale med EU, som har vært under forhandling siden 2015<sup>102</sup>. PRS gir et tilleggslag av sikkerhet mot spoofing og signalmanipulering, men er fortsatt sårbar for bredbåndsjamming. Hvis signalet er jammet, spiller det ingen rolle om det er kryptert. PRS er dermed et supplement til andre tiltak, ikke en selvstendig løsning.

I tillegg til PRS tilbyr Galileo åpne autentiseringstjenester (OSNMA og SAS), som beskrevet i delkapitlet om robusthet i eksisterende systemer.

### 15.4.4 Andre teknologier

5G-basert posisjonering er standardisert gjennom 3GPP og kan gi sub-meter presisjon innendørs og få meters presisjon utendørs i områder med høy basestasjonstetthet. 5G-signaler er vesentlig sterkere enn GNSS-signaler og dermed vanskeligere å jamme. EU har gjennom EUSPA arbeidet med hybridisering av GNSS og 5G siden 2017 (Grec, 2021), og teknologien ses internasjonalt som et realistisk supplement til GNSS for urbane og innendørs bruksområder<sup>103</sup>. For posisjonsbestemmelse har 5G begrenset verdi til sjøs, i luftfarten og i grisevredte strøk der basestasjonsdekning mangler. 5G-nettverk kan imidlertid også distribuere presis tid uavhengig av GNSS, noe Nkom og Justervesenet peker på som en mulighet i sin utredning fra 2025. Samtidig vil distribusjon av tid over 5G forutsette at det underliggende nettverket har en tidskilde som er robust mot GNSS-forstyrrelser og bortfall.

---

<sup>102</sup> Lovdata (2019). Administrativt arrangement mellom Norge og Den europeiske kommisjon om nærmere prosedyrer for oppbevaring og beskyttelse av Galileo PRS-referansestasjoner på Svalbard, Jan Mayen og Troll-stasjonen. [https://lovdata.no/dokument/TRAKTAT/traktat/2019-11-18-20/KAPITTEL\\_1-9](https://lovdata.no/dokument/TRAKTAT/traktat/2019-11-18-20/KAPITTEL_1-9)

<sup>103</sup> NextNav. Next Generation 3D PNT. <https://nextnav.com/next-generation-3d-pnt/> (besøkt 17. februar 2026)

**Figur 11: Bakkestasjon for Galileo. Foto: [ESA/C. Lezy](#), [CC BY-SA 3.0 IGO](#), via [Wikimedia Commons](#).**



Iridium tilbyr allerede en kommersiell PNT-tjeneste fra lavbanesatellitter. Signalet oppgis til å være rundt tusen ganger sterkere enn GPS (Iridium, 2026) og tjenesten har vært tilgjengelig i deler av Europa siden juni 2024 (Iridium, 2024). Iridium PNT gir tidspresisjon på rundt 10 nanosekunder og kombinasjonen av at signalet både er sterkere enn GNSS-signaler og at det er kryptert, gjør det mer motstandsdyktig mot jamming og spoofing. Tjenesten brukes blant annet av det amerikanske luftfartstilsynet (FAA) for kritisk infrastruktur (Knight, R., 2024).

Flere aktører utvikler navigasjonskapasitet fra satellitter i lav bane. Xona Space Systems skjøt opp sin første produksjonsklassesatellitt (Pulsar-0) i juni 2025 og har demonstrert krypterte navigasjonssignaler fra lav bane med signalstyrke opptil hundre ganger sterkere enn GPS (Khalil, J. 2025). Selskapet planlegger å begynne utrulling av operasjonelle satellitter i 2026, med en planlagt konstellasjon på 258 satellitter (Pultarova, T., 2025). Også SpaceX utvikler navigasjonskapasitet i Starlink-konstellasjonen (Inside GNSS, 2025). Slike satellitter sender vesentlig sterkere signaler enn GPS og Galileo og er dermed vanskeligere å forstyrre, men med unntak av Iridium PNT er ingen dedikerte LEO-navigasjonstjenester fullt kommersielt tilgjengelige ennå.

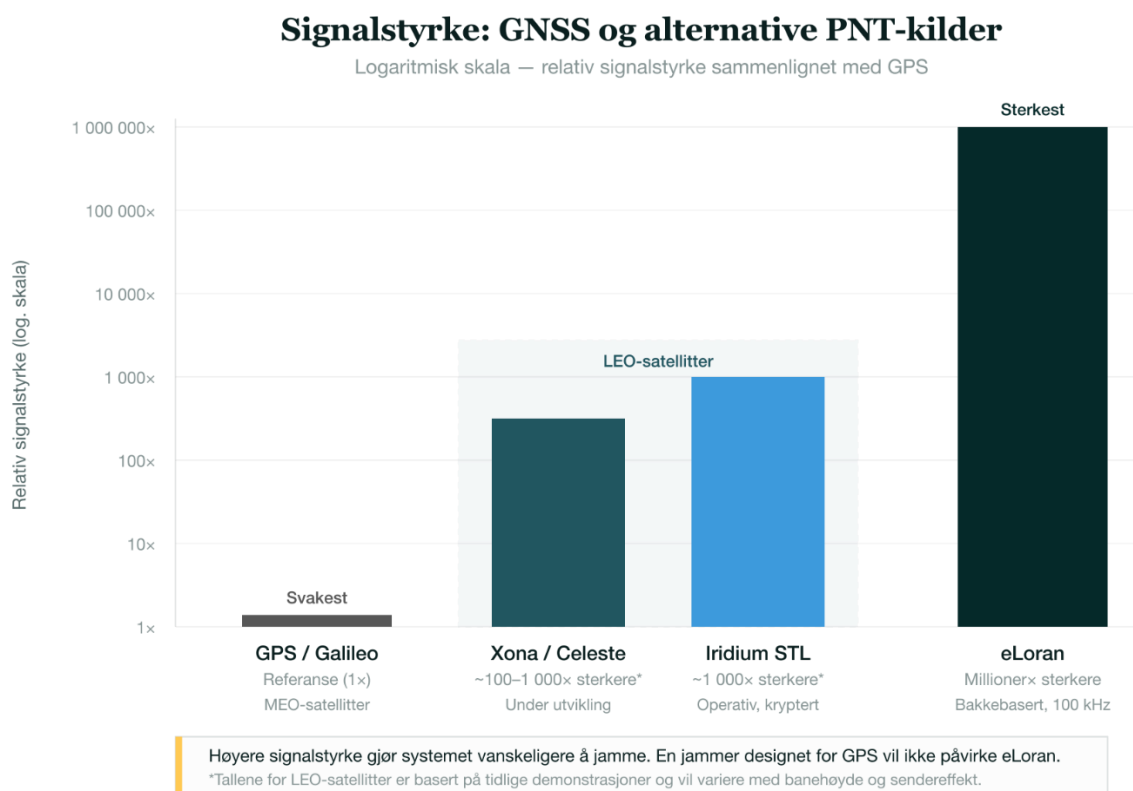
På europeisk plan utvikler ESA under FutureNAV-programmet demonstrasjonsprosjektet Celeste, som skal teste navigasjon fra lav bane som et supplement til Galileo. De to første satellittene er planlagt skutt opp våren 2026 (European Space Agency, 2026). Ytterligere åtte satellitter er under utvikling, med planlagte oppskytinger fra 2027. Celeste skal teste navigasjonssignaler i flere frekvensbånd: de første satellittene skal sende i L- og S-båndene, mens de påfølgende satellittene også skal sende i C-båndet, som gir økt motstandsdyktighet mot jamming, samt i UHF-båndet, som gir bedre gjennomtrengning innendørs og i krevende omgivelser. Bruken av flere frekvensbånd gjør det vanskeligere å forstyrre alle signaler samtidig. Ved ESAs ministerrådsmøte i november 2025 ble det bevilget midler til en forberedende fase med teknologiutvikling og industrialisering, som skal åpne for et mulig operasjonelt system integrert med Galileo og EGNOS under EU-regi (European Space Agency, 2025).

R-mode (ranging mode) er en maritim radionavigasjonsteknologi som utnytter eksisterende VHF- og mellomfrekvent radioinfrastruktur til å gi posisjon og tid. R-mode er testet i Østersjøen (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, 2025) med posisjonspresisjon ned mot 10 til 12 meter på dagtid,

men med vesentlig lavere presisjon om natten på grunn av ionosfærisk interferens (Rizzi m.fl., 2023), og er mest relevant for kystnavigasjon.

Kvantenavigasjon, basert på interferometri, kvantegyroskoper og optiske kvanteklokker, er i overgangen fra grunnforskning til mer anvendt utvikling, blant annet med programmer i britisk<sup>104</sup> og amerikansk<sup>105</sup> forsvar, men har et langsiktig perspektiv. Felles for disse teknologiene er at de kan supplere tiltakene som er beskrevet i dette kapittelet, men flere av teknologiene er i dag umodne. I figuren under illustreres ulike senderstyrker for alternative PNT-kilder.

**Figur 12: Ulike alternative PNT-kilder og signalstyrken deres relativt til GPS/Galileo-signaler.**



## 15.5 Sikre kompetanse om alternative metoder og systemer

GNSS-overgangen har ikke bare erstattet alternative systemer, den har gradvis fjernet kunnskapen om å bruke flere av dem. I den maritime sektoren praktiseres sekstantnavigasjon i liten grad. I fiskeriene er astronomisk navigasjon i praksis faset ut. I anleggsbransjen oppfattes bruk av totalstasjoner som tidkrevende, og utstyret vedlikeholdes og lagres ikke alltid. Kompetansen om alternative metoder er i ferd med å forsvinne med generasjonen som lærte dem.

Det finnes formelle krav til beredskap ved GNSS-forstyrrelser. I luftfarten stiller EU-regelverket krav om opprettholdelse av konvensjonelle navigasjonshjelpemidler<sup>106</sup>, mens ICAO- og EU-regelverket samlet krever prosedyrer og opplæring for håndtering av GNSS-bortfall (ICAO, 2023). Innen maritimt

<sup>104</sup> UK Hub for Quantum Enabled Position, Navigation & Timing, <https://www.qepnt.org/> (besøkt 17. februar 2026)

<sup>105</sup> US DARPA. RoQS: Robust Quantum Sensors. <https://www.darpa.mil/research/programs/roqs-robust-quantum-sensors> (besøkt 17. februar 2026)

<sup>106</sup> Europakommisjonen (2018). Kommisjonens gjennomføringsforordning (EU) 2018/1048 om innføring og drift av ytelsesbasert navigasjon (PBN).

krever STCW<sup>107</sup> at navigatører skal forstå astronomisk navigasjon og kunne bruke tradisjonelle metoder (STCW, 1978, med endringer). Våre intervjuer med aktører tyder på at etterlevelsen varierer i praksis. I norsk luftfart, særlig i Nord-Norge, praktiseres alternativ navigasjon mer aktivt enn i mange andre europeiske land, fordi den pågående jammingen i Øst-Finnmark gjør det nødvendig. I den maritime sektoren er gapet mellom krav og praksis større (Critchley-Marrows m.fl., 2023).

