



(12) PATENT

(19) NO

(11) 332376

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

G01S 19/46 (2010.01)

G01S 19/48 (2010.01)

G01S 5/02 (2010.01)

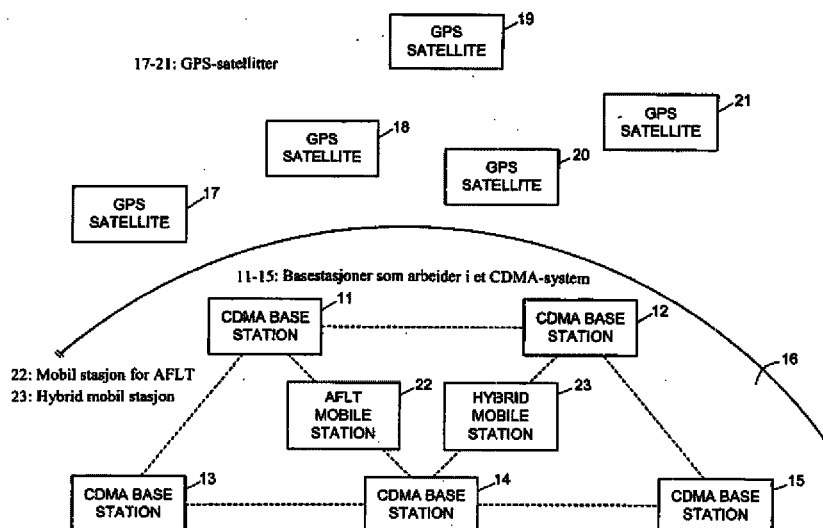
H04W 64/00 (2009.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20043170	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2002.12.12 PCT/US2002/40053
(22)	Inng.dag	2004.07.26	(85)	Videreføringsdag	2004.07.26
(24)	Løpedag	2002.12.12	(30)	Prioritet	2001.12.27, US, 343748 2002.03.12, US, 097041
(41)	Alm.tilgj	2004.09.16			
(45)	Meddelt	2012.09.10			
(73)	Innehaver	Qualcomm Incorporated, 5775 Morehouse Drive, US-CA92121-1714 SAN DIEGO, USA			
(72)	Oppfinner	Wyatt Riley, 37167 Panton Terrace, #2005, US-CA94536 FREMONT, USA Richard Girerd, 314 Martens Avenue, US-CA94040 MOUNTAIN VIEW, USA Zoltan Biacs, 1516 Cedarwood Drive, US-CA94403 SAN MATEO, USA			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS, Postboks 1570 Vika, 0118 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Bruk av mobile stasjoner til å bestemme stedsparametre for en basestasjon i et trådløst kommunikasjonsystem
(56)	Anførte publikasjoner	WO 01/84862 A2
(57)	Sammendrag	

I et trådløst kommunikasjonsnett finnes posisjonen av en basestasjonsantenne og tidsforskyvninger for lagring i en almanakkdatabase for denne basestasjon, sammen med annen informasjon som brukes til å finne den mest pålitelige faste posisjon for en mobil stasjon under varierende forhold. De mobile stasjoners posisjon og områdeinformasjon for jordrelaterte signaler brukes til å bestemme antenneposisjon og tidsforskyvning, idet antenneposisjonene finnes under normale posisjonsbestemmelser for de mobile stasjoner for å opprettholde og forbedre antenneposisjonsdata og korrigere for endringer og omplasseringer av basestasjons antenner. Det er mulig å utføre en rask innhenting etter et utfall av områdesektoridentitet i løpet av omplassering av en basestasjonsantenne og sikre nøyaktigheten av bestemmelsen av en mobil stasjons posisjon ut fra rangering fra basestasjonene, og rask innhenting av posisjonsdata fra mobile stasjoner som er utrustet med globalsatellitmottakere.



OPPFINNELSENS BAKGRUNN

Teknisk område

Denne oppfinnelse gjelder generelt kommunikasjon med mobile enheter (radiostasjoner) og nærmere bestemt bestemmelse av posisjonen av basestasjoner i et kommunikasjonsnett for slik kommunikasjon.

Gjennomgang av den kjente teknikk

Nett for kommunikasjon med mobile enheter, herunder mobiltelefonnett, er i en prosess med å tilby stadig økende finesser når det gjelder lokalisering av posisjonen av en forflytbar terminal som kan være en mobiltelefon, i nettet. De offentlige bestemmelser kan kreve at en nettoperatør rapporterer posisjonen av en mobil terminal når denne legger inn et anrop på en nødtjeneste, så som 911 i USA. I et digitalt områdenett av typen CDMA (kodet delt multippelaksess) kan slik posisjonsbestemmelse tilveiebringes av en mekanisme som er kalt avansert foroverlinktrilaterasjon (AFLT), og denne mekanisme er i form av en teknikk som sørger for beregning av en mobil stasjons (MS) posisjon ut fra denne stasjons målte ankomsttidspunkt for radiosignaler sendt ut fra basestasjoner. En mer avansert teknikk er såkalt hybrid posisjonsbestemmelse, hvor den mobile stasjon bruker en mottaker for det globale posisjonsbestemmelssystem GPS, hvorefter posisjonen beregnes ut fra både trilaterasjonen AFLT og resultatet av målinger fra GPS.

Bestemte meldingsprotokoller og -formater for slik posisjonsbestemmelse innenfor CDMA bruker altså både AFLT, GPS og hybride mottakere som både kan brukes i tilfeller beregnet for mobile stasjoner og være støttet av slike stasjoner, og slike protokoller og formater er allerede publisert i standarden TIA/EIA IS-801-1 av 2001, og denne standard kalles "Position Determination Service Standard for Dual-Mode Spread Spectrum Systems - Addendum" idet denne standard her tas med som referansemateriale. Sidene 4-43 i denne standard spesifiserer at hver enkelt basesystem i et slikt kommunikasjonsnett skal sende en GPS-referansetidskorreksjon for basestasjonens antenne som sender ut en pilotsekvens for CDMA, av typen kvasitilfeldig støysignal (PN).

En annen posisjonslokaliseringsteknikk er der målingene utføres av en nettenhet i stedet for den mobile stasjon. Et eksempel på slike nettbaserte fremgangsmåter er den RTD-måling som utføres av en av de betjenende basestasjoner, og målinger som utføres av den mobile stasjon kan deretter kombineres med slike nettbaserte målinger for å bedre både tilgjengelighet og nøyaktighet av beregnet posisjon.

Data som gjelder kalibrering eller omkalibrering av en basestasjons tidsforskyvning, basestasjonens antenneposisjon og andre parametere ligger lagret i det som kan kalles en "basestasjonsalmanakk". En slik almanakk er i form av en database som gir informasjon for å bestemme et startposisjonsestimat for å gi en start til

en kvasirområdesøking i GPS. Databasen gir nemlig informasjon for å løse opp den tvetydighet som gjelder når observerte kvasistøysekvenser faller sammen for fysiske sektorer for et CDMA nett som kan håndtere protokollen IS-95 og GPS. Basestasjons almanakkdatabase gir således posisjonen av denne stasjons sektorantenne i basestasjonens dekningsområde, idet det er fra denne antenne signalene sendes ut. ALFT-områdemålinger utføres deretter basert på disse beregnede antenneposisjoner.

I et trådløst kommunikasjonssystem brukes basestasjoner for trådløs overføring typisk som referanser for å bestemme posisjonen av de mobile stasjoner i systemet eller nettet. For å kunne bruke en slik basestasjon som en referansestasjon må dens antenneposisjon være kjent med stor nøyaktighet, så vel som dens tidssignalinformasjon. Antenneposisjon og tidsinformasjon blir derfor registrert i en slik basestasjons almanakkdatabase for bruk av en enhet for posisjonsbestemmelse. Uten-ting av informasjon om posisjon og tid kan imidlertid være langsom og kostbar.

Ofte omplasseres dessuten en basestasjonsantenne, eller en sender/mottaker i en basestasjon repareres eller erstattes, hvilket også kan føre til endring i både basestasjonens antenneposisjon og tidsinformasjonen (timing-informasjonen). Ofte kan også en basestasjon logisk forflyttes når f.eks. to fysiske basestasjoner bytter sin identifikasjonsinformasjon. Selv om i dette tilfellet ingen av basestasjonene forflytter seg fysisk vil de overfor en bruker av systemet ha fått en annen posisjon.

I slike situasjoner kan det være mulig at den tilsvarende informasjon i databasen blir feilaktig dersom ikke den oppdateres før tjenesten fra basestasjonen korrigeres. Ofte bestemmes antenneposisjonen ved en overvåking eller med referanse til koordinater som er lest ut fra et kart, og disse antennekoordinater legges deretter manuelt inn i databasen. Ved dette kan også menneskelige feil oppstå. Tidsinformasjonen for basestasjonen vil også kunne utsettes for menneskelig svikt der standard-maskinvare brukes for å måle tidsinformasjonen, og tidsforskyvninger vil ofte bli lagt inn manuelt i databasen.

KORT BESKRIVELSE AV OPPFINNELSEN

Disse problemene løses i følge oppfinnelsen med en fremgangsmåte som angitt i krav 1. I et annet aspekt angår oppfinnelsen et trådløst kommunikasjonsnett som angitt i krav 4.

Denne oppfinnelsen søker å bruke de mobile stasjoner som er i kommunikasjon med en basestasjon til å bestemme posisjonsparametrene for denne. Som et eksempel bestemmes posisjonene av de enkelte mobile stasjoner i nettet, og deretter bestemmes posisjonen av basestasjonen ut fra disse posisjoner og fra signaler som sendes mellom dem og basestasjonen. Til tross for feilaktige basestasjonsparametere for minst én av basestasjonene er det ofte mulig å bestemme posisjonen av de mobile stasjoner meget nøyaktig ut fra posisjonsparametrene for andre basestasjoner, eller

fra signaler som mottas via globale satellitter, i de mobile stasjoner, dersom disse er utrustet med mottakere for slik mottaking.

I tillegg kan basestasjons posisjonsinformasjon i databasen kontrolleres under normale posisjonsbestemmelsesavsnitt når som helst posisjonen av en mobil stasjon bestemmes og uavhengig av posisjonen av en basestasjon i kommunikasjon med denne første aktuelle basestasjon. Dette gjøres ved å bestemme avstanden mellom basestasjonen og den mobile stasjonen ut fra signaler som sendes ut mellom dem. Når avstanden er inkonsistent med basestasjonsposisjonsinformasjonen i databasen kan databasen endres for å innbefatte korrigerte posisjonsdata, og på denne måte vil man kunne finne feilaktig basestasjonsinformasjon og avbryte slik informasjons bruk for posisjonsbestemmelsestjenester før den korrekte posisjon av basestasjonen blir kjent.

Feilaktig basestasjonsposisjonsinformasjon kan korrigeres automatisk når bare et tilstrekkelig antall uavhengige avstander er bestemt mellom denne basestasjon og mobile stasjoner som har kjente posisjoner. Ved et tilstrekkelig antall uavhengige avstandsmålinger vil man således kunne bestemme basestasjonsposisjonen med en nøyaktighet som er sammenlignbar med den nøyaktighet man har ved bestemmelsen av en enkelt mobilstasjon, og på denne måte vil man automatisk kunne opprettholde og forbedre basestasjonsposisjonsinformasjonen i databasen. Dette kan gjøres samtidig med at man har regulær posisjonsbestemmelsestjeneste og uten endring i de kommunikasjonsprotokoller som brukes mellom basestasjonene og de mobile stasjoner i nettet.

I en foretrukket utførelse bestemmes posisjonen og tidsforskyvningen i en mobil stasjon ut fra dette uavhengig av de tilsvarende verdier for en basestasjon. Hvis disse verdier for den mobile stasjon bestemmes via GPS eller fra flere kvalitetssignaler fra basestasjoner som har kjent posisjon og tidsforskyvning vil det være mulig å få en meget nøyaktig bestemmelse av de tilsvarende verdier for den mobile stasjon, ofte ned til tilnærmet meters og nanosekunds nøyaktighet. Posisjon og tidsforskyvningen som da er kjent for den mobile stasjon, sammen med målingen av signaltransmisjon mellom denne og basestasjonen, gir en begrensning for den mulige posisjon av basestasjonen. Etter innsamling av flere måleresultater for basestasjonen fra en eller flere mobile stasjoner fra forskjellige kjente steder kan disse måleresultater brukes som inngangsdata for en standardberegningsprosedyre for posisjon og tidsforskyvning, så som ved hjelp av minste kvadrater, et Kalman filter eller lignende, hvilket er kjent innenfor navigasjonsteknikk (så som GPS og AFLT). Beregningsprosedyren brukes for å bestemme posisjon og tidsforskyvning for en basestasjon ut fra kjente posisjoner og kjente tidsforskyvninger for flere mobile stasjoner, i motsetning til den konvensjonelle bruk av en beregningsprosedyre for å beregne po-

sisjon og tidsforskyvning for en mobil stasjon fra kjente posisjoner og kjente tidsforskyvninger for flere basestasjoner.

