

# Sammenligning av alternative løsninger for digital smittesporing

Simula Research Laboratory og Simula Metropolitan



**simula**

I denne rapporten blir to alternativer for digital smittesporing vurdert; en løsning basert på GAEN (Google and Apple Exposure Notification) og en løsning basert på en versjon av Smittestopp uten lagring av lokasjonsdata. Målinger viser at disse løsningene har tilnærmet lik ytelse når det gjelder smittesporing. De er like sterke på å oppdage andre telefoner i nærheten, og de lider begge under en velkjent svakhet når det gjelder å benytte Bluetooth til å måle nøyaktig avstand. Kunnskapsinnhenting kan inkluderes i en ny versjon av Smittestopp med separat samtykke, men dette er ikke mulig i GAEN. For Smittestopp er det teknologisk risiko ved at Google/Apple kan bruke sin markeds-makt til å gjøre det umulig å drive smittesporing med teknologier som ikke bygger på GAEN. For GAEN er det avdekket overraskende personvernproblemer ved at lokasjons-data lagres jevnlig hos Google.

For helsemyndighetene blir det avgjørende å ta stilling til hvor viktig kunnskapsinnhenting med lokasjonsdata er i kombinasjon med smittesporing. For øvrige norske myndigheter må det vurderes hvorvidt det er uproblematisk å anbefale den norske befolkningen å benytte en funksjonalitet som trigger personsporing hos Google. Dersom kunnskapsinnhenting ikke er nødvendig og datainnsamlingen fra Google anses som lite problematisk, vil Simula anbefale FHI å utvikle en smittesporings-app bygget på GAEN. I motsatt fall vil Simula anbefale at FHI utvikler en oppdatert versjon av Smittestopp med separat samtykke for kunnskapsinnhenting, i tråd med Stortingets vedtak. I begge tilfeller anbefaler Simula at normale innkjøpsprosedyrer benyttes.

Siden Simula er en forskningsinstitusjon og ikke en IT-utvikler, vil vi ikke legge inn tilbud på en ny løsning. Smittestopp ble utviklet av Simula fordi Norge var i en krisesituasjon og Simula vil alltid stå til disposisjon for norske myndigheter dersom situasjonen krever det. Dersom smittetallene igjen vokser veldig raskt og normale prosedyrer ikke kan følges ved utviklingen av en ny løsning, vil Simula stå til disposisjon for FHI.

# Innhold

Introduksjon .....	1
Sammendrag .....	3
Bakgrunn .....	5
A: Effektivitet .....	8
B: Personvernsdiskusjon .....	24
C. Teknologimakt og teknologirisiko .....	26
D. Formål 2: Monitorere pandemien på populasjonsnivå .....	27
E. Beregninger av sporingseffektivitet og kontroll av pandemien .....	28
Oppsummering og diskusjon .....	32
Referanser .....	34
Vedlegg .....	35

## Introduksjon

I mars 2020 sto Norge overfor en situasjon der svært mange fryktet en pandemi som allerede hadde kommet ut av kontroll i flere land. Etter innledende diskusjoner ble Folkehelseinstituttet (FHI) og Simula Research Laboratory (Simula) enige om å utvikle en digital smittesporingsløsning så raskt som overhodet mulig. Dette var krevende teknologisk (ingen i Vesten hadde gjort det før), juridisk (løsningen krevde ekstraordinære forskrifter), økonomisk (det tok flere uker før finansieringen var avklart i Stortinget), og organisasjonsmessig (smittesporing er en veletablert virksomhet med gode rutiner som plutselig skulle få et nytt og ukjent verktøy). Det var ikke tid til å følge normale prosedyrer på noen av disse områdene; arbeidet bar preg av et ekstremt tidspress.

Høsten 2020 er situasjonen annerledes. FHI har annonsert at en ny, oppdatert app for digital smittesporing skal være klar til jul. Dersom myndighetene velger å utvikle en ny smittesporingsapp er det dermed god tid til å utvikle en ny løsning basert på normale innkjøps- og utviklingsrutiner. Simula er en forskningsinstitusjon og ikke en IT-utvikler, og vil derfor ikke delta i en anbuds konkurranse om å utvikle en alternativ løsning. Likevel vil Simula alltid stå til disposisjon dersom situasjonen skulle kreve det. Videre stiller Simula sin kompetanse og programvare til rådighet for en ny utvikler dersom utvikleren ønsker dette.

Den digitale smittesporingsappen Smittestopp ble lansert 16. april. Smittestopp var en av de første integrerte smittesporingsappene som ble lansert i Europa - "integrert" fordi den både skulle bidra til smittesporing og -varsling (formål én i regjeringens forskrift av 28. mars), samt å følge nasjonal utbredelse av Covid19-smitte på populasjonsnivå (formål to). Smittestopp var kontroversiell fra starten, og kritikerne tok til orde for å lage en løsning uten bruk av geografiske lokasjonsdata (GPS) som utførte all smittesporing og -varsling uten at data ble samlet og behandlet i et sentralt lager.

Noen dager før Smittestopp ble lansert (den 10. april) annonserte Google og Apple at de sammen skulle utvikle et programmeringsgrensesnitt (API), for å støtte smittevarsling. APIet fikk senere navnet «Google and Apple Exposure Notification – GAEN<sup>1</sup>».

---

<sup>1</sup> Også kjent bare som "Exposure Notifications System (ENS)". I denne rapporten bruker vi "GAEN" både om programmeringsgrensesnittet og om en prototype-app basert på GAEN-APIet utviklet av Simula for testformål.

---

GAEN ble lansert den 20. mai, og har blitt implementert i flere smittesporingsapper i Europa, blant annet i Danmark, Tyskland og Irland<sup>2</sup>. GAEN ble, også før det ble lansert, trukket fram som et bedre alternativ av mange kritikere av Smittestopp. Det er verdt å merke seg at GAEN ikke er en smittesporingsapp i seg selv. Det er et rammeverk for å lage slike apper med tilgang til de verktøyene som Google og Apple tilbyr, innenfor et sett av regler for hva appen tillates å gjøre.

Den 16. juni ble Smittestopp diskutert i Stortinget, og følgende ble vedtatt: «*Stortinget ber regjeringen endre Smittestopp-applikasjonen og sørge for at de som laster ned appen får mulighet til delt samtykke. Ett til smittesporing og ett til kunnskapsinnhenting*». Dette vedtaket impliserer at den tekniske løsningen for smittesporing må sees isolert fra behovet for kunnskapsinnhenting.

For å bidra til kunnskapsbaserte beslutninger knyttet til digital smittesporing, er det viktig å gjennomføre målinger av effektiviteten til forskjellige teknologiske løsninger. I denne rapporten presenterer vi resultater av målinger basert på en modifisert versjon av Smittestopp (uten lagring av GPS-data) og en prototype-app basert på GAEN.

I rapporten drøfter vi også fire andre viktige temaer i debatten om digitale redskaper for å bekjempe en pandemi som angår både GAEN og Smittestopp: personvern, teknologimakt/teknologirisiko, den mulige effekten av verktøyet på reproduksjonstallet, samt muligheten for å oppfylle regjeringens andre formål – å monitorere utviklingen av pandemien på populasjonsnivå.

Hensikten med denne rapporten er å bygge et kunnskapsgrunnlag for de beslutningene som må tas om fortsatt bruk av digitale verktøy for å begrense omfanget av sykdom i den pågående Covid19-pandemien, så vel som i fremtidige epidemier. Simula planlegger vitenskapelige seminarer med bred deltagelse for å la vitenskapssamfunnet bidra til økt kunnskap om dette forskningsfeltet.

---

<sup>2</sup> Se f.eks. Covid Tracing Tracker-prosjektet fra MIT Technology Review

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ATaIASO8KtZMx\\_\\_zJREoOvFh0nmB-sAqJ1-CjVRSCow/edit#gid=0](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ATaIASO8KtZMx__zJREoOvFh0nmB-sAqJ1-CjVRSCow/edit#gid=0)  
for oversikt over hvilke typer apper som er implementert i ulike land.



---

## Sammendrag

I denne rapporten oppsummerer vi de undersøkelsene vi har gjennomført i løpet av sommeren 2020 med en modifisert versjon av Smittestopp (med Bluetooth, uten GPS, men med et sentralt lager) og med GAEN (en prototyp-app basert på programmeringsgrensesnittet «Google and Apple Exposure Notification»). Vi samler også informasjon om andre viktige aspekter ved apper for digital smittesporing – personvern, teknologimakt/teknologirisiko, smittetrykk og behov for digital sporing, samt forutsetningene for å kunne monitorere en pandemi på populasjonsnivå.

Vi evaluerer to forskjellige løsninger for hvordan smittesporing via mobiltelefoner kan gjennomføres, gitt forutsetningene i Stortingets vedtak. Disse er

**A - "Smittestopp uten bruk av GPS-data":** En modifisert versjon av Smittestopp basert på Bluetooth, og uten bruk av geografiske lokasjonsdata. Den modifiserte versjonen av Smittestopp benytter fortsatt et sentralt lager for å beregne kontakt mellom telefoner (symmetri; se nedenfor), for å kunne gi nødvendig informasjon til en varslingsfunksjon (inkludert hvor mange som kan ha bli smittet), og eventuelt for å kunne aggregere data i tråd med formål to i regjeringens forskrift. Denne versjonen av Smittestopp er tilpasset Stortingets vedtak.

**B - "GAEN":** En prototype-løsning som benytter seg av smittesporings-APIet som er utviklet av Apple og Google. Som nevnt innledningsvis, bruker vi betegnelsen GAEN som en samlebetegnelse for både APIet og konkrete anvendelser av APIet, som for eksempel den prototype-appen vi analyserer i denne rapporten.

### Hovedfunn

Våre hovedfunn er som følger:

#### A. Effektivitet

- Mekanismene i GAEN og Smittestopp for å detektere nabotelefoner utstyrt med samme sporingsapp uten bruk av GPS har forholdsvis lik ytelse. GAEN yter noe bedre, men forskjellen ligger innenfor rimelige feilmarginer.
- Dersom Bluetooth-data samles inn til sentral prosessering kan data fra flere telefoner sees i sammenheng. Et slikt grep er nødvendig for å få Smittestopp (uten GPS) til å fungere omtrent like godt som GAEN.
- En fullstendig distribuert versjon av Smittestopp (uten sentralt lager) ville fungere vesentlig dårligere enn både GAEN og den versjonen av Smittestopp som er evaluert her. Dette er hovedsakelig knyttet til en begrensning for tredjeparts appers bruk av Bluetooth på iPhone, se også neste kulepunkt.
- Vi er ikke kjent med at noe land har lyktes med å lage en tredjeparts app som virker like godt som GAEN på iPhone med skjermen slått av uten å ha et sentralt lager.

---

## B. Personvern

- Sentral lagring av lokasjonsdata er personvernmessig krevende og Smittestopp ble kraftig kritisert for dette.
- Det lar seg i skrivende stund ikke gjøre å benytte GAEN på Android-telefoner uten at Google hvert 20. minutt samler data som identifiserer både person og lokasjon. Dette ble oppdaget i juli av et forskerteam i Irland. GAEN er derfor også personvernmessig krevende. Hvorvidt Apple samler data på samme måte er ukjent.
- Google kan i fremtiden velge å endre praksis og ikke lagre lokasjonsdata om brukere av GAEN. Om det skjer vil GAEN fremstå som både effektiv og personvernmessig lite inngripende.
- Forholdet mellom GAEN og hensikten bak Stortingets vedtak om delt samtykke er uklart. En bruker må samtykke til innsamling av lokasjonsdata i GAEN for at smittesporing skal virke. Samtykkene er derfor ikke uavhengige. Disse lokasjonsdataene benyttes imidlertid hverken til smittesporing eller til kunnskapsinnhenting om Covid-19 som er de formålene stortingsvedtaket omtaler.
- En modifisert versjon av Smittestopp som ikke samler GPS-data vil for Android-brukere være mindre inngripende enn dagens versjon av GAEN.
- En sentral forskjell mellom GAEN og Smittestopp ligger i at det for GAEN er det Google som kontrollerer dataene, mens for Smittestopp er det norske myndigheter som kontrollerer dataene i henhold til forskriftene som er gitt av regjeringen.
- Et ukjent, men stort antall nordmenn med Android-telefoner spores allerede av Google uten at GAEN benyttes. Det er usikkert hvilken reell forskjell innføring av GAEN vil medføre med hensyn til antallet brukere i Norge som spores av Google.

## C. Teknologimakt/teknologirisiko

- Det er grunn til å anta at GAEN vil utvikles ytterligere over tid, og derfor vil for bedres i forhold til de målingene som presenteres her.
- En velkjent begrensning i iOS gjør at deteksjon av andre telefoner via Bluetooth i tredjeparts apper - som Smittestopp - ikke virker på iPhone når skjermen på telefonen er mørk og i hvilemodus.
- Sporingsteknologien som Apple og Google har samarbeidet om er kun tilgjengelig gjennom GAEN. Dersom Google og Apple gjør denne teknologien tilgjengelig for tredjeparts apper, vil det være mulig å lage en velfungerende versjon av Smittestopp som ikke samler data hverken hos myndigheter eller hos Google.
- Det er risiko for at endringer hos Apple eller Google kan svekke funksjonen til Smittestopp. Det er tilsvarende en risiko for at de i fremtiden vil la bruk av Smittestopp trigge den samme informasjonsinnsamlingen til Google som GAEN gjør.

## D. Regjeringens formål to om monitorering på populasjonsnivå

- En app basert på GAEN kan ikke inngå i en integrert app som også ivaretar et behov for kunnskapsinnhenting. Google og Apple har valgt å lukke for en slik mulighet.
- En app basert på Smittestopp kan inngå i en integrert app som også ivaretar et behov

for kunnskapsinnhenting. For å være i tråd med Stortingets vedtak, vil en slik app måtte gi brukere en mulighet til å gi separate samtykker om henholdsvis smittesporing og kunnskapsinnhenting.

- En app uten GPS vil kunne gi aggregerte opplysninger om hvor mange som er i nær kontakt med hverandre og når, men vil ikke kunne si noe om hvor slik nærkontakt skjer.

## Bakgrunn

Potensialet som ligger i å benytte mobiltelefoner til smittesporing ble først diskutert i en artikkel publisert i tidsskriftet *Science* i mai 2020<sup>3</sup>. En tidlig versjon av artikkelen sirkulerte hos myndighetsaktører i flere land tidlig i mars. Den var skrevet av en forskningsgruppe ved Oxford University, og den konkluderte med at dersom man kunne redusere tiden det tar å spore opp en andel smittetilfeller til timer i stedet for dager, ville dette alene kunne være tilstrekkelig til å holde pandemien i sjakk.

Da Norge ble stengt ned den 12. mars 2020 var flere land allerede i gang med utvikling av en smittesporingsapp. Simula hadde dagen i forveien tilbudt Folkehelseinstituttet å stille sin ekspertise til rådighet for å bidra til å bekjempe pandemien. Folkehelseinstituttet tok kontakt med Simula, informerte om behovet for en smittesporingsapp og ba Simula om å hasteutvikle en slik app for Norge. Tidspresset ved oppdraget krevde at Simula arbeidet på egen risiko frem til Stortinget 31. mars bevilget "45 mill. kroner for å etablere et automatisert smittesporingssystem basert på sporing av smarttelefon og nedlastet applikasjon (app)." Simula inngikk 8. april 2020 en økonomisk avtale med Folkehelseinstituttet på totalt 19 millioner kroner for arbeidsoppgaver ut året.

Etter diskusjon og vurderinger besluttet myndighetene at denne appen skulle ha to formål. Det første formålet var smittesporing, ved at appen kunne identifisere individer som hadde vært i umiddelbar nærhet av personer som hadde testet positivt for COVID-19. Det andre formålet var kunnskapsinnhenting som kunne hjelpe myndighetene med å vurdere tiltak for å håndtere pandemien og å kunne støtte forskning for bedre å være forberedt på fremtidige epidemier. Det ble utarbeidet en egen forskrift, vedtatt i Statsråd, som etablerte de to formålene, satte grenser for hvilke data som kunne samles inn, hvor lenge dataene kunne lagres, og hva disse dataene kunne brukes til.

Det forelå ingen teknisk forskning eller erfaringer på bruk av mobiltelefoner til smittesporing, nasjonalt eller internasjonalt. Det var derfor en rekke tekniske problemer som det måtte utvikles løsninger på. Som omtalt lenger ned i dokumentet viste det seg raskt

<sup>3</sup> <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2020-03-27-475>



---

at det var spesielt utfordrende å få iPhone-telefoner til å fungere godt for det aktuelle formålet. For å effektivisere utviklingen av tekniske løsninger ble det opprettet samarbeidsrelasjoner med utviklingsteamene for tilsvarende apper i UK, på Island og i Danmark, og det ble avholdt møter med tilsvarende grupper i Irland, Tyskland og Nederland.

Smittestopp ble lansert i Norge den 16. april, etter en utviklingsperiode på fem uker, og det ble registrert halvannen millioner nedlastinger i løpet av noen få dager. Det var på det meste 1.5 millioner telefoner som sendte data inn i løsningen. Etter planen skulle datainnsamling testes først, og deretter skulle det gjøres forsøk med smittesporing og varslings i utvalgte kommuner. To kommuner begynte å teste løsningen i sitt arbeid, men i en situasjon med svært lav og synkende smitte, var antallet nye smittetilfeller ikke tilstrekkelig til å gjennomføre testingen.

Hastigheten på både utviklingen og utrulling av et slikt produkt ville under andre omstendigheter måtte måles i måneder i stedet for uker, noe utviklingstiden for sporingsapper i andre land også er en indikasjon på.

Den 10. april offentliggjorde Apple og Google at de samarbeidet om å lage et programmeringsgrensesnitt, på fagspråket kalt et API, for å støtte smittevarsling. APIet fikk senere navnet «Google and Apple Exposure Notification» som vi her refererer til som GAEN. Apple og Google kontrollerer operativsystemene til de aller fleste smarttelefoner som er i bruk i Norge, og dermed var dette en svært viktig utvikling.