Det har skjedd en merkbar endring i hvordan internasjonale myndigheter vurderer forholdet mellom GNSS og konvensjonelle navigasjonshjelpemidler. I luftfarten fremmet ICAO og europeiske myndigheter lenge GNSS som primærnavigasjon, med sikte på å utvikle bakkebaserte systemer som VOR og DME (EURCONTROL 2023). EU-forordning 2018/1048 og EUROCONTROLS navigasjonsstrategi markerte et skifte, ved å fastsette at et minimum operativt nettverk (Minimum Operational Network) av konvensjonelle navigasjonshjelpemidler skal opprettholdes (EUROCONTROL, 2024), nettopp fordi GNSS alene ikke gir tilstrekkelig robusthet. ICAO har i samme periode lagt økt vekt på å beholde konvensjonelle hjelpemidler som reservekapasitet. Bakgrunnen er blant annet at GPS-interferenshendelser i luftfarten økte med 220 prosent fra 2021 til 2024 ifølge IATA<sup>108</sup>. Utviklingen illustrerer at erkjennelsen av GNSS-sårbarhet har nådd regulatorisk nivå, og at trenden med å utvikle alternative systemer er i ferd med å snu.

Kompetanseforvitring er ikke en gradvis prosess som kan reverseres når som helst. Den følger en logikk der systemer som utvikles tar med seg opplæringsprogrammer, instruktører og praktisk erfaring. Når en generasjon operatører pensjoneres uten å ha overført ferdighetene, er kompetansen tapt. Flere av sektorgjennomgangene og aktørintervjuer i prosjektet peker på at dette allerede er i ferd med å skje. I luftfarten vurderes vinduet for å opprettholde alternativ kompetanse som smalt. Tiltak som utsettes med fem eller ti år vil møte et vesentlig dårligere utgangspunkt enn tiltak som iverksettes nå.

Øvelser har verdi utover ren ferdighetstrening. Jammertest på Andøya avdekker ukjente sårbarheter og fungerer som arena for erfaringsutveksling på tvers av sektorer og land. Slike øvelser bygger en praktisk forståelse som ikke kan erstattes av teori. Det finnes forum for erfaringsutveksling, men de er spredt og sektoravhengige. Flere aktører har gjennomført omfattende arbeid med å kartlegge sårbarhet og utvikle mottiltak, men det mangler fora for systematisk erfaringsdeling på tvers. Jammertest gjennomføres som en test av systemer og komponenter, men kunne i prinsippet utvides til å bli en øvelse som fanger opp kaskadeeffekter og beredskapsmangler.

Erfaringene fra Øst-Finnmark er verdifulle for kompetansebygging, men kan ikke ukritisk legges til grunn for hele landet. Forstyrrelsene der har sammenheng med militære aktiviteter, og trusselbildet er vesentlig forskjellig fra det de fleste operatører ellers forholder seg til. Å dimensjonere infrastruktur over hele landet etter Øst-Finnmark-standard kan være uforholdsmessig dyrt. Samtidig gir regionen en unik læringsarena som gir norske operatører en praktisk erfaring få andre land har.

## 15.6 Utvikle styringsmodell og nasjonal strategi

Gjennom de foregående delkapitlene er det et gjennomgående tema: mange av tiltakene forutsetter koordinering på tvers av sektorer, men dagens ansvarsfordeling gjør slik koordinering krevende. NFD har koordineringsansvar for sivil radionavigasjonspolitikk og PNT, men bruken av PNT-tjenester berører alle sektorer. Sektorprinsippet i norsk beredskap innebærer at hver sektor har ansvar for

---

<sup>107</sup> STCW - International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, en internasjonal konvensjon vedtatt i FNs sjøfartsorganisasjon IMO (International Maritime Organization) som fastsetter minimumskrav til utdanning, sertifisering og vakthold for sjøfolk.

<sup>108</sup> EASA og IATA (2025). EASA and IATA outline comprehensive plan to mitigate GNSS interference risks (pressemelding). <https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-and-iata-outline-comprehensive-plan-mitigate-gnss>

sikkerhet og beredskap innenfor sitt eget område. Tverrsektorielle problemstillinger, som nasjonale retningslinjer for holdover-kapasitet, felles overvåking og varsling, eller beslutninger om bakkebasert navigasjonsinfrastruktur, kan falle mellom ansvarsområder. Det er uklart hvem som har ansvaret for den enkelte virksomhet som bruker PNT-tjenester, og hvem som skal formidle kunnskap om PNT-sårbarheter til aktører som ikke selv har ressurser til å følge feltet tett.

Denne utfordringen forsterkes av at GNSS-baserte PNT-tjenester har egenskaper som gir opphav til koordineringsutfordringer: signalene er fritt tilgjengelige for alle brukere, og nytten av den enkelte aktørs investering i robusthet avhenger av at andre aktører gjør tilsvarende investeringer. En ekomoperatør som investerer i holdover-kapasitet styrker sin egen tidssynkronisering, men effekten er begrenset dersom operatøren er avhengig av en kraftforsyning som ikke har tilsvarende robusthet.

Gevinsten av redundans og robusthet er i stor grad tverrsektoriell, mens kostnadene bæres av den enkelte aktør. Dette gir risiko for systematisk underinvestering sammenlignet med det som er samfunnsøkonomisk optimalt. Slike situasjoner er velkjent i økonomisk teori og kan tilsi behov for statlig koordinering, tydelig rolleavklaring og eventuelt medfinansiering – ikke fordi aktørene mangler vilje, men fordi utfordringen er systemisk og går på tvers av sektorgrenser.

Erfaringer fra andre land indikerer at institusjonell forankring og styringsmodell ofte er vel så avgjørende som de teknologiske løsningene.

Storbritannia gjennomførte i 2018 en statlig vurdering av landets PNT-avhengighet, men det tok fem år fra rapporten forelå til ansvaret ble avklart gjennom opprettelsen av et eget National PNT Office høsten 2023 (UK Parliament, 2023). Høsten 2025 ble dette etterfulgt av at Storbritannia annonserte en samlet tiltakspakke på 155 millioner GBP, blant annet til et nasjonalt eLoran-program, et National Timing Centre ved National Physical Laboratory og overvåking av GNSS-interferens.

USA vedtok allerede i 2020 en Executive Order om ansvarlig bruk av PNT-tjenester (US Executive Order 13905, 2020), men den rådgivende komiteen for PNT uttalte i 2024 at den eksisterende koordineringsmekanismen har vært lite effektiv fordi den mangler budsjettmyndighet (Hitchens, 2024) og gjennomføringskraft (Goward, 2024). Vedtak uten styringsstruktur og finansiering har begrenset virkning.

Blant de nordiske landene har Finland kommet lengst, med systematisk overvåking av GNSS-forstyrrelser (Traficom<sup>109</sup>, 2024), og tilpasset lovgivning for den krypterte Galileo-tjenesten PRS, der Traficom er utpekt som kompetent PRS-myndighet (Transport- og kommunikasjonsdepartementet, Finland, 2024). Sverige har etablert en nasjonal tidstjeneste, og skapt et marked for den gjennom krav om GNSS-uavhengig tidssynkronisering i 5G-frekvenstildelinger, men mangler i likhet med Norge en samlet PNT-strategi med tydelig ansvarsfordeling.

Norge har flere av byggesteinene på plass for å kunne videreutvikle styringsmodellen og den nasjonale PNT-strategien. Jammertest er en internasjonalt unik arena for teknologivalidering, Nkom har etablert GNSS-samordningsforum og varslingstjenester for interferens, og Forsvaret gjennomfører jammeevnelser rettet mot totalforsvarsaktører. Utfordringen er å binde disse sammen i en helhet med tydelig ansvarsfordeling: nasjonale anbefalinger for holdover-kapasitet som jernbane og telekom etterspør, veiledninger som oversetter erfaringene fra jammertestene til anbefalinger, formalisert ansvar for overvåking og varsling, en øvingsarena som også dekker followeffekter på tvers av sektorer og ikke bare teknologirespons, og en beslutning om etablering av en nasjonal tidstjeneste.

---

<sup>109</sup> Trafikk- og kommunikasjonsverket, som blant annet fungerer som frekvensforvalter og radiomyndighet.

I 2018 ble PNT-strategien «På rett sted til rett tid» lansert.<sup>110</sup> Vi anbefaler at en fornyet strategi følger opp diskusjonene over.

## 15.7 Mulige tiltak og innspill fra aktørene selv

Vi har gjennomført et arbeidsmøte med et bredt sett av ulike aktører som enten bruker eller forvalter satellittbaserte PNT-tjenester i Norge. I arbeidsmøtet ble det drøftet mulige tiltak for å redusere sårbarheter, og aktørene fikk anledning til å løfte frem perspektiver, ønsker og erfaringer. Her oppsummerer vi noen av tiltakene som ble løftet frem av flere aktører. En gjennomgående observasjon var at ønskede tiltak i stor grad henger sammen: effekten av ett tiltak avhenger ofte av at andre tiltak er på plass.

Innenfor rammene av dette oppdraget har det ikke vært mulig å utrede disse videre, herunder vurdere kostnader, gjennomførbarhet og samfunnsøkonomisk nytte på en systematisk måte. Sammenstillingen under må derfor forstås som relevante tiltak som aktørene selv løfter frem og som vi vurderer som relevante, men dette må ikke sees på som direkte anbefalinger basert på øvrige deler av analysen.

Følgende tiltak har blitt løftet frem for å redusere sårbarhet ved bortfall, forstyrrelser og manipulasjon av GNSS-signaler:

- **Overvåking og varsling av GNSS-status** kan styrke situasjonsforståelsen og legge til rette for at andre tiltak faktisk kan tas i bruk når det er behov for dem. En mulig tilnærming kan være å videreutvikle eksisterende infrastruktur – herunder CPOS-nettverket, Kystverkets sensorer og Nkoms målestasjoner – til en mer helhetlig nasjonal navigasjonsvarslingstjeneste. Dette kan innebære formalisert koordinering mellom relevante etater, tilgjengeliggjøring av sanntidsinformasjon til operatører og eventuell offentlig visualisering av GNSS-status. Det kan også vurderes om interferensdetektorer som allerede finnes i mange mottakere, i større grad kan inngå i en nasjonal varslingsstruktur.
- **Tiltak knyttet til presis tid**, herunder holdover-løsninger og alternative tidskilder, kan ha særlig relevans fordi tidsavhengighet er sektorovergripende og ofte mindre synlig enn posisjonsavhengighet. Etablering av en nasjonal tidstjeneste uavhengig av GNSS fremstår særlig relevant. Erfaringene fra Sveriges Netnod-tjeneste viser én mulig modell for organisering og finansiering.
- **Retningslinjer, veiledning og rolleavklaring** kan bidra til mer helhetlig håndtering der man tar innover seg at tiltak har fellesgodeegenskaper eller der nytten av investeringer går utover den enkelte aktør. Dette kan eksempelvis omfatte nasjonale retningslinjer for holdover-kapasitet, differensiert etter sektors toleransekrav, og tydeliggjøring av hvordan bortfall og manipulering skal håndteres. Det kan også vurderes hvordan, og om, eksisterende atomklokker og fiberforbindelser kan/skal kobles sammen for å styrke distribuert tidssynkronisering.
- **Robusthetskrav til mottakerutstyr og videreføring av praksisnære tester og øvelser** kan gi målbar forbedring i håndtering av enkelte typer interferens, samtidig som relevansen vil variere mellom operasjonstyper. Dette kan innebære utvikling av funksjonelle krav eller veiledning for kritiske operasjonstyper, basert på erfaringer fra blant annet Jammertest, for eksempel knyttet til bruk av multi-konstellasjon, multi-frekvens, adaptive antenner og spoofingdeteksjon.
- **Alternative kilder til PNT**, som etablering av nye bakkebaserte systemer eller større infrastruktur-løsninger, kan vurderes som et mer langsiktig og systemrettet grep for å redusere

---

<sup>110</sup> Samferdselsdepartementet (2018). På rett sted til rett tid.

nasjonal sårbarhet. Dette kan innebære utredning av alternative eller komplementære PNT-systemer, som eLoran, Galileo PRS, lavbanebaserte løsninger, R-mode eller 5G-baserte systemer. Tiltak i denne kategorien vil ha karakter av større infrastruktur- eller sikkerhetspolitiske beslutninger, og krever avklaringer om statlig rolle, finansiering og sektorovergripende nytte.