KORT GJENNOMGANG AV TEGNINGENE

Andre mål med oppfinnelsen og fordeler med denne vil fremgå av den detaljerte beskrivelse som er satt opp nedenfor, og beskrivelsen viser til tegningene, hvor:

Fig. 1 viser et områdetelefoninett som bruker systemet GPS for å lokalisere mobile telefonenheter og kalibrere basestasjoner, fig. 2 viser et blokkskjema over en basestasjon i dette nett vist på fig. 1, fig. 3 viser et blokkskjema over stasjonære komponenter i nettet på fig. 1, innbefattet en enhet for bestemmelse av posisjon og med tilgang til en almanakkdatabase for en basestasjon, fig. 4 viser et dekningsområdekart som har flere sektorer, fig. 5 og 6 viser et flyskjema over hvordan denne enhet bestemmer posisjonen av en mobil stasjon, fig. 7, 8 og 9 viser skjemaer over hvordan posisjon og tidsforskyvning for en basestasjon bestemmes fra flere posisjoner, tidsforskyvninger og kvasiområder mellom basestasjonen og mobile stasjoner i nettet, og fig. 10 viser et flytskjema over en rutine for å bedømme elevasjonen av en basestasjons antenne.

Selv om denne oppfinnelse vil kunne ha flere modifikasjoner og alternative former er bare enkelte utførelsesformer vist og beskrevet her, uten at dette vil begrense oppfinnelsen på noen som helst måte. Oppfinnelsen vil således gjelde alle slike modifikasjoner, ekvivalenter og alternativer når disse inngår i patentkravene.

DETALJERT BESKRIVELSE AV OPPFINNELSEN

Fig. 1 viser et telefonnett med dekningsområder og i kategori CDMA, og dette nett bruker et GPS for lokalisering av mobile telefonenheter (mobiltelefoner) og for å kalibrere basestasjoner. Oppfinnelsen skal beskrives med referanse til et slikt eksempel, men det skal innses at den ikke er begrenset til bruken av CDMA eller GPS, f.eks. kan den praktiseres i tidsdelt multippelaksess (TDMA) for tilsvarende nett, og den kan også brukes uten noen type globalt satellittsystem for å hjelpe til med bestemmelse av posisjon.

Generelt vil det være slik at man får å utøve denne oppfinnelse ved hjelp av en eller annen sort trådløst kommunikasjonsnett, så som for TDMA, vil man måtte bruke de aktuelle industristandarder for forskjellige spesifikasjoner som gjelder forenlig lokaliserings- eller bestemmelsestjeneste. F.eks. kan standard TIA/EIA IS-801-1 av 2001 for posisjonsbestemmelse for dualmodus systemer med spektralfordeling over spekteret særlig være anvendbar for et CDMA nett som bruker AFLT og GPS. TIA/EIA-standard ANSI-136 (systemassistert posisjonsbestemmelse av mobile enheter via satellitt) er tilpasset et TDMA digitalt PCS-system i USA. Den tredje generasjons partnership prosjektstandarder 3GPP TS 04.31 og TS 25.331 for loka-

liseringstjeneste (LSC) (UE-posisjon ved bruk av OTDOA) er også tilpasset visse europeiske trådløse telefonnett for GSM.

Fig. 1 viser fem CDMA-basestasjoner 11-15 anordnet i faste posisjoner i et sekskantet array på jordoverflaten 16. Ved omkring 11.000 nautiske mil over denne har man minst 5 GPS satellitter 17-21 i direktesiktkommunikasjon med disse base-
 5 stasjoner 11-15. Innenfor basestasjonenes telekommunikasjonsrekkevidde har man flere mobile telefonenheter 22, 23 for CDMA, og disse enheter kan kalles mobile stasjoner (MS) eller mobiltelefoner i henhold til de TIA-standarddokumenter som er omtalt ovenfor. Stasjonene MS innbefatter mobile stasjoner som bare kan håndtere
 10 AFLT, så som stasjonen 22, og hybride mobile stasjoner, så som den viste hybride stasjon 23.

CDMA nettet vil kunne lokalisere den mobile stasjon 22 og stasjonen 23 med hensyn til posisjon, ved bruk av velkjent AFLT-teknikk for den mobile stasjon, ved å måle ankomsttiden hos denne for såkalte pilotradiosignaler som sendes ut fra
 15 basestasjonene. Ankomsttidspunktet indikeres ved en pilotfasemåling som er relativ i forhold til den mobile stasjons tidsbase. Forskjeller i pilotfasemålinger fra de enkelte par nabobasestasjoner beregnes deretter for å eliminere virkningen av eventuelle tidsforskyvninger i den mobile stasjons tidsbase. I de fleste tilfeller vil hver slik forskjell lokalisere den mobile stasjon på en bestemt hyperbel. Skjæringen mellom
 20 slike hyperbler gir da posisjonen av den mobile stasjon.

CDMA nettet vil også kunne bestemme posisjonen av den hybride mobile stasjon 23, og da brukes velkjent GPS teknikk. Hver CDMA basestasjon 11-15 har nemlig en GPS mottaker som mottar bæreren og den tilnærmet tilfeldige kodesekvens fra minst én av GPS satellittene 17-21 slik at det kan etableres en systemtids-
 25 base med referanse til GPS tidsbasen. Når en hybrid mobil stasjon deltar i en posisjonsbestemmelsesessjon med CDMA nettet kan den betjenende basestasjon sende GPS-innhentingsdata til å oppnå, i løpet av 10 sekunder eller mindre, et måleresultat for kvasirekkevidden mellom hver enkelt GPS satellitt 17-21 og den mobile stasjon. Når det gjelder løsninger hvor de mobile stasjoner assisterer vil den hybride slike
 30 stasjon 23 sende måleresultatene til den betjenende basestasjon. Som videre beskrevet nedenfor når det gjelder fig. 3 kan en posisjonsbestemmelsesenheter (PDE) beregne den geografiske posisjon av den hybride mobile stasjon 23 fra fire eller flere av måleresultatene for kvasirekkevidde. Alternativt og når det gjelder den MS-baserte løsning kan den geografiske posisjon av den mobile stasjon beregnes av denne sta-
 35 sjon selv.

Fig. 2 viser de enkelte funksjonsblokker i hver enkelt basestasjon i det områdedekkende telefonnett på fig. 1. Basestasjonen 11 omfatter en GPS mottaker 31 som gir en tidsreferanse 32 for basestasjonen, referert til systemtiden for GPS. Mottakeren 31 får signaler fra en GPS antenne 31. Basestasjonen omfatter også en sen-

der/mottaker 33 for CDMA, for kommunikasjon med mobile stasjoner i nettet. Denne sender/mottaker 33 får CDMA-systemtid fra basestasjonens tidsbase 32. Sender/mottakeren 33 sender og mottar trådløse signaler via en CDMA antenne 40.

Fig. 3 viser et blokkskjema over de stasjonære komponenter i nettet på fig. 1. En omkoplingssentral (MSC) 34 danner grensesnitt for talesignaler og data for overføring, mellom basestasjonen 11 og flere telefonlinjer 35, idet disse linjer kan være konvensjonelle ledninger eller optiske fibere. En posisjonssentral (MPC) 36 for mobile enheter er koplet til sentralen MSC 34 og sørger for posisjonsbestemmelse og danner grensesnitt mot posisjonsdata overfor eksterne datanett via en mellomarbeidsfunksjon (IWF) 37 og en datanettlink 38. En posisjonsbestemmelsesenhet (PDE) 41 samler og formaterer posisjonsbestemmelsesdata og gir trådløs assistanse til de mobile stasjoner og kan dessuten utføre posisjonsbestemmelser. Enheten 41 er koplet til sentralene 36 og 34 og får tilgang til en database 44 tilhørende en basestasjonsalmanakk og som håndteres av en server 43. Enheten 41 og denne server 43 kan f.eks. være bygget opp med konvensjonelle digitale datamaskiner eller arbeidsstasjoner. Almanakken for databasen 44 ligger lagret i datamaskinens masselager (harddisk) for serveren 43, slik det skal beskrives nærmere nedenfor.

Basestasjonens tidsbase (32 på fig. 2) bør kalibreres når basestasjonen installeres eller modifiseres. Hver enkelt basestasjon kan ha sin respektive tidsforskyvning (offset) mellom GPS-tiden og sendingen av CDMA signalene, på grunn av variasjoner i utbredelsesforsinkelsen eller fasedreiningen fra GPS antennen (39 på fig. 2) til GPS mottakeren (31 på fig. 2), fra GPS mottakeren til CDMA-sender/mottakeren (33 på fig. 2), og fra CDMA-sender/mottakeren til CDMA-antennen (40 på fig. 2), og av denne grunn vil man for å redusere avstands- eller rekkeviddefeil i AFLT-posisjonsbestemmelsene og rekkevidde- og tidsfeil ved hybridposisjonsbestemmelsene ordne det slik at hver enkelt basestasjon bør kalibreres etter at basestasjonsinstallasjonen er komplett, f.eks. ved å lagre en tidsforskyvning for denne basestasjon i dens almanakkdatabase (44 på fig. 3) for bruk av enheten PDE (41 på fig. 3). Videre vil det være meget ønskelig å få omkalibrert basestasjonen og oppdatere databasen så snart en eventuell påfølgende komponent- eller generelt maskinvareendring har funnet sted.

For å kunne kalibrere eller omkalibrere en slik basestasjon tas måledata for GPS og AFLT for posisjon fra hybride mobile stasjoner under regulære posisjonsbestemmelsesavsnitt når brukere av slike stasjoner normalt er engasjert i telefonsamtaler eller når felttjenestepersonell kjører rundt til bestemte posisjoner og legger inn samtaler for å få posisjonsmåledata som ellers ikke kan oppnås fra de regulære posisjonsbestemmelsesessjoner. På denne måte kan enheten PDE (41 på fig. 3) beregne de aktuelle kalibreringsdata internt og lagre dem i basestasjonens almanakkdatabase (44 på fig. 3) helt kontinuerlig. I tillegg vil de regulære posisjonsbestemmelses-

sjoner kunne utføres bare når operatøren av den hybride mobile stasjon legger inn eller svarer en trådløs telefonoverføring, for å unngå eventuelle mangler på konfidens. I dette tilfellet vil CDMA systemet ikke bestemme operatørens posisjon uten vedkommendes kunnskap og godkjennelse.

5 Basestasjonsantennens posisjonsinformasjon er viktig for ytelsesresultater som er relatert til bruken av AFLT meldinger for både de innledende tilnærmede posisjonsbestemmelser og en endelig slik bestemmelse, enten i rene AFLT-modi eller hybridmodi. Som et eksempel gir den mobile stasjon MS pilotfasemåledata til enheten PDE som så bruker disse data som verdier for eller utledet fra antenneposi-
 10 sjonsinformasjon, i den hensikt å etablere de innledende tilnærmede verdier for posisjonen. Tilstedeværelsen av store feil i disse data ville kunne bidra til en ytelse eller et resultat som er langt fra optimalt. Under den slutførte posisjonsberegning vil derfor enheten PDE bruke pilotfasemåledata enten alene (i AFLT-modus) eller i kombinasjon med GPS data (i en hybrid modus). I begge tilfeller bør antenneposisjon og
 15 -elevasjon (høyde) etableres for å få best mulig nøyaktighet. Det er ønsket at basestasjonsantenneposisjonen og informasjon om denne (lengde- og breddegrad samt høyde) er av "overvåkingsgrad" i henhold til WGS-84 og med en resulterende feilmargin på mindre enn 1 meter, selv om man også kan bruke mer tilnærmede, kjente og usikrere antenneposisjonsresultater dersom man kan greie seg med dårligere kva-
 20 litet.

Fig. 4 viser de enkelte sektordekningsområder (sektor A, sektor B, sektor C og sektor D) for basestasjonsantennene 61-64. En reléstasjon 65 utvider dekningsområdet for basestasjonsantennen 64. Kanskje til og med før starten av en monteringsprosess, like før den mobile stasjon 66 går inn i trafikkanalen kan sektoridentitetsin-
 25 formasjonen registreres, og i så fall vil man en viss tid deretter, når den mobile stasjon 66 er i kommunikasjonstilstand, starte en posisjonsbestemmelse fra denne mobile stasjon. Stasjonen 66 noterer det aktuelle PN-nummer og sender dette sammen med den registrerte sektoridentitetsinformasjon til enheten PDE i en melding av typen IS-801.1. Merk at denne mobile stasjon 66 kan ha utført en omruting eller over-
 30 levering til en sektor som er en annen enn den sektor hvor identitetsinformasjonen for sektoren ble registrert, f.eks. kan den mobile stasjon ha rutet om forbindelsen fra å gå via sektor A til å gå via sektor B når denne stasjon når posisjon 67 vist med stiplet linje på tegningen. I dette tilfellet vil det aktuelle PN- nummer og sektoridentitetsinformasjonen altså høre til forskjellige dekningsområder. Sektorinformasjonen
 35 vil nemlig høre til den betjenende sektor, mens PN-nummeret vil høre til referanse-sektoren. Merk også at de enkelte PN-numre ikke er unike og typisk gjentas mange ganger innenfor ethvert områdenett.