Offentliggjøringen fra Apple og Google kom seks dager før den planlagte lanseringen av Smittestopp. Det ble likevel besluttet å lansere denne som planlagt, spesielt av to årsaker. For det første tilsa smittesituasjonen på det tidspunktet at det ikke var ønskelig å vente til Google og Apple skulle slippe teknologien sin. I henhold til Google og Apple sine offisielle planer ville det i beste fall bety at man kunne slippe en smitteapp i juni, altså en forsinkelse på minst to måneder. Den andre årsaken til at Smittestopp ble lansert som planlagt var at GAEN er konstruert med tanke på at ingen informasjon om smittespredning eller bevegelser i befolkningen skulle være tilgjengelig for myndighetene. Dette gjorde at GAEN var godt egnet til smittevarsling (exposure notification) i befolkningen, men at den ikke ville kunne benyttes av myndighetene til smittesporing (contact tracing) for myndighetene, eller som utgangspunkt for kunnskapsinnhenting som var definert som det andre formålet i regjeringens forskrift.

Smittestopp ble raskt gjenstand for sterk kritikk. Den mest tungtveiende delen av kritikken gikk på at inngripende data om brukerne av appen ble samlet inn og lagret sentralt i opp til en måned. Argumenter ble ført om at smittesporing kan gjøres uten at

mobiltelefonen rapporterer data sentralt – en såkalt distribuert løsning. Videre ble det hevdet at kunnskapsinnhenting kunne skje på andre måter enn gjennom en smittesporingsapp. Kritikken var spesielt sterk fra deler av teknologimiljøet, og både Tekna, Amnesty og en oppnevnt ekspertgruppe stilte seg bak kritikken. Kritikken var hele tiden basert på synspunkter knyttet til personvern, men var i liten grad knyttet til spørsmål om en distribuert løsning ville virke like godt som en sentralisert løsning. Den teknologiske utfordringen knyttet til digital smittesporing er å finne en god balanse mellom effektiv smittesporing og personvern, men den norske debatten dreide seg i hovedsak om personvern. Dermed fremsto problemet som betydelige smalere enn det faktisk er.

I et brev fra 12. juni varslet Datatilsynet om et midlertidig forbud mot behandling av personopplysninger fra Smittestopp. Begrunnelsen var at dagens mindre truende smittesituasjon ikke lenger gjorde inngrepet i personvern forholdsmessig forsvarlig. Videre siterte Datatilsynet ekspertgruppens uttalelse om at det finnes funksjonelt ekvivalente løsninger for smittesporing med mobiltelefoner som er mindre inngripende enn det Smittestopp er. Som et resultat av dette ble Smittestopp stengt ned, og alle innsamlede data slettet. Dermed har det ikke vært mulig å bruke data fra testperioden til å forbedre teknologien. Dette har bremset utviklingen da validering basert på reelle data ikke var mulig lenger.

Den 16. juni ble situasjonen diskutert i Stortinget, og de gjorde følgende vedtak: «Stortinget ber regjeringen endre Smittestopp-applikasjonen og sørge for at de som laster ned appen får mulighet til delt samtykke. Ett til smittesporing og ett til kunnskapsinnhenting».

Den distribuerte løsningen som flere kritikere av Smittestopp har pekt på er GAEN. I slutten av juli avdekket en forskningsgruppe ved Trinity College i Dublin at Google sin løsning for GAEN ikke lar seg benytte på en android-telefon uten at den hvert 20 minutt sender informasjon tilbake til Google. Det er mange uklare detaljer om hvilke data som sendes, men det er klarlagt at det sendes informasjon som avdekker hvem som eier mobiltelefonen, og hvor telefonen befinner seg. Om det samme gjelder implementasjonen av GAEN på Apple sine telefoner er ikke undersøkt.

Dette dokumentet presenterer en evaluering av effektiviteten til to apper som kan ivareta smittesporingsdelen av regjeringen forskrift (formål en). Den ene er en prototype app som benytter GAEN, mens den andre er en versjon av Smittestopp uten lagring av lokasjonsdata fra GPS. Videre evaluerer vi disse alternativene i forhold til effektivitet, personvern, teknologimakt/teknologirisiko, smittetrykk kontra digitale smitteapper, og evne til å ivareta et behov for kunnskapsinnhenting i én integrert app. Siden Stortinget har vedtatt en oppdeling av samtykket, har vi ikke vurdert fordeler og ulemper ved en videreføring av den opprinnelige versjonen av Smittestopp.

---

## A. Effektivitet

### Beskrivelse av GAEN

Som en respons på behovet for digital kontaktsporing, lanserte Google og Apple GAEN-rammeverket for kontaktsporing over Bluetooth i mai 2020. Målet med denne rammeverket er å tilby effektiv kontaktsporing på en distribuert og mer personvernvennlig måte.

En løsning basert på GAEN består av en app som registrerer nærkontakt ved å utveksle unike Bluetooth identifikatorer med andre telefoner i nærheten og ved påvist smitte laste historikk over nærkontakt opp til et sentralt datalager administrert av helsemyndighetene (se figur 1) [4, 5]. En bruker som tester positivt for COVID-19 kan selv velge om han eller hun vil dele denne informasjonen med andre. Hvis brukeren ønsker å gjøre dette så blir alle brukerens identifikatorer for de siste 14 dagene lastet opp til det sentrale datalageret og derfra lastet ned av alle andre brukere slik at de kan sjekke om de har vært i nærkontakt med en smittet person. Eksakt prosedyre for å bekrefte smitte fastsettes av nasjonale helsemyndigheter for å sikre at informasjonen er korrekt slik at enkeltpersoner ikke kan melde inn smitte "for moro skyld" og slik skape frykt.

Det sentrale datalageret inneholder et sett med unike Bluetooth identifikatorer fra personer som har fått påvist smitte, men disse identifikatorene er ikke knyttet opp mot identifiserbare personer. Identifikatorene fra en gitt telefon endres regelmessig (hvert 10 - 20 minutt) og appen holder orden på hvilke identifikatorer som er brukt tidligere. Dette gjør sporing av en telefon for andre formål vanskelig. Videre så laster appen daglig ned en liste med identifikatorer som har fått bekreftet smitte fra det sentrale datalageret. Det gjøres så en sammenligning lokalt på telefonen mellom denne listen og alle registrerte nærkontakter. Finnes en identifikator i både den lokale listen over nærkontakter og i den nedlastede listen over smittede så får brukeren beskjed om at han eller hun har vært i nærkontakt med en person som har fått påvist smitte og informasjon om hva han eller hun nå bør gjøre.

GAEN rammeverket vektlegger personvernet til den enkelte bruker og det fører til følgende restriksjoner i enhver GAEN app (i praksis er dette noe annerledes som diskutert i seksjon B og i [2, 3]):

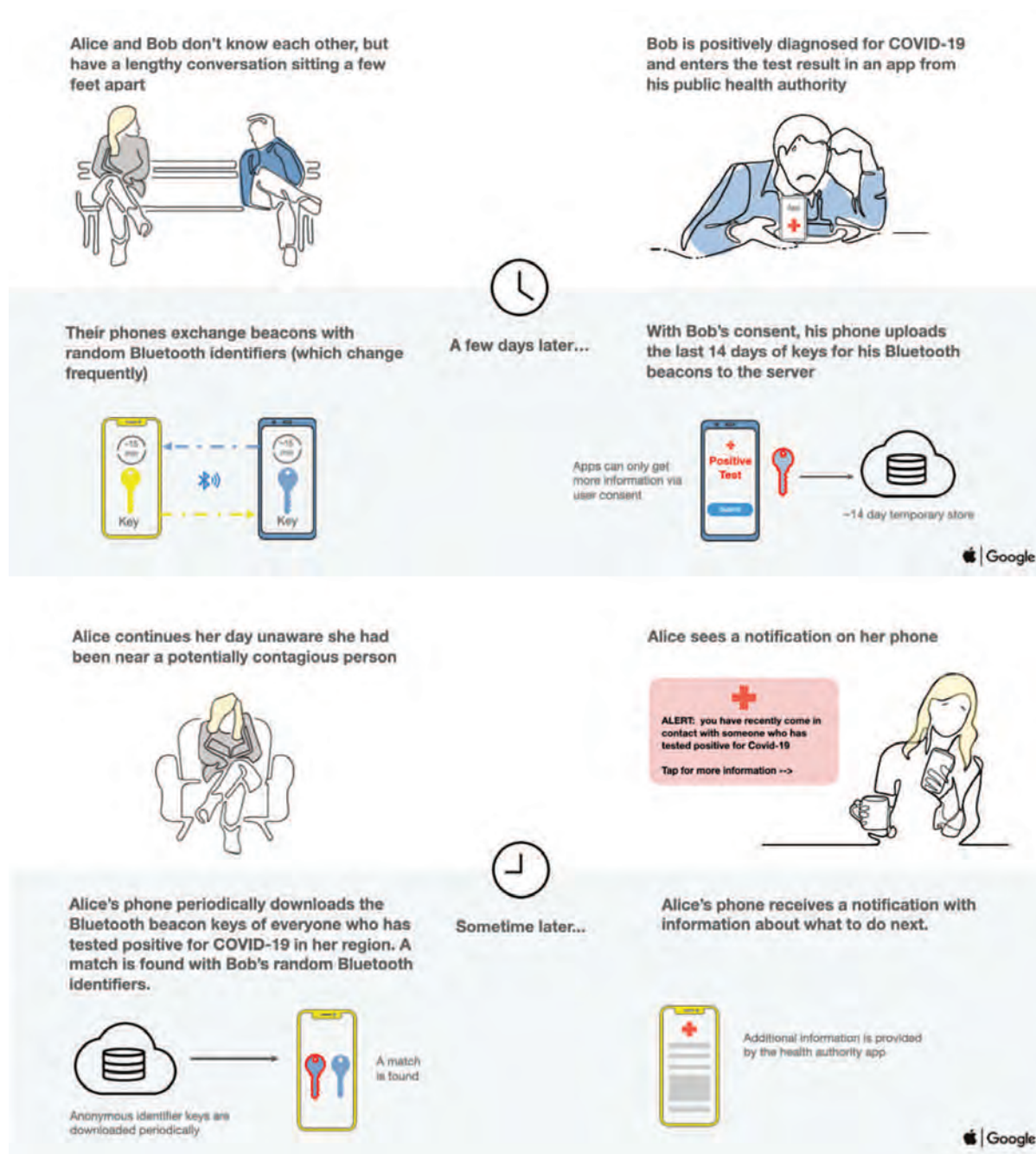
- GAEN deler ikke under noen omstendigheter brukerens identitet med helse myndighetene, Google, Apple eller andre brukere.
- GAEN samler ikke personlige opplysninger i en sentral database.
- GAEN samler ikke inn lokasjonsdata og tillater heller ikke at applikasjoner som bruker GAEN gjør det.
- GAEN kan kun brukes av applikasjoner utviklet av nasjonale helsemyndigheter.

Disse restriksjonene styrker personvernet, men medfører at kunnskapsinnsamling tilsvarende det som ble gjort i Smittestopp ikke er mulig med en løsning basert på GAEN. Smittestopp samlet inn telefonnummer og lokasjonsdata fra brukeren og Bluetooth-data fra brukerens nærkontakter i et sentralt register for å gjennomføre varsling og analyse i regi av lokale og sentrale helsemyndigheter. GAEN samler ikke inn GPS data eller personlige opplysninger og gir ikke helsemyndigheter tilgang til data om nærkontakt. Dermed er ikke statistikk eller annen informasjon om smittespredning tilgjengelig for lokale helsemyndigheter. Den eneste informasjonen som en bruker kan få ut av en GAEN-app er informasjon om at brukeren har vært i nærhet av noen som har fått påvist smitte. I dette tilfelle vil brukeren også få vite hvilken dag dette skjedde, hvor lenge kontakten varte og signalstyrken på Bluetooth signalet på den andre telefonen.

GAEN-appen som er benyttet til evalueringen presentert i dette dokumentet baserer seg på GAEN Protocol Specification v1.0, Exposure Notifications API v1.5 for Android telefoner og iOS 13.6.1 for iPhone. I tillegg brukes samme parametere som i Tyskland og UK [8].

Fra og med iOS 13.7 som ble tilgjengelig 1. september støttes registrering av nærkontakter uten bruk av en egen app. Det forutsetter samtykke fra brukeren og at dette er støttet av lokale helsemyndigheter.

Det er verdt å merke seg at en implementasjon av GAEN på Android krever bruk av Google Play Services [2, 3]. Vi kommer tilbake til hvorfor dette er signifikant i seksjon B.

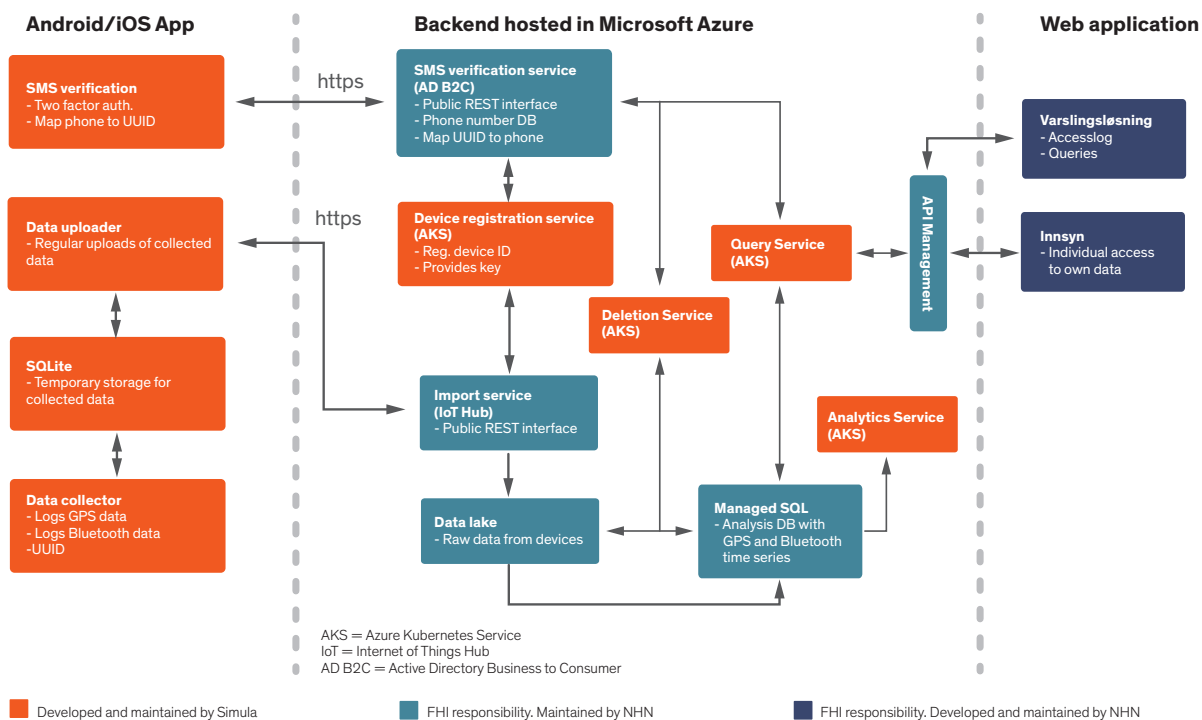


Figur 1: Slik virker GAEN



## Beskrivelse av den opprinnelige versjonen av Smittestopp

I denne seksjonen beskriver vi Smittestopp slik den opprinnelig ble laget og rullet ut i april 2020. I eksperimentene vi beskriver i dette dokumentet har vi imidlertid benyttet en modifisert versjon av Smittestopp som ikke samler inn GPS-data.



**Figur 2:** Systemarkitektur for den opprinnelige versjonen av Smittestopp.

Smittestopp består av en app for iOS og Android (inkludert Huawei) mobiltelefoner som kan spore brukere basert på logging av GPS posisjon, samt identifisere nærkontakter basert på utveksling av Bluetooth data med andre telefoner i nærheten som også kjører appen. Dette gjøres ved at telefoner med Smittestopp installert kontinuerlig annonserer sin tilstedeværelse over Bluetooth og skanner etter slik annonsering fra andre telefoner. Informasjonen som samles inn mellomlagres på telefonen før den lastes opp til et sentralt datalager for lagring og analyse. Ved å bearbeide den innsamlede informasjonen er det mulig å varsle brukere som har oppholdt seg i umiddelbar nærhet av en person som senere har fått påvist smitte.

Lagrings- og analyseløsningen for Smittestopp ligger i skytjenesten Microsoft Azure og er satt sammen av generelle Azure-tjenester levert av Microsoft, samt spesialutviklede komponenter levert av Simula. Overordnet arkitektur er beskrevet i figur 2.

---

## Mobilapplikasjonen

Når en bruker starter appen for første gang blir brukeren presentert for brukervilkårene og personvernerklæringen som må godkjennes før brukeren kan fortsette. Etter godkjenning må brukeren registrere seg ved å oppgi et telefonnummer som så verifiseres via SMS. Når verifiseringen er gjennomført blir brukeren bedt om å gi appen tilgang til GPS- og Bluetooth-funksjonaliteten i telefonen. Først når disse tre skrittene er gjennomført kan appen begynne å logge GPS-posisjon og Bluetooth-data for nærkontakter.

Så lenge appen er operativ logges GPS-posisjon og Bluetooth-nærkontakter kontinuerlig. Denne informasjonen lastes opp til en SQL database i Azure en gang i timen. Brukeren kan når som helst aktivere og deaktivere logging av GPS- og/eller Bluetooth-informasjon. Videre kan hun når som helst slette alle sine data og sitt registrerte telefonnummer fra det sentrale datalageret ved å bruke slette-funksjonaliteten i appen. Hvis en bruker avinstallerer appen uten først å slette sine data vil disse dataene og det registrerte telefonnummeret automatisk bli slettet i datalageret etter sju dager med inaktivitet.