Samlet illustrerer disse eksemplene at robusthet kan styrkes gjennom en kombinasjon av tekniske, organisatoriske og strategiske grep. Hvilke tiltak som er forholdsmessige og hensiktsmessige, vil avhenge av sektor, risikobilde og akseptable avvikskrav, og bør vurderes nærmere før konkrete beslutninger tas.

# Kilder

- Ajmeri m.fl. (2022). *Clocks, Time Error, and Noise*. Bokkapittel. Hentet fra <https://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=3128857&seqNum=3>
- Arora, N. m. fl. (2021). *Quantifying the sustainability impact of Google Maps: A case study of Salt Lake City*. arXiv.
- Avinor. (2023). *PBN Transition Plan Norway*. Avinor AIS.
- Barnes, A. P. m.fl. (2019). *Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross-regional study of EU farmers*. *Land Use Policy*, 80, 163–174.  
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.004>
- Bane NOR. (2025). *Punktlighetsrapport 2024*. Bane NOR SF. Hentet fra: <https://www.banenor.no/contentassets/2f474f2bbdbc424a8c47eff3b8b2c9d1/punktlighetsrapport-2024.pdf>
- Critchley-Marrows, J. J. R., & Mortari, D. (2023). *A Return to the Sextant-Maritime Navigation Using Celestial Bodies and the Horizon*. *Sensors* (Basel, Switzerland), 23(10), 4869.  
<https://doi.org/10.3390/s23104869>
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2025). *Towards standardisation – satellite-independent navigation in the Baltic Sea*. Nyhetsartikkel. Hentet fra <https://www.dlr.de/en/latest/news/2025/towards-standardisationsatellite-independent-navigation-in-the-baltic-sea>
- Direktoratet for høyere utdanning og kompetanse (HK-dir). (2023). *Mobiltelefoni: Gode på å koble seg til internett, men dårlige på å bruke antivirusprogram på mobilen*. <https://hkdir.no/rapporter-undersokelser-og-statistikk/les-rapporten/befolkningens-erfaring-med-grunnleggende-digitale-oppgaver-og-tjenester/mobiltelefoni-gode-pa-a-koble-seg-til-internett-men-darlige-pa-a-bruke-antivirusprogram-pa-mobilen>
- Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (DFØ). (2024). *Statsregnskapet – Samferdselsdepartementet*. <https://statsregnskapet.dfo.no/departementer/13-samferdselsdepartementet>
- Direktoratet for romvirksomhet (2025). *Slik bruker Norge verdensrommet*. Hentet fra: [Slik bruker Norge verdensrommet](#)
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, DSB (2026). *Risikoanalyse av manipulering av satellittbaserte tidssignaler*.
- Ekomsikkerhetsutvalget. (2025). *Nasjonal kontroll med kritisk digital kommunikasjonsinfrastruktur – målbilde og virkemidler*  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/2e1a90bedf6648f89c1a37dof99dabf1/no/pdfs/ekomsikkerhet.pdf>
- El-Mowafy, A., Rizos, C., & Wang, J. (2018). Analysis of GNSS positioning performance in construction and surveying applications. *Survey Review*, 50(359), 235–247. Hentet fra: <https://doi.org/10.1080/00396265.2016.1268752>
- EUROCONTROL. (2022). *Cost of delay*. EUROCONTROL – Aviation Network Performance. [https://ansperformance.eu/economics/cba/standard-inputs/latest/chapters/cost\\_of\\_delay.html](https://ansperformance.eu/economics/cba/standard-inputs/latest/chapters/cost_of_delay.html)
- EUROCONTROL (2003). *GNSS Sole Service Feasibility Study*. Hentet fra <https://www.eurocontrol.int/publication/gnss-sole-service-feasibility-study>

EUROCONTROL (2024). *Minimum Operating Network Concept and Design Criteria*. Hentet fra <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2025-01/eurocontrol-minimum-operating-network-concept-design-criteria.pdf>

European Commission. (2020). *Caller location in emergency communications*. European Union. [https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/galileo-satellite-navigation/caller-location-emergency-communications\\_en](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/galileo-satellite-navigation/caller-location-emergency-communications_en)

European Space Agency (2026). *ESA's Celeste target launch date confirmed*. Nyhetsartikkel. Hentet fra [https://www.esa.int/Applications/Satellite\\_navigation/ESA\\_s\\_Celeste\\_target\\_launch\\_date\\_confirmed](https://www.esa.int/Applications/Satellite_navigation/ESA_s_Celeste_target_launch_date_confirmed)

European Space Agency (2025). *European satellite navigation opens new chapter at ESA's Ministerial Council*. Nyhetstartikkel. Hentet fra [https://www.esa.int/Applications/Satellite\\_navigation/European\\_satellite\\_navigation\\_opens\\_new\\_chapter\\_at\\_ESA\\_s\\_Ministerial\\_Council](https://www.esa.int/Applications/Satellite_navigation/European_satellite_navigation_opens_new_chapter_at_ESA_s_Ministerial_Council) (besøkt 9. mars 2026)

European Space Agency. (2011). *Galileo PRS*. Navipedia. [https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Galileo\\_Public\\_Regulated\\_Service\\_%28PRS%29](https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Galileo_Public_Regulated_Service_%28PRS%29)

European Space Agency. (2025). *GPS architecture*. Navipedia. [https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GPS\\_Architecture](https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GPS_Architecture)

European Union Agency for the Space Programme. (2024). *EO and GNSS market report 2024*. [https://www.euspa.europa.eu/sites/default/files/2024-03/euspa\\_market\\_report\\_2024.pdf](https://www.euspa.europa.eu/sites/default/files/2024-03/euspa_market_report_2024.pdf)

Fernandez-Hernandez, I., Winkel, J., O'Driscoll, C., Caparra, G., Terris-Gallego, R., López-Salcedo, J.A., Seco-Granados, G., Willems, T., Motella, B., Blonski, D., de Blas, J. (2024). *Galileo Signal Authentication Service (SAS)*. Konferanseartikkel. <https://doi.org/10.33012/2024.19707>

Gabriel, A., & Gandorfer, M. (2022). *Adoption of digital technologies in agriculture — an inventory in a European small-scale farming region*. *Precision Agriculture*, 24, 68-91. <https://doi.org/10.1007/s11119-022-09931-1>

Gjensidige. (2021). *Dette er de vanligste båtskadene*. <https://www.gjensidige.no/godtforberedt/bat/dette-er-de-vanligste-batskadene>

Goward, D. (2024). *Experts to PNT leaders: "It's not working!"*. Nyhetsartikkel. GPS World. Hentet fra <https://www.gpsworld.com/experts-to-pnt-leaders-its-not-working/>

Grec, F.-C. (2021). *GNSS, 5G-based PNT, and their fusion*. Presentasjon. Hentet fra [https://www.euspa.europa.eu/sites/default/files/expo/presentation\\_esa\\_florin-catalin\\_grec\\_v2.pdf](https://www.euspa.europa.eu/sites/default/files/expo/presentation_esa_florin-catalin_grec_v2.pdf)

Grytten, O. H. mfl. (2022). *Inntektsutviklingen i jordbruket 1995–2021 (Grytten-utvalget)*. NOU 2022:14. Norges offentlige utredninger, Landbruks- og matdepartementet.

Helsedirektoratet. (2025). *Svartid på medisinsk nødnummer 113*. <https://www.helsedirektoratet.no/statistikk/kvalitetsindikatorer/akuttmedisinske-tjenester-utenfor-sykehus/svartid-p%C3%A5-medisinsk-n%C3%B8dnummer-113>

Hitchens, T. (2024). *White House advisory group blasts US government, DoD inattention to GPS woes*. Nyhetsartikkel. Breaking Defense. Hentet fra <https://breakingdefense.com/2024/08/white-house-advisory-group-blasts-us-government-dod-inattention-to-gps-woes/>

Hübert, L., Solend, T. A., Rødningsby, A., & Sellevåg, S. R. (2026). *Satellittbasert posisjon, navigasjon, og tid - og betydningen for totalforsvar* (FFI-rapport 26/013. Under ferdigstilling). Kjeller: Forsvarets Forskningsinstitutt.

ICAO (2023). *Performance-Based Navigation (PBN) Manual* (Doc 9613, Fifth Edition).

Inside GNSS (2025). *SpaceX Details Starlink's Existing and Potential PNT Capabilities in Response to FCC Inquiry*. Nyhetsartikkel. Hentet fra <https://insidegnss.com/spacex-details-starlinks-existing-and-potential-pnt-capabilities-in-response-to-fcc-inquiry/>

STCW (1978, med endringer). International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (), tabeller A-II/1 og A-II/2

Iridium (2026). *Iridium PNT Fact Sheet*. Hentet fra <https://www.iridium.com/sites/default/files/2026-02/Iridium%20PNT%20Fact%20Sheet.pdf>

Iridium (2024). *Iridium STL Activated for Europe and Asia-Pacific regions*. Pressemelding. Hentet fra <https://investor.iridium.com/2024-06-20-Iridium-Satellite-Time-and-Location-Service-Activated-for-Europe-and-Asia-Pacific-Regions>

Jammertest (2024). *Can the systems be deceived?* <https://jammertest.no/can-the-systems-be-deceived/>

Jernbanedirektoratet. (2020). *Verdsetting av reisetid og tidsavhengige faktorer: Dokumentasjonsrapport til Verdsettingsstudien 2018–2020*. <https://www.jernbanedirektoratet.no/content/uploads/sites/4/2021/12/Verdsetting-av-reisetid-og-tidsavhengige-faktorer.pdf>

Jernbanedirektoratet (2025). *Kostnadsmodeller for transport og logistikk: Basisår 2023 (TØI rapport 2093/2025)*. Transportøkonomisk institutt. <https://www.jernbanedirektoratet.no/content/uploads/sites/4/2025/11/Vedlegg-3-Kostnadsmodeller-transport-logistikkmodell.pdf>

Justis- og beredskapsdepartementet. (2013). *Anbefalinger – En forbedret norsk nodmeldingstjeneste* [https://www.regjeringen.no/contentassets/349efdcfe5b64df49ee741699f414923/nasjonalt\\_nodmeldingsprosjekt\\_sluttrapport.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/349efdcfe5b64df49ee741699f414923/nasjonalt_nodmeldingsprosjekt_sluttrapport.pdf)

Khalil, J. (2025). *Xona satellite begins tests for commercial LEO navigation*. Nyhetsartikkel. GPS World. Hentet fra <https://www.gpsworld.com/xona-space-systems-pulsar-o-satellite-begins-testing-for-commercial-leo-navigation/>

Knight, R. (2024). *Iridium STL to Provide Resilient Timing Sync Service to FAA Critical Infrastructure Through L3Harris Contract*. Nyhetsartikkel. Inside GNSS. Hentet fra <https://insidegnss.com/iridium-stl-to-provide-resilient-timing-sync-service-to-faa-critical-infrastructure-through-l3harris-contract/>

Kommunal- og distriktsdepartementet. (2020). *Prop. 1 S (2020–2021) Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak): For budsjettåret 2021*. Oslo: Kommunal- og distriktsdepartementet.