I tillegg sendes også i denne startmelding av typen IS-801.1, resultatene fra sektorrekkeviddemålingene slik de observeres av den mobile stasjon ved det aktuelle

tidspunkt, innbefattet referansesektoren og eventuelt andre sektorer. Disse sektorer kan identifiseres utelukkende ved deres PN-nummer og vil være kjent som målesektorer. Merk at referansesektoren og eventuelt den betjenende sektor dersom den fremdeles er "sett", også har målesektorer, og resultatene når det gjelder rekkevidde vil deretter brukes til å generere en grov posisjon som er kjent som en prefix, og denne posisjon bruker utelukkende AFLT-måleresultatene og vil typisk være mindre nøyaktig enn den endelige posisjon ("fix") som etableres senere.

Hensikten med en slik prefix er å frembringe et mer nøyaktig første posisjonsestimat som gir en mer nøyaktig GPS assistanseinformasjon enn det som ville vært mulig ved bare å bruke kunnskap om referansesektoren. Mer nøyaktig slik GPS assistanseinformasjon bedrer naturligvis GPS nøyaktigheten og vil derfor gi redusert prosessetid. Prefixetableringen er imidlertid en opsjon, og dersom den av en eller annen grunn ikke er tilgjengelig kan en første posisjon estimeres basert på referansesektoren.

Etter at GPS assistanseinformasjonen er sendt til den mobile stasjon samler denne opp et andre sett AFLT-måleresultater og et sett GPS måleresultater, kjent som den endelige fix. Siden PN-numrene ikke er unike må enheten PDE finne hvilket av dem som hører til hvilken fysisk sektor, og dette kan være en komplisert prosess, siden sektorene med samme PN-nummer ofte kan ligge så nær hverandre som 8 km eller faktisk også nærmere, hvor det altså kan etableres tvetydigheter når det gjelder PN. Avstanden brukes til å bestemme referansesektoren fra den betjenende sektor, og målesektorene fra referansesektoren. Bare dekningsområder innenfor en bestemt avstandsterskel tas i betraktning, og denne terskel vil være bestemt ved skalering av den maksimale antenneomfangsparameter tilhørende BSA.

Dersom nå ikke noen sektor finnes med den målsatte PN og frekvens vil søkingen svikte. Det samme vil skje dersom mer enn én sektor med disse verdier PN og frekvens finnes og hvor samtidig enheten PDE ikke er i stand til å bestemme hvilken som er den riktige. Dersom en bestemt sektor med mål-PN er funnet vil imidlertid undersøkelsen være vellykket, og denne sektor antas da å høre til den PN (egentlig det PN-nummer) som er observert. Dersom en undersøkelse svikter når man søker å finne referansesektoren ut fra den betjenende sektor antas denne sistnevnte sektor å være referansesektoren. Hvis imidlertid en søking svikter når man søker å bestemme en målesektor fra referansesektoren vil den måle-PN ikke være brukbar og ignoreres. Hvis sektoridentitetsinformasjoner ikke finnes i BSA i det hele tatt vil en GPS-fix forsøkes ved å bruke en standardstartposisjonsestimeringsinformasjon som ligger lagret i enhetens PDE konfigurasjonsfil eller register.

Det er også mulig å utføre en startposisjonsestimering basert på område-sentroider for dekningen i et nett-ID/system ID-oppsett. En slik sentroide for dekningsområdet er f.eks. gjennomsnittet av de mobile stasjoners posisjon, når denne

posisjon er bestemt å ligge innenfor dekningsområdet for en basestasjons sektorantenne. I denne fremgangsmåte bestemmer enheten PDE automatisk en posisjon, og usikkerheten for dekningsområdet for samtlige områder rundt basestasjonene, med hver unik nett-identifikasjon og system-identifikasjon, ved å undersøke samtlige sektorer i BSA, slik at man kan få informasjon som tjener flere formål. Har man ikke
 5 noe bedre startposisjonsestimat tilgjengelig kan posisjonen fra dette prinsipp med identifikasjoner og usikkerhet brukes, og dette vil f.eks. være tilfellet når en sektoridentitetsinformasjon slik den registreres av den mobile stasjon MS ikke finnes i BSA. Merk at startposisjonsestimatet vil ha langt større usikkerhet i dette tilfellet,
 10 nemlig så stor at den kan redusere GPS-nøyaktigheten og -ytelsen, og dette vil da på sin side føre til lengre mobilstasjonsprosesseringstider. Hvis alle de bedre måter å bestemme den endelige posisjon på ikke er tilgjengelige vil sentroideposisjonsmåten og usikkerhetsmåten antydnet ovenfor rapporteres.

Kort gjennomgått kan posisjonsmåleinformasjonen for GPS og AFLT ut fra
 15 hybride mobile stasjoner kombineres til å generere kvasirekkeviddeforskyvninger og basestasjonstidsbaseforskyvninger. I tillegg til å gi disse sistnevnte forskyvninger for basestasjonskalibreringen vil kvasirekkeviddeforskyvningene ved forskjellige fysiske posisjoner innenfor det trådløse dekningsområde, så som forskjellige dekningsområdesektorer, kunne beregnes og brukes til korreksjon av posisjonsfixverdier for mobile stasjoner som er funnet å ligge i nærheten av midten av dekningsområdene. Som et eksempel kvantiseres avstandskorreksjonen som en foroverlinkkalibreringsverdi (FLC), og særlig vil en slik verdi FLC være fastlagt som tidsforskjellen mellom "tidsstempelet" på de data som overføres av den mobile stasjon, og den aktuelle transmisjonstid.

25 De komponenter som bidrar til verdien FLC er kabelforsinkelser i basestasjonens GPS-mottakerantenne, GPS-mottakerens tidsstrobeutgang til basestasjonens sendermaskinvariantidsstrobeinngang, og basestasjonens senderantenne. Basestasjonens almanakkdatabaseserver vil automatisk innregulere FLC-feltene i almanakkdatabasen basert på måleresultatene for GPS og AFLT når det gjelder posisjon, fra de
 30 hybride mobile stasjoner. Ved å bruke de mer nøyaktige FLC-verdier for sektorer kan rekkeviddemålingene bedres fra omkring 0 til 30 %.

Siden GPS-kvasiavstandene er langt mer nøyaktige, dersom et tilstrekkelig antall GPS satellitter er innenfor friskikten vil den sluttrapporterte fix baseres nærmest utelukkende på GPS. Heldigvis vil avstandsestimatene i disse tilfeller for sektorantennene fremdeles måles og tas vare på i PDE innloggingsfiler, og således vil
 35 all den informasjon som trengs for å bestemme den nye kalibrerte FLC verdi være tilgjengelig. Denne informasjon omfatter: den gamle standard FLC verdien eller gjennomsnittlige verdi, fixposisjonen, bestemt ved bruk av GPS-målinger, sektorantenneposisjonen fra basestasjonens almanakkdatabase og det målte avstandestimat til

hver dekningsområdesektorantenne, bestemt ved bruk av pilotfasemålinger med AFLT teknikk. Følgende sammenheng gjelder disse inngangsstørrelser til den nye FLC-verdi:

- 5 *Den nye verdi FLC (New_FLC) blir da lik den gamle FLC (Old_FLC) - (avstanden fra den faste posisjon til antennen - estimatet for den målte avstand).*

Sammenhengen skrevet med kursiv ovenfor unngår konstanter for forskjeller mellom enheter. Hvis f.eks. FLC måles i såkalte kvasitilfeldige nummerenheter
10 Chip_x_8 blir formelen for den nye verdi for FLC:

$$FLC_{NEW} = FLC_{OLD} + \frac{Residual}{30,52}$$

idet residual betyr restverdien og hvor:

- FLC_{NEW} = den nye FLC-verdi i slike enheter Chip_x_8
 FLC_{OLD} = kalibreringsverdien FLC som ble brukt under innhenting i
15 enheten PDE, i samme enheter som ovenfor,
 $Residual$ = restverdien for en bestemt sektorkvasirekkeviddemåling, regnet
 i meter og det resultat som kommer fra enheten PDE dersom
 ”sann jord” ikke er kjent
30,52 = antallet meter per enhet Chip_x_8.

20

En nøkkel til innreguleringen av kalibreringsverdien FLC er at den faste posisjon ”position fix” må ha stor nøyaktighet, siden enhver feil i denne posisjonsverdi vil overføres til en feil i den nye FLC-verdi. Posisjonsverdien kan fastlegges med god konfidens ved bruk av en kvalitetsmåling av typen ”horisontal estimert posisjonsfeil” (HEPE), idet en slik måling vil være enhetens PDE eget estimat for feilen i hver lokaliseringsbestemmelse ”location fix”. Følgelig vil bare faste verdier
25 som møter en viss kvalitetsstandard - så som å ha en HEPE-verdi på mindre enn 50 m - brukes for disse beregninger.

Pilotmålingene beregnes for samtlige sektorer som kan ”høres” av håndsettet med hver verdi fix. I avhengighet av omgivelsene blir dette vanligvis i det minste en beskjedent håndfull sektorer og ofte så mange som 20 eller flere i tette urbane miljøer. Således kan hver enkelt slik fix føre til mange avstandsestimater, og alle disse vil kunne være brukbare i denne prosess.

En innledende eller startoppsatt basestasjonsalmanakkdatabase bør forefinnes i denne prosess, slik at enheten PDE kan finne hver enkelt sektor som ”ses” og
35 dennes identitet. Imidlertid er ikke kvaliteten av FLC verdiene for disse sektorer

særlig viktig, og standardverdier eller midlere verdier for FLC kan brukes. Nøkkelen er at sektoridentitetene som ses av håndsettet eksisterer i databasen, og det er ønskelig at antenneposisjonene dessuten er noenlunde nøyaktige, selv om de ikke trenger være nøyaktig kjent til enhver tid. Dersom man forstår at en antenneposisjon kan bedres over tid kan dette faktorinnlegges for å komme frem til en antenneposisjon som har større sikkerhet, og resultatet kan brukes til å bedre kalibreringsnøyaktigheten i foroverlinken (FLC). I tillegg kan databaseserveren for basestasjonsalmanakken bestemme om en antenne er flyttet eller ikke, og i så fall kan en nøyaktig, men ikke lenger oppdatert antenneposisjon tas ut fra databasen og erstattes med en oppdatert posisjonsverdi.

Fig. 5 og 6 viser et eksempel på hvordan enheten PDE kan programmeres til å bestemme posisjonslokaliteten for en mobil stasjon. I det første trinn 81 på fig. 5 gjør denne enhet et startposisjonsestimat basert på de AFLT-målinger som innledningsvis sendes fra den mobile stasjon til enheten, og i trinn 82 søker enheten å knytte de enkelte PN som ses av de mobile stasjoner til bestemte dekningsområdesektorer som er registrert inn i basestasjonsalmanakkens database. Dersom nå den sektor som betjener den aktuelle mobile stasjon ikke kan identifiseres entydig vil AFLT ikke lenger være mulig, siden enheten da ikke kan bestemme fra hvilket basestasjonsantennetårn AFLT områdemålingene stammer. Av denne grunn går utførelsen i et trinn fra trinn 83 til 84 dersom den sektor som betjener den mobile stasjon ikke kan identifiseres på entydig eller unik måte, ellers går programmet fra trinn 83 til trinn 85.

I trinn 84 genereres data av typen Sensitivity Assist (SA) og Acquisition Assist (AA), nemlig data som har med følsomheten å gjøre og innhenting, basert på sentroidene for nett- eller systemidentifikasjonen eller en standardposisjon. Disse data SA/AA vil sendes til den mobile stasjon MS i trinn 90 på fig. 6 for å kunne hjelpe denne stasjon i innhenting av signaler fra systemet GPS og for å kunne foreta kvasirekkeviddemålinger. Siden det betjenende dekningsområdet ikke er funnet vil altså AFLT ikke være mulig, og dessuten vil GPS-nøyaktigheten og -ytelsen kunne være degradert alvorlig. Programmet går videre fra trinn 84 til trinn 90 på fig. 6.