## Den sentrale databaseløsningen

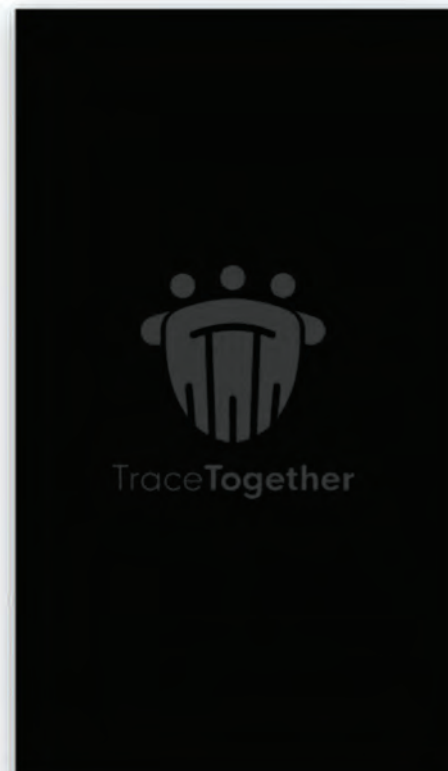
Smittestopp bruker et sentralt datalager for lagring og analyse. En sentral løsning ble opprinnelig valgt for å kunne samle inn mest mulig kunnskap om hvordan pandemien sprer seg i befolkningen og hvordan den kan bekjempes mest mulig effektivt, men det viste seg etterhvert å være nødvendig også for at kontaktsporing skal fungere bra med iOS. Dette er nærmere beskrevet i seksjonen "Problemet med iOS og skjermen av/app i bakgrunnen". Dataflyten fra app til database er som følger:

1. Smittestopp appen sender GPS- og Bluetooth-data til Azure IoT Hub en gang i timen.
2. IoT Hub mottar data og lagrer disse i Azure Data Lake Store. Data lagres i parallell i en eller flere filer med tidspunkt og løpenummer avhengig av ønsket skalerbarhet.
3. Hver hele time kjøres det en prosedyre som importerer data fra Data Lake Store til Azure Managed SQL. Dette gjøres i tre faser og sluttresultatet er to datasett. Et aggregert datasett for raskt å kunne besvare spørringer, og et detaljert datasett med alle data. Spørringer som adresserer det detaljerte datasettet vil fort bli tidkrevende.

Alle data i Azure Data Lake Store slettes automatisk etter syv dager, mens for Managed SQL slettes data fortløpende etter 30 dager så lenge brukeren er aktiv. For inaktive brukere (f.eks. en bruker som har avinstallert appen uten å slette sine data selv) vil alle data slettes automatisk etter syv dager.

## Problemet med iOS og skjermen av/app i bakgrunnen

Kontaktsporing ved hjelp av Bluetooth på en mobiltelefon er avhengig av at det finnes APIer (programmeringsgrensesnitt) som eksponerer nødvendig tilgang til underliggende maskinvare for annonsering av tilstedeværelse og skanning etter telefoner i nærheten. Slike APIer finnes for både Android- og iOS-telefoner, men det er forskjell på når annonsering og skanning kan aktiveres av en app. På Android-telefoner er det fritt frem for Smittestopp (eller andre apper) å annonsere og skanne uavhengig av om appen er i forgrunnen, bakgrunnen eller med skjermen av. For iOS støttes ikke annonsering og skanning når appen er i bakgrunnen eller i forgrunnen med skjermen av. Der fungerer dette kun når appen er i forgrunnen og skjermen er på. Dette er begrensninger som er satt av Apple og som gjør kontaktsporing på iOS (uten bruk av GAEN) lite effektivt. Når skjermen er av og/eller appen er i bakgrunnen så vil ikke en iOS app kunne annonsere sin tilstedeværelse eller skanne etter telefoner i nærheten og derfor ikke være i stand til å oppdage nærkontakt.



Figur 3: Bruksanvisning for iPhone versjonen av smittesporingsappen i Singapore.

---

Denne begrensningen i iOS er en utfordring for Smittestopp og for andre kontaktsporsingsapper som ikke bruker GAEN. Tall fra testing i Storbritannia viser at iOS telefoner kun oppdager 4% av alle nærkontakter mot 75% på Android telefoner [6]. I et forsøk på å komme til bunns i dette ble det den 21. april holdt et møte mellom utviklingsgruppene i Norge, Irland, UK, Island og Tyskland. Temaet for møtet var tekniske problemer knyttet til å få smittesporing på Apple sine telefoner til å virke også når telefonen var i hvilemodus med skjermen slått av. Konklusjonen på møtet var at det ikke finnes noen løsning på dette problemet uten at Apple endrer på operativsystemet sitt. Både UK, Tyskland og Norge hadde vært i kontakt med Apple om dette problemet. Svaret fra Apple var at det neppe ville foreligge en løsning på dette problemet utenfor GAEN. I et forsøk på å redusere effekten av denne begrensningen valgt de i Singapore å instruere om optimal bruk av iPhone for smittesporing som vist i figur 3.

På et senere tidspunkt har det blitt avdekket udokumentert funksjonalitet [7] som kan omgå noen av begrensningene i iOS og dermed tillate at Smittestopp på iOS kan annonsere tilstedeværelse selv om appen er i bakgrunnen eller skjermen er av, men det er fortsatt ikke mulig å skanne når skjermen er av. Dette medfører at Android-telefoner kan oppdage iOS telefoner med appen i bakgrunnen eller med skjermen av, selv om de samme iOS telefonene ikke kan oppdage andre telefoner. En kombinasjon av dette og sentral prosessering av Bluetooth-data gjør at Smittestopp oppdager en betraktelig høyere andel av nærkontakter på iOS enn de 4% som ble rapport fra testingen i Storbritannia. Mens en app basert på GAEN bare virker en vei, så utnytter Smittestopp symmetrien mellom telefoner for å øke deteksjonsraten.

## Resultater fra eksperimenter med GAEN og med Smittestopp uten GPS

Eksperimentene som rapporteres i denne seksjonen er utført på en prototype-applikasjon som er basert på GAEN, og på en modifisert versjon av Smittestopp som ikke benytter GPS<sup>4</sup>. Vi vil for enkelhets skyld omtale den siste som "Smittestopp", selv om det altså er en modifisert versjon det er snakk om.

---

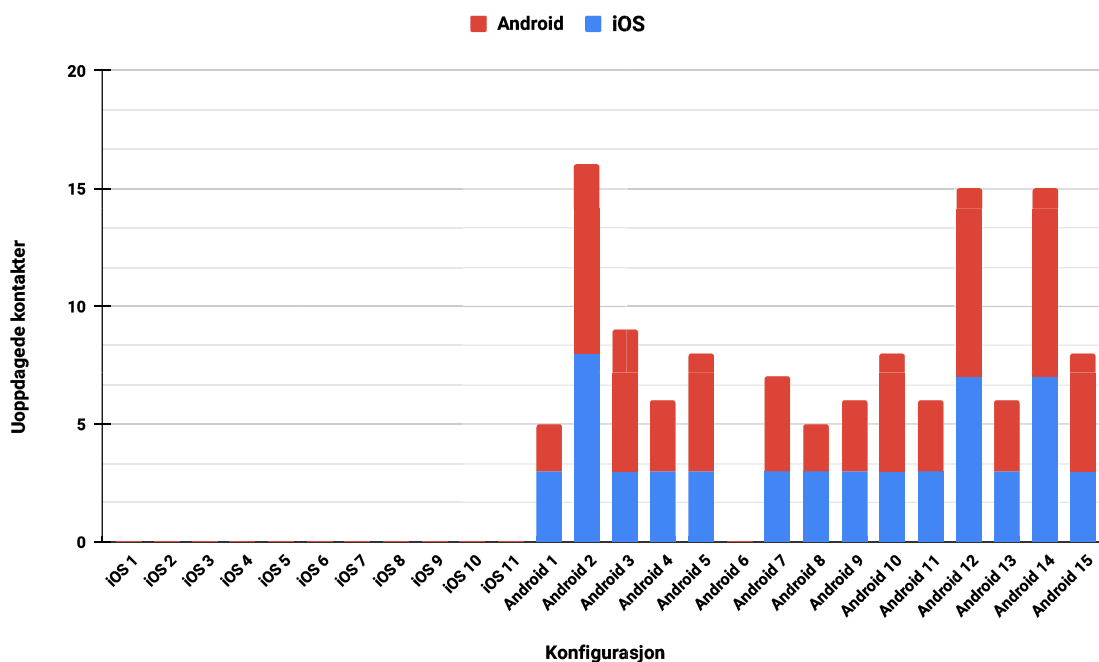
<sup>4</sup> Selv om denne versjonen ikke bruker GPS-data krever den tilgang til lokasjonstjenester fordi det er en forutsetning for å kunne spore og annonsere via Bluetooth.

Vi har gjennomført to typer eksperimenter som begge er beskrevet i vedlegg 1. Den første typen er en stresstest som har som hensikt å kvantifisere løsningenes evne til å oppdage telefoner i nærheten i en situasjon hvor svært mange telefoner ligger på samme bord. Den andre typen eksperimenter simulerer en rekke realistiske scenarier tilsvarende situasjoner på for eksempel et treningssenter, på offentlige transport, på kontorer og på restauranter.

## Kontrollerte eksperimenter: Telefoner liggende på samme bord

### Oppdagbarhet

Vår GAEN-apper satt opp til å rapportere daglige kontakter som varer i minst ti minutter, og med en attenuasjon<sup>5</sup> lavere enn 73 dB (se vedlegg 1 for flere detaljer). Data ble samlet for hver kalenderdag. Testen ble kjørt i totalt 48 timer fordelt over tre kalenderdager, og vi har følgelig tre datasett (exposure reports) – ett for hver kalenderdag.



**Figur 4:** Antallet ikke-oppdagede kontakter per test-telefon den første testdagen (GAEN). Det er totalt 26 telefoner (11 iPhone og 13 Android) og hver telefon kan oppdage fra 0 til 25 naboer.

Figur 4 viser antall telefoner som hver enkelt telefon ikke oppdaget den første testdagen. iOS-telefonene detekterte nærhet til samtlige andre telefoner, det er derfor ingen søyler i figuren for iOS-enhetene. Android-telefonene hadde en betydelig svakere evne til å oppdage andre telefoner. Enkelte Android-telefoner oppdaget færre enn halv



---

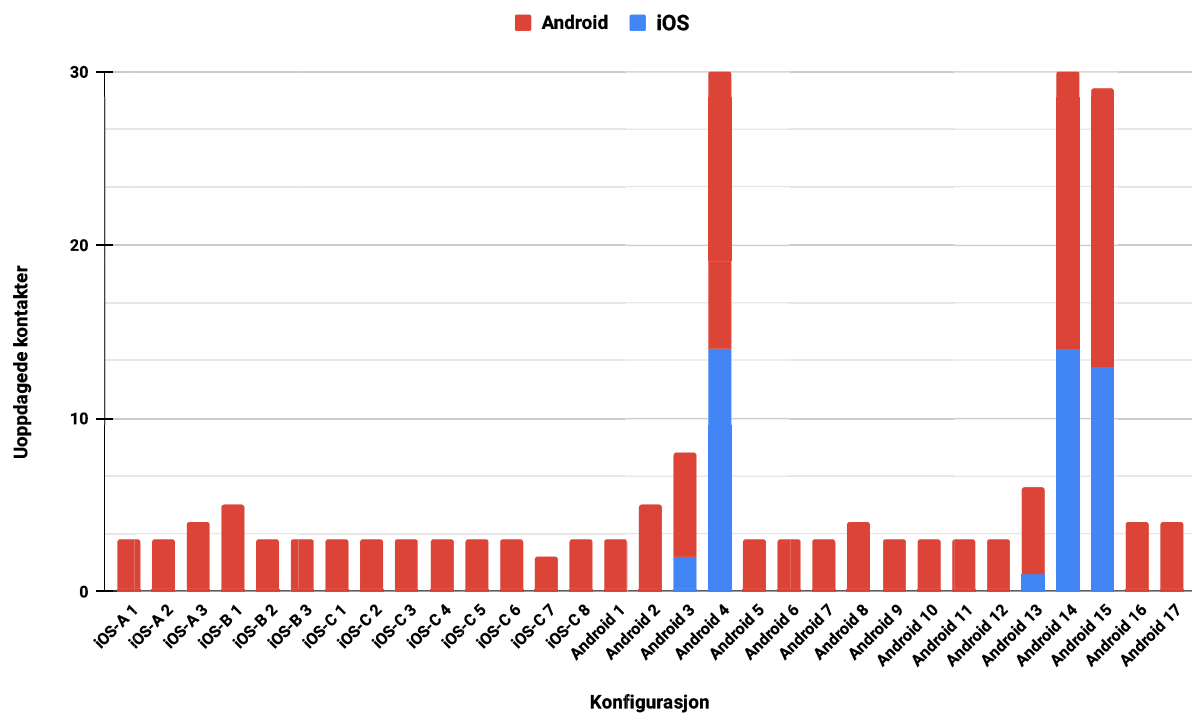
parten av de telefonene de skulle ha oppdaget. Kun én android-telefon (Android6) oppdaget alle de andre telefonene, mens alle andre modeller hadde en feilrate på minst 20% (5 av 25 nærkontakter forble uoppdaget). Dette resultatet indikerer at Android-telefonene lykkes godt med å annonsere sin tilstedeværelse, i og med at iOS-telefonene oppdaget alle sammen. Deres evne til å oppdage andre telefoner er imidlertid vesentlig svakere. Videre er det tydelig at det er stor variasjon mellom de forskjellige Android-modellene. Resultatene for datasettene fra dag 2 og dag 3 viser den samme tendensen, og Android-modellene viser en noe svakere ytelse over tid (se vedlegg 4).

Årsaken til at Android-telefonene yter dårligere enn iOS-telefonene er vanskelig å fastslå med sikkerhet. Vi har diskutert våre resultater med Google, og de gir uttrykk for overraskelse over de tallene vi kommer frem til. De har imidlertid ikke funnet noen feil i vår implementasjon. Videre har lignende resultater også blitt rapportert fra en mindre studie i Tyskland [8]. En hypoteser kan være at det er svakheter i kalibreringen av attenuasjon i avstandsestimeringen. En annen kan være at det er behov for endringer lenger ned i teknologistakken enn det Google har mulighet til å gjøre på egen hånd. Det er imidlertid rimelig å gå ut fra at ytelsen til iOS-telefonene demonstrerer hva som er mulig å få til når man har anledning til å endre operativsystemet på telefonen. Det fremstår således som sannsynlig at fremtidige versjoner av GAEN for Android-telefoner vil få bedre ytelse enn hva vi har funnet i våres tester.

For GAEN har vi begrenset informasjon om hvor lenge en kontakt har vart, utover at den har vart lenge nok til å bli registrert. Dette betyr at den har vart i minst 10 minutter, men dersom den varer lengre enn 30 minutter vil varigheten rapporteres som 30 minutter. Til forskjell fra GAEN vil Smittestopp registrere varigheten til hver kontakt uavhengig av lengden (se vedlegg 1 for flere detaljer). Det er derfor ikke opplagt hvordan de kan sammenlignes i et eksperiment som varer i mange timer. For å vurdere oppdagbarheten på Smittestopp besluttet vi at en telefon har oppdaget en annen dersom de har sett hverandre over en periode på minst én time. Dette for å sikre at Smittestopp ikke skulle få noen fordel fremfor GAEN på grunn av eksperimentets utforming.

---

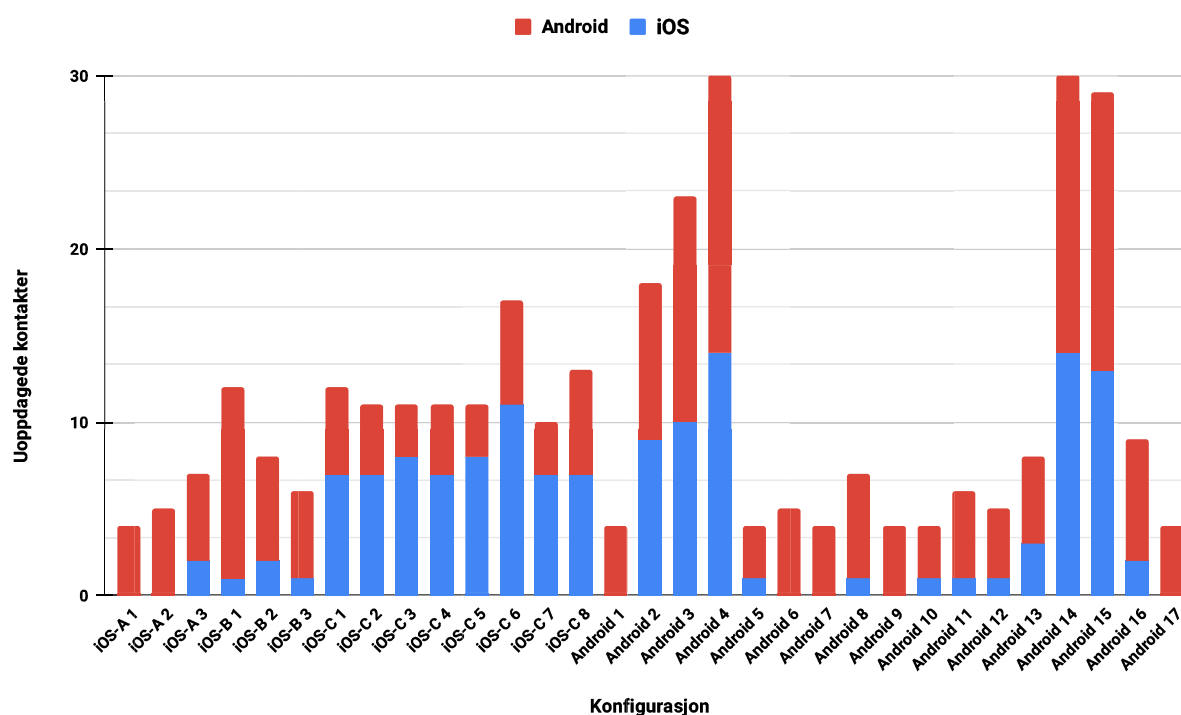
<sup>5</sup> Attenuasjon er et uttrykk for hvordan radiosignalene dempes på sin vei mellom sender og mottaker. En kalibrert versjon av attenuasjon benyttes i GAEN til å estimere avstand. Smittestopp bruker en enklere modell basert på empiri om mottatt signalstyrke.



**Figur 5:** Antallet ikke-oppdagede kontakter (av totalt 30) per test-telefon den første testdagen (Smittestopp). Siden Smittestopp, i motsetning til GAEN, er begrenset av Bluetooth restriksjonene i iOS er telefonmodus fordelt som følger: iOS-A: iPhoneer med Smittestopp i forgrunnen, iOS-B: iPhoneer med skjermen slått på, men med Smittestopp i bakgrunnen, iOS-C: iPhoneer med svart skjerm.