Kystverket (u.d). *AIS Norge*. [AIS Norge | Kystverket - tar ansvar for sjøveien](#)

Landbruksdirektoratet. (2024). *Priser og prisuttak*. Hentet fra <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/industri-og-handel/marked-og-pris/priser-og-prisuttak/prisuttak>

Menon Economics (2023) *Verdien av veien*. Hentet fra: [Verdien av veien | Menon Economics](#)

Menon Economics (2024). *Samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall av BankAxepts reserveløsning og rolle i norsk kontanthåndtering*. Menon-publikasjon nr. 138/2024.

Miljødirektoratet. *Traktorer – drivstoffendring* [Excel-regneark]. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/contentassets/c3193c95fe334256bfb5387d4fd3106/traktorer---drivstoffendring.xlsx>

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2004.) *Rapport om räddningsinsatser och insatstid*. <https://rib.msb.se/Filer/pdf/19958.pdf>

Motor Finance Online. (2022). *40% of UK motorists rely on a satnav when driving, survey finds*. <https://www.motorfinanceonline.com/news/40-of-uk-motorists-rely-on-a-satnav-when-driving-survey/>

Nasjonal kommunikasjonsmyndighet. (Nkom) (2025). *Nødnummer, nødanrop og lokalisering*. <https://nkom.no/telefoni-og-telefonnummer/nodnummer-nodanrop-og-lokalisering>

Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) (2025). *Kartlegging av behovet og utredning av løsninger for etablering av en robust infrastruktur for distribusjon av presist og sportbart klokkesignal*. *Utredning for etablering av en robust infrastruktur for distribusjon av presist og sporbart klokkesignal - Nkom* NIBIO. (2019). *Utbredelse og potensiell økonomisk og miljømessig nytteverdi med presisjonsjordbruk i Norge*. NIBIO Rapport, 5(41). Norsk institutt for bioøkonomi. Hentet fra <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/prosjektmidler/prosjekter-og-resultater/forskningsmidlene-for-jordbruk-og-matindustri/utbredelse-og-potensiell-okonomisk-og-miljomessig-nytteverdi-med-presisjonsjordbruk-i-norge>

NIBIO. (2024). *Driftsgranskingane i jord- og skogbruk – hovudtabellar*. Hentet fra <https://driftsgranskingane.nibio.no/drgr/hovudtabellar/index.php>

NIBIO. (2024). *Referansebruk i jordbruket*. Hentet fra <https://www.nibio.no/tjenester/referansebruk>

NIBIO. (2024). *Gjødslingsnormer for potet*. I *Gjødslingshåndboka*. Hentet fra <https://www.nibio.no/tema/jord/gjodslingshandbok/gjodslingsnormer/4.potet>

NIBIO. (2024). *Gjødslingsnormer for eng og fôrvekster*. I *Gjødslingshåndboka*. Hentet fra <https://www.nibio.no/tema/jord/gjodslingshandbok/gjodslingsnormer/6.eng-og-forvekster>

NIBIO. (2025). *Handbok for driftsplanlegging 2024/2025* [PDF]. Hentet fra <https://orgprints.org/id/eprint/55191/>

Nkom og Justervesenet (2025). *Kartlegging av behov og utredning av løsninger for etablering av en robust infrastruktur for distribusjon av presist og sporbart klokkesignal*. Hentet fra: <https://nkom.no/rapporter-og-dokumenter/utredning-robust-infrastruktur-klokkesignal>

Norsk Landbruksrådgiving (NLR). (2021). *Omfanget av, og erfaringa med, presisjonslandbruk i Noreg*. Hentet fra <https://www.nlr.no/files/documents/rapport-sporjeundersoking-presisjonslandbruk-NLR-k.pdf>

NSM. (2025). *Risiko 2025. Et sikkert Norge i en usikker verden*. Hentet fra: <https://nsm.no/getfile.php/1314212-1738741587/NSM/Filer/Dokumenter/Rapporter/Risiko%202025.pdf>

O'Connor, A. C., et al. (2019). *Economic benefits of the Global Positioning System (GPS)*. RTI International. Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2025, 17. september). *Advarer mot å stole blindt på GPS – lær deg kart og kompass*. <https://nkom.no/aktuelt/advarer-mot-a-stole-blindt-pa-gps--laer-deg-kart-og-kompass>

Office of rail and road (ORR) (2025). *Rail infrastructure and assets*. Hentet fra: [Rail infrastructure and assets | ORR Data Portal](https://www.orr.gov.uk/rail-infrastructure-and-assets)

Pen Test Partners (2025). *The unexpected effects of GPS spoofing on aviation safety*. <https://www.pentestpartners.com/security-blog/the-unexpected-effects-of-gps-spoofing-on-aviation-safety/>

Politidirektoratet. (2025). *Politiets årsrapport 2024*. <https://www.politiet.no/globalassets/dokumenter-strategier-og-horinger/pod/rapporter/politiets-arsrapport-2024.pdf>

- Pultarova, T. (2025). *Xona Raises \$92M For Unhackable PNT Constellation*. Nyhetsartikkel. Payload Space. Hentet fra <https://payloadspace.com/xona-raises-92m-for-unhackable-pnt-constellation/>
- Rizos, C. (2017). Multi-GNSS RTK positioning: Prospects and challenges. *GPS Solutions*, 21(2), 441–453. Hentet fra: <https://doi.org/10.1007/s10291-016-0606-3>
- Rizzi, F. G., Grundhöfer, L., Gewies, S., og Ehlers, T. (2023). *Performance Assessment of the Medium Frequency R-Mode Baltic Testbed at Sea near Rostock*. *Applied Sciences*, 13(3), 1872. <https://doi.org/10.3390/app13031872>
- Samferdselsdepartementet. (2018). *På rett sted til rett tid: Nasjonal strategi for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse (PNT)*. Oslo: Samferdselsdepartementet.
- Sensor Tower. (2024). *2024 Q3 unified top 5 navigation apps*. <https://sensortower.com/blog/2024-q3-unified-top-5-navigation-units-no-601908ed241bc16eb8574dfo>
- Statens vegvesen. (2021). *HB V712 Konsekvensanalyser*. Hentet fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v712-konsekvensanalyser-2021.pdf>
- Statens vegvesen (SVV). (2025). *Prosesskoden R761: Standard prosessbeskrivelse for veganlegg*.
- Statistisk sentralbyrå (SSB). (2021). *Forbruk av diesel i jordbruket, etter landsdel, statistikkvariabel og år*. (Statistikkbanktabell 06566). Hentet fra: [06566: Forbruk av diesel i jordbruket, etter landsdel, statistikkvariabel og år. Statistikkbanken](https://www.ssb.no/statbank/table/06566)
- Statistisk sentralbyrå (SSB). (2024). *Avlingar, etter vekst* (Statistikkbanktabell 07480). Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/07480/>
- Statistisk sentralbyrå (SSB). (2024). *Avlingar og areal for potet* (Statistikkbanktabell 05776). Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/05776/>
- Statistisk sentralbyrå (SSB). (2024). *Jordbruksareal i drift, etter brukartype og arealtype* (Statistikkbanktabell 10273). Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/10273/>
- Statistisk sentralbyrå (SSB). (2024). *Jordbruksbedrifter, etter brukartype og jordbruksareal i drift* (Statistikkbanktabell 05971). Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/05971/>
- Statistisk sentralbyrå (SSB). (2024). *Jordbruksbedrifter og jordbruksareal, etter arealtype* (Statistikkbanktabell 05982). Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/05982/>
- Statistisk sentralbyrå (SSB) (2024). *Kjørelengder, etter alder, statistikkvariabel, år og kjøretype*. (Statistikkbanktabell 12575). Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/12575/>
- Statistisk sentralbyrå (SBB) (2025). *Elbilstatistikken viser nyeste tall for elbiler i Norge*. Hentet fra: [Elbilstatistikken viser nyeste tall for elbiler i Norge – SSB](https://www.ssb.no/statbank/table/12910)
- Statistisk sentralbyrå (SBB) (2025). *Hovedtall for alle foretak og bedrifter, etter næring (SN2007), statistikkvariabel, år og foretak/bedrift*. (Statistikkbanktabell 12910) Hentet fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/12910>
- Statistisk sentralbyrå (SSB) (2025). *Jernbanetransport. Transportarbeid og passasjerer* (Statistikkbanktabell 04780). <https://www.ssb.no/statbank/table/04780/>
- Statistisk sentralbyrå (SSB) (2025). *Lufttransport. Flybevegelser, etter lufthavn, innenlands-/utenlandsflyging og type flyging* (Statistikkbanktabell 08503). Hentet fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/08503>
- Statistisk sentralbyrå (SSB) (2025). *Lufttransport. Passasjerer, etter lufthavn, innenlands-/utenlandsflyging og type flyging* (Statistikkbanktabell 08507). Hentet fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/08507>

Statistisk sentralbyrå (SSB) (2025). *Innenlandsk transport*. Hentet fra <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/landtransport/statistikk/innenlandsk-transport>

Stortinget, Dokument nr. 15:98 (2014-2015). Hentet fra <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Sporsmal/Skriftlige-sporsmal-og-svar/Skriftlig-sporsmal/?qnid=37664>

StudyCountry. (2025). *How many drivers use Google Maps?* <https://www.studycountry.com/wiki/how-many-drivers-use-google-maps>

Teknisk ukeblad (2014). *Norge har 3 av de 5 mest kø-plagede byene i Norden*. <https://www.tu.no/artikler/norge-har-3-av-de-5-mest-ko-plagede-byene-i-norden/225720>

Transport- og kommunikasjonsdepartementet, Finland (2024). Legislative amendments approved relating to the introduction of the public regulated service of the satellite navigation system. Pressemelding. Hentet fra <https://lvm.fi/en/-/194055633/legislative-amendments-approved-relating-to-the-introduction-of-the-public-regulated-service-of-the-satellite-navigation-system>

Transportøkonomisk institutt (TØI) (2025). Transport volumes in Norway 1946 – 2024. Hentet fra: [Transporthyttelser i Norge 1946–2024](https://www.toi.no/transportvolumer-i-norge-1946-2024)

Traficom (2024). *Finland has a good ability to detect interference with satellite navigation*. Pressemelding. Hentet fra <https://www.traficom.fi/en/news/finland-has-good-ability-detect-interference-satellite-navigation>

UK Government (2025a). *Landmark government investment to safeguard the essential signals we all rely on*. Hentet fra <https://www.gov.uk/government/news/landmark-government-investment-to-safeguard-the-essential-signals-we-all-rely-on>

UK Government (2025b). *UK and France partner on navigation systems to protect critical infrastructure from hostile threats*. Pressemelding. Hentet fra <https://www.gov.uk/government/news/uk-and-france-partner-on-navigation-systems-to-protect-critical-infrastructure-from-hostile-threats>

UK Parliament (2023). *Government Policy Framework for Greater Position, Navigation and Timing (PNT) Resilience*. Uttalelse. Hentet fra <https://questions-statements.parliament.uk/written-statements/detail/2023-10-18/HCWS1073>