I trinn 85 på fig. 5 søker enheten PDE å få bestemt referansesektoren og samtlige målesektorer. Dersom en måle-PN ikke kan knyttes entydig til en enkelt sektor brukes avstandsmålingen ikke. Dersom referansecellen ikke kan bestemmes entydig brukes i stedet det betjenende dekningsområdet. I trinn 86 etterpå beregner enheten PDE en "pre-fix" basert utelukkende på AFLT, og i trinn 87 utføres deretter en avgrening til trinn 89 dersom beregningen i trinn 86 ikke var vellykket, ellers går programmet videre fra trinn 87 til trinn 88.

I trinn 88 genereres data SA/AA basert på dekningsområdesektorinformasjonen, og programmet går videre fra dette trinn til trinn 90 på fig. 6.

I trinn 89 på fig. 5 genereres SA/AA data basert på usikkerhet og posisjonen av pre-fix. Jo mindre startposisjonsusikkerhet desto mer nøyaktig blir AA-data og desto raskere går prosesseringen i den mobile stasjon MS. Dermed får man også en bedre sluttfixnøyaktighet og -ytelse. Programmet går videre fra trinn 89 til trinn 90 på fig. 6.

I trinn 90 på fig. 6 sendes data SA/AA til den mobile stasjon MS som bruker disse data for innhenting i GPS og målinger av kvasirekkevidde eller -avstand. Stasjonen søker etter de GPS satellitter som er indikert i informasjonen her kalt assistansedata ("assist data") og utfører en andre søkerunde for kvasirekkevidder i henhold til AFLT. I trinn 91 mottar enheten PDE GPS- og AFLT-kvasirekkevidderesultatene fra den mobile stasjon MS, og i trinn 92 søker enheten igjen å identifisere samtlige målte PN. Kan en PN ikke entydig identifiseres med en enkelt sektor brukes det aktuelle måleresultat for rekkevidden ikke. I trinn 93 genererer enheten PDE en "final fix" basert på måleresultatene for GPS og AFLT.

I trinn 94 kan enheten PDE bruke flere måter samtidig for å beregne sluttposisjonen, og den løsning som mest sannsynlig fører til minst posisjonsfeil blir brukt. Først forsøkes en GPS-fix, siden nøyaktigheten er overlegen andre nøyaktigheter for andre forsøk. Dersom dette ikke lykkes velger enheten fra flere andre løsninger, og resultatet som altså har den minste tilknyttede feil eller det minste feilestimat vil bli brukt. Disse andre løsninger omfatter: AFLT bare, en posisjon som bestemmes ved at man kjenner sektororienteringen og den tilnærmede rekkevidde ved å bruke en RTD-måling (der dette er tilgjengelig), en "mixed sector" for dekningsområdet, nemlig en fix som bestemmes ved bruk av kunnskapen om de sektorer som "ses" av den mobile stasjon, og fra hver enkelt sektors posisjon og orientering; en sentroideposisjonsbestemmelse for en aktuell betjenende sektors dekning, eller om det ikke er mulig å bestemme en aktuell betjenende sektor brukes da den opprinnelige betjenende sektor; sentroideposisjonen av det aktuelle dekningsområdet for nett- og systemidentifikasjonen, og til slutt en standardposisjon som ligger lagret i enhetens PDE konfigurasjonsfil.

Bruken av en FLC for hver enkelt sektor for korreksjonen av posisjonen av en mobil stasjon MS i nærheten av denne sektor kan forbedres ved oppsamling og statistisk analyse av flere avstandsestimater for forskjellige mobile stasjoner i hver enkelt sektor, fortrinnsvis fra forskjellige posisjoner i sektorens dekningsområde. Ved å samle opp til et samplingssett kan statistisk behandling brukes for å bestemme den mest optimale nye FLC verdi for å bruke denne. Ved en middelveidiberegning av disse data og ved å bruke datainnsamling fra et annet sett posisjoner innenfor hver sektors dekningsområde kan man få mer nøyaktige FLC verdier, har det vist seg.

Et samplingssett kan samles inn fra regulære posisjonsbestemmelsesjesjoner i løpet av normale telefonsamtaler til eller fra hybride mobile stasjoner og/eller fra feltinnsamling når undersøkelser utføres ved at man kjører rundt. For ytterligere kvalitet av de innsamlede data kan denne feltinnsamling utføres av teknisk feltper-
 5 sonale i kjøretøyer som er utrustet med et hybrid mobilt håndsett koplet til en ekstern PCS-antenne og en likeledes ekstern aktiv GPS antenne. I områder hvor flere CDMA frekvenser er i bruk bør data samles inn for hver enkelt frekvens, siden hver permutasjon for sektor-CDMA-frekvens kalibreres separat. Som et eksempel er det slik at når man bruker en tilnærmelse hvor man kjører rundt og samler inn data kan
 10 flere håndsett brukes for å sikre tilstrekkelig frekvensdiversitet.

Denne foreliggende oppfinnelse gjelder videre spesielt bruken av mobile stasjoner for å bestemme informasjon vedrørende en basestasjons antenneposisjon. Dette kan utføres ikke bare for å gi en mer nøyaktig posisjonsfastleggelse ("position fix") for den mobile stasjon selv, men også for å sikre riktig dekning innenfor dekningsområdene for basestasjoner som enten fysisk er omplassert eller har blitt redusert når det gjelder registreringsdata på grunn av feilaktig antenneposisjonsinformasjon i basestasjonsalmanakken. I det verst tenkelige tilfellet kan en endring i antenneposisjon føre til et identifikasjonsproblem for en dekningsområdesektor, hvor signaler som tas inn av et håndsett, dvs. i en mobil stasjon for trådløs overføring, ikke
 15 på riktig måte relatert til informasjon i basestasjonens almanakkdatabase.

Denne databases server vil kunne registrere situasjoner hvor en identitet som registreres av et håndsett ikke kan gjenfinnes i almanakkdatabasen, og en slik hendelse eller situasjon vil da kunne følges over tid. Basestasjonens almanakkbaseserver identifiserer nemlig nye sektorer som tilføyes nettet og gir indikasjon overfor systemoperatøren om slike endringer. Videre genererer serveren en basestasjonsalmanakkdatabaseinngang i form av en størrelse som innbefatter bestemmelse av antenneposisjonen, den observerte identitet, kalibrerings- og usikkerhetsparametere som automatisk beregnes, og standardverdier. Serveren identifiserer også sektorer hvis identitet er observert av håndsettet eller rapportert av dekningsområdeinfrastrukturen og er endret på grunn av en nettendring eller omkonfigurasjon og ikke da lenger passer til basestasjonens almanakkdatabase. Endelig vil serveren automatisk kunne endre basestasjonsalmanakkdatabasen selv for å reflektere den nye identitet.
 25
 30

For målinger innenfor jordsignaldekning vil antenneposisjonen hjelpe enheten PDE i å finne referansesektorens og målesektoridentitetene, og vil være den posisjon hvor områdemålingene stammer fra. Antenneposisjonsfeil vil overføres til tilsvarende feil i rekkevidde og avstand for jordsignalene. Antenneposisjonen vil også være essensiell ved generering av et innledende posisjonsestimat, nemlig et estimat som brukes for å generere GPS-assistanseinformasjon.
 35

Serveren for basestasjonens almanakkdatabase sørger for identifikasjon av denne databases sektorantenneposisjoner som ikke er i samsvar med den målte posisjon, og dette kan stamme fra mobile dekningsområder (COW og COLT) eller fra såkalte "typos" i basestasjonens almanakkdatabase, og databaseserveren gir da indikasjon overfor systemoperatøren om slike problemer. Hvis serveren er konfigurert for dette vil den automatisk kunne ordne opp i situasjonen og løse problemene.

For raskt å få identifisert alle åpenbare endringer i sektorantenneposisjoner vil det være ønskelig å måle disse posisjoner fortløpende under rutinebruk av kommunikasjonssystemer for trådløs informasjonsoverføring, og dette kan gjøres ved å bruke en metode hvor sektorantennen inverteres og posisjonen da finnes. Dette er en måte å bestemme posisjonen av en sektorantenne på, ut fra data fra en mobil stasjon.

I enkelte tilfeller er en dekningsområdesektor kjent å eksistere, basert på håndsettmålinger for denne sektors signaler, men likevel kan sektorens antenneposisjon være ukjent. Kan da håndsettposisjonen bestemmes ut fra andre målinger vil denne posisjon og det målte området eller den målte rekkevidde eller avstand til sektorantennen kunne tjenes som verdifull informasjon for å få bestemt posisjonen av sektorantennen selv.

I mange tilfeller kan en håndsettposisjon bestemmes uten kjennskap til kilden for den ukjente sektor - f.eks. basert på en god GPS-fix eller en AFLT- eller hybridfix som ikke bruker noe måleresultat fra den ukjente sektor. Dersom dette skulle skje flere ganger fra forskjellige posisjoner vil hver av disse posisjonsbestemmelser tjene som både et utgangspunkt (håndsettposisjonen) og en retning, avstand eller rekkevidde til denne ukjente sektors antenneposisjon.

Disse posisjoner og rekkevidder kan tjene som inngangsstørrelser for en navigasjonsprosessor, og en slik prosessor kan beregne sektorantenneposisjonen på samme måte som f.eks. GPS-satellittposisjonene og avstandene for beregning av posisjonen av en GPS mottaker. Det fins mange måter tilgjengelige for å få utført slik navigasjonsprosessering, blant annet iterasjon med minste midlere kvadrater og Kalman filtrering, og disse teknikker vil være velkjent for fagfolk.

Som en med vanlig kunnskap innenfor dette fag også vil innse, er det viktig at referansepunktene har tilstrekkelig innbyrdes avstand, sammenlignet med avstandene til sektorantennen, hvorved geometrien vil bli tilstrekkelig til nøyaktig å få beregnet sektorantenneposisjonen, og i tillegg bør hvert inngangsområde fra håndsettposisjonene ha et feilestimat tilordnet, for kombinasjon av både usikkerheten i referansehåndsettposisjonen og den estimerte usikkerhet i området, særskilt for avstandene, basert på f.eks. mulige forsinkelser av signalet langs forlengede overføringsveier. Disse måleresultatfeilestimater kan kombineres i navigasjonsprosesseringsalgoritmen for å få estimert feilen ved bestemmelsen av sektorantenneposisjonen.

Videre vil avstandsmålingene for avstanden til sektorantennen kunne inneholde en noenlunde konstant forskyvningsverdi som skyldes sektorsenderens tidsforskyvning, og denne foroverlinkkalibrering (FLC) kan løses samtidig med at sektorantenneposisjonen finnes. Følgelig vil en tredimensjonal sektorantenneposisjon, så vel som en tidsforskyvning kunne beregnes i ett og samme operasjonstrinn, på en måte som tilsvarende beregningen av GPS mottakerens posisjon.

Det vil innses at en løsning for sektorantennens vertikale høyde noen ganger kan være vanskelig på grunn av begrenset observerbar geometri i vertikalretningen. Sektorantennehøyden kan derfor estimeres ut fra en midlere antennehøyde som kan f.eks. være 10 meter over den midlere høyde av håndsettets referanseposisjon og/eller terreng høyden, basert på en undersøkelse i terreng-elevasjonsdatabasen. Selv om feilene i vertikal høyde for sektorantennen vil være noe vanskelige å observere ved hjelp av denne metode er det heldig at de samme feil bidrar meget lite til posisjonsfix-feilen når denne sektor til sist tilføyes basestasjonens almanakkdatabase og brukes som en referanseposisjon for håndsettposisjoneringen.

Når så sektorantenneposisjonen har blitt bestemt på noenlunde fornuftig måte ved hjelp av denne metode kan en ny sektor tilføyes basestasjonens almanakkdatabase og deretter brukes til håndsettposisjoneringen, eller et uidentifisert signal som "ses" av håndsettet kan tilføyes en inngang i denne database, med den ukorrekte identitetsinformasjon, hvorefter denne informasjon kan korrigeres.

Vi viser nå til fig. 7-10. Et flytskjema for en typisk bruk av en antenneposisjonering for invers sektor er der illustrert i det trådløse kommunikasjonsnett vist på fig. 1. Som et eksempel kan dette viste flytskjema representere programmering i basestasjonens almanakkdatabaseserver 43 på fig. 3 for vedlikehold og forbedring av basestasjonens posisjonsparametere i almanakken 44 og programmering i posisjonsbestemmelsesenheten 41 vist på fig. 3, for bestemmelse av den mobile stasjons posisjon og beregning av basestasjonens posisjon.