Vi ser at Smittestopp viser den samme trenden som GAEN for Android, ved at enkelte modeller viser svak ytelse. (Se figur 5). Resultater fra de andre to dagene bekrefter denne trenden. Også for Smittestopp viser data fra dag 2 og 3 at ytelsen blir noe svakere over tid (se vedlegg 1). Vi ser også at Smittestopp yter dårligere enn GAEN for iPhone. Det mest spesielle med disse resultatene er imidlertid at iPhone med skjermen slått av yter overraskende godt. Dette henger sammen med den sentrale lagringen av data i Smittestopp, noe vi kommer tilbake til i et eksperiment beskrevet nedenfor.

Samlet sett ser vi at Smittestopp i dette eksperimentet yter noe bedre enn GAEN. Det må imidlertid bemerkes at måten GAEN og Smittestopp oppdager kontakter på er svært forskjellige, og at dette eksperimentoppsettet er spesielt godt tilpasset prosessering på et sentralt lager i Smittestopp. Likevel gir eksperimentet grunnlag for noen viktige observasjoner. Vi ser at både GAEN og Smittestopp har problemer på flere Android-modeller. Dette peker i retning av at årsaken til problemene ikke ligger i GAEN eller Smittestopp selv, men heller er å finne lenger ned i teknologi-stakken.



**Figur 6:** Antallet ikke-oppdagede kontakter (av totalt 30) per test-telefon den første testdagen (en distribuert versjon av Smittestopp).

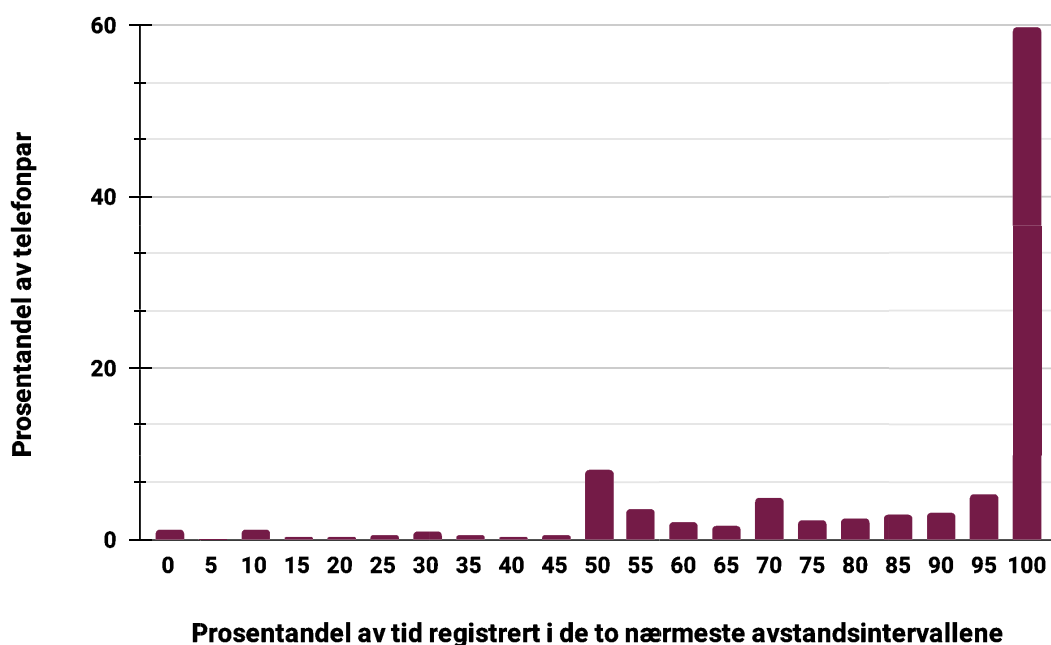
For å demonstrere verdien av det sentrale datalageret i Smittestopp, har vi i figur 6 plottet de resultatene vi ville fått dersom vi kun hadde hatt tilgang til de dataene som ligger på hver enkelt telefon når vi avgjør om en telefon i nærheten var oppdaget eller ikke. Dette ville være ekvivalent med hva en distribuert versjon av Smittestopp ville ha oppdaget. Som vi ser av figuren ville resultatene blitt dramatisk dårligere. Vi ser klare tegn til at iPhone-enheter med skjermen avslått får store problemer med å oppdage hverandre. Vi ser også at resultatene for Android blir dårligere, men at de virkelig svake resultatene er knyttet til enkelte Android-modeller.

### Attenuasjon - måling av avstand

Det er velkjent at den målte signalstyrken i Bluetooth varierer kraftig avhengig av hvilke omgivelser det er målt i. Likevel benyttes dette målet som et grunnlag for å estimere avstand både i GAEN og i Smittestopp. Vi benytter det samme eksperimentoppsett som over til å estimere i hvilken grad de respektive løsningene estimerer avstand riktig.

Smittestopp plasserer avstandsmålinger i tre intervaller [0-1m; 1m-2m; 2m-5m]<sup>6</sup>. Alle målinger som indikerer avstander høyere enn 5 meter blir forkastet. Vi har konfigurert GAEN til å benytte følgende tre intervaller [0-1,5m; 1,5-3m; 3m<]<sup>7</sup>. GAEN har kalibrert forholdet mellom mottatt signalstyrke og estimert avstand for hver enkelt telefonmodell, mens Smittestopp bruker en mer grovkalibret skala basert på tidligere eksperimenter. Vil vi følgelig vente at GAEN gir mer nøyaktige avstandsberegninger enn Smittestopp.

I dette eksperimentoppsettet var alle telefonene plassert med en avstand på 2.5 meter eller mindre. Vi kan derfor forvente at måleresultatene faller i de to første intervallene for GAEN og i alle de tre intervallene for Smittestopp.

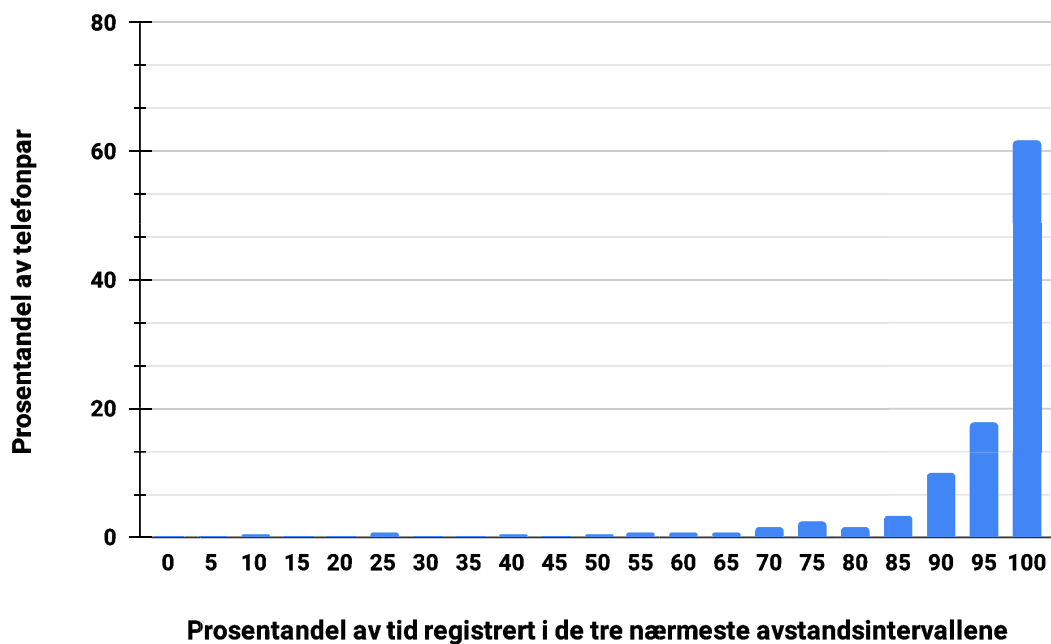


**Figur 7:** For hvert par av telefoner, andelen av tid telefonene rapporterer at de befinner seg i umiddelbar nærhet av hverandre (GAEN)

Figur 7 viser at bare 60% av parene av telefonene registrerte kontinuerlig umiddelbar nærhet til hverandre med GAEN. De aller fleste av telefonparene viste umiddelbar nærhet med hverandre i 50% eller mer av tiden.

<sup>6</sup> Disse intervallene er de som ble benyttet da Smittestopp var i bruk.

<sup>7</sup> Disse intervallene er hentet fra den tyske smitteappen som er basert på GAEN. [https://github.com/corona-warn-app/cwa-documentation/blob/master/2020\\_06\\_24\\_Corona\\_API\\_measurements.pdf](https://github.com/corona-warn-app/cwa-documentation/blob/master/2020_06_24_Corona_API_measurements.pdf)



**Figur 8:** For hvert par av telefoner, andelen av tid telefonene rapporterer at de befinner seg i umiddelbar nærhet av hverandre (Smittestopp).

For Smittestopp faller de fleste målingene inn i de tre første intervallene (Figur 8). Faktisk registrerer 88% av alle par en nærhet til hverandre på 5 meter eller mindre i mer enn 90% av tiden. Dersom vi begrenser Smittestopp til bare de to første intervallene, blir resultatene som ventet langt svakere. Kun 30% av parene rapporterte da konsistente målinger på en avstand på 2 meter eller mindre. Tre fjerdedeler av parene rapporterer at over 50% målingene er 2 meter eller mindre.

I sum viser disse eksperimentene at signalstyrke i Bluetooth har klare begrensninger som utgangspunkt for å måle avstand. GAEN synes som ventet å være noe mer nøyaktig en Smittestopp, men forskjellen er ikke dramatisk. Til tross for dette vil vi argumentere for at både Smittestopp og GAEN er tilstrekkelig nøyaktige til at de kan benyttes i smittesporing dersom man utvider de intervallene man anser som kontakter. Det vil riktignok åpne for flere falske positive, men grunnet rekkevidden til Bluetooth vil de falske positive som registreres vil uansett ha befunnet seg innenfor en forholdsvis liten radius fra hverandre. Andelen falske positive i smittesporingen vil derfor sannsynligvis domineres av andelen individer som tilfeldigvis ikke ble smittet, og ikke av andelen individer som teknologien vurderte å være nærmere enn de rent faktisk var.



## Semi-kontrollerte eksperimenter: Simulerte sosiale situasjoner

I en rekke semi-kontrollerte eksperimenter undersøkte vi appenes evne til å oppdage andre telefoner i nærheten, og til å estimere risikoen for smitte ved de kontaktene som ble funnet. Eksperimentene ble gjennomført ved at et antall deltakere ble bedt om å gjennomføre noen vanlige sosiale interaksjoner, og benytte telefonene på en naturlig måte. De sosiale situasjonene er nærmere beskrevet i vedlegg 1 og gruppeinndelingen i vedlegg 2.

### Oppdagbarhet

Resultatene ble analysert ved å identifisere alle par av telefoner som skulle oppdage en kontakt i hendhold til testprotokollen. Som i eksperimentene over vil GAEN registrere en kontakt dersom appen rapporterer nærhet som varer minst 10 minutter, og hvor signalstyrken ligger i de første to intervallene. For Smittestopp har vi registrert en kontakt dersom de har rapportert en nærhet med varighet i minst 10 minutter, og med signalstyrke som indikerer avstand i de tre første intervallene. Totalt hadde vi 66 mulige tilfeller hvor to telefoner kunne oppdage hverandre, men ideelt sett skulle appene bare registrere 26 av disse som reelle kontakter.

### GAEN

Reell kontakt\ Oppdaget kontakt	Kontakt	Ingen kontakt
Kontakt	84.6%	15.4%
Ingen kontakt	15.0%	85.0%

### Smittestopp

Reell kontakt\ Oppdaget kontakt	Kontakt	Ingen kontakt
Kontakt	84.6%	15.4%
Ingen kontakt	20.0%	80.0%

Begge appene oppdager 22 av de 26 kontaktene de skulle ha oppdaget, noe som gir identiske verdier for antallet reelle positive og falske negative.

For GAEN var det slik at Android-telefonen i Gruppe 1 ikke oppdaget iOS-telefonen i samme gruppe, selv om de var i umiddelbar nærhet av hverandre i over tre timer. Android-telefonen i Gruppe 3 oppdaget heller ikke Android-telefonen i gruppe 2, selv om disse var i nærheten av hverandre i omlag en time. Ingen av telefonene i Gruppe 2 oppdaget bartenderen sin telefon i bar-scenarioet, men bartenderen sin telefon oppdaget dem begge.

Smittestopp oppdaget ikke at Gruppe 2 var i nærheten av bartenderen i bar-scenarioet, noe som resulterte i fire mistede kontakter. Dette betyr at begge appene hadde problemer med bar-scenarioet, noe som kan forklares med at bartenderen sin telefon lå 3 meter unna, og det var en vegg mellom deltakernes telefoner og bartenderens telefon.

Tabell 1 under sammenfatter tallene, og gir beregnet tilbakekalling, presisjon og nøyaktighet for begge appene. Tilbakekalling er et mål på andelen ekte positive som faktisk blir funnet. Presisjon er andelen ekte positive av alle målte positive. Nøyaktighet måler suksessraten i å identifisere ekte positive og ekte negative. GAEN har noe bedre nøyaktighet enn Smittestopp, da den har høyere presisjon.

App	Tilbakekalling	Presisjon	Nøyaktighet
GAEN	84.6	78.6	84.8
Smittestopp	84.6	73.3	81.8

**Tabell 1:** Effektiviteten til GAEN og Smittestopp målt i tilbakekalling, presisjon og nøyaktighet.

### Estimering av gradert risiko

Dersom GAEN måler at en kontakt har vært nærmere enn 1,5 meter i 15 minutter eller mer, vil kontakten merkes som "høy risiko". Kontakter som varer kortere enn dette har "lav risiko"<sup>8</sup>. Smittestopp vurderer alle kontakter som har vært nærmere enn 2 meter i 25 minutter eller mer som "høy risiko". Kontakter som varer kortere enn dette har "lav risiko". Vi benytter testprotokollen vår til å tilorde et reelt risikonivå til alle testede kontakter. Av de 26 testede reelle kontaktene, skulle 20 registreres som høy risiko. De to tabellene nedenfor sammenstiller reell risiko og målt risiko for det to appene. Merk at vi har lagt til en tredje kategori i tabellene som fanger inn tilfeller hvor en av appene indikerer kontakter som ikke skulle finne sted.

<sup>8</sup> Denne definisjonen av risk-kategorier er hentet fra den tyske Corona-WARN appen.

## GAEN

Reell risiko \ Målt risiko	Lav	Høy	Ingen risiko
Lav	33.3%	0%	66.7%
Høy	5.0%	85.0%	10%
Ingen risiko	2.5%	2.5%	95%

## Smitteapp

Reell risiko \ Målt risiko	Lav	Høy	Ingen risiko
Lav	33.3%	0%	66.7%
Høy	10.0%	80.0%	10%
Ingen risiko	0%	0%	100%

Begge appene gir feil klassifikasjon i bar-scenarioet ved at de måler "ingen risiko" i stedet for "lav risiko". I tillegg misoppfatter begge appene 10% av de kontaktene som skulle klassifiseres som "høy risiko". Smitteapp klassifiserte to av høyrisiko-kontaktene i treningssenteret som lav risiko, mens GAEN gjorde det samme for en av disse kontaktene. I tillegg til dette flagger GAEN to kontakter fra kontor-scenarioet som henholdsvis høy og lav risiko, mens det riktige for begge disse skulle være ingen risiko. Alt i alt er tallene for klassifisering av risiko ganske sammenlignbare for de to appene.

## B. Personvernsdiskusjon

Den drivende faktor bak kritikken av Smittestopp var det skadepotensialet som ligger i at data om befolkningens livsførsel ble lagret sentralt i opptil en måned. Det forelå en frykt for at data skulle komme uvedkommende i hende, eller at myndighetene skulle benytte dataene til andre formål enn de som er hjemlet i lov og forskrift. Sett i lys av en slik uro vil en distribuert teknisk løsning som ikke samler data i et sentralt lager være å foretrekke.

En studie av GAEN-protokollen etterlater et klart inntrykk av at GAEN gir en ekte distribuert løsning som beskrevet i seksjon A under avsnittet Beskrivelse av GAEN. En analyse av europeiske GAEN-implementasjoner på Android-telefoner som er gjennomført av forskere ved Trinity College i Dublin avslørte imidlertid at Google gjennom sin implementasjon av GAEN samler inn data fra telefonene hvert 20. minutt. Det er fremdeles uklart hvilken informasjon som sendes, men det sendes tilstrekkelig informasjon til å kunne spore hvem som eier telefonen og hvor telefonen befinner seg<sup>9</sup>. Følgende formulering står i sammendraget av artikkelen: "In one "privacy conscious" configuration, Google Play Services still contacts Google servers roughly every 20 minutes, potentially allowing fine-grained location tracking via IP address. In addition, Google Play services also shares the phone IMEI, hardware serial number, SIM serial number, handset phone number, the WiFi MAC address and user email address with Google, together with fine-grained data on the apps running on the phone." I sin dialog med Google har forskerne fått bekreftet sine funn. Det er så langt ikke analysert hvordan Apple sin implementasjon av GAEN oppfører seg.

Sammenligningen mellom hvilken informasjon helsemyndighetene samlet med den opprinnelige versjonen Smittestopp og hvilken informasjon Google samler inn gjennom GAEN gir noen forskjeller. Smittestopp samlet inn Bluetooth-informasjon om hvem du har vært i nærheten av, noe det ikke er tegn til at Google gjør gjennom GAEN. Det er også grunn til å anta at den lokasjons-informasjonen som Smittestopp samlet inn ved hjelp av GPS ville være mer nøyaktig utendørs enn den informasjonen som Google får tak i via IP-adresser. Når vi også tar i betraktning at man kan analysere de innsamlede dataene for å skaffe mer nøyaktig informasjon om hvem som har vært i nærheten av hverandre og hvor de har vært, fremstår imidlertid styrken og skadepotensialet i de innsamlede datasettene som relativt like. I og med at en potensiell fremtidig versjon av Smittestopp ikke vil benytte GPS, vil de dataene som samles inn av Google være klart mer inngripende enn en fremtidig Smittestopp vil være.