US Executive Order 13905 (2020). *Strengthening National Resilience Through Responsible Use of Positioning, Navigation, and Timing Services*. Hentet fra <https://www.federalregister.gov/documents/2020/02/18/2020-03337/strengthening-national-resilience-through-responsible-use-of-positioning-navigation-and-timing>

Willems, Tom (2024). *Galileo Signal Authentication Service (SAS)*. Presentasjon. [https://www.navnin.nl/new/wp-content/uploads/2024/09/2024-09-12-5-Workshop\\_Willems\\_final.pdf](https://www.navnin.nl/new/wp-content/uploads/2024/09/2024-09-12-5-Workshop_Willems_final.pdf)

# Vedlegg A: Utdypende om beregning av samfunnsøkonomiske kostnader ved bortfall av PNT-tjenester

## Maritim transport

### Helsemessige tap knyttet til maritim transport

**Tabell 0-1: Økte helserelaterte kostnader i forbindelse med dødsfall og ulykker på sjøen som følge av GNSS-bortfall, i kroner. Kilde: Menon Economics**

Metode	Økt kostnad (7 dager)
Dødsfall på sjøen	5,6 millioner
Personskader på sjøen	8,4 millioner

Sjøfartsdirektoratets ulykkesstatistikk viser at det i perioden 2017 til 2025 var i gjennomsnitt 5 dødsfall og 77 personskader årlig, fordelt på både fritidsbåter og næringsfartøy, som følge av ulykkestypene grunnstøting, kollisjoner og kontaktskade (broer, kaier, etc.). Dette er de ulykkestypene som er direkte relevante i en GNSS-kontekst, ettersom de er tett knyttet til navigasjon, posisjonsbestemmelse og situasjonsforståelse. Andre ulykkestyper til sjøs forekommer også, men har i langt mindre grad en direkte sammenheng med satellittbaserte PNT-tjenester, og er dermed sett bort i fra i disse beregningene.

Med utgangspunkt i verdsettingen av statistisk liv i Fram-modellen, der ett tapt liv verdsettes til 56,66 millioner kroner (2024-kroner), innebærer dette en samfunnsøkonomisk kostnad knyttet til dødsfall på om lag 290 millioner kroner per år. Videre er det gjennomsnittlige rapporterte skadeomfanget per personskade til sjøs i Fram-modellen 5,66 millioner kroner (2024-kroner), noe som gir samlede årlige kostnader knyttet til personskader på om lag 440 millioner kroner.

Dersom det legges til grunn at bortfall av GNSS-tjenester øker risikoen for personskader og dødsfall som følge av grunnstøting, kollisjoner eller kontaktskade med 100 prosent, vil det tilsvare et økt forventet tap på om lag 14 millioner kroner ved et bortfall på syv dager.<sup>111</sup> (Det legges til grunn et scenario der bortfall av GNSS-tjenester medfører en 100 prosent økning i sannsynligheten for relevante ulykkestyper, dette anslaget baserer seg på samtaler med relevante eksperter, men inneholder vesentlig usikkerhet, da det har vært vanskelig for informantene å gi presise anslag på.)

Årlige gjennomsnittlige dødsfall for fritidsbåter som følge av kollisjon, grunnstøting eller kontaktskade er 4,35.<sup>112</sup> For næringsfartøy er det 0,8.

<sup>111</sup> Forutsetningen om 50 prosent økt risiko gjelder kun for ulykkestyper der satellittbasert posisjonering antas å ha betydning, det vil si grunnstøting, kollisjon og kontaktskade. Disse ulykkestypene utgjør om lag 4 prosent av det totale antallet rapporterte skader til sjøs. Økningen er dermed ikke lagt til grunn for øvrige ulykkestyper.

<sup>112</sup> Kontaktskade inneholder krasj med kaier, broer og lignende.

Årlige gjennomsnittlige personskadetilfeller for næringsfartøy som følge av kollisjon, grunnstøting eller kontaktskade er 12. For fritidsbåter finnes det ikke statistikk på personskader på sjøen, så vi har brukt samme forholdstall mellom antall døde og skadde på næringsfartøy som for fritidsbåter.

### Materielle kostnader og tidskostnader ved å være ute av drift

**Tabell 0-2: Økte materielle kostnader og tidskostnader ved å være ute av drift i maritim næring og for fritidsfartøy som følge av GNSS-bortfall. Kilde: Menon Economics**

Økt kostnad ved langvarig bortfall (7 dager)	
<b>Næringsfartøy: materielle kostnader</b>	35 millioner
<b>Næringsfartøy: tidskostnad ved å ikke være i drift</b>	12 millioner
<b>Fritidsbåter: materielle kostnader</b>	8 millioner

**Næringsfartøy:** Skadestatistikk til Sjøfartsdirektoratet for perioden 2010-2025 viser at det for fiskefartøy, lasteskip og passasjerskip i gjennomsnitt inntreffer henholdsvis om lag 35, 90 og 59 skadetilfeller per år, som følge av grunnstøting, kollisjon og kontaktskade. Ved å benytte gjennomsnittlige skadekostnader fra FRAM for disse ulykkestypene, differensiert etter fartøykategori, tilsvarer dette årlige materielle skadekostnader på om lag 72 millioner kroner for fiskefartøy, 470 millioner kroner for lasteskip og 1,3 milliarder kroner for passasjerskip. Samlet gir dette totale årlige materielle skadekostnader på om lag 1,8 milliarder kroner for de tre fartøygruppene.

Dersom bortfall av GNSS-tjenester antas å medføre en 100 prosents økning i sannsynligheten for materielle skader som følge av grunnstøting, kollisjoner og kontaktskade, gir det en økt forventet kostnad på om lag 18 millioner kroner ved et bortfall på syv dager.

I tillegg kommer kostnader knyttet til fartøy som settes midlertidig ute av drift som følge av ulykkene. Basert på FRAM-modellens anslag for gjennomsnittlig tid ute av drift per skadetilfelle, og skadestatistikk fra Sjøfartsdirektoratet, er det beregnet at fiskefartøy samlet sett er ute av drift i om lag 31 000 timer per år, mens tilsvarende tall for lasteskip og passasjerskip er henholdsvis om lag 61 000 og 37 000 timer.

Når disse tidskostnadene verdsettes, gir dette en samlet årlig kostnad knyttet til driftsavbrudd på om lag 610 millioner kroner. Dersom bortfall av GNSS-tjenester antas å øke sannsynligheten for slike hendelser med 100 prosent, i tråd med forutsetningene benyttet tidligere i analysen, tilsvarer dette en økt kostnad på og om lag 12 millioner kroner ved et bortfall på én uke.

**Fritidsbåter:** Statistikk fra Finans Norge viser at det i 2025 ble utbetalt 852 millioner kroner i erstatninger knyttet til fritidsbåter. Disse utbetalingene omfatter også skader som ikke er relevante i en GNSS-sammenheng, som for eksempel råteskader, brann, tyveri og andre hendelser som ikke er knyttet til navigasjon.

Statistikk fra Gjensidige viser at om lag 33 prosent av erstatningsutbetalingene kan knyttes til grunnstøting, kollisjon og kontaktskade.<sup>113</sup> I beregningen legges det til grunn en 1:1-sammenheng mellom hendelsestype og erstatningsutbetaling, det vil si at andelen utbetalinger reflekterer andelen skader innen de aktuelle kategoriene. Med denne forutsetningen tilsvarer dette om lag 280 millioner kroner i årlige skader for fritidsbåter som er relevante i en GNSS-sammenheng.

Dersom bortfall av GNSS-tjenester antas å medføre en 150 prosents økning i sannsynligheten for materielle skader knyttet til disse hendelsestypene, gir dette en økt forventet kostnad på om lag 8 millioner kroner ved et bortfall på syv dager.<sup>114</sup>

Det legges til grunn en 150 prosent økning i antall relevante hendelser ved bortfall av GNSS for fritidsbåter, noe høyere enn for næringsfartøy, ettersom fritidsbåtførere i mindre grad har formell navigasjonsutdanning og erfaring, og i større grad baserer seg på elektroniske sjøkart og GNSS-basert navigasjon i sin ferdsel.

## Petroleumsnæringen

Fullstendig tabell med verdiskaping.

**Tabell 0-3: Økonomisk tap innen petroleumsnæringen som følge av GNSS-bortfall, i 2024-kroner. Kilde: Menon Economics<sup>115</sup>**

	Verdiskaping i 2024	Økonomisk tap ved 7 dagers GNSS-bortfall
<b>Offshoreskip</b>	42,9 milliarder	740 millioner
<b>Seismiske operasjoner</b>	7,2 milliarder	120 millioner
<b>Konstruksjon og installasjon</b>	17,5 milliarder	300 millioner
<b>Mobile borerigg operasjoner</b>	38,7 milliarder	670 millioner
<b>Totalt</b>		<b>1 830 millioner</b>

## Sjømatnæringen

Tabellen under viser verdiskapingstallene som ligger til grunn for analysen av sjømatnæringen.

**Figur 13: Økonomisk tap innen sjømatnæringen som følge av GNSS-bortfall.**

Kilde: Menon Economics og Fiskeridirektoratet

Metode	Verdiskaping i 2024	Tap ved bortfall (7 dager)
<b>Garn</b>	2,2 milliarder	13 millioner
<b>Teiner</b>	1 milliard	6 millioner
<b>Trål</b>	13 milliarder	78 millioner
<b>Not</b>	5 milliarder	10 millioner
<b>Totalt</b>	<b>22 milliarder</b>	<b>107 millioner</b>

<sup>113</sup> Gjensidige (2021). Dette er de vanligste båtskadene. Tilgjengelig [her](#).

<sup>114</sup> Det forutsettes at ulykkesrisikoen er jevnt fordelt over året. I praksis vil konsekvensene av et bortfall kunne være større dersom det inntreffer i perioder der mange ferdes på sjøen, som om sommeren, og mindre om vinteren.

<sup>115</sup> Tallene for verdiskaping innen hver kategori er hentet fra Menons regnskapsdatabase.

Tallene fra Fiskeridirektoratet var opprinnelig kun oppgitt i omsetning (førstehåndsverdi av fangst). For å sikre konsistens i analysen, der verdiskaping benyttes som hovedstørrelse, er omsetningstallene omregnet til anslått verdiskaping. Omregningen er gjort ved å benytte gjennomsnittlig verdiskapingsandel (verdiskaping som andel av omsetning) for fiskeflåten, basert på *Lønnsomhetsundersøkelsen for fiskeflåten*. Gjennomsnittlig verdiskapingsandel de siste ti årene har vært om lag 0,67. Denne faktoren er derfor benyttet som omregningsnøkkel fra omsetning til estimert verdiskaping.

## Nødetater

Nødetatene i Norge (politi, brann og helse) anvender GNSS for å redusere responstiden og konsekvensene av alvorlige hendelser for samfunnet. De samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til et bortfall av PNT-tjenester er beregnet til **92 millioner kroner per uke**.

Kategori	Kostnader ved bortfall (7 dager) (mill. kroner)
<b>Automatisk aktivering av lokasjonstjenester og posisjonsdata (AML)</b>	26,8 millioner
<b>Posisjonering, sporing og navigasjon av utrykningskjøretøy</b>	65,6 millioner
<b>Totalt</b>	<b>92,4 millioner</b>

Når personer ringer til nødsentralene fra mobiltelefon, blir posisjonen beregnet og overført automatisk til nødsentralen. Dette reduserer tiden nødetatene bruker på å finne ut hvor innringer befinner seg. Verdien av dette er beregnet ut ifra antall relevante oppdrag der PNT-teknologi gir en reell fordel som medfører tidsbesparelse, en gjennomsnittsantakelse om størrelsen på denne tidsbesparelsen, og verdien av redusert responstid per minutt.