I et første trinn 101 på fig. 7 legger en mobil stasjon inn eller mottar en telefonforbindelse trådløst. Under prosessen med å etablere kommunikasjon mellom nettet og den mobile stasjon for å få utført en slik forbindelse som kan være en enkel telefonsamtale, fremgår det av fig. 4 hvordan nettet forsøker å bestemme de enkelte dekningsområdesektorer som er i kommunikasjon med stasjonen, ut fra indikasjoner på basestasjoner som har mottatt signaler fra de enkelte mobile stasjoner. I trinn 102 på fig. 7 er det slik at dersom en indikert basestasjon ikke kan finnes i basestasjonsalmanakken føres flytskjemaet ut til trinn 103 for å etablere en ny databaseregistrering for denne basestasjon og for å få registrert "ukjent posisjon" for denne. Etter trinn 103 går flyten videre til trinn 107. Utførelsen går også til trinn 104 fra trinn 102 dersom basestasjonen finnes i almanakken.

I trinn 104 fastlegger nettet posisjonen, dvs. verdien og et feilestimat, for den mobile stasjon og uavhengig av basestasjonens posisjon, nemlig den basestasjon som er i kommunikasjon med den aktuelle mobile stasjon. Hvis denne mobile stasjon f.eks. har en global satellitmottaker for å motta globale posisjonssignaler kan posisjonen av den mobile stasjon bestemmes uavhengig av posisjonen av basestasjonen, f.eks. ved å bruke GPS systemet. Hvis den mobile stasjon er innenfor kommunikasjonsområdet for andre basestasjoner som har kjente posisjoner kan den mobile stasjons posisjon bestemmes ut fra signaler som sendes mellom denne og disse andre basestasjoner, f.eks. ved bruk av AFLT.

I trinn 105 og hvis basestasjonsantenneelevasjonen ikke er kjent går skjemaet videre til trinn 106 for å estimere denne elevasjon for basestasjonsantennen, videre beskrevet nedenfor med referanse til fig. 10. Etter trinn 106 går skjemaet videre til trinn 107, eller det går fra trinn 105 til trinn 107 dersom basestasjonsantennens elevasjon er kjent.

I trinn 107 oppnår nettet en kvasiavstandsmåling, også som en verdi og et feilestimat, mellom den mobile stasjon og basestasjonen, ved å bruke signaler som sendes mellom disse, f.eks. på den måte som er beskrevet ovenfor når det gjelder foroverlinkkalibreringen (FLSC). I trinn 108 og hvis basestasjonsposisjonen ikke er kjent går skjemaet videre til trinn 111 på fig. 8, ellers går det til trinn 121 på fig. 9.

I trinn 111 på fig. 8 og hvis det ikke er tilstrekkelige måleresultater for bestemmelse av basestasjonens posisjon går skjemaet tilbake til trinn 101. For f.eks. å få bestemt lengde- og breddegrad for en basestasjon for det tilfellet hvor man har en kjent antenneelevasjon i basestasjonen må man ha minst to kvasiområdemåleresultater fra mobile stasjoner som ligger i en viss avstand fra hverandre, for deres posisjon innenfor triangulering. Ytterligere målinger fra mobile stasjoner i en viss avstand trengs dersom basestasjonsantenneelevasjonen ikke er kjent eller hvis kvasiavstandsmåleresultatene er avhengige av basestasjonens tidsforskyvning. Når et tilstrekkelig antall måleresultater er fremkommet går skjemaet videre fra trinn 111 til trinn 112.

I trinn 112 bruker nettet posisjonene for den mobile stasjon, nemlig verdiene og feilestimatene, tidsforskyvningene for stasjonen, tilsvarende verdier og feilestimater og det vi her har kalt kvasiavstander eller -rekkevidder (også verdier og feilestimater) til å beregne basestasjonsposisjonen, også her i form av verdier og feilestimater og den tilsvarende basestasjons tidsforskyvning som et feilestimat og en verdi. Som et eksempel vil usikkerheten i en avstandsmåling være avhengig av pilotsignalstyrken, oppløsningen av PN-sekvensene, satellitlelevasjonen i tilfellet man har en GPS avstandsmåling, og muligheten for flerveisutbredelse, der man har målinger innenfor jorddekningsområder.

Usikkerheten i en avstandsmåling vil også være avhengig av usikkerheten i de underliggende posisjonstjenesteparametere, så som usikkerheten ved tidsforskyvningen i foroverlinkkalibreringen i tilfellet man har en avstandsbestemmelse i henhold til AFLT, usikkerheten i returlinkkalibreringen dersom man har en avstandsmåling i henhold til RTD, og usikkerheten i basestasjonens antenneposisjon og terreng-elevasjonen, der man har en av disse to typer målinger. Usikkerheten vil f.eks. kunne kvantiseres som et standardavvik, være basert på statistiske resultater når man har en prøvepopulasjon eller være basert på kjente oppløsnings- og målefeilestimer, i de tilfeller man kan anta en jevn Gaussfordeling.

Beregningsprosedyren kan bruke et program for konvensjonell minste kvadratberegning, eller bruke et Kalman filter for beregningen, idet dette er vanlig forstått innenfor navigasjon, særskilt GPS. En slik beregningsprosedyre kan brukes til å bestemme posisjon og tidsforskyvning av en basestasjon fra kjente posisjoner og kjente tidsforskyvninger for flere mobile stasjoner, i motsetning til den konvensjonelle bruk av beregningsprosedyren for å beregne posisjon og tidsforskyvning for en mobil stasjon fra de kjente posisjoner og kjente tidsforskyvninger for flere basestasjoner. I trinn 113 oppdateres basestasjonsalmanakken for å indikere at basestasjonens posisjon er kjent, og programmet går da videre tilbake i sløyfe til trinn 101 på fig. 7.

I et første trinn 121 på fig. 9 beregner nettet avstanden mellom den mobile stasjon og basestasjonen fra kjente posisjoner og beregner videre avstanden til "kvasiavstandsmåleresultatet". Dersom denne avstand ikke stemmer overens med måleresultatet når man tar i betraktning feilestimatene for avstand og måleresultatene selv går programmet videre til trinn 123 for registrering av muligheten av at basestasjonsfeilen er feil. Hvis flere slike uoverensstemmelser registreres vil man i trinn 124 kunne nå en feilterskel, og da går programmet til trinn 125 for å registrere at denne basestasjonsposisjon er ukjent, slik at feilen kan registreres i en logg og rapporteres til systemoperatøren. Utførelsen fortsetter fra trinn 125 til trinn 111 på fig. 8 for eventuelt å bruke verdier for mobile stasjoners posisjon og kvasiavstandsmålinger for å bestemme basestasjonens posisjon. Er ennå ikke feilterskelen nådd vil programmet kunne gå tilbake i sløyfe fra trinn 124 til trinn 101 på fig. 3.

I trinn 122 og hvis avstanden mellom den mobile stasjon og basestasjonen stemmer overens med måleresultatet for kvasiavstand vil programmet fortsette fra trinn 122 til trinn 126, og i det siste trinn brukes den mobile stasjons posisjon, dens tidsforskyvning og kvasiavstandsmålingene, alle i form av verdier og feilestimer, for å forbedre basestasjonsposisjonen og dens tidsforskyvning, også i form av verdier og feilestimer. Etter trinn 126 går programmet videre til trinn 101 på fig. 7.

En måte å forbedre basestasjonsposisjonsmålingen på og den tilsvarende tidsforskyvning i trinn 126 på fig. 9 er å holde en registrering av måleresultatene for

disse størrelser posisjon og forskyvning og beregne om igjen posisjonen basert på samtlige måleresultater i loggen eller registreringen. Når antallet måleresultater blir stort vil imidlertid beregningstiden og lagringen kunne bli stor. I dette henseendet kan basestasjonens posisjon og tidsforskyvning beregnes ved bruk av bare et begrenset antall av de sist ankommende måleresultater, og i tillegg vil man kunne bruke et filter, så som et Kalman filter for å bedre kontinuerlig verdien av basestasjonens posisjon og tidsforskyvning. I et enkelt eksempel vil en prosedyre hvor man bruker de siste målinger for den estimerte posisjon (P_e) og den nye posisjon (P_{new}) kunne beregnes som et veid middeltall for den gamle posisjon (P_{old}) og den estimerte posisjon på følgende måte:

$$P_{new} = \alpha(P_e) + (1-\alpha)(P_{old})$$

hvor α er en vektfaktor mindre enn 1. Denne vektfaktor velges ut fra de aktuelle måleresultater, idet det kan være N slike, og den gjennomsnittlige middelerdi for den relative feil (E) av målingene, idet denne feil gir bidrag til den gamle verdi og den estimerte verdi, f.eks. i samsvar med formelen:

$$\alpha = (N_e/E_e)/(N_e/E_e + N_{old}/E_{old})$$

Et filter kan også brukes på tilsvarende måte for å beregne en ny verdi for basestasjonens tidsforskyvning ut fra den gamle verdi og et nytt estimat, men i dette tilfellet vil det være fordelaktig å gi et estimat på hvordan tidsforskyvningen endrer seg over tid. Med andre ord modelleres basestasjonens tidsforskyvning (T_{off}) som en lineær funksjon av tiden (t); $T_{off} = \beta_t + T_0$. Fra en rekke målinger over tid estimeres parametrene β og T_0 ved hjelp av en fremgangsmåte som bruker minste kvadrater. Når antallet målinger i serien blir meget stort vil imidlertid bare et passende antall av de siste måleresultater kunne holdes tilbake i loggen og brukes til å frembringe en estimert verdi for β og T_0 . En ny verdi for β beregnes da fra den estimerte verdi for samme størrelse, i tillegg til den gamle verdi for denne, og en ny verdi for T_0 beregnes fra den estimerte verdi av denne verdi og den gamle.

Fig. 10 viser et flytskjema over en rutine for å estimere elevasjonen av en basestasjonsantenne. I et første trinn 131 og hvis basestasjonsantennens posisjon (lengde- og breddegrad) ikke er kjent går programmet videre til trinn 132 hvor terreng-elevasjonen for basestasjonsposisjonen estimeres ved å beregne middelerdien av elevasjonene for de mobile stasjoner i kommunikasjonsavstand fra basestasjonen, og deretter går programmet videre til trinn 134. I trinn 121 og dersom basestasjonsposisjonen er kjent går programmet videre til trinn 133 hvor en terreng-elevasjonsdatabase gås inn i for å få terreng-elevasjonen for basestasjonsposisjonen (kjent eller

estimert). I trinn 134 estimeres basestasjonens antenneelevasjon som den midlere antennehøyde (så som 3 meter) over terreng-elevasjonen (kjent eller estimert) for basestasjonsposisjonen, og programmet går tilbake.

Det som er gjennomgått ovenfor er altså et trådløst telekommunikasjonsnett

5 hvor basestasjonsantenneposisjoner og basestasjonstidsforskyvninger blir lagret i en almanakkdatabse for en basestasjon sammen med annen informasjon som brukes for å oppnå den mest pålitelige posisjonsfix for en mobil stasjon under forskjellige situasjoner. Et automatisk system er etablert for å skape, oppdatere og opprettholde denne almanakkdatabse for basestasjonen. Generelt bruker det automatiske system

10 mobile stasjoners posisjoner for å gi underlag for område- eller avstandsinformasjon ved bakken og andre måleresultater som kan fanges opp av et håndsett innenfor et dekningsområde. Systemet bruker også posisjonene for å opprettholde en forståelse av hvordan kommunikasjonen foregår i dekningsområdene og hvordan ytelse kan tilbakekoples til operatører og abonnenter/kunder. Det automatiske system registre-

15 rer ukomplette og unøyaktige informasjonssekvenser og lager automatiske verdier og/eller indikasjoner overfor en systemoperatør. Særlig bruker systemet posisjonen av mobile stasjoner og avstandsinformasjon ved bakken for å bestemme basestasjonsantenneposisjoner og tidsforskyvninger for basestasjonen. Det er derfor mulig å komme frem til automatisk genererte basestasjonsposisjonsdata når opprinnelige

20 data for lokalitet er ukjente, uten ytterligere nettmaskinvare eller andre endringer i kommunikasjonsprotokoller. Antenneposisjonen for basestasjonen kan bestemmes kontinuerlig under normale bestemmelser av posisjonen for mobile stasjoner, i den hensikt å opprettholde og forbedre antenneposisjonsdata og korrigere for endringer eller omplasseringer av basestasjonens antenner. På denne måte vil det være mulig