<sup>9</sup> Leith, D. J., & Farrell, S. (2020). Contact Tracing App Privacy: What Data Is Shared By Europe's GAEN Contact Tracing Apps; [https://www.scss.tcd.ie/Doug.Leith/pubs/contact\\_tracing\\_app\\_traffic.pdf](https://www.scss.tcd.ie/Doug.Leith/pubs/contact_tracing_app_traffic.pdf)

Risikoen for at data kan komme på avveie fra Smittestopp eller fra Google fremstår som sammenlignbart. Google er blant de aller mest profesjonelle aktørene i verden hva gjelder sikring av data. Data fra Smittestopp ble lagret i Microsoft sin serverpark i Irland, og ble overvåket døgntilvarende av Mnemonic. Ut fra den informasjonen som er tilgjengelig er det vanskelig å argumentere for at den ene løsningen er mer sårbar enn den andre.

Den store forskjellen mellom løsningene ligger imidlertid i hva data tillates brukt til. Data fra Smittestopp kunne utelukkende benyttes til smittesporing og til kunnskapsinnhenting for bekjempelse av pandemien. Videre var det pålagt gjennom forskrift at alle data fra Smittestopp skulle slettes etter en måned. Vi er ikke kjent med at tilsvarende begrensninger gjelder for data samlet av Google.

Et vesentlig spørsmål når man diskuterer de dataene som Google samler inn gjennom GAEN er om innsamlingen er trigget av GAEN, eller om denne innsamlingen foregår fra alle Android telefoner uavhengig av om GAEN er i bruk. Fra et overordnet ståsted er svaret at innsamlingen er knyttet til GAEN. Det er mulig å ha en Android-telefon uten at den sender informasjon til Google slik som beskrevet over. Det er for øyeblikket ikke mulig å ha GAEN på telefonen uten at den sender slik informasjon til Google.

GAEN er imidlertid ikke den eneste tjenesten som initierer sending av sporingsdata til Google. Den samme datalekkasjen initieres av en rekke av de populære tjenestene som Google tilbyr. Antallet Android-telefoner som ikke allerede spores av Google vil derfor sannsynligvis være begrenset. Det kan derfor argumenteres for at det ikke vil gjøre en stor forskjell om en norsk smittesporingsapp krever at slik sporing slås på. At det i lang tid har vært omfattende sending av sporingsdata i Android-telefoner har i liten grad vært problematisert i Norge. Det vil kunne hevdes at å ta i bruk en GAEN-basert app vil bety en eksplisitt anerkjennelse av denne praksisen.

Dersom Google endrer praksis på dette området vil GAEN være det minst personvernmessig inngripende alternativet av de to. Dersom de ikke endrer praksis på dette området vil den modifiserte versjonen av Smittestopp, som ikke samler inn GPS-lokasjon, være personvernmessig mindre inngripende enn det en GAEN-basert app vil være for brukere av Android-telefoner.



---

## C. Teknologimakt og teknologirisiko

Utviklingen fra mars frem til i dag har i stor grad blitt påvirket av beslutninger tatt i de to globale selskapene Apple og Google. Det var funksjonalitet lagt inn i iOS av Apple som gjorde at mange europeiske land la sine egne utviklingsløp for distribuerte løsninger på is. Noen land - deriblant Norge - var kommet langt i utviklingen av en egen app som samlet data sentralt. Det var håp, som senere (og i resultatene presentert i denne rapporten) har vist seg berettiget, om at man med dette grepet kunne kompensere for begrensningen i iOS.

Offentliggjøringen fra Apple og Google om at de ville utvikle og slippe GAEN la et stort press på disse landene. I detaljerte spesifikasjoner ble det redegjort for hvordan GAEN kunne gjennomføre smittevarsling uten at myndighetene ville kunne samle data om brukere av appen. Det ble derfor vanskelig å rettferdiggjøre en løsning som krevde et sentralt datalager for å fungere tilfredsstillende.

Det løftet Apple og Google gav var at myndighetene ikke skulle kunne samle inn data ved hjelp av GAEN. Så langt man vet har dette løftet blitt holdt. At de ikke skal samle data selv har de ikke lovet eksplisitt, selv om de fleste lands myndigheter nok har lagt en antagelse om dette til grunn. Når det viser seg at Google samler data blir det derfor opp til hvert enkelt lands myndigheter om dette bør sees på som et løftebrudd, et tillitsbrudd eller ingen av delene.

Uavhengig av hvordan man ser på dette spørsmålet er det klart at Apple og Google har utøvet, og er fortsatt i stand til å utøve betydelig makt når det gjelder hvordan hvert enkelt land skal gjennomføre smittesporing/ varsling ved hjelp av mobiltelefoner. Når det gjelder Smittestopp medfører dette en teknologirisiko. Smittestopp vil være helt avhengig av godkjenning fra Apple og Google for å kunne gjøres tilgjengelig i henholdsvis App Store og Google Play. Apple og Google har gjort det klart at de ikke vil slippe en app inn i nettbutikkene sine som kombinerer GAEN med innsamling av informasjon til myndighetene, og en tilsvarende beslutning for Smittestopp ville være ødeleggende for appens ytelse. Norske myndigheters mulighet til å hindre et slikt potensielt grep fremstår som begrensede.

## D. Formål 2: Monitorere pandemien på populasjonsnivå

Dette dokumentet har i hovedsak diskutert funksjonaliteten for smittesporing i en fremtidig app. Det andre formålet med Smittestopp var å monitorere pandemien på populasjonsnivå, og i den opprinnelige versjonen av Smittestopp var disse to formålene integrert i én enkelt app.

Det er grunn til å anta at integrasjon av disse funksjonalitetene i samme app vil føre til at funksjonaliteten for monitorering blir mer brukt enn om det var en egen app bare for monitorering. Dette skyldes at monitorering alene vil i liten grad gi incitament til den enkelte borger om å laste ned enda en app. Videre er det grunn til å frykte at det vil gi en betydelig skjevhet i dataene, ved at det bare er de som i utgangspunktet er tilbøyelige til å følge pålegg og ønsker fra myndighetene som ville laste ned appen. Det ideelle ville derfor være om disse to funksjonalitetene er integrert i samme app også i fremtiden.

Smittestopp vil med relativt oversiktlige grep kunne tilpasses til Stortingets vedtak om to separate samtykker - ett for smittesporing og ett for monitorering. For GAEN frems-tår dette som vanskeligere. I vår kommunikasjon med Google og Apple har de vært helt klare på at en slik kombinasjon ikke vil tillates for GAEN sin del. I Danmark, hvor de har en GAEN-basert app kjørende, har de møtt den samme begrensningen<sup>10</sup>. Den informasjonen man har i Danmark om effekten av deres smittesporingsapp er hentet fra selvrapportering utenfor appen. Det er således svært lite som tyder på at Norge vil få anledning til å monitorere pandemien på populasjonsnivå i samme app som benytter GAEN til smittevarsling.

---

<sup>10</sup> I den offisielle FAQ som følger GAEN står følgende: "There will be restrictions on the data that apps can collect when using the API, including not being able to request access to location services, and restrictions on how data can be used." Denne teksten gir rom for tolkninger, og disse tolkningene kan endres av Apple og Google over tid. Ved offentliggjøringen av denne rapporten re-presenterer den tolkningen Danmark har blitt gjenstand for den mest nøyaktige informasjonen vi har.

## E. Beregninger av sporingseffektivitet og kontroll av pandemien - basert på tall fra Smittestopp

Vurderingen av hvor inngrepene Smittestopp og andre sporingsløsninger er i den enkeltes personvern må sees i forhold til den potensielle verdien de har i å bekjempe pandemien. I denne sammenhengen er det nyttig å analysere effekten av ulike sporingsløsninger, og å undersøke hvor stor andel av befolkningen som må bruke appen for at effekten skal være betydelig. Som omtalt over i avsnittet “Problemet med iOS...” er det betydelige forskjeller i hvor godt iOS- og Android-telefoner fungerer til smittesporing, og det er naturlig å inkludere denne forskjellen i analysen. Vi presenterer her nye analyser av hvordan effektivitet i sporing avhenger av antallet app-brukere, basert på innsamlede data fra perioden da Smittestopp var i bruk i befolkningen. I tillegg bruker vi en modell fra Ferretti et al [1] til å estimere mulig effekt på spredning av pandemien.

En app for smittesporing fungerer ved å oppdage og lagre nærkontakter mellom personer. Effektiviteten til appen som sporingsverktøy avhenger av hvor mange av de reelle nærkontaktene i befolkningen som fanges opp og lagres av appen. Dette avhenger naturlig nok av hvor høy andel av befolkningen som har lastet ned og installert appen, og av hvor effektivt appen oppdager andre telefoner i nærheten. Basert på data fra Smittestopp i perioden 18. mai til 4. juni 2020 har vi beregnet følgende sannsynligheter for at to telefoner med Smittestopp installert oppdager hverandre:

- Sannsynlighet for at iOS oppdager iOS:  $p_{ii} = 0.54$
- Sannsynlighet for at iOS oppdager Android:  $p_{ia} = 0.53$
- Sannsynlighet for at Android oppdager iOS:  $p_{ai} = 0.53$
- Sannsynlighet for at Android oppdager Android:  $p_{aa} = 0.74$

I og med at Smittestopp benyttet sentralisert lagring vil den reelle deteksjonsraten variere mellom 78% og 93% avhengig av hvilke to telefonmodeller som møter hverandre. Det må her bemerkes at disse tallene er basert på reelle data samlet mens Smittestopp var aktiv. Tilsvarende realistiske tall ikke lar seg fremskaffe for GAEN, da benyttelse av GAEN utelukker innsamling av data.

I en sporingsløsning med sentralisert lagring, som den modifiserte versjonen av Smittestopp, er det tilstrekkelig at en telefon oppdager den andre for å registrere en to-veis kontakt. Dette gir følgende modell for effektiviteten i en sentralisert sporingsløsning:

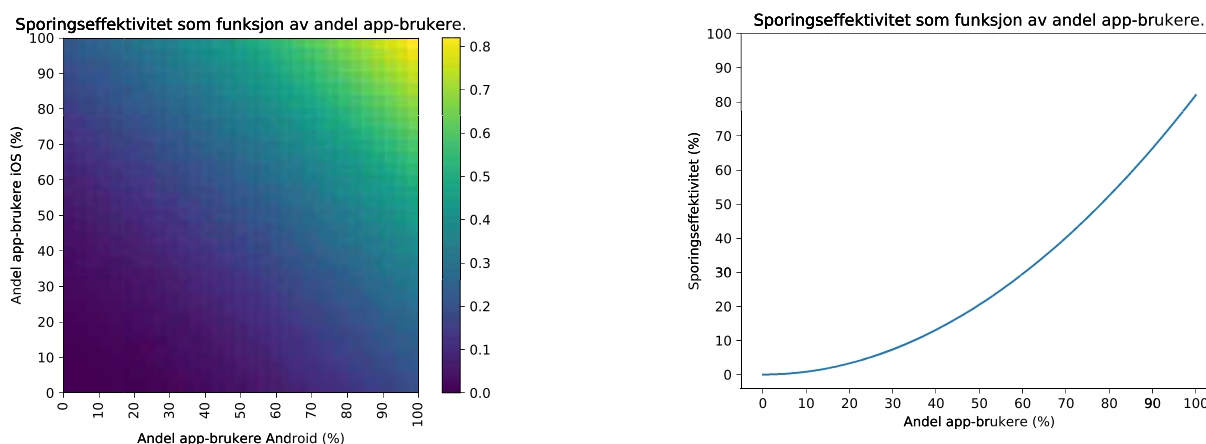
$$E = c_{ii}(2p_{ii} - p_{ii}^2) + (c_{ia} + c_{ai})(p_{ia} + p_{ai} - p_{ia}p_{ai}) + c_{aa}(2p_{aa} - p_{aa}^2)$$

Her er  $\{c_{ii}, c_{ai}, c_{ia}, c_{aa}\}$  andelene av reelle nærkontakter i befolkningen mellom telefoner av typen iOS-iOS, Android-iOS, iOS-Android og Android-Android, og  $E$  er den totale andelen av nærkontakter som oppdages og lagres av appen. Disse verdiene avhenger av markedsandelen til de to operativsystemene og av andelen brukere som har lastet ned og installert appen. Vi definerer  $\varphi$  til å være markedsandelen for iOS, og siden markedet er dominert av iOS og Android antar vi for enkelhets skyld at Androids markedsandel  $1 - \varphi$ . Videre definerer vi  $\alpha_i, \alpha_a$  som andelen av henholdsvis iOS- og Android-brukere som har installert appen. Vi får da følgende formler for parametrene  $\{c_{ii}, c_{ai}, c_{ia}, c_{aa}\}$  i modellen over:

$$c_{ii} = \alpha_i^2 \varphi^2, \quad c_{ia} = c_{ai} = \alpha_i \alpha_a \varphi (1 - \varphi), \quad c_{aa} = \alpha_a^2 (1 - \varphi)^2$$

De to operativsystemene har omtrent like store deler av det norske mobiltelefonmarkedet, og for enkelhets skyld setter vi iOS-markedsandelen  $\varphi = 0.5$ .

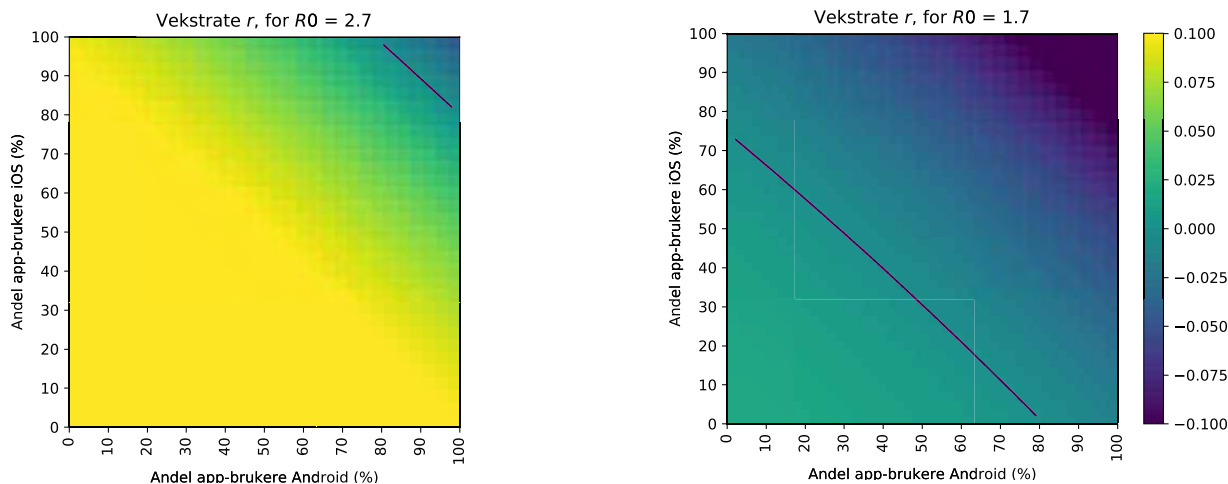
Vi kan da beregne den totale effektiviteten  $E$  som funksjon av  $\{\alpha_i, \alpha_a\}$ , det vil si henholdsvis andelen av iOS- og Android-brukere som har appen installert. Venstre panel i Figur 9 viser et plott av  $E$  som funksjon av app-opptak blant iOS- og Android-brukere. Høyre panel i figuren viser samme informasjon under antagelsen at app-opptaket er det samme i de to gruppene, det vil si  $\alpha_i = \alpha_a$ . Vi ser at dersom dersom 50% av befolkningen har appen installert vil den oppdage om lag 20% av alle reelle nærkontakter i befolkningen. Ved 100% opptak i begge brukergrupper vil appen oppdage over 80% av nærkontaktene.



**Figur 9:** Venstre: Andelen nærkontakter som oppdages av Smittestopp, som funksjon av andelen iOS- og Android-brukere som installerer appen. Horisontal-aksen er app-opptak blant iOS-brukere, og vertikal-aksen app-opptak blant Android-brukere. Høyre panel viser samme informasjon, men forutsetter samme opptak i de to brukergruppene.

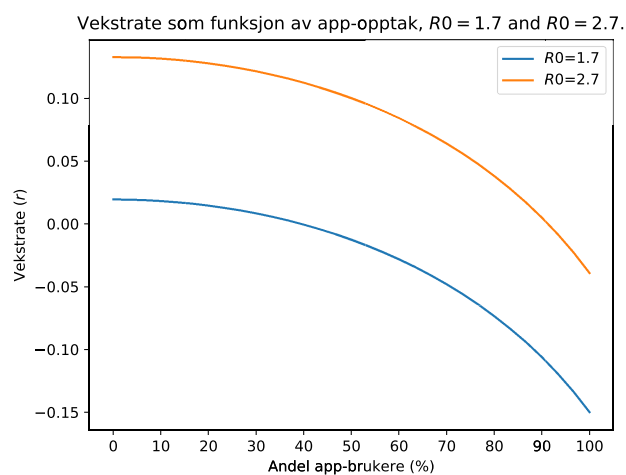
Det avgjørende for en smittesporings-app er ikke hvor mange nærkontakter den oppdager, men hvilken effekt denne sporingen har i å begrense smittespredning. For å estimere denne effekten har vi brukt modellen til Ferretti et al [1], som beskriver hvordan smittespredning påvirkes av effektivitet og forsinkelse i smittesporing og isolering av sykdomstilfeller. Siden vi her fokuserer på smittesporing har vi satt effektiviteten i isolering av sykdomstilfeller til en konstant verdi på 90%, og forsinkelsen i både smittesporing og isolering av syke er antatt å være 4 timer. Figur 10 viser effekten av app-opptaket blant iOS- og Android-brukere, for to ulike verdier av reproduksjonstallet  $R_0$ . Verdien som plottes er vekstraten  $r$  i pandemien, under antagelse om eksponentiell vekst, slik at  $r > 0$  gir vekst i antall tilfeller og en ukontrollert pandemi, mens  $r < 0$  er en situasjon med avtagende antall tilfeller over tid. I media snakkes det vanligvis om reproduksjonstallet  $R_0$ , og om den kritiske grensen  $R_0 = 1$ , hvor  $R_0 < 1$  er en kontrollert pandemi, og  $R_0 > 1$  tilsvarer ukontrollert vekst. For  $R_0 = 1$  er  $r = 0$ , og den svarte linjen i figurene viser dette nivået, det vil si grenseverdien mellom en kontrollert og en ukontrollert pandemi. Vi bruker to ulike verdier for reproduksjonstallet. Den høyeste verdien,  $R_0 = 2.7$ , er estimatet som ble brukt av FHI fra 26. februar til 14. mars, da antall nye smittetilfeller i Norge økte fra tilnærmet null i til opp mot 200 nye smittetilfeller pr dag. Tallet antas å være representativt for en pandemi uten smittebegrensende tiltak. For alle tidsintervaller etter 14. mars har estimatet i Norge vært  $R_0 < 1$ , sannsynligvis på grunn av effektive smittebegrensende tiltak. For perioden etter 1. august har det vært en rekke lokale utbrudd, men totalt sett få tilfeller, som gir stor usikkerhet i estimatet for  $R_0$ .