Politiets operasjonssentral (112) og Akuttmedisinsk kommunikasjonssentral (AMK, 113) mottar samlet opp mot 1,5 millioner anrop hvert år.<sup>116</sup> Brann- og redningssentralen oppgir ikke antall anrop, men antall registrerte oppdrag, som lå på om lag 100 000 i 2024.<sup>117</sup> Selv om nødnumrene kun skal brukes i akutte tilfeller opplever operatørene stadig ulike typer feiloppringinger. Spesielt gjelder dette for politiets nødnummer, hvor tidligere rapporter har avdekket at opp mot 90 prosent av alle henvendelser ikke er reelle nødmeldinger.<sup>118</sup> For å beregne kostnadene knyttet til PNT-bortfall er det derfor korrigert for antall hendelser som reelt kan ansees som akutte hendelser og der AML eller kjøretøy posisjon og navigasjon gir en reell tidsbesparelse.

For å beregne verdien av AML-teknologi for nødetatene er det gjort en antakelse om tidsbesparelsen per anrop for de anropene som defineres som akutte eller kritiske, og der PNT-teknologi gir en reell fordel for nødetatene. Analysen legger til grunn at tidsbesparelsen fra AML per kritisk hendelse er lik på tvers av nødetater. Det skyldes at teknologien påvirker det samme operasjonelle leddet, raskere identifisering av innringers lokasjon, uavhengig av hvilken nødetat som mottar anropet. Tidsbesparelsen anslås til 1 minutt per anrop.

<sup>116</sup> Helsedirektoratet (2025) Svartid på medisinsk nødnummer 113 og Politidirektoratet (2025) Politiets årsrapport 2024.

<sup>117</sup> Brannstatistikk.no (2025)

<sup>118</sup> Justis- og beredskapsdepartementet (2013). Anbefalinger – En forbedret norsk nødmeldingstjeneste.

Analysen legger også til grunn at nødetatene oppnår en tidsbesparelse og redusert responstid som følge av muligheten til å kunne følge lokasjon og bevegelsesmønstre til kjøretøyene i flåten i sanntid. Dette gir både mulighet til å enkelt identifisere hvilket kjøretøy eller hvilken enhet som er nærmest lokasjonen til innringer, og navigere dette kjøretøyet til posisjonen raskest mulig. Ettersom en større del av responstiden skyldes selve utrykningen, og at konsekvensene ved feilkjøring er større ved feil lokasjon, legges det til grunn at besparelsen er noe større for denne anvendelsen enn for AML. I tillegg differensieres det mellom nødetatene, ettersom det tas hensyn til at politiet og ambulansen i større grad enn brannvesenet har operative enheter ute på veien, der brannvesenet i større grad har sine enheter lokalisert på stasjonen. Tidsbesparelsen fra effektiv posisjonering og navigasjon anslås dermed til **2,5 minutt for politi og ambulanse, og 2 minutter for brannvesenet.**

I begge bruksområdene er det lagt til grunn et anslag på tidsverdien per minutt redusert responstid. Denne rapporten har brukt samme grunnlag som 2019-rapporten fra London Economics for å verdsette tidsbesparelsen, det vil si verdsettelsen i tråd med en svensk studie, som anslø kostnaden ved et ekstra minutt for nødetatene til 10 220 SEK.<sup>119</sup> Justert til 2025-kroner tilsvarer dette **16 200 NOK.**

Basert på disse antakelsene anslås kostnadene ved bortfall av PNT-tjenester hos nødetatene til **92 millioner kroner per uke.** Dette er fordelt med 44,2 millioner kroner, 40,3 millioner kroner og 7,8 millioner kroner hos henholdsvis ambulansetjenesten, politiet og brannvesenet.

## Telekom

For å beregne den samfunnsøkonomiske kostnaden forbundet med bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester i Telekom-sektoren er det tatt utgangspunkt i analysens funn om at bortfall av GNSS-signal ikke vil medføre bortfall av Telekom-tjenester direkte, som følge av gode back-up løsninger og betydelig holdover fra egne atomklokker. Bortfallet av PNT-tjenester vil imidlertid medføre økt ressursbruk til drift og vedlikehold av basestasjonene. Basert på dette anslås merkostnaden for Telekom-sektoren til om lag 2,3 millioner kroner.

Kategori	Kostnader ved bortfall (7 dager) (mill. kroner)
Økt drift og vedlikeholdskostnader	2,3
<b>Totalt</b>	<b>2,3</b>

For å beregne kostnadene knyttet til et PNT-bortfall for Telekom-sektoren er det tatt utgangspunkt i en antakelse om at bortfallet vil medføre økte kostnader til drift og vedlikehold for Telekom-selskapene. Fra årsrapportene til Telenor og Telia er det identifisert at disse selskapene bruker til sammen om lag 5,8 mrd. kroner årlig til drift og vedlikehold av egen infrastruktur. Gitt de to største aktørenes dominerende markedsandel vurderes dette som tilstrekkelig representativt for norske mobilnett.

Basert på teknisk forståelse av mobilnett vurderes det at om lag 5–15 prosent av operatørenes drifts- og vedlikeholdskostnader er direkte eller indirekte knyttet til satellittbaserte PNT-tjenester. Dette gjelder særlig drift av radionettet (RAN), herunder tids- og frekvenssynkronisering, overvåking og feilhåndtering. I analysen legges et anslag på 10 prosent til grunn.

Ved bortfall av satellittbaserte PNT-tjenester forventes en midlertidig økning i aktørenes drifts- og vedlikeholdskostnader, særlig knyttet til økt overvåking, feilsøking, rekonfigurering og feltinnsats i

<sup>119</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2004)

radionettet. Det legges det til grunn at et PNT-bortfall øker kostnadene med 20 prosent i bortfallsperioden. Anslagene er i tråd med tidligere kalkyler på området, for eks. rapporten til National Institute of Standards and Technology.

## Veisektoren

I veisektoren anvendes PNT-tjenester både i trafikkavvikling gjennom navigasjon for bilister, og i utbygging av ny infrastruktur, der profesjonelle entreprenører er avhengige av satellittbasert posisjonering i anleggsarbeidet. Konsekvensene ved et bortfall vil oppstå relativt raskt ettersom bilister ikke vil motta oppdatert trafikkinformasjon og satellittnavigasjon for raskeste rute frem til destinasjonen, og for entreprenører som ikke vil kunne bruke utstyret på en optimal måte. I tillegg kommer økte distanseavhengige kostnader knyttet til drivstoff, kapitalkostnad osv. Den samlede kostnaden ved et bortfall av PNT-tjenester i 7 dager er anslått til 229,9 millioner kroner.

Kategori	Kostnader ved bortfall (7 dager) (mill. kroner)
Økt reisetid for trafikanter	102,0 millioner
Økte distanseavhengige kjøretøykostnader	25,9 millioner
Økt kødannelse i storbyer	22,4 millioner
Redusert effektivitet hos entreprenører	79,6 millioner
<b>SUM</b>	<b>229,9 millioner</b>

For å beregne kostnaden knyttet til økt reisetid for trafikanter har analysen tatt utgangspunkt i den totale kjørelengden for personbiler, lastebiler, busser og godsbiler på 46,6 milliarder kilometer i 2024, hentet fra SSB.no.<sup>120</sup> For å beregne hva dette innebærer i samlet tidsbruk langs norske veier legges det til grunn en gjennomsnittshastighet på 55 km/time, noe som gir et samlet tidsestimat på 830 millioner timer. Ifølge SVV var det 3,7 millioner bilførere med gyldig førerkort i Norge i 2024, noe som gir om lag 220 timer per trafikant.

Ifølge HKdir har 92 prosent av den norske befolkningen mellom 17-79 år tilgang på smarttelefon, og dermed også tilgang til tjenester som tilbyr kartnavigasjon.<sup>121</sup> For å beregne andel av det totale timetallet som ansees som relevant for denne analysen er det altså i større grad snakk om i hvilken andel av kjøreturene PNT-tjenester blir brukt heller enn at trafikantene har tilgang til tjenestene.

Det eksisterer ikke kilder som oppgir nøyaktig hvor stor andel av den norske befolkningen som bruker satellittbasert navigasjon når de kjører bil eller benytter andre fremkomstmidler. Ser man til internasjonale studier på området viser undersøkelser at opp mot 40 prosent av trafikantene benytter kjente karttjeneste.<sup>122</sup> Andre undersøkelser viser at Google Maps har om lag 1,1 millioner ukentlige brukere i Norge, dvs. om lag 20 prosent av befolkningen.<sup>123</sup> Basert på dette anslås det at andelen kjøreturer som benytter Google Maps eller lignende tjenester ligger på 30 prosent. Dette anses som et relativt nøkternt anslag, som både tar hensyn til at tjenesten gir relevant informasjon om trafikkflyt og kødannelse på veien, og at bruken av karttjenester for å identifisere raskeste vei også gir merverdi på senere kjøreturer selv om tjenesten ikke brukes.

<sup>120</sup> SSB (2024). Tabell 12575: Kjørelengder, etter alder, statistikkvariabel, år og kjøretype.

<sup>121</sup> HKdir (2025). *Mobiltelefoni: Gode på å koble seg til internett, men dårlige på å bruke antivirusprogram på mobilen.*

<sup>122</sup> Se for eksempel Motor Finance Online (2022) og StudyCountry. (2025).

<sup>123</sup> SensorTower (2024).

For å anslå hvor stor prosentvis tidsbesparelse man kan oppnå ved å bruke satellittbaserte karttjenester viser analysen til en studie som estimerte en reduksjon i reisetid på 6,5 prosent.<sup>124</sup> Studien fra USA baserer seg på alle reiser som benytter satellittbasert navigasjonstjenester. For å fastsette en kroneverdi på tidsbruken som reduseres benyttes et vektet gjennomsnitt på 246 kr per time fra tidsverdiene per personbiltime fra SVVs håndbok.<sup>125</sup> Kostnaden knytte til økt reisetid beregnes derfor til om lag 102 millioner 2024-kroner.

I tillegg kommer kostnader knyttet til økt kjørelengde som følge av bortfall av PNT, som medfører høyere distanseavhengige kjøretøykostnader knyttet til drivstoff, slitasje, vedlikehold og verdiforringelse. Ettersom økt tidsbruk skyldes både om- og feilkjøring som medfører lengre kjørelengde, men også redusert effektivitet som følge av stopp, settes økningen i distanse til 5 prosent. Basert på satser for distanseavhengige kjøretøykostnader fra SVV anslås distanseavhengige kjøretøykostnader til om lag 26 mill. kroner per uke. Til slutt har analysen også beregnet økte kostnader som følge av kødannelse, hvor det er tatt utgangspunkt i de byene i Norge som har mest kø i utgangspunktet.<sup>126</sup> Basert på kjøretøykilometer for disse byene, samt en økning i reisetid på 5 prosent som følge av kødannelse alene, anslås kostnadene til om lag 16,8 mill. kroner. Med en økning i reisetid på 6,5 prosent som følge av veivalg/navigasjon, og en økning på 5 prosent som følge av økt kødannelse, ligger anslagene om lag på samme nivå som det London Economics legger til grunn for «Urban local authorities».

