



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 2668/90

(51) Int.Cl.5

E 01 C 23/01
G 01 C 7/04

(22) Indleveringsdag: 07 nov 1990

(24) Løbedag: 11 maj 1989

(41) Alm. tilgængelig: 07 nov 1990

(44) Fremlagt: 21 sep 1992

(86) International ansøgning nr.: PCT/NO89/00046

(86) International indleveringsdag: 11 maj 1989

(85) Videreførelsesdag: 07 nov 1990

(30) Prioritet: 13 maj 1988 NO 882098

(71) Ansøger: *Veidirektoratet, Veglaboratoriet; Postboks 6390 Etterstad; N-0604 Oslo 6, NO

(72) Opfinder: Per M. *Noss; NO

(74) Fuldmægtig: Budde, Schou & Co. A/S

(54) Fremgangsmåde og udstyr til måling af vejruhed

(56) Fremdragne publikationer

US pat. nr. 3705772

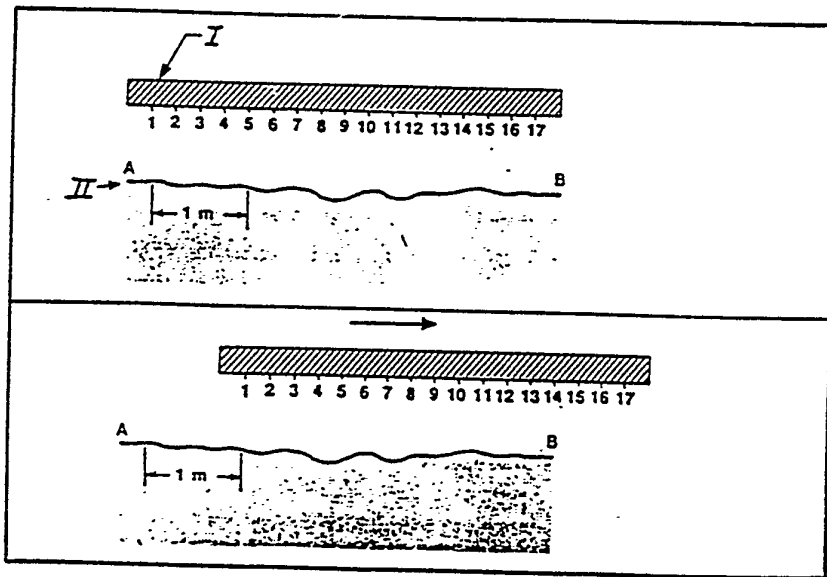
(57) Sammendrag:

2668-90

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde og et udstyr til måling af ruhed langs en overflade (II) af en vej eller en start- eller landingsbane i en lufthavn i kørselsretningen ved hjælp af en lang bom (I) med et antal ultralydtransducere (1-17) rettet ned imod overfladen (II) af vejen. Denne bom (I) er f.eks. placeret i en påhængsvogn, der trækkes bagved et køretøj, i en passende afstand (for eksempel 20 cm) over vejoverfladen (II). Under bevægelsen udsendes ultralydimpulser samtidigt fra alle transducere (1-17) med henblik på påfølgende optagelse af ekkoer fra vejoverfladen (II) med den samme transducer for at opnå en optagelse af afstanden mellem bommen og vejoverfladen for hver enkelt transducer. Målingen gentages, når bommen (I) har bevæget sig et stykke lig med et helt multiplum af afstanden mellem to nabotransducere på en sådan måde, at et antal af de tidligere målte steder måles én gang til, dvs. der anvendes en overlappingsmetode. Målingerne optages i køretøjet, og de optagne data behandles på et senere tidspunkt med henblik på fremvisning af f.eks. en højdeprofil langs hele den gennemkørte distance, som er målt.

fortsættes

2668-90



Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde og et udstyr til måling af ruhed langs overfladen af et trafikområde, f.eks. en vej eller en start- eller landingsbane i en lufthavn.

5 Nærmere bestemt angår opfindelsen måling i længdedimensionen af vejen, dvs. langs en "kørebane" og ikke tværs på vejen (for eksempel med henblik på at måle tværprofilen af kørebanen).

Tidligere kendte metoder til måling af ruhed eller
10 jævnhed langs en vejbane omfatter hovedsagelig mekaniske affølingsmetoder. Under de seneste år er også optiske metoder taget i brug. For eksempel omhandler US patentskrift nr.

4 653 316 et køretøj omfattende to laseranordninger adskilt i længderetningen i forhold til hinanden, hvilke anordninger
15 udsender lysstråler vinkelret ned imod vejoverfladen. Lyspletterne aflæses af tilsvarende detektorer (fokusdetektion).