Estimert middelværdi for perioden er 0.73, med 95% konfidensintervall på 0.04 til 1.57. Basert på dette har vi valgt  $R_0 = 1.7$  som et noe pessimistisk estimat, som kan være representativt for en eventuell ny oppblomstring av pandemien, når andre smitteverntiltak ikke er tilstrekkelig til å kontrollere pandemien ( $R_0 < 1$ ).



**Figur 10:** Vekstraten i en eksponentiell modell for smittespredning som funksjon av app-opptak blant iOS- og Android-brukere. Venstre panel viser effekten av appen for initielt reproduksjonstall  $R_0 = 2.7$ , og høyre panel for reproduksjonstall  $R_0 = 1.7$ .

Figur 11 viser samme informasjon som Figur 10, men antar samme app-opptak blant iOS- og Android-brukere. Vi ser at for  $R_0 = 2.7$  må andelen som installerer appen være over 90% for å gi en kontrollert pandemi ( $r < 0$ ), mens for  $R_0 = 1.7$  er det tilstrekkelig med et opptak på ca 50%. Tallene indikerer at digital smittesporing kan gi et betydelig bidrag til å kontrollere en pandemi, og kan redusere et moderat reproduksjonstall ( $R_0 = 1.7$ ) til under den kritiske grensen  $R_0 = 1$  med realistiske tall for installasjon og bruk. En pandemi med  $R_0 > 2$  vil også i prinsippet kunne kontrolleres utelukkende med app-basert smittesporing, men dette vil kreve urealistisk høye tall for installasjon og bruk.



**Figur 11:** Vekstraten i pandemien som funksjon av app-opptak, forutsatt at opptaket er likt mellom de to brukergruppene, for to ulike verdier av reproduksjonstallet  $R_0$ .

---

## Oppsummering og diskusjon

Da verden ble kastet inn i en pandemi ble smittesporing ved hjelp av mobiltelefoner løftet frem som et mulig virkemiddel. Dette var teknologimiljøene helt uforberedt på. Det forelå derfor ingen kunnskap om hvordan dette kunne gjøres eller erfaringer som viser hvordan dette ville virke. Mange uttalte seg i svært klare ordelag om hvordan dette problemet kunne løses, men det er først nå det finnes empiri som viser hvordan forskjellige løsninger faktisk vil virke.

Denne rapporten sammenfatter hva vi nå vet. Vi sammenlikner en versjon av Smittestopp som baserer seg bare på Bluetooth-data (uten GPS, men fremdeles med et sentralt lager), med en prototyp-versjon av en app basert på GAEN. Det må imidlertid understrekes at problemstillingen er fremdeles svært ung og lite forstått.

All eksisterende teknologi er nyutviklet og umoden, og den kunnskapen som finnes om effekten slike apper har på infeksjonsspredning er mangelfull. Feltet er derfor i kontinuerlig endring. Videre ligger rammebetingelsene for de teknologiske løsningene fullt og helt i hendene på Apple og Google, noe som gjør situasjonen uforutsigbar.

Frem til planene for GAEN ble offentliggjort den 10. april var det svært mange i Norge som tok til orde for at man burde lage en versjon av Smittestopp som ikke lagret data sentralt, og som ved et smittetilfelle bare hadde tilgang til data fra én telefon. Vi kan nå slå fast at en slik løsning ikke vil kunne fungere tilfredsstillende uten at Apple gjør endringer i iOS. Både Frankrike, England og Norge har uten hell bedt om en slik endring, og det fremstår som lite sannsynlig at Apple vil endre posisjon nå.

Effektivitetsmessig er Smittestopp (basert på Bluetooth, uten GPS) med sentralt lager og GAEN i skrivende stund ganske like. Det er imidlertid grunn til å anta at GAEN vil forbedres over tid. Videre finnes det er risiko for at den velvilje Smittestopp er avhengig av fra Google og Apple kan forvitte, og at man kan få problemer med å distribuere den i App Store og Google Play uten at samling av sentrale data stopper. Effektivitetsmessig fremstår derfor GAEN som mer fremtidssikker.

Sammenligner man de to løsningene med hensyn til personvern er bildet sammensatt. Smittestopp uten GPS samler ikke lokasjon, noe GAEN gjør på Android. Smittestopp uten GPS samler data om nærkontakter, noe GAEN ikke gjør. Informasjon om nærkontakter kan imidlertid finnes algoritmisk dersom man har lokasjon, slik Google har. Slik sett fremstår Smittestopp uten GPS som mindre inngripende enn GAEN. Det er imidlertid to forhold som må tas i betraktning. Det ene er at i dag vet man kun at GAEN trigger innsamling av informasjon på Android-telefoner. Det er ikke fastslått hvorvidt det samme skjer på iPhone-enheter. Det andre er at det er uklart hvor mange nordmenn som allerede spores av Google gjennom sine telefoner, og at det derfor er uklart hvor



stor forskjell bruk av GAEN reelt vil utgjøre. Et sentralt spørsmål vil derfor være hvorvidt norske myndigheter vil gå til eksplisitt aksept av denne praksisen ved å anbefale befolkningen å bruke en GAEN-basert app.

For øyeblikket er det mulig å lage Smittestopp slik at den ikke trigger Google sin innsamling av data på Android-telefoner. Hvorvidt dette vil forbli slik er imidlertid opp til Google å bestemme. Dersom Google endrer policy til at alle apper hentet fra Google Play har denne sideeffekten, vil dette også ha effekt for Smittestopp. Innsamling av data hos Google og/eller Apple er i liten grad under norske myndigheters kontroll.

Hvilken effekt smittesporing på mobiltelefoner har på spredningen av Covid-19 er det begrenset empirisk kunnskap om. Ved å sette målte, reelle data fra effektiviteten til Smittestopp inn i en anerkjent epidemiologisk modell for spredning av Covid-19 finner vi indikasjoner på at potensialet ved slike apper er stort, selv når reelle teknologiske begrensninger er tatt med i betraktning. Effekten av teknologien er naturlig nok størst i en pandemi-fase med raskt økende andel smittede personer, hvor tradisjonell smittesporing møter kapasitetsutfordringer og hvor mange nærkontakter er anonyme, for eksempel medpassasjerer på en buss. Hvilken effekt dette vil ha på samfunnsnivå når antallet smittede er svært lavt er imidlertid usikkert.

Ønsket om å kombinere et formål om monitorering av pandemien på befolkningsnivå med smittesporing inn i én app lar seg kun realisere i Smittestopp. For GAEN er denne muligheten blokkert av Apple og Google.

Våre målinger og informasjon som ellers er tilgjengelig om digitale smitteapper gir ikke noe entydig svar på hva som være de riktige valgene framover. Løsningene fremstår per i dag som ganske like hva gjelder både ytelse og hvilke data som samles inn. Simula anser det imidlertid som sannsynlig at GAEN over tid vil forbedres tilstrekkelig til å bli ytelsesmessig bedre enn Smittestopp. Om teknologi skulle være det eneste kriteriet for valget vil derfor GAEN ha en fordel.

De mest avgjørende spørsmålene er imidlertid av forvaltningsmessig og politisk karakter. Det må gjøres en vurdering av hvorvidt Google sin innsamling av data gjennom GAEN skal sees på som problematisk eller ikke. Her kan det argumenteres for at Google allerede samler inn store mengder av disse dataene og at bruk av GAEN derfor ikke spiller noen rolle. I motsatt retning kan man argumentere for at det er problematisk for norske myndigheter å omfavne en slik praksis hos Google ved å anbefale den norske befolkningen å benytte en funksjonalitet som trigger en slik datainnsamling. Videre må det gjøres en epidemiologisk vurdering av hvor viktig det er å ha en bred oppslutning om en løsning for monitorering av smitten på befolkningsnivå. Disse politiske og forvaltningsmessige spørsmålene ligger utenfor Simula sitt ekspertiseområde. Vi overlater derfor en videre diskusjon av disse til Folkehelseinstituttet, Helse- og omsorgsdepartementet og politiske myndigheter.

---

## Referanser

1. L. Ferretti, C. Wymant, M. Kendall, L. Zhao, A. Nurtay, L. Abeler- Dörner, M. Parker, D. Bonsall, and C. Fraser, "Quantifying SARS- CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing," *Science*, vol. 368, no. 6491, 2020.
2. Douglas J. Leith, Stephen Farrell, "Contact Tracing App Privacy: What Data Is Shared By Europe's GAEN Contact Tracing Apps". Trinity College, July 2020. [https://www.scss.tcd.ie/Doug.Leith/pubs/contact\\_tracing\\_app\\_traffic.pdf](https://www.scss.tcd.ie/Doug.Leith/pubs/contact_tracing_app_traffic.pdf)
3. Google LCC. Exposure Notifications telemetry design <https://developers.google.com/android/exposure-notifications/telemetry-design>
4. Apple Inc., Google LCC. "Exposure Notification Bluetooth® Specification v1.2". April 2020. <https://covid19-static.cdn-apple.com/applications/covid19/current/static/contact-tracing/pdf/ExposureNotification-BluetoothSpecificationv1.2.pdf?1>
5. Apple Inc., Google LCC. "Exposure Notification Frequently Asked Questions v1.1". May 2020. <https://covid19-static.cdn-apple.com/applications/covid19/current/static/contact-tracing/pdf/ExposureNotification-FAQv1.1.pdf>
6. Leo Kelion. "UK virus-tracing app switches to Apple-Google model", BBC News. June 2020. <https://www.bbc.com/news/technology-53095336>
7. David G. Young. "Hacking the overflow area". May 2020. <http://www.davidyoungtech.com/2020/05/07/hacking-the-overflow-area>
8. Steffen Meyer, Thomas Windisch, Nicolas Witt and Daniel Dzibela. "Google Exposure Notification Api Testing". Fraunhofer ISS, June 2020. [https://github.com/corona-warn-app/cwa-documentation/blob/master/2020\\_06\\_24\\_Corona\\_API\\_measurements.pdf](https://github.com/corona-warn-app/cwa-documentation/blob/master/2020_06_24_Corona_API_measurements.pdf)

## Vedlegg 1: Testprotokoll

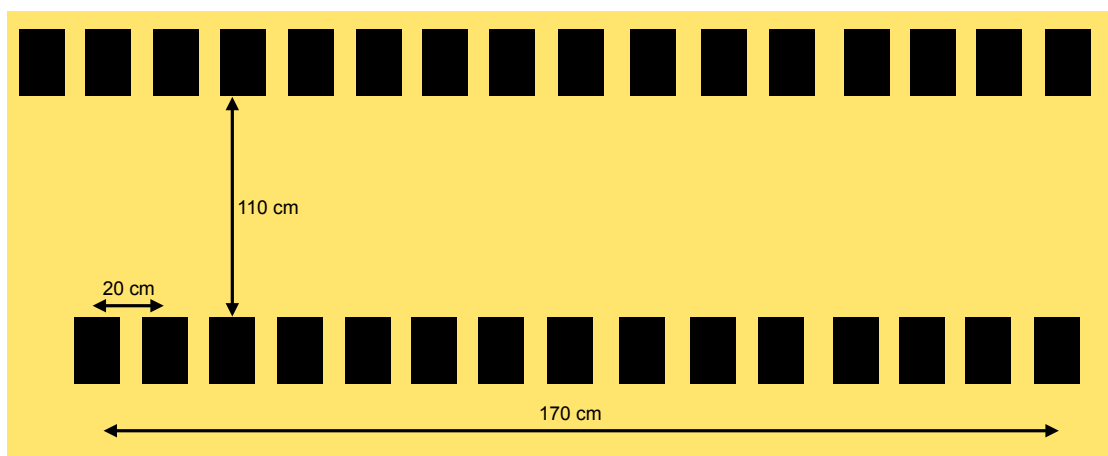
Målet med testene er å sammenligne ytelsen til kjerneteknologien til Smittestopp og GAEN med hensyn til deres evne til å oppdage kontakter mellom telefoner. For å oppnå dette har vi gjennomført to typer eksperimenter med et utvalg av representative telefonmodeller –kontrollerte og semi-kontrollerte eksperimenter. På denne måten får vi testet ytelsen til de to systemene når de kjører på forskjellige versjoner og ulike typer av operativsystemer, forskjellige typer hardware og i forskjellige testsituasjoner.

Den første klassen av eksperimenter foregikk i kontrollerte omgivelser, hvor 62 telefoner lå i umiddelbar nærhet av hverandre i tre dager. I den andre klassen av eksperimenter ble telefoner testet i mer naturlige situasjoner. Disse situasjonene ble simulert i løpet av en dag ved hjelp av seks personer og 19 telefoner.

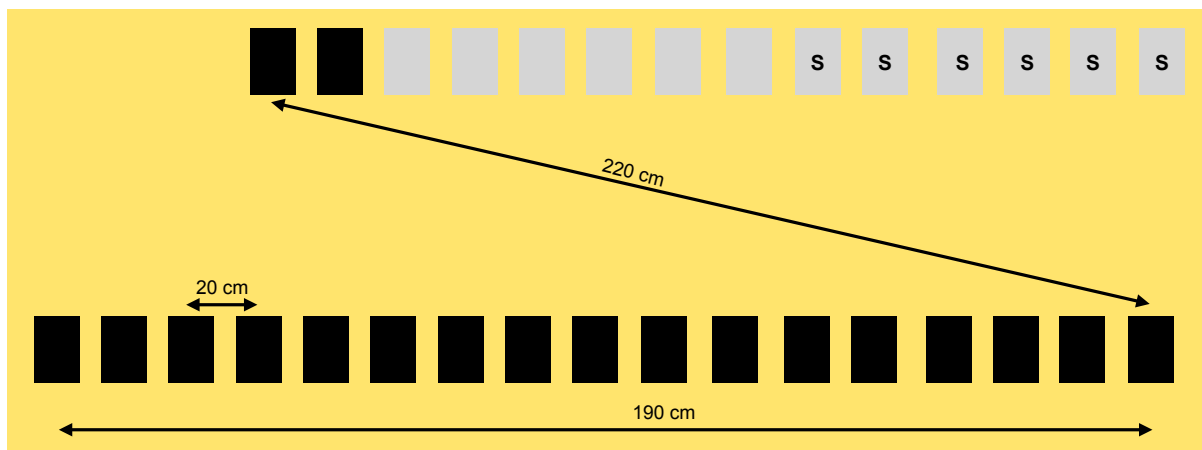
### 1. Kontrollerte eksperimenter

Målet med de kontrollerte eksperimentene var å validere suksessraten til appene målt etter deres evne til å oppdage andre telefoner, og hvor robuste de er når de blir utsatt for interferens fra andre enheter. I dette eksperimentet benyttet vi 62 telefoner, hvorav 31 hadde Smittestopp installert og de 31 andre 31 hadde en testversjon av GAEN installert. Fem enheter med GAEN ble ekskludert fra analysen på grunn av tekniske problemet med appen under utførelse av eksperimentene.

Telefonene med identisk app ble lagt på et bord (se figur), og lå der påslått i tre dager. Av de 31 telefonene med Smittestopp hadde 12 telefoner skjermen på, og seks av disse hadde appen i forgrunnen.



Setup med GAEN telefoner.



Setup med Smittestopp telefoner, svart betyr mobilen har skjermen av, grå betyr mobilen har skjermen på, grå edS betyr at appen er i forgrunn.

## 2. Semi-kontrollerte eksperimenter

Målet med de semi-kontrollerte eksperimentene var å validere appene sin evne til å oppdage og klassifisere kontakter mellom mennesker i forskjellige realistiske scenarier. Seks personer deltok i studien, og den varte i omlag fire timer. Hver person fikk utdelt to telefoner, en med Smittestopp og en med GAEN installert. Deltakerne ble delt i tre grupper, og i hver gruppe hadde én deltaker to Android telefoner, og en annen deltaker hadde to iOS telefoner. Så, 12 telefoner hvorav 6 Android og 6 iOS. 3 av hvert OS har Smittestopp og 3 har GAEN.

Deltakerne ble bedt om å gjennomføre aktiviteter definert i protokollen gjengitt i vedlegg 2. Deltakerne i samme gruppe ble bedt om å være sammen så mye som mulig, men likevel holde 1 meters avstand mellom hverandre. Hver deltaker loggførte hvor de hadde telefonen sin, samt estimert avstand til andre deltakere. Sammen med testprotokollen ble den loggførte informasjonen benyttet som grunnlag til å analysere testresultatene.

De 8 scenariene som ble testet er beskrevet nedenfor.

### Telefontyper

Vi benyttet 19 telefoner i eksperimentet. Ti av disse var Android telefoner, og ni iOS telefoner. Tolv telefoner ble benyttet av de seks deltakerne, mens de resterende syv telefonene (fire med Android og tre med iOS) ble plassert ut i eksperimentområdene. Beskrivelse av de forskjellige telefonene er gitt i vedlegg 3.

Telefonene var fullt oppladet, og hadde oppdaterte operativsystemer. Hver telefon hadde enten Smittestopp eller en GAEN app installert. Under eksperimentene hadde alle telefonene Bluetooth og GPS slått på.

### **Smittestopp**

I eksperimentene ble en modifisert versjon av Smittestopp som ikke benytter GPS benyttet. På iOS skanner den etter andre telefoner med ujevne mellomrom. Skannefrekvensen avhenger av faktorer som hvorvidt appen kjører i bakgrunnen, i forgrunnen, og hvorvidt skjermen er slått på eller ikke. Skanning skjer vanligvis med fem minutters intervall dersom skjermen er på. Android-versjonen av Smittestopp skanner først i ett minutt. Dersom den ikke finner en annen telefon venter den 6 minutter før den skanner igjen. Dersom den finner en annen telefon venter den bare i 2 minutter.

I tillegg til dette sender appen et «hjerteslag» med noen minutters mellomrom, for å informere om hvorvidt Bluetooth er aktivert eller ikke.