For å beregne kostnadene knyttet til forsinkelser og redusert effektivitet knyttet til veiutbygging, tar analysen utgangspunkt i den samlede bevilgningen til investeringer i ny infrastruktur over statsbudsjettet<sup>127</sup>. I tillegg gjøres det et anslag på investeringer i kommunale veier over kommunenes budsjett.<sup>128</sup> Samlet anslås det at investeringene i 2024 var på om lag 27 mrd. kroner.

Ikke all aktivitet innen veibygging er direkte avhengig av satellittbaserte PNT-tjenester. Bortfall av PNT vil derfor ikke medføre full stans, men primært påvirke de delene av anleggsarbeidet der GNSS-basert maskinstyring, innmåling og digital dokumentasjon benyttes for å opprettholde normal produktivitet og presisjon. Dette gjelder særlig produksjonstunge aktiviteter som masseflytting, finplanering og grøfte- og dreneringsarbeider. Andre deler av veibyggingsprosessen, som rigg og drift, administrasjon og trafikkavvikling vil i større grad kunne videreføres også ved bortfall av PNT, om enn ofte med noe lavere effektivitet. Anslaget på hvor stor del av utgiftene som vil påvirkes av PNT-bortfallet settes derfor til 20 pst, blant annet basert på overordnede inntrykk fra intervjuer med entreprenører og SVVs beskrivelse av bygging av veier, bruer, tunneler m.m.<sup>129</sup>

Innen veibygging vil bortfall av PNT ikke medføre full stans, men primært påvirke de delene av anleggsarbeidet der GNSS-basert maskinstyring, innmåling og digital dokumentasjon benyttes for å opprettholde presisjon. Dette gjelder særlig produksjonstunge aktiviteter som masseflytting, finplanering og grøfte- og dreneringsarbeider. Det anslås at 30 prosent av utgiftene påvirkes av PNT-bortfallet, basert på blant annet SVVs beskrivelse av bygging av veier, bruer, tunneler m.m.<sup>130</sup> Effektivitetstapet oppstår primært som følge av at arbeidsprosesser som normalt er automatiserte eller sterkt støttet av sanntidsposisjonering, må gjennomføres ved mer manuelle og ressurskrevende metoder. Produktivitetstapet ved et bortfall anslås til 50 prosent, basert på at de nevnte aktivitetene er avhengig av GNSS-basert maskinstyring, slik at overgangen til manuelle metoder vil redusere

---

<sup>124</sup> Arora, N. m.fl. (2021)

<sup>125</sup> Statens vegvesen (2021). *Konsekvensanalyser*

<sup>126</sup> Teknisk ukeblad (2014)

<sup>127</sup> Statsregnskapet.dfo.no (2025)

<sup>128</sup> SSB (2025). Tabell 11816.

<sup>129</sup> Statens vegvesen. (2025). *Prosesskoden R761: Standard prosessbeskrivelse for veganlegg.*

<sup>130</sup> Statens vegvesen. (2025). *Prosesskoden R761: Standard prosessbeskrivelse for veganlegg.*

fremdriften betydelig, uten å medføre full stans i arbeidet. Kostnadene ved bortfall av PNT-tjenester for anleggsindustrien i veisektoren anslås dermed til 79,6 millioner kroner.

## Luftfart

Et bortfall av PNT-tjenester vil ramme luftfarten bredt og raskt, og vil føre til store velferdstap for de reisende gjennom økt usikkerhet, forsinkelser og kanselleringer, særlig på flyplasser der GNSS-baserte prosedyrer er avgjørende for regulariteten. De samfunnsøkonomiske kostnadene ved bortfall av PNT-tjenester skyldes i hovedsak konsekvensene som oppstår i form av kanselleringer, forsinkelser og flere fly som står på bakken. Samlet er disse beregnet til om lag 144 millioner kroner per uke.

Kategori	Kostnader ved bortfall (7 dager) (mill. kroner)
Operatørkostnader	23,9
Passasjerkostnader (forsinkelser)	23,4
Passasjerkostnader (kanselleringer)	95,6
<b>Totalt</b>	<b>142,9</b>

De økonomiske konsekvensene er beregnet med utgangspunkt i antall flygninger som foregår fra Norske lufthavner. Ifølge SSB var det i 2024 om lag 37 millioner passasjerer og 37 000 flygninger, hvorav 54 prosent var innlandsflygninger. Det utgjør i snitt omtrent 7 200 flygninger hver uke.<sup>131</sup>

Den norske lufthavnstrukturen består av et nettverk av både store flyplasser og et omfattende kortbanenett med over 40 mindre, regionale flyplasser. Oslo Lufthavn (OSL) er knutepunktet i nettverket og håndterer flest avganger. Samtidig har også andre flyplasser som Bergen, Stavanger og Torp Sandefjord et betydelig antall utenlandsflygninger.

Denne desentraliserte strukturen, med mange små og værutsatte lufthavner, innebærer at luftfarten i stor grad er avhengig av GNSS-baserte PNT-tjenester for å opprettholde regularitet og tilgjengelighet. De største lufthavnene har samtidig betydelig redundans og robuste sikkerhetsmekanismer, herunder bakkebaserte navigasjonshjelpemidler og prosedyrer. Dette gjør det mulig å opprettholde drift også ved redusert tilgang til GNSS. For å skille mellom lufthavner med redundans mot et GNSS-bortfall, og de mindre, regionale lufthavnene, tar analysen utgangspunkt i en todeling av lufthavnene som påvirker hvilke konsekvenser som oppstår ved et bortfall. Basert på denne delingen mellom flyplasser som er avhengig av GNSS-signaler, og de flyplassene som er mindre avhengig, fordeles antall passasjer og flygninger i 2024, både innlands og utlands, i henhold til tabellen under.

	Innlands		Utlands	
	Passasjerer	Flygninger	Passasjerer	Flygninger
<b>Lite GNSS-avhengige flyplasser</b>	12 939 683	145 560	21 665 905	169 094
<b>GNSS-avhengige flyplasser</b>	2 444 626	59 510	140 230	947

Analysen forutsetter at bortfall av PNT-tjenester fører til kansellering av om lag 1 prosent av flygningene ved de største lufthavnene, mens ved regionale, GNSS-avhengige lufthavner er anslaget 20 prosent. Forskjellen reflekterer at de største lufthavnene har betydelig teknisk og operativ redundans,

<sup>131</sup> SSB (2025). 08507: Lufttransport, og SSB (2025) 08507: Lufttransport

blant annet gjennom bakkebaserte navigasjonssystemer og høyere trafikkfrekvens, som gjør det mulig å opprettholde drift også ved bortfall av GNSS. Ved mindre lufthavner er derimot presise GNSS-baserte innflygingsprosedyrer avgjørende for regularitet, og bortfall av PNT gir derfor langt større sannsynlighet for kansellering, særlig under krevende værforhold.<sup>132</sup> Samlet medfører dette at om lag 250 flygninger blir kansellert i løpet av en uke, i hovedsak som følge av kanselleringer av innenriksflyvninger fra de regionale, GNSS-avhengige lufthavnene.

Videre forutsetter analysen at om lag 20 prosent av flygningene både ved store og mindre lufthavner blir forsinket ved bortfall av PNT-tjenester. Denne antakelsen reflekterer at redusert navigasjonspresisjon og mindre fleksible operative prosedyrer gir kapasitetsreduksjon og køoppbygging i luftrommet og på bakken, noe som påvirker hele luftfartsnettverket uavhengig av lufthavnstørrelse. Selv om konsekvensene ved regionale, GNSS-avhengige lufthavner i større grad fører til kanselleringer, vil bortfall av PNT også gi økte forsinkelser ved større lufthavner gjennom økte separasjonskrav, mindre effektiv trafikkavvikling og forplantningseffekter i fly- og mannskapsrotasjoner. Samlet anslås et bortfall av PNT-tjenester i 7 dager å føre til at om lag 1 500 flygninger blir forsinket. Det legges til grunn at forsinkelsene utgjør i gjennomsnitt 15 minutter per flygning ved de store mer robuste lufthavnene med redundans, og 30 minutter per forsinkede flygning på de regionale, mer værutsatte og mindre robuste flyplassene.

For å beregne passasjerkostnadene knyttet til disse forsinkelsene benyttes TØI tidsverdiene for fly på 495 2018-kroner per time, omregnet til 629 2025-kroner.<sup>133</sup> For kansellerte fly benyttes anbefalt ulempe for kansellering av fly på 11,8 timer fra TØI-rapporten. For operatørkostnadene er det lagt til grunn en tidsverdi på 45 euro per minutt flyene står ved gaten, i henhold til Eurocontrol sine anbefalinger.<sup>134</sup>

## Jernbane

Jernbanesektoren er relativt lite avhengig av satellittbaserte PNT-tjenester for de sikkerhetskritiske funksjonene i sektoren. De mest sentrale funksjonene knyttet til jernbanedriften, for eksempel togdeteksjon, posisjoneringsbestemmelse og tidssynkroniseringen håndteres gjennom bakkebaserte og lukkede systemer som ikke påvirkes av et GNSS-bortfall. Likevel vil antall forsinkelsestimer og kanselleringer øke som følge av bortfall av GNSS-signaler. Den samlede samfunnsøkonomiske kostnaden knyttet til dette er beregnet til om lag 5,4 millioner kroner.

Kategori	Kostnader ved bortfall (7 dager) (mill. kroner)
Kostnader knyttet til forsinkelser persontog	2,4
Kostnader knyttet til kanselleringer persontog	2,3
Kostnader knyttet til forsinkelser godstog	0,6
<b>Totalt</b>	<b>5,4</b>

Beregningene tar utgangspunkt i antall persontog-avganger (460 000) og antall reisende (81,3 millioner passasjerer) i 2024.<sup>135</sup> Videre viser Bane NOR sin punktlighetsrapport fra 2024 at punktligheten og regulariteten på persontransportområdet var på henholdsvis 86,1 og 93,6 prosent i

<sup>132</sup> Avinor (2023) PBN Transition plan Norway.

<sup>133</sup> Jernbanedirektoratet (2025). *Kostnadsmodeller for transport og logistikk*

<sup>134</sup> Eurocontrol (2022) *Cost of delay*.

<sup>135</sup> Bane NOR (2025) og SSB (2025). *Jernbanetransport. Transportarbeid og passasjerer*.

2024. Basert på dette tyder tallene fra Bane NOR at antall forsinkede og kansellerte avganger i 2024 var på henholdsvis 63 940 og 29 440.

Kostnadene knyttet til forsinkelser og kanselleringer er knyttet til at de reisende bruker lengre tid på turen, og opplever forsinkelser i reiseplanene. Et tog er definert som punktlig dersom det ankommer endestasjon eller Oslo S innenfor en bestemt margin. For godstog og langdistansetog er denne grensen satt til 5:59 minutter fra opprinnelig rutetid, og for øvrige persontog er den 3:59 minutter. Det registreres likevel ikke hvor lenge et tog er forsinket, kun om det er forsinket. Dette innebærer at det ikke finnes statistikk som viser hvor lang tid togene var forsinket i gjennomsnitt. Beregningen tar derfor utgangspunkt i tre scenarier for gjennomsnittlig forsinkelse for forsinkede tog: lav (8 minutter per tog), medium (14 minutter per tog) og høy (20 minutter per tog). I det videre regnes det på antakelsen om en medium-forsinkelse på 14 minutter per tog for forsinkede tog, og det dobbelt for kansellerte tog (det vil si hvor lang tid det tar for de reisende å finne alternativ transport).