25 raskt å komme tilbake fra et utfall av sektoridentitet i et dekningsområde under en omposisjonering av en basestasjonsantenne og sikre nøyaktigheten av posisjonsbestemmelsen for mobile stasjoner basert på avstander fra basestasjoner, og likeledes vil man raskt kunne hente inn posisjonsdata fra mobile stasjoner som har satellittmottakere for globale satellitter.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for å opprettholde informasjon om en basestasjons posisjon for en basestasjon som hører til en basestasjonsalmanakk, i et trådløst kommunikasjons-
5 nett med basestasjoner for kommunikasjon med mobile stasjoner og som omfatter en basestasjons almanakk og en posisjonsbestemmelsesenheter (PDE) for å bestemme posisjonen av mobile stasjoner i kommunikasjonsnettut fra signaler som sendes mellom disse og basestasjonene, **karakterisert ved**:

bestemmelse av avstanden mellom basestasjonen og den mobile stasjon ut
10 fra signaler som sendes mellom denne basestasjon og den mobile stasjon, når posisjonen av en mobil stasjon bestemmes av posisjonsbestemmelsesenheten (PDE) uavhengig av posisjonen av en basestasjon i et kommunikasjonsområde i forhold til den mobile stasjon, og

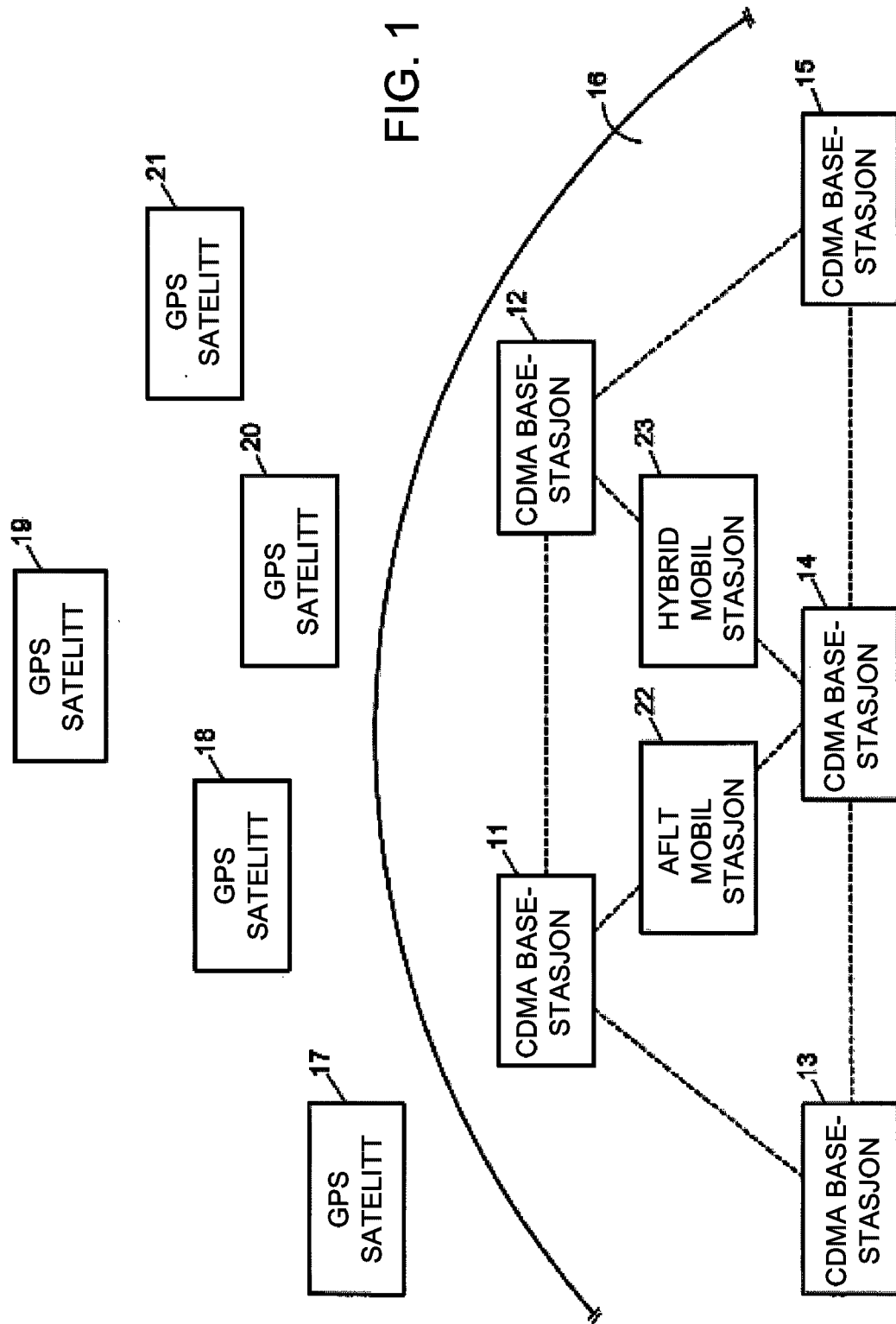
modifikasjon av basestasjonsalmanakken for å omfatte korrigert basestasjonsposisjonsinformasjon for basestasjonen når avstanden mellom denne og den
15 mobile stasjon indikerer at posisjonsinformasjonen i basestasjonsalmanakken ikke er korrekt eller er relativt upresis.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, **karakterisert ved** at posisjonen av den mobile
20 stasjon bestemmes av posisjonsbestemmelsesenheten (PDE), når den mobile stasjon mottar et basestasjonssignal fra en basestasjon som ikke hører til basestasjonsalmanakken.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, **karakterisert ved** bestemmelse av posisjonen
25 av basestasjonen fra posisjoner av flere mobile stasjoner og signaler som sendes mellom basestasjonen og disse mobile stasjoner, og modifikasjon av basestasjonsalmanakken ved å lagre den bestemte posisjon av basestasjonen i denne almanakk.

4. Trådløst kommunikasjonsnett som omfatter flere basestasjoner for kommuni-
30 kasjon med mobile stasjoner og minst én posisjonsbestemmelsesenheter (PDE) for å bestemme posisjonen av de mobile stasjoner, basert på signaler som sendes mellom basestasjonene og disse mobile stasjoner, og informasjon som ligger lagret i en basestasjonsalmanakk, **karakterisert ved** at kommunikasjonsnettut er programmert for å bestemme posisjonen av en basestasjon ut fra posisjonene av de mobile stasjo-
35 ner og fra signaler som sendes mellom basestasjonen og disse mobile stasjoner, og for bruk av den bestemte posisjon av basestasjonen til å opprettholde basestasjonsposisjonsinformasjon i basestasjonsalmanakken.

5. Kommunikasjonsnett ifølge krav 4, **karakterisert ved** at posisjonen av basestasjonen bestemmes når en mobil stasjon mottar et signal fra denne basestasjon og den samtidig finnes å være fraværende i basestasjonsalmanakken.
- 5 6. Kommunikasjonsnett ifølge krav 4, **karakterisert ved** at basestasjonsalmanakken oppdateres med den bestemte posisjon av basestasjonen når denne posisjon indikerer at basestasjonsposisjonsinformasjonen i basestasjonsalmanakken indikerer en uriktig posisjon for basestasjonen.
- 10 7. Kommunikasjonsnett ifølge krav 4, **karakterisert ved** at de mobile stasjoner har globalsatellittmottakere, og at posisjonsbestemmelsesenheten (PDE) bestemmer posisjonen av de mobile stasjoner ut fra signaler som mottas av den fra globale satellitter.
- 15 8. Kommunikasjonsnett ifølge krav 4, **karakterisert ved** at posisjonsbestemmelsesenheten (PDE) bestemmer posisjonen av de mobile stasjoner ved hjelp av avansert foroverlink trilaterasjon (AFLT) for hver enkelt mobilstasjon, ut fra basestasjoner med kjente posisjoner.
- 20 9. Kommunikasjonsnett ifølge krav 4, **karakterisert ved** at posisjonsbestemmelsesenheten (PDE) måler utbredelsesforsinkelser for de signaler som sendes mellom basestasjonen og de mobile stasjoner, for å bestemme avstander mellom basestasjonen og disse stasjoner, og bestemmer posisjonen av basestasjonen fra posisjonene av de mobile stasjoner og avstandene mellom basestasjonen og disse stasjoner.
- 25 10. Kommunikasjonsnett ifølge krav 4, **karakterisert ved** at posisjonsbestemmelsesenheten (PDE) beregner en tidsforskyvning i basestasjonssenderen fra posisjonen av de mobile stasjoner og fra signalene som sendes mellom basestasjonen og disse stasjoner.
- 30 11. Kommunikasjonsnett ifølge krav 4, **karakterisert ved** at posisjonsbestemmelsesenheten (PDE) bestemmer antenneelevasjon for basestasjonens antenne som en midlere antennehøyde over en midlere elevasjon for de mobile stasjoner.
- 35 12. Kommunikasjonsnett ifølge krav 4, **karakterisert ved** at posisjonsbestemmelsesenheten (PDE) estimerer antenneelevasjonen av basestasjonens antenne som en midlere antennehøyde over en elevasjon som oppnås ved å slå opp i en terrengelevasjonsdatabase for elevasjonen ved en estimert posisjon for basestasjonen.