### **GAEN**

GAEN-appen bruker Exposure Notifications API v1.5 og de samme parameterene for konfigurasjon som benyttes i appene i Tyskland og UK [8]. Dette inkluderer tilsvarende nivåer for attenuasjon og definisjon på nærkontakt som i den tyske appen. På samme måte som i disse appene, har vi vurdert at kontakter som varer kortere enn 10 minutter, samt kontakter som målte en attenuasjon  $> 73$  dB i gjennomsnitt, som neglisjerbar risiko. For alle gjenstående kontakter beregnet vi en total risikoverdi. Den tiden en kontakt ble målt som svært nær ( $< 55$  dB attenuasjon), nær (mellom 55 og 63 dB), og mindre nær ( $> 63$  dB) ble registrert.

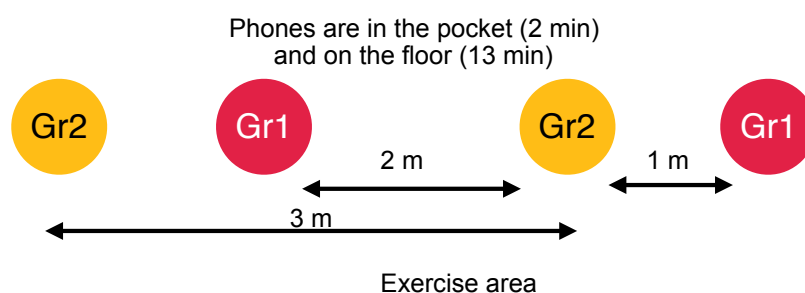
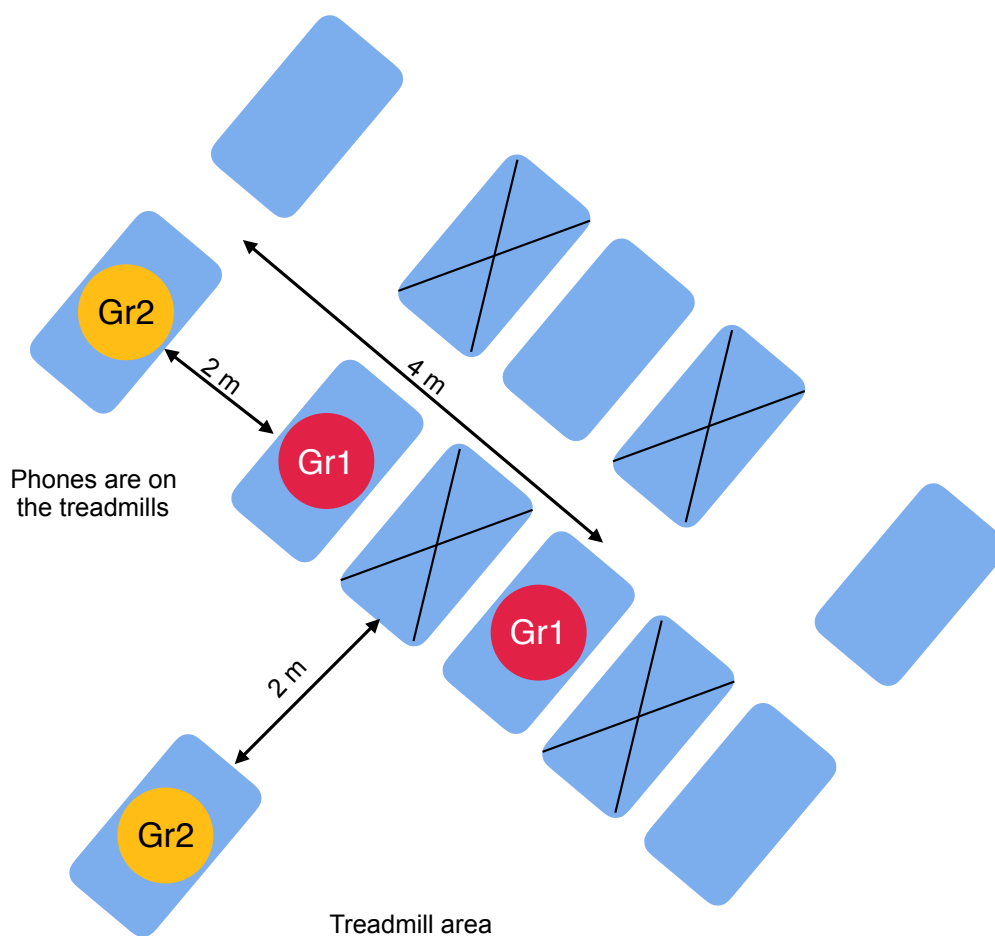
### Scenario 1 - Treningscenter

**Deltakere:** 4 deltakere fra gruppe 1 og gruppe 2.

**Beskrivelse:**

Del 1: Deltakerne møtes ved et område med tredemøller, og løper i 15 minutter på tredemøllen. Telefonen ligger på tredemøllen, se figuren nederst.

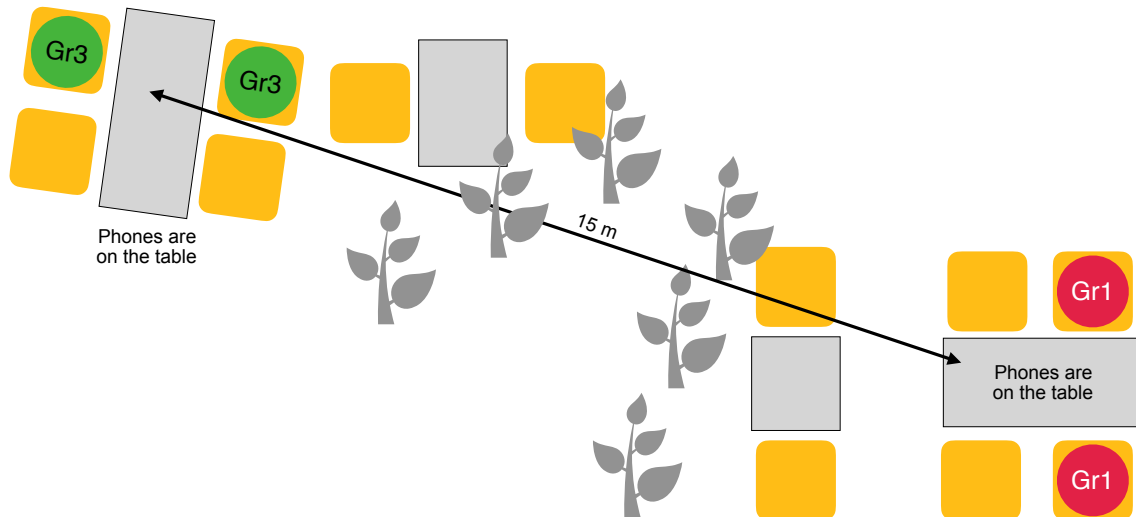
Del 2: Deltakerne flytter seg til et område der de kan gjøre øvelser i "tøy og bøy" område, og de gjennomfører disse øvelsene i 15 minutter. Telefonene lå i lommen i 2 minutter, og de ble deretter lagt på gulvet i de resterende 13 minuttene.



### Scenario 2 - To restauranter ved siden av hverandre

**Deltakere:** 4 deltakere fra gruppene 1 og 3

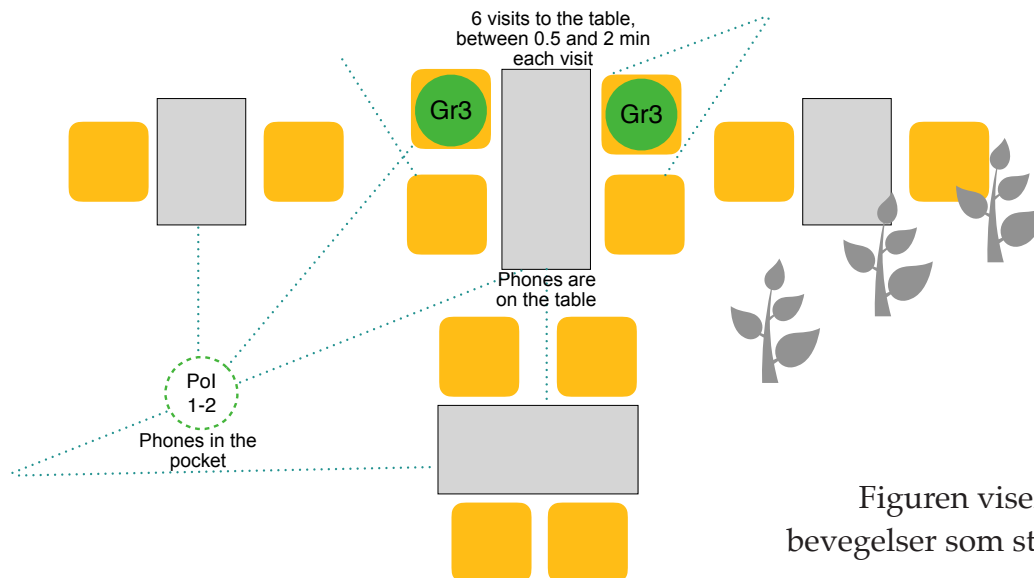
**Beskrivelse:** Deltakerne har lunsj i en time på uteserveringen til to restauranter som ligger i nærheten av hverandre. Avstanden mellom gruppene er omlag 15 meter, og telefonene ligger på restaurantbordet. Det er noen dekorasjoner og noen mennesker som beveger seg mellom bordene.



### Scenario 3 - Restaurant

**Deltakere:** To deltakere fra gruppe 3. En kelner ble bedt om å ha to telefoner på seg med Smittestopp og GAEN, ser Vedlegg 2.

**Beskrivelse:** Deltakerne sitter ved et bord i en time. To telefoner blir gitt kort før oppstart av eksperimenten til kelneren som serverer ved bordet. Deltakernes telefoner ligger på bordet, og kelneren besøker bordet seks ganger i løpet av måltidet: 1. Deler ut menyer, 2. Bestiller mat, 3. Serverer mat, 4. Spør om alt er i orden ved bordet, 5. Spør om deltakerne ønske å bestille noe mer, 6. Betaling.



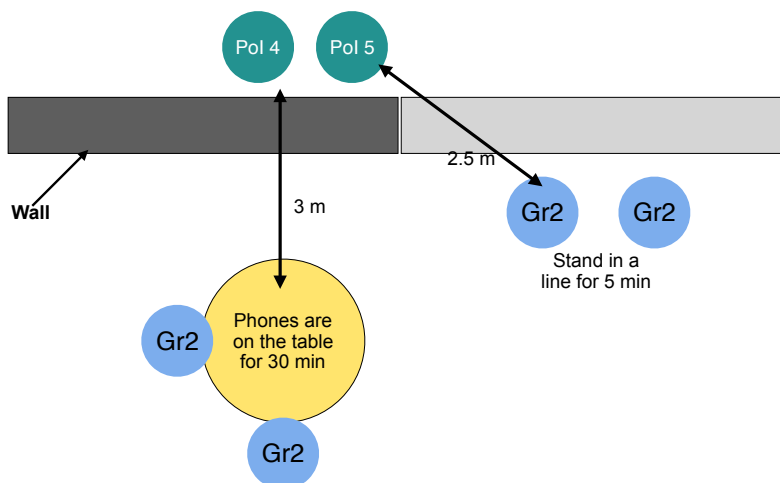
Figuren viser servitørens bevegelser som stiplede linjer.



### Scenario 4 - Bar

**Deltakere:** To deltakere fra gruppe 2, to telefoner hos bartenderen med Smittestopp og GAEN, se Vedlegg 2.

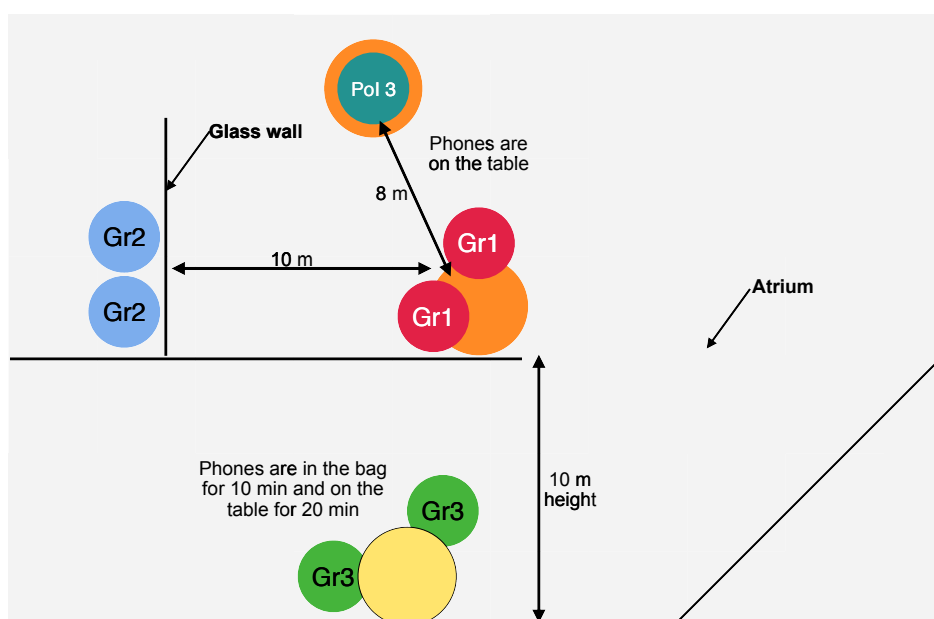
**Beskrivelse:** En gruppe tilbrakte en time i en bar/kaffebar. To telefoner PoI4 og PoI5 lå bak disken og en høy murvegg er mellom telefoner og deltakerne. Deltakerne sto ved disken i omlag 5 minutter, og satt ved et bord med telefonen på bordet i 30 minutter.



### Scenario 5 - Handlesenter

**Deltakere:** Alle gruppene, samt en ekstra telefon PoI3 med GAEN appen

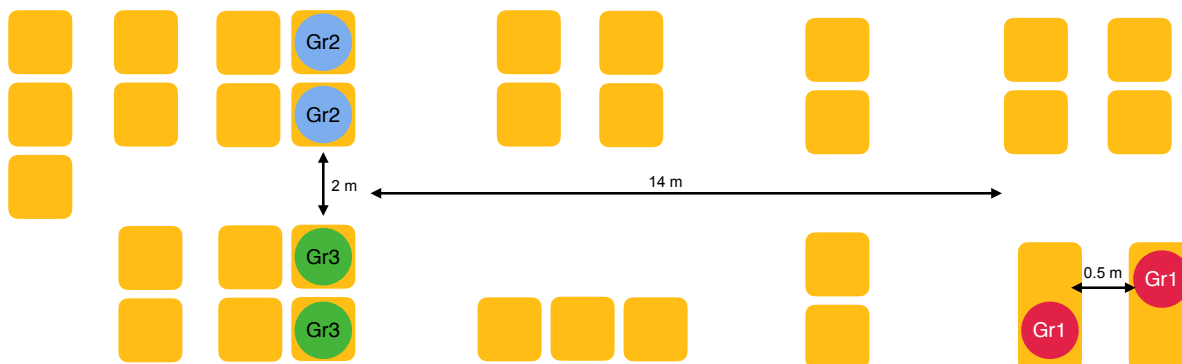
**Beskrivelse:** To grupper tilbrakte 30 minutter på to forskjellige kaffebarer. Barene var i hver sin etasje, med et åpent atrium imellom. Deltakerne satt så tett på atriet som mulig. Deltakerne fra den tredje gruppen besøkte en butikk i 20 minutter, i nærheten av der gruppe 1 satt. En ekstra telefon, PoI3 var plassert om lag 8 meter fra gruppe 1. PoI 3 ble ekskludert fra analysen på grunn av tekniske problemer med appen på denne telefonen under eksperimentet.



### Scenario 6 - Buss

**Deltakere:** alle gruppene

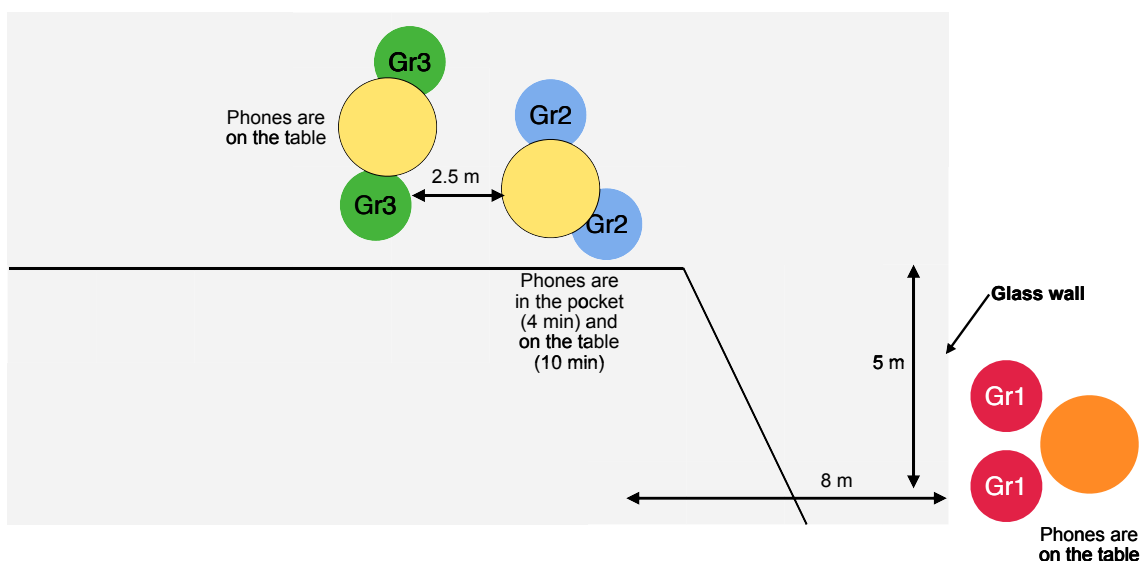
**Beskrivelse:** to grupper, gruppene 2 og 3, sitter i nærheten av hverandre bak i bussen, og gruppe 1 sitter foran i bussen. Alle har telefonen sin i hånden. Gruppene gjennomfører to bussturer, hver på 12 minutter.