For å beregne hvor mye forsinkelsene og kanselleringene ville økt ved et bortfall tar analysen utgangspunkt i at 38,5 prosent av forsinkelsene skyldes det Bane NOR referer til som trafikkavvikling. Dette skyldes kø og øvrig trafikk, feil i TIOS (Train Information and Operation System) og andre forhold knyttet til trafikkavviklingen. Det er rimelig å anta at det er denne typen feil som vil øke dersom PNT-signalene bortfaller for jernbanen. Det legges til grunn at antall forsinkelsestimer som skyldes trafikkavvikling vil øke med 20 prosent ved et PNT-bortfall, mens antall kanselleringer vil øke med 10 prosent uavhengig av årsak.

Verdsetting av reisetid og kostnader knyttet til forsinkelser er beregnet med verdsettelsesberegningene gjort i Jernbanedirektoratets verdsettelsesstudie fra 2020. Studien beregner tidsverdier differensiert på reiseformål (tjenestereise, til/fra arbeid og fritidsreiser) for ulike reisedistanser (under 70 km, 70-200 km og over 200 km). Denne analysen benytter tidsverdien for et vektet gjennomsnitt av alle formål basert på fordeling av reiseformål, og tidsverdien for den midterste distansen (70-200 km), som er satt til 162 2018-kroner. I tillegg benyttes en vektingsfaktor for verdsetting av forsinkelser og ventetid i forhold til ruteplan på 2,5. Samlet gir dette en forsinkelseskostnad på 515 2025-kroner per time.

For godstog er det lagt til grunn at 36 130 tog nådde endestasjon i 2024, hvorav 26,4 prosent var forsinket. Dette tilsvarer om lag 49 tog-forsinkelsestimer per uke. Ved et bortfall av PNT-tjenester er det antatt at forsinkelsesomfanget øker med 20 prosent, tilsvarende rundt 10 ekstra tog-forsinkelsestimer per uke. Operatørkostnaden er verdsatt med utgangspunkt i enhetskostnader per vogn per time fra Jernbanedirektoratets verdsetningsgrunnlag, med et representativt elektrisk kombitog på 25 vogner, som gir en kostnad på om lag 8 200 kroner per tog-time. Vare-tidskostnaden er beregnet med et gjennomsnitt på om lag 830 tonn per tog og en sjablongmessig tidsverdi for gods på 50 kroner per tonn-time.<sup>136</sup> Samlet gir dette en anslått merkostnad for godstog på om lag 0,5 millioner kroner per uke som følge av økte forsinkelser ved bortfall av PNT-tjenester.

## Jordbruk

For jordbruksnæringen er den samfunnsøkonomiske kostnaden ved et 7-dagers bortfall av PNT-tjenester beregnet til om lag **11,3 millioner kroner**. Kostnaden skyldes at bortfallet svekker funksjonaliteten i PNT-avhengige systemer i landbruksmaskiner, noe som gir redusert effektivitet, økt ressursbruk og avlingstap. Beregningene representerer et gjennomsnittlig 7-dagers bortfall i en periode

---

<sup>136</sup> Jernbanedirektoratet (2025). *Kostnadsmodeller for transport og logistikk*

med pågående feltoperasjoner, og reflekterer ikke ytterpunkter knyttet til særlig kritiske tidsvinduer som vårsåing eller høsting.

<b>Økonomisk tap ved 7 dagers GNSS-bortfall</b>	
Økt drift/overlapp	2,3 millioner
Økt bruk av innsatsfaktorer	6,8 millioner
Tap og forringelse av avlinger	2,2 millioner
<b>Totalt</b>	<b>11,3 millioner</b>

Beregningene tar utgangspunkt i de produksjonstypene som i høyest grad benytter PNT-tjenester i produksjonen: korn, potet og fulldyrket eng. Disse produksjonsformene kjennetegnes av omfattende maskinell drift over større areal, med operasjoner som såing, gjødsling, sprøyting og høsting, der presis posisjonering og styring er avgjørende for effektiv ressursbruk, produktivitet og stabile avlingsnivåer.

I 2025 utgjorde det samlede jordbruksarealet i Norge innenfor disse produksjonsformene om lag 7,8 millioner dekar.<sup>137</sup> Som nevnt er norsk jordbruket preget av små og geografisk spredte driftsenheter. Dette begrenser utbredelsen av PNT-basert presisjonsteknologi. Basert på rapporter fra NLR (2019) og tilbakemeldinger fra næringen<sup>138</sup> forutsetter analysen at om lag 15 prosent av jordbruksbedriftene har bruker PNT-teknologi, og anvender dette på om lag 30 prosent av jordbruksarealet, det vil si om lag 2,3 millioner dekar.

Økt drift og overlapp medfører økte kostnader til drivstoff og tidsbruk. Ifølge SSB bruker næringen om lag 145 millioner liter drivstoff per år, eller om lag 4 200 liter per bedrift.<sup>139</sup> Ifølge Miljødirektoratet kan drivstofforbruket ved jordbearbeiding være opptil 10 liter per dekar, og man kan spare om lag 2 liter per dekar gjennom med riktig lufttrykk og mer presis kjøring<sup>140</sup>. Analysen legger derfor til grunn at drivstofforbruket vil øke med 10 prosent per dekar, noe som medfører at kostnadene øker med om lag 480 000 kroner ved et PNT-bortfall.

Det samlede arbeidsforbruket per år for de ulike produksjonstypene anslås til 1 time per dekar for korn og fulldyrket eng, og 10 timer per dekar for potet. Anslagene er basert på blant annet NIBIOs driftsgranskinger og Handbok for driftsplanlegging, samt SSB sine tall for arbeidsinnsats innen korn og oljevekster.<sup>141</sup> Videre legges det til grunn at tidsforbruket og arbeidsinnsatsen øker med samme faktor som drivstofforbruket, dvs. 10 prosent per dekar. Med et beregnet vederlag til arbeid på om lag 300 kroner per time beregnes kostnadene til tidsbruk i jordbruket ved et bortfall av PNT-tjenester til om lag 2,3 millioner kroner.

Kostnader knyttet til økt forbruk av innsatsfaktorer i produksjonen er beregnet fra de viktigste og mest relevante innsatsfaktorene innenfor hver produksjonsform. For potet og korn omfatter dette mineralgjødsel og plantevernmidler, samt henholdsvis settepotet og såkorn. For fulldyrket eng er kun mineralgjødsel inkludert i beregningene. Basert på gjennomsnittspriser og forbruk hentet fra blant

<sup>137</sup> SSB, tabell 05982: Jordbruksareal, etter bruken (dekar) 1969-2025.

<sup>138</sup> NLR (2019). Omfanget av, og erfaringa med, presisjonslandbruk i Noreg, og SSB, tabell 05971: Jordbruksbedrifter, etter jordbruksareal i drift, statistikkvariabel og år.

<sup>139</sup> SSB, tabell 06566: Forbruk av diesel i jordbruket, etter landsdel, statistikkvariabel og år.

<sup>140</sup> Miljødirektoratet. Traktorer – drivstoffendring.

<sup>141</sup> NIBIO (2026). Driftsgranskningen i jordbruket, NIBIO (2025). Handbok for driftsplanlegging 2024/2025, og SSB, tabell 10273: Arbeidsinnsats i jord- og hagebruk, etter driftsform (1 000 timar) 2013 – 2023.

annet referansebrukene, håndbok for driftsplanlegging og gjødslingsnormer er kostnaden beregnet til om lag 6,8 millioner kroner.<sup>142</sup>

Mindre presis påføring av innsatsfaktorene vil medføre dårligere avlinger. For å beregne tapte inntekter tas det utgangspunkt andelen av avlingen som forringes, og hvilken prisdifferanse som oppstår. Det finnes begrenset empirisk grunnlag for å anslå hvor stor andel av avlingen som kan gå tapt ved mindre tilpasset bruk av innsatsfaktorer. Analysen legger derfor til grunn et nøkternt anslag på henholdsvis 2 prosent for korn og fulldyrket eng, og 3 prosent for potet. En slik forutsetning er vesentlig lavere enn andre funn som tyder på at tapet for enkelte, spesifikke produksjonsformer kan være opp mot 10 prosent.<sup>143</sup> Andelen som blir degradert eller forringet i kvalitet, som kun gjelder korn og potet, anslås til 2 prosent. Basert på priser og produksjonsvolum fra blant annet SSB<sup>144</sup>, NIBIOs gjødslingsnormer, Landbruksdirektoratet<sup>145</sup> og Fagforum Potet<sup>146</sup> anslås tapte inntekter som følge av dårligere kvalitet til 2,2 millioner kroner.

---

<sup>142</sup> NIBIO (2026) Referansebruk 2025, og NIBIO (2025) Gjødslingsnormer for potet.

<sup>143</sup> Se blant annet Nyeki og Nemenyi (2022) og Saavoss (2018)

<sup>144</sup> SSB (2024) Kornavling per dekar (kg) 1989 – 2024 og SSB (2020) Avling per dekar (kg) 2000 – 2020.

<sup>145</sup> Landbruksdirektoratet (2025). Prisuttak for korn, melk, kjøtt og egg.

<sup>146</sup> Faforum Potet (2024) Matpotetmarke

## Vedlegg B: Intervjuoversikt

Sektor	Aktør
Sjømatnæringen	Sjømat Norge
Sjømatnæringen	Norges Fiskarlag
Petroleum	Aker BP
Petroleum	Equinor
Petroleum	Sokkeldirektoratet
Maritim	Havtilsynet
Maritim	Hovedredningssentralen
Maritim	Lostjenesten
Maritim	Kystverket
Maritim	Hurtigruten
Maritim	Barentswatch
Maritim	Bergen Havn
Veisektoren	Statens vegvesen
Veisektoren / bygg- og anlegg	NCC Norge
Veisektoren/ bygg- og anlegg	Skanska
Veisektoren / bygg- og anlegg	Veidekke
Veisektoren	Posten
Jordbruk	Norges Bondelag
Jordbruk	Felleskjøpet
Jordbruk	NIBIO
Jordbruk	NMBU
Luftfart	Luftfartstilsynet
Luftfart	Widerøe
Luftfart	NHO Luftfart
Luftfart	Avinor flysikring
Nødetater	AMK Sentralen Oslo
Nødetater	Finnmark politidistrikt
Nødetater	110-sentralen Oslo
Nødetater	Avincis
Nødetater	Politidirektoratet
Infrastruktur	Justervesenet
Infrastruktur	Kartverket
Nasjonal sikkerhet	Nasjonal sikkerhetsmyndighet
Nasjonal sikkerhet	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB)
Infrastruktur	Nasjonal kommunikasjonsmyndighet
Fagmiljø	Direktoratet for romvirksomhet
Fagmiljø	SINTEF
Nasjonal sikkerhet	Forsvarets forskningsinstitutt
Jernbane	Jernbanedirektoratet
Jernbane	GO Ahead Norge
Finans	Norge Bank
Finans	BankAxept
Telekom	Telia
Telekom	TEK-Norge
Telekom	Telenor
Kraftforsyning og energi	Statkraft



Menon  
Economics

Menon Economics

Sørkedalsveien 10 B, 0369 Oslo

+47 909 90 102

post@menon.no

[menon.no](https://www.menon.no)