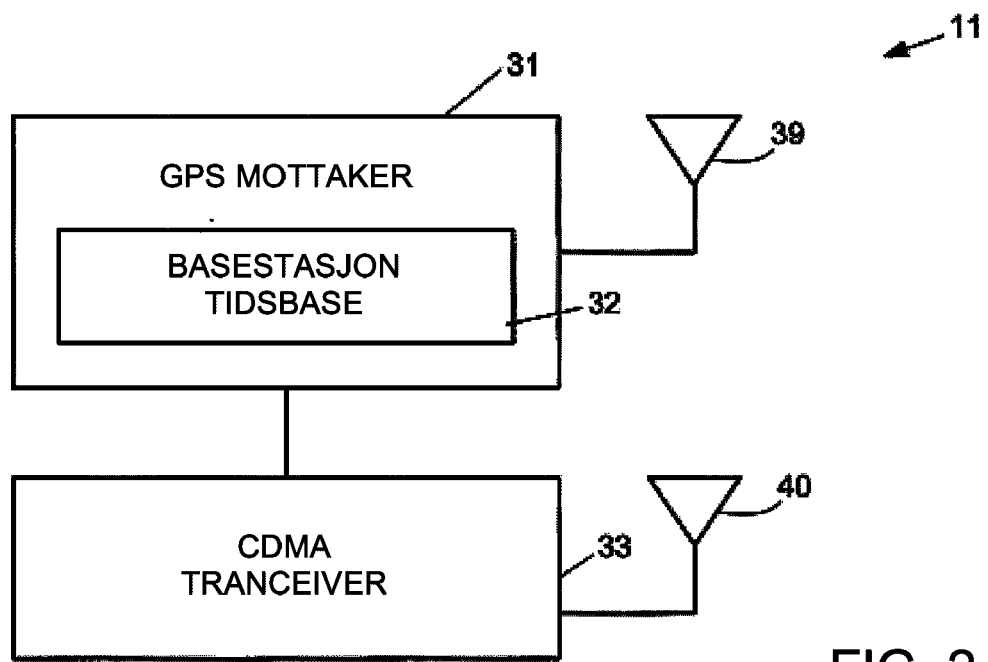


FIG. 2

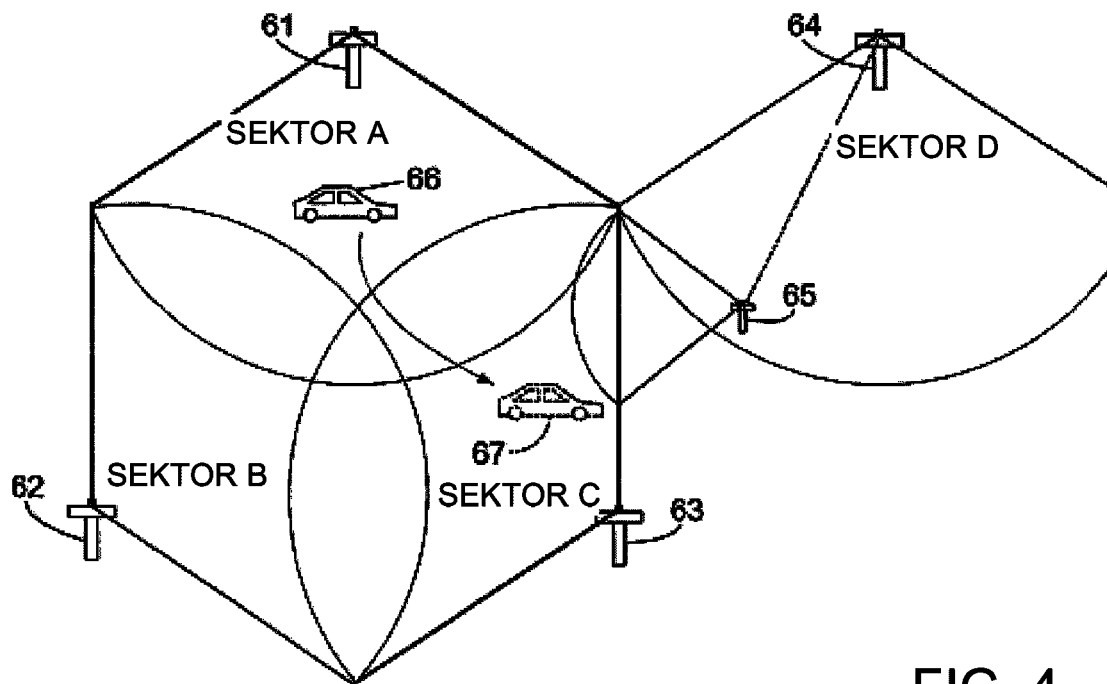


FIG. 4

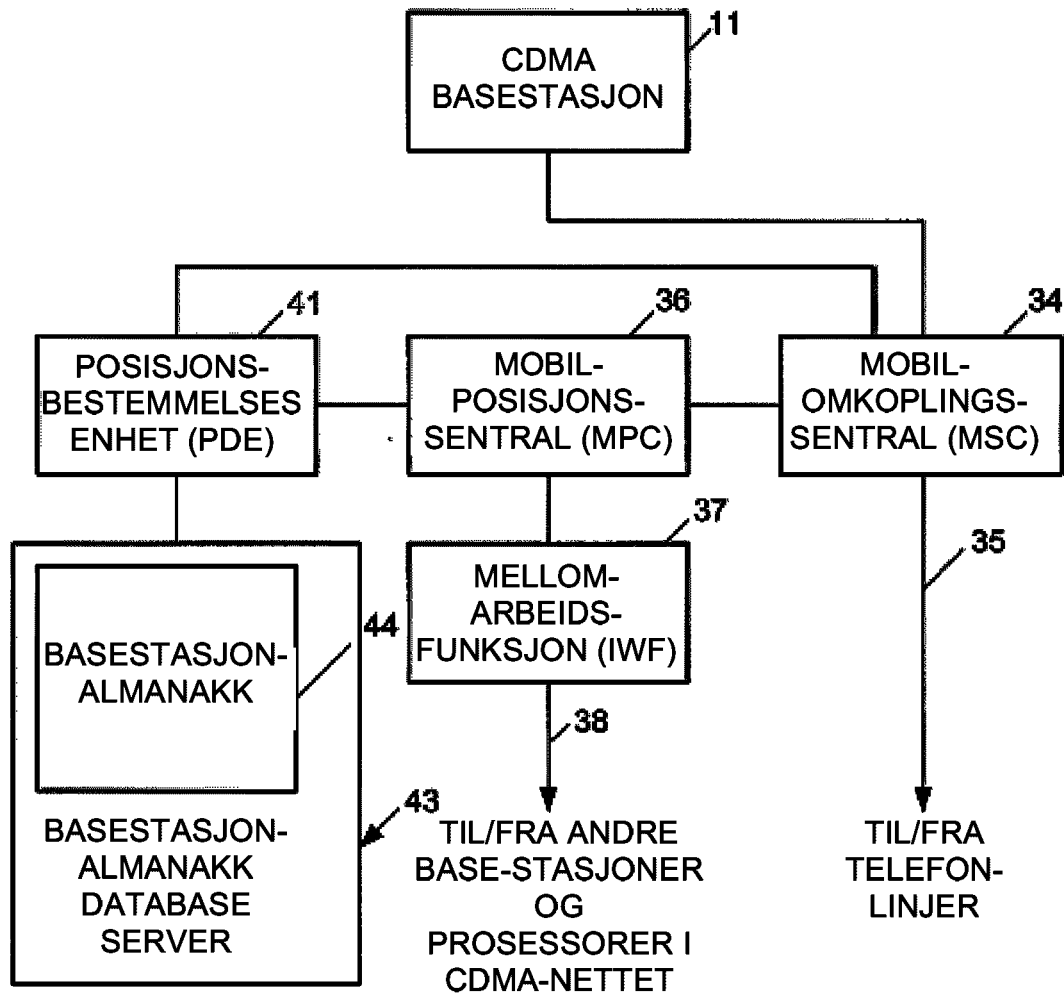


FIG. 3

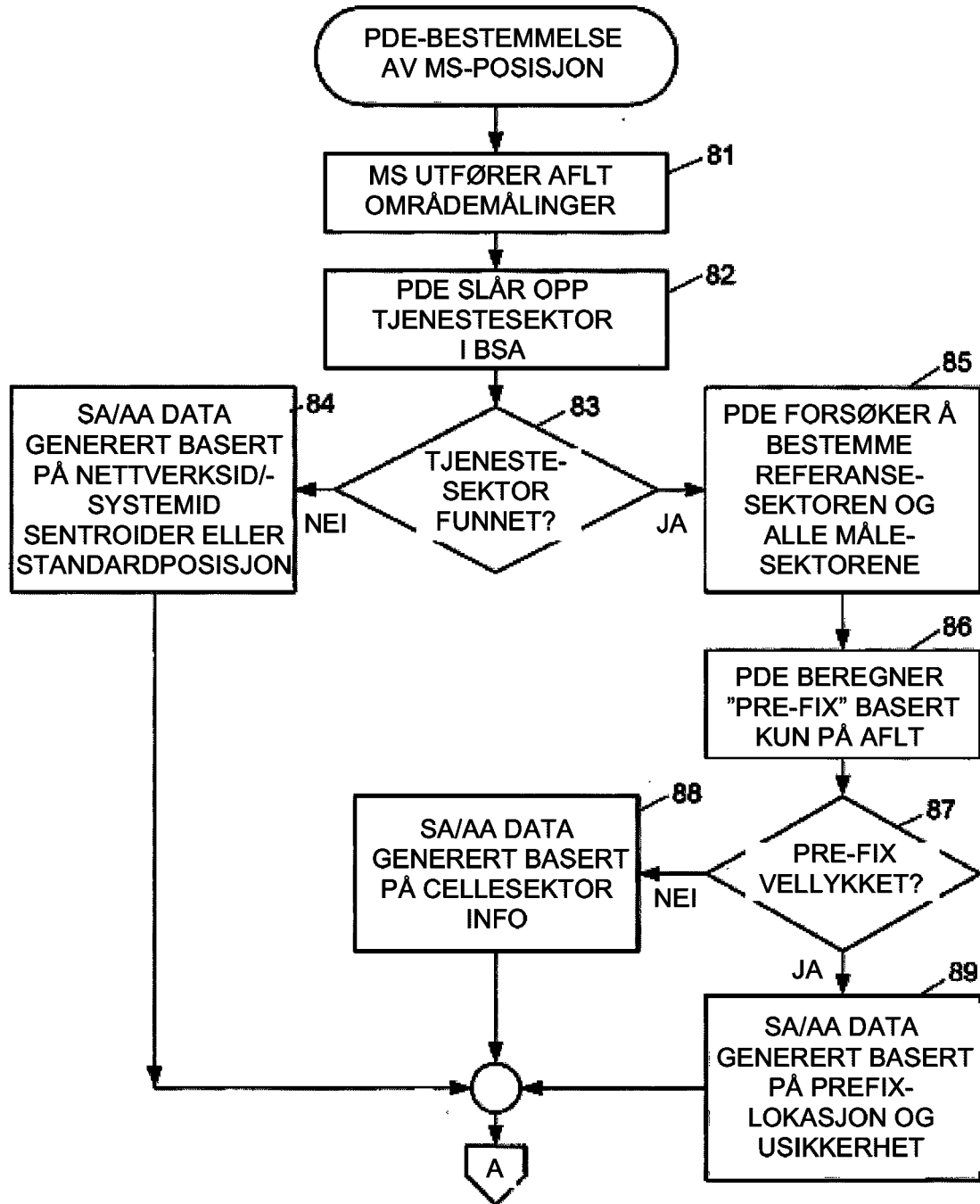


FIG. 5

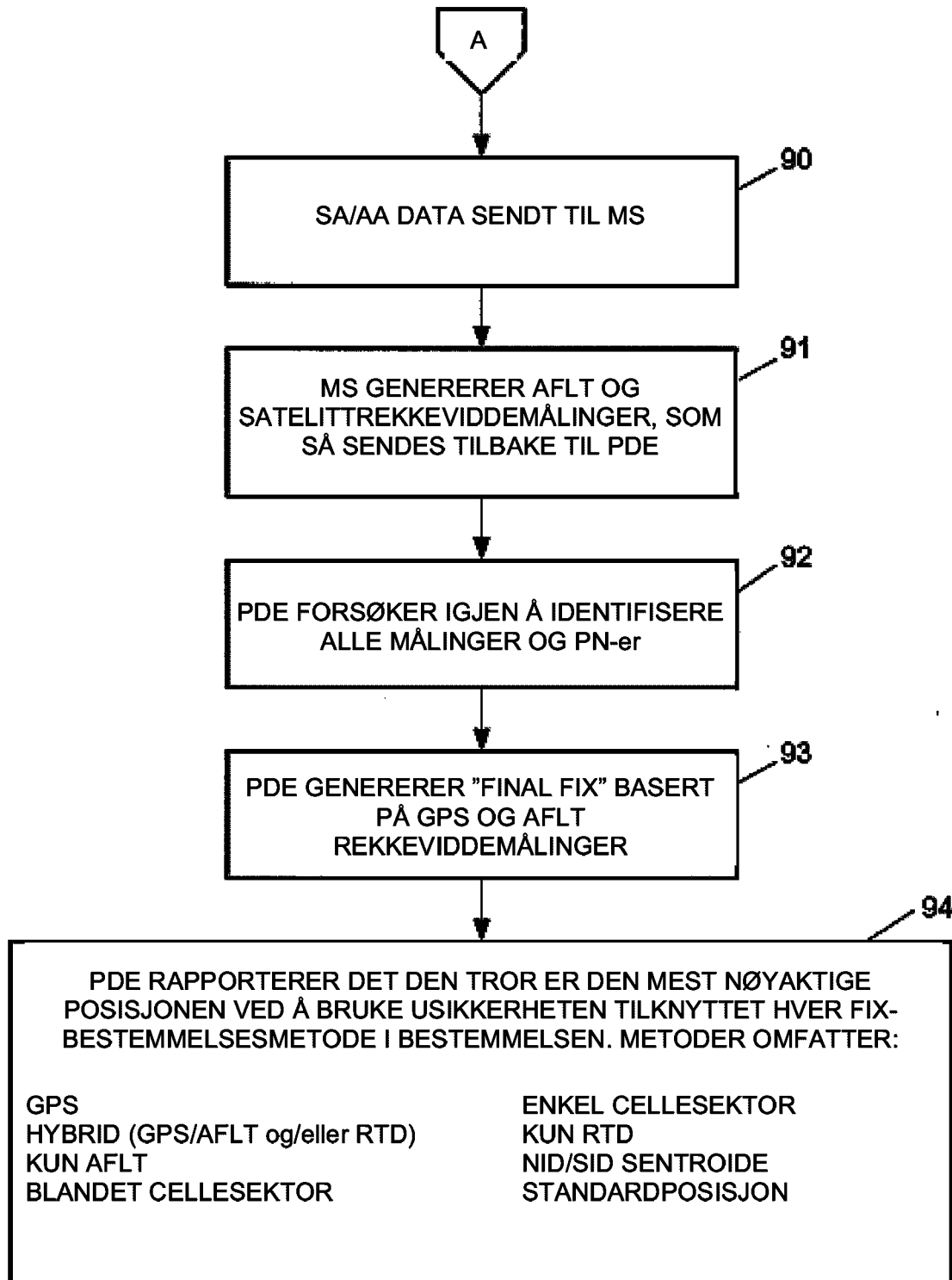