### Scenario 7 - Coffee shop

**Deltakere:** Alle gruppene

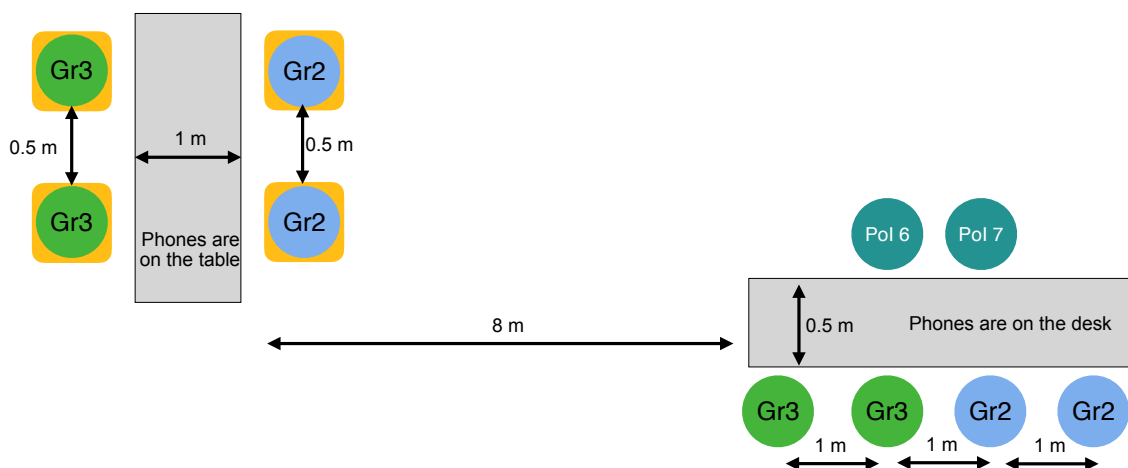
**Beskrivelse:** To grupper, gruppene 2 og 3, sitter ved to bord ved siden av hverandre. Den tredje gruppen, gruppe 1, sitter på et bord utendørs. Gruppene 1 og 3 hadde telefonen liggende på bordet. Gruppe to hadde telefonene i lommen i 4 minutter, og på bordet i 10 minutter.



### Scenario 8 - Kontor

**Deltakere:** Gruppe 2 og gruppe 3, og to telefoner PoI6 og PoI7

**Beskrivelse:** Deltakerne tilbringer omlag 10 minutter ved kontorets resepsjon, og deretter har de et møte seg imellom som varer i 15 minutter. Under møtet hadde de telefonene på bordet. PoI6 og PoI 7 lå i resepsjonen.



## Vedlegg 2: Protocol from Semi-Controlled Experiments

Group 1: Participant 1 and 2

Devices:

1A and 1B iPhone SE

2A and 2B Huawei P30 Pro

Location	Time	Description
Start location	10:50	Turn on app / Bluetooth / GPS.
Location 1.A Gym	11:15-12:00	Changing room (5 min); Running room, choose nearby treadmills (20 min); Weight racks, choose nearby ones or stretching area (15 min); Changing room (5 min).
Location 1.B Restaurant terrace	12:00-13:00	Sitting outside, closest to group 3 at Location 3.A.
Location 1.C Coffee shop on the second floor of the shopping mall	13:05-13.25	Sit close to the elevator and atrium. Stay a few tables away from PoI 3.
Travel 1.1 Walk to the bus stop Bus to Stop B	13:27-13:38	Stay in front of the bus, as far away from two other groups as possible. Preferably sit.
Location 1.D Sit outside bakery	13:40-14:00	Sit outside but as close as possible to the entrance
Travel 1.2 Bus to Stop A	14:08-14:17	Stay as far away from the remaining two groups as possible. Preferably stand.
Start location		Turn off app / Bluetooth / GPS.

**Group 2: Participant 3 and 4****Devices:** 3A and 3B iPhone 11. 4A and 4B Samsung S20

Location	Time	Description
Start location	11:00	Turn on app/Bluetooth/GPS.
Location 2.A Gym	11:15-12:00	Changing room (5 min); Running room, choose nearby treadmills (20 min); Weight racks, choose nearby ones or stretching area (15 min); Changing room (5 min).
Location 2.B Bar	12:10-12:55	Staying close to the counter for about 10 min, preferably sitting inside .
Location 2.C Store at the shopping mall	13:05-13:20	Stay closer to the entrance of the shop, so that you see group 1.
Travel 2.1 Walk to the bus stop Bus to Stop B	13:27-13:38	Sit together to each other at the end of the bus and one row away from Group 3 or closest possible to them. Stay away from Group 1.
Location 2.D Bakery	13.40-14.05	Sit on the second floor close to Group 3 (nearby table) and closer to the outside area (above counter).
Travel 2.2 Bus tol Stop A	14:08-14:17	Stay as close as possible to each other and Group 3 according to defined markers in the bus Stay away from Group 1.
Start location	14:20	Stand close to the reception for 5-7 minutes. Sit in pusterommet for 15 minutes with Group 3 but 1 m distance. Turn off app/Bluetooth/GPS.

**Group 3: Participant 5 and 6****Devices:** 5A and 5B iPhone 11 Pro Max and iPhone 11 Pro. 6A and 6B Sony Xperia

Location	Time	Description
Start location	11:50	Turn on app / Bluetooth / GPS.
Location 3.A Restaurant terrace	12:00-13:00	Sitting outside, closest to group 1 at Sted 1.B.
Location 3.B Coffee shop on the first floor of the shopping mall	13:05-13.35	Sit at one of the tables.
Travel 3.1 Walk to the bus stop Bus to Stop B	13:27-13:38	Sit together to each other at the end of the bus and one row away from Group 2, or closest possible to them. Stay away from Group 1.
Location 3.C Bakery	13:55-14:05	Sit on the second floor close to Group 2 (nearby table) and closer to the outside area (above counter).
Travel 3.2 Bus to Stop A	14:08-14:17	Stay as close as possible to each other and Group 2 according to defined markers in the bus Stay away from Group 1.
Start location	14:20	Stand close to the reception for 5-7 minutes. Sit in pusterommet for 15 minutes with Group 2 but 1 m distance. Turn off app / Bluetooth / GPS.

**PoI Phones:**

PoI1. Location 3.A with a waitress, iPhone SE with Smittestopp

PoI2. Location 3.A with a waitress, OnePlus8 with GAEN

PoI3. Location 1.C at a table, iPhoneXR with GAEN

PoI4. Location 2.B with a bar attendant, Samsung A71 with Smittestopp

PoI5. Location 2.B with a bar attendant, iPhone SE with GAEN

PoI6. Start location reception, Samsung S10 with Smittestopp

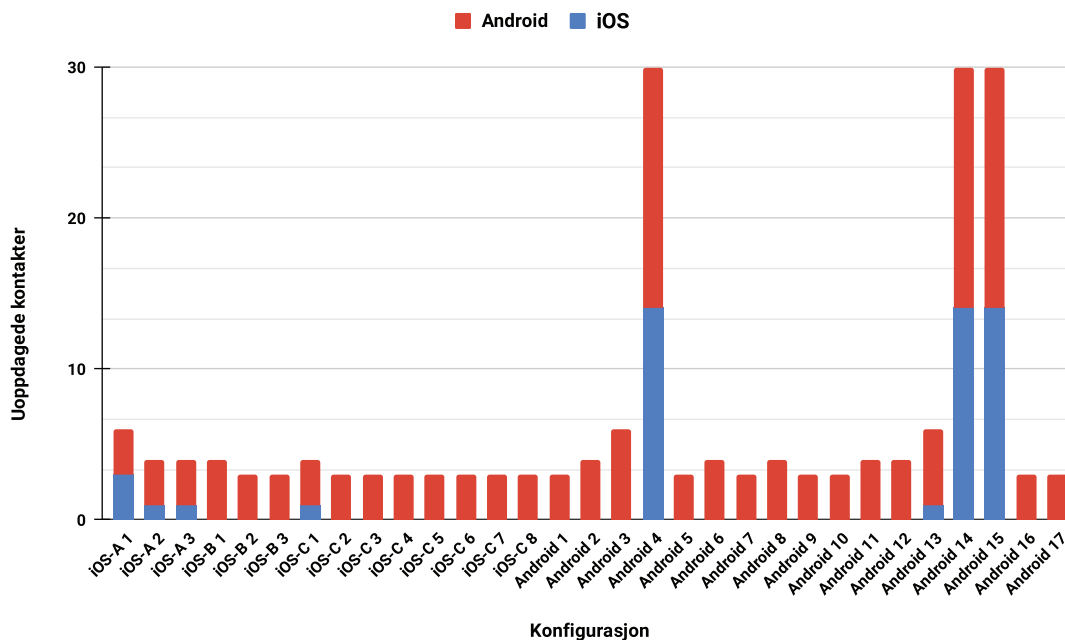
PoI7. Start location reception, Samsung S10 with GAEN

### Vedlegg 3: Tekniske spesifikasjoner på mobiltelefoner brukt i semi-kontrollerte eksperimenter

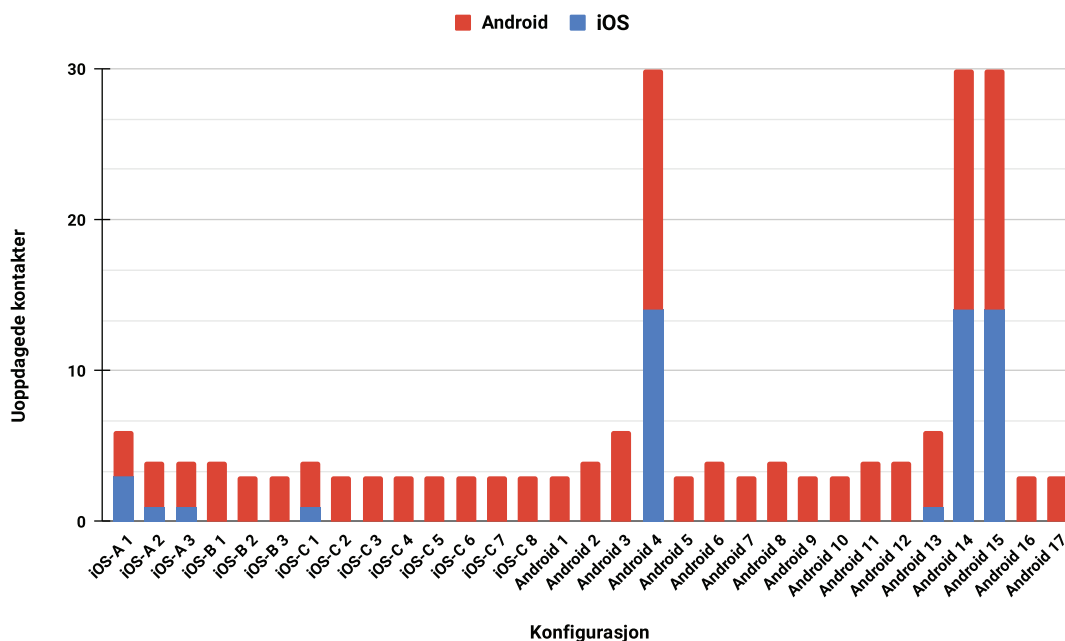
Model	ID	Telefon lansert	Programvar e	System-on-Chip (SoC)	Bluetoot h Versjon	BL E	Bluetooth Chipset
Apple:							
iPhone SE (Gen1)	POI5	2016 (03.2016)	iOS 13.6.1	Apple A9	Bluetoot h 4.2	Ja	Apple/Murata/USI 339S00134 (Broadcom BCM4350)
iPhone SE (Gen2)	1A, 1B, POI1	2020 (04.2020)	iOS 13.6.1	Apple A13 Bionic	Bluetoot h 5.0	Ja	Apple USI 339S00648 (Broadcom BCM4375)
iPhone XR	POI3	2018 (10.2018)	iOS 13.6.1	Apple A12 Bionic	Bluetoot h 5.0	Ja	Apple/Murata/USI 339S00580 (Broadcom BCM4377)
iPhone 11	3A,3B	2019 (09.2019)	iOS 13.6.1	Apple A13 Bionic	Bluetoot h 5.0	Ja	Apple/USI 339S00647 (Broadcom BCM4375)
iPhone 11 Pro	5B	2019 (09.2019)	iOS 13.6.1	Apple A13 Bionic	Bluetoot h 5.0	Ja	Apple/USI 339S00648 (Broadcom BCM4375)
iPhone 11 Pro Max	5A	2019 (09.2019)	iOS 13.6.1	Apple A13 Bionic	Bluetoot h 5.0	Ja	Apple/USI 339S00647 (Broadcom BCM4375)
Android:							
Samsung Galaxy A71	POI4	2020 (01.2020)	Android 10	Qualcomm Snapdragon 730	Bluetoot h 5.0	Ja	N/A
Samsung Galaxy S20 5G	4A,4B	2020 (03.2020)	Android 10	Samsung Exynos 990	Bluetoot h 5.0	Ja	Murata KM9D19075
Huawei P30 Pro	2A,2B	2019 (03.2019)	Android 10	HiSilicon Kirin 980	Bluetoot h 5.0	Ja	HiSilicon Hi1103
Sony Xperia 1	6A,6B	2019 (05.2019)	Android 10	Qualcomm Snapdragon 855	Bluetoot h 5.0	Ja	SS9330025
OnePlus OnePlus 8	POI2	2020 (04.2020)	OxygenOS (Android 10)	Qualcomm Snapdragon 865	Bluetoot h 5.1	Ja	N/A



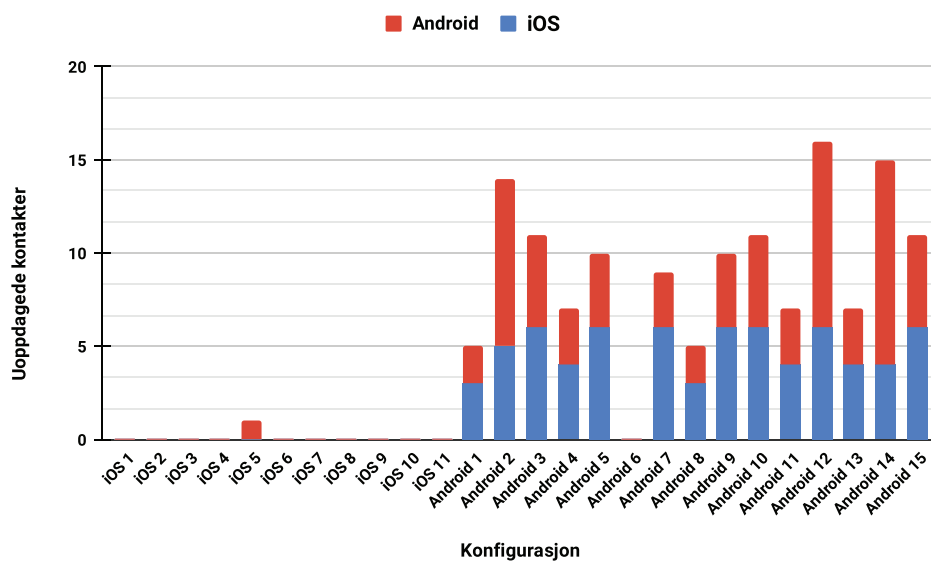
## Vedlegg 4: Supplerende resultater fra kontrollerte eksperimenter



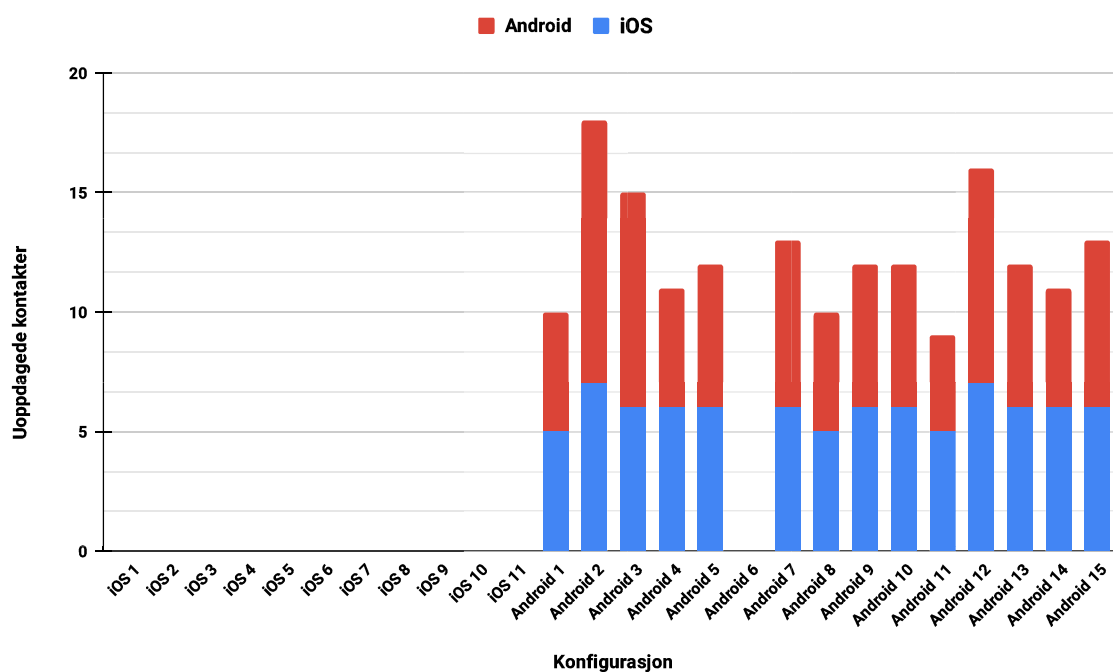
**Figur 12:** Antallet ikke-oppdagede kontakter (av totalt 30) per test-telefon gjennom den andre testdagen (Smittestopp). (iOS-A: iPhoneer med Smittestopp i forgrunnen, iOS-B: iPhoneer med skjermen slått på, men med Smittestopp i bakgrunnen, iOS-C: iPhoneer med svart skjerm).



**Figur 13:** Antallet ikke-oppdagede kontakter (av totalt 30) per test-telefon gjennom den tredje testdagen (Smittestopp). (iOS-A: iPhoneer med Smittestopp i forgrunnen, iOS-B: iPhoneer med skjermen slått på, men med Smittestopp i bakgrunnen, iOS-C: iPhoneer med svart skjerm).



**Figur 14:** Antallet ikke-oppdagede kontakter (av totalt 25 mulige kontakter) den andre testdagen (GAEN).



**Figur 15:** Antallet ikke-oppdagede kontakter (av totalt 25 mulige kontakter) den tredje testdagen (GAEN)