FIG. 6

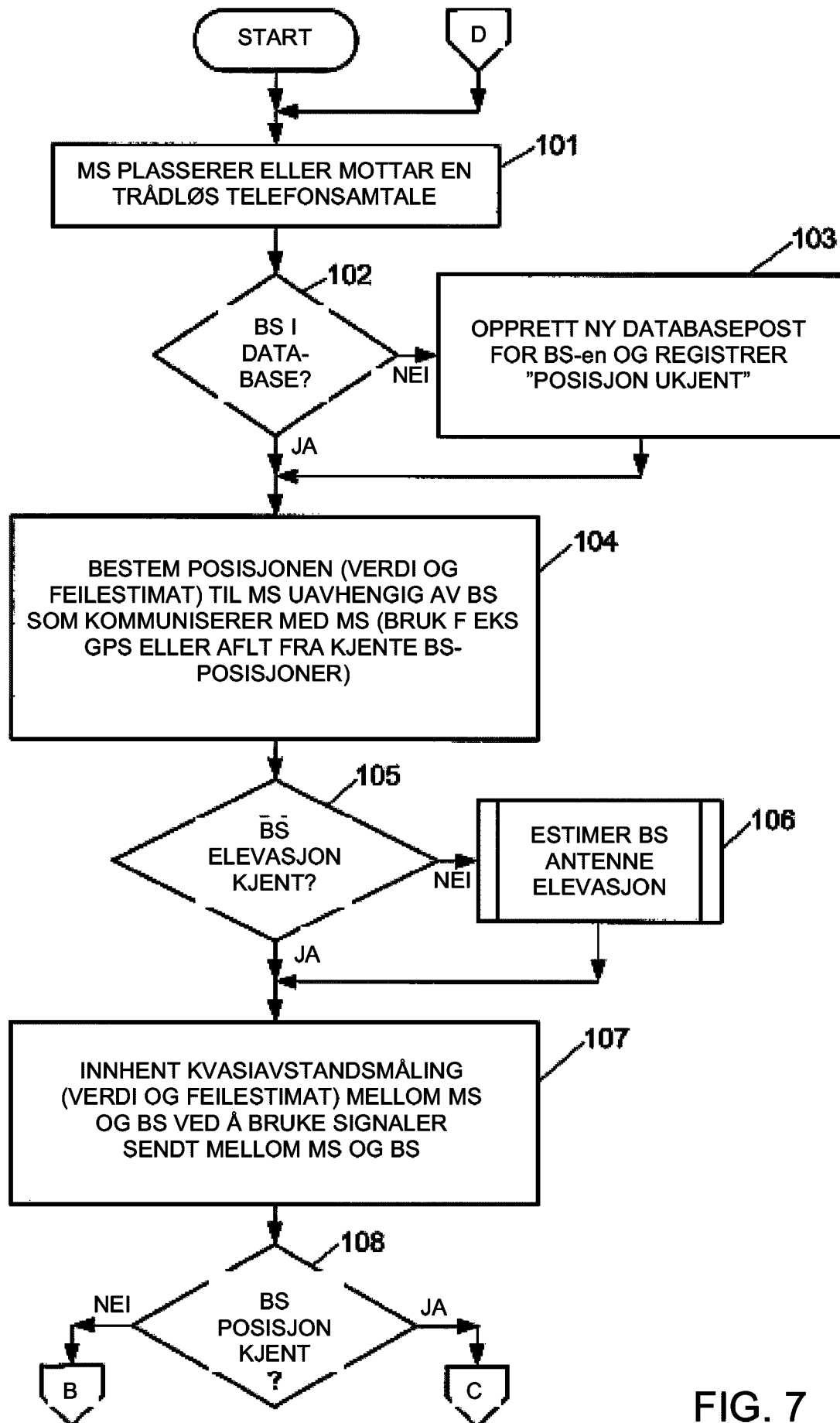


FIG. 7

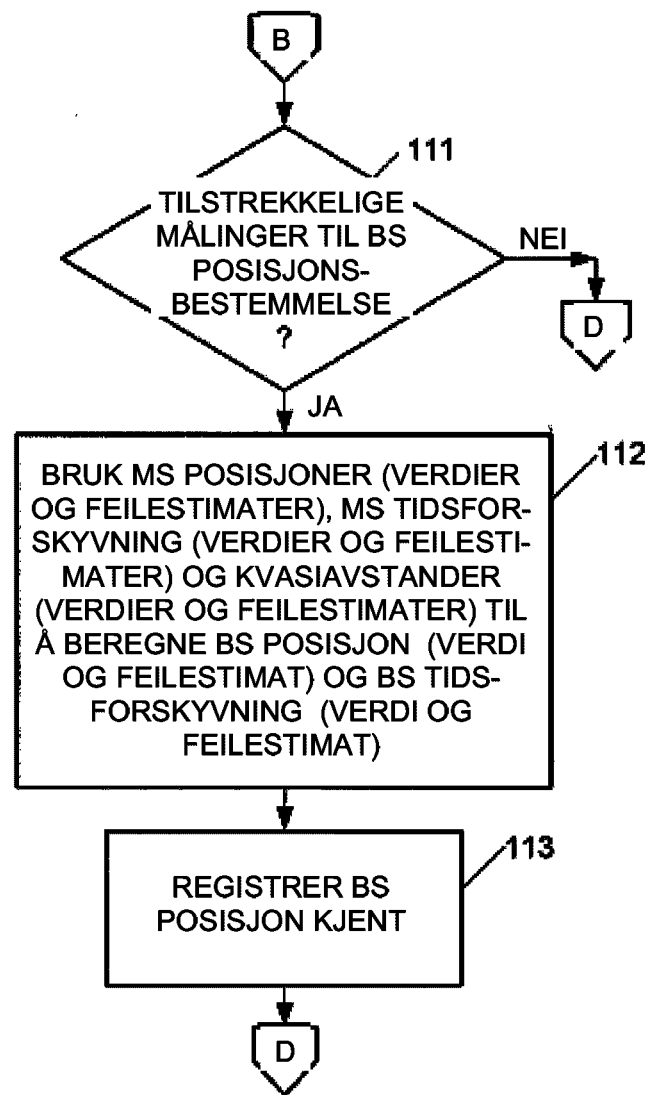


FIG. 8

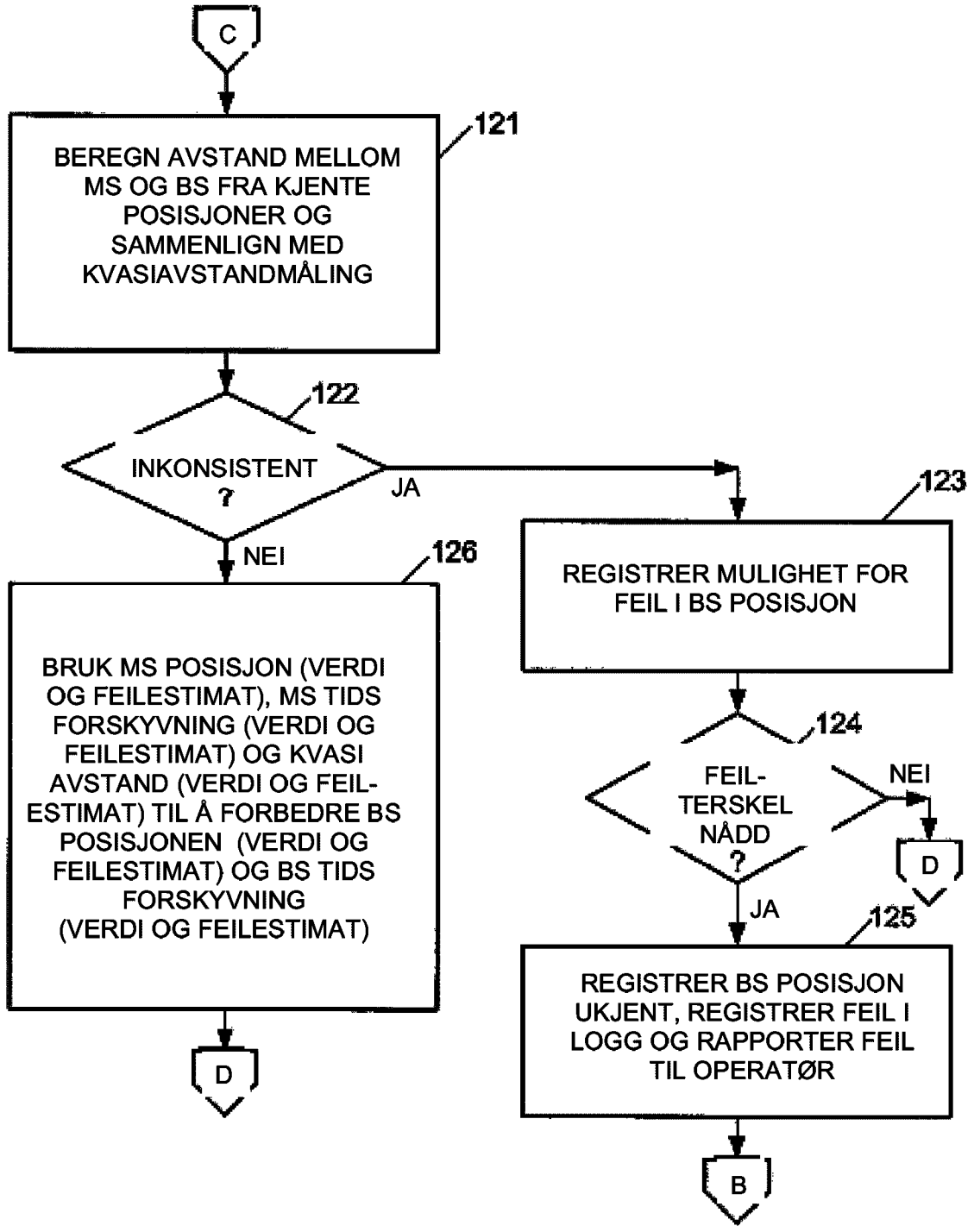


FIG. 9

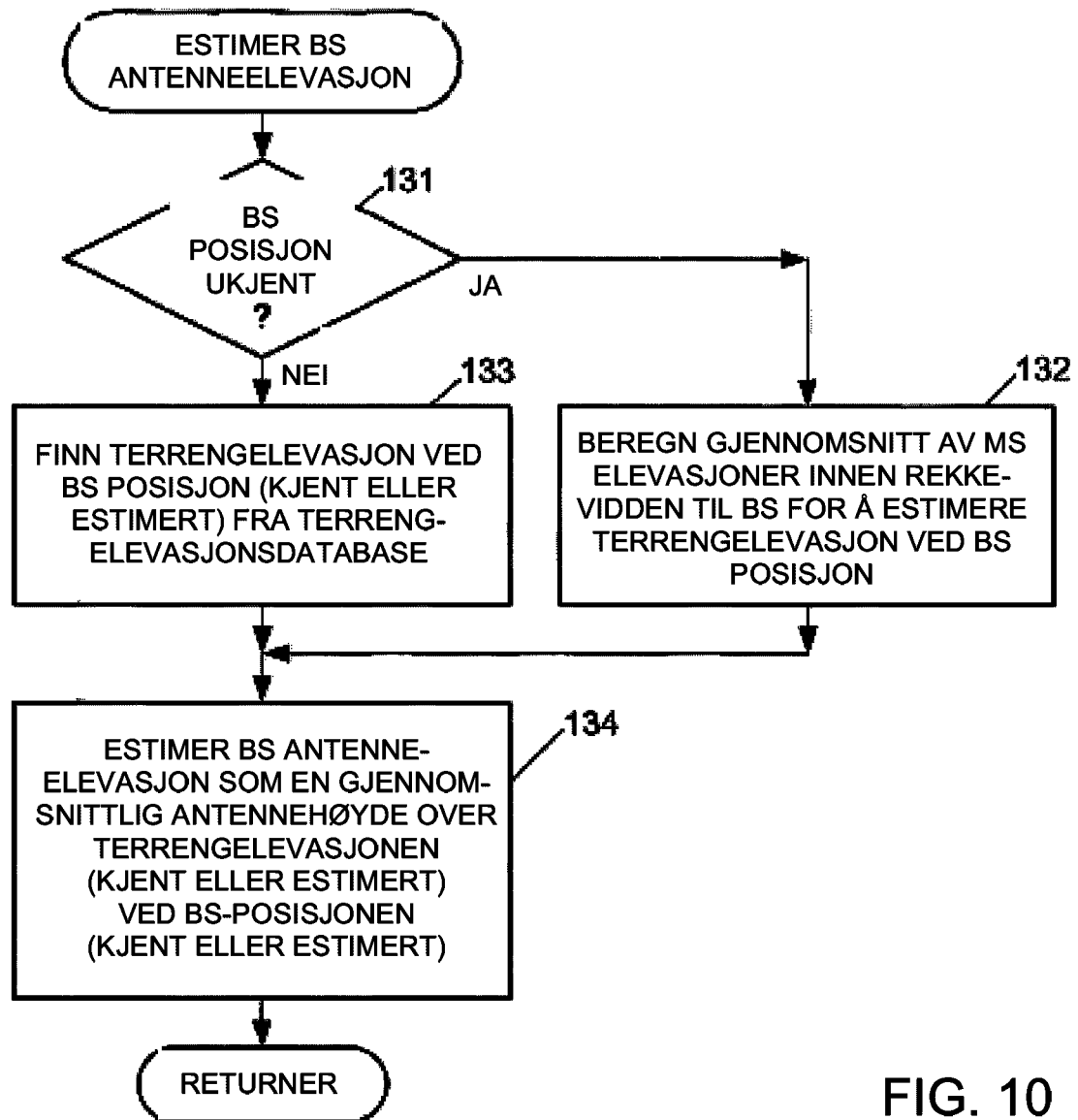


FIG. 10