US patentskrift nr. 4 685 806 omhandler et anlæg, i hvilket stationære laserkilder frembringer lodrette og vandrette laserplaner som en reference for et køretøj, hvilket
20 køretøj er udstyret med "laserkameraer" eller lignende, dvs. en tværgående række af lasere/detektorer eller eventuelt ultralydstransducere rettet ned imod vejoverfladen. Herved opnås en art todimensional kortlægning langs vejbanen, men anvendelsen af yderligere lasere til at definere f.eks. et
25 vandret plan er kostbar og tidsrøvende.

Fra US patentskrift nr. 3.705.772 kendes en fremgangsmåde og et udstyr til kontinuerlig måling af overfladeruheden af en vertikal flade, f.eks. en tunnelvæg. Målingen foretages ved, at der fra et køretøj, der føres langs en
30 fastlagt bane, f.eks. ved hjælp af skinner, udsendes f.eks. ultralydsbølger fra en transducer og ud mod den vertikale flade, der ønskes opmålt, samtidigt med, at en anden transducer opfanger det ekko, der tilbagekastes fra overfladen. En klar ulempe ved denne fremgangsmåde er, at det er nødvendigt at have faste referenceplaner, f.eks. i form af skinner,
35 hvor ultralydstransducere må fremføres i en fast højde

over skinnerne.

Den foreliggende opfindelse udnytter kun én enkelt række af ultralydtransducere, hvilket træk indbefatter omkostningsbesparelser i forhold til laseranordninger. Ydermere er kravet om faste referenceplaner elimineret, når den foreliggende opfindelse tages i brug, og målingerne kan foretages hurtigt og pålideligt.

Ifølge den foreliggende opfindelse opnås dette ved at anvende en fremgangsmåde til måling af overfladeruhed langs en langsgående dimension af et trafikområde, f.eks. langs en vej, ved hvilken fremgangsmåde et måleudstyr under brugen bæres af et køretøj eller en påhængsvogn efter et køretøj, der kører på nævnte trafikområde, og hvori styreorganer, energiforsyningsorganer og optagelsesorganer til udøvelse af målingerne såvel som måleanordninger for køretøjets/påhængsvognens hastighed og den kørte distance medføres, hvilken fremgangsmåde er ejendommelig ved, at der under bevægelsen samtidigt udsendes ultralydbølger ned imod trafikområdeoverfladen fra et antal $N > 2$ ultralydtransducere, der er placeret i en række på undersiden af og langs en lige bom, som er anbragt i det væsentlige parallelt med vejoverfladen på køretøjet/påhængsvognen og i længderetningen, hvilke ultralydtransducere er monteret med lige stor afstand x mellem hver to på hinanden følgende transducere, og at hver transducer modtager det ultralydekko fra nævnte overflade, som skyldes denne transducers egen udsendelse.

Ved en foretrukken udførelsesform for opfindelsen gentages målingerne bestandigt under bevægelsen på en sådan måde, at en ny ultralydudsendelse foretages, når køretøjet/påhængsvognen er avanceret et stykke nx i forhold til den forudgående måling, hvor n er et helt tal, og $n < N-1$, så at der opnås en overlappning med den forudgående måling.

Ifølge et andet gunstigt træk ved den foretrukne udførelsesform for opfindelsen kædes de på hinanden følgende målinger foretaget under bevægelsen sammen efter deres optagelse ved hjælp af en programmeret datamat for at skabe

en kontinuerlig højdeprofil af den langsgående dimension af nævnte trafikområde.

Fortrinsvis kontrolleres ultralydtransducerne ligeledes for korrekt funktion ved automatisk styret sammenligning af måleresultater i tilsvarende positioner ved overlappende målinger.

Opfindelsen angår ligeledes et udstyr til måling af overfladeruhed langs den langsgående dimension af trafikområdet og indrettet til at kunne placeres i et køretøj/en påhængsvogn og omfattende styreorganer, energiforsyningsorganer og optagelsesorganer såvel som måleanordninger for påhængsvognens/køretøjets hastighed og den kørte distance, og udstyret er ejendommeligt ved en lige bom anbragt i påhængsvognen/køretøjet i det væsentlige parallelt med vejoverfladen og i længderetningen, på undersiden af og langs hvilken bom der er placeret et antal $N > 2$ af ultralydtransducere i en række med en lige stor afstand x mellem hver to på hinanden følgende transducere og indrettede til samtidig udsendelse under bevægelsen af ultralydbølger ned imod overfladen af nævnte trafikområde og opfangning af de reflekterede bølger, idet hver transducer er indrettet til kun at modtage det ultralydekko, som skyldes dens egen udsendelse.

Fortrinsvis har udstyret også en yderligere ultralydtransducer anbragt på bommen til korrektion med hensyn til ændringer i lufttryk, temperatur og fugtighed.

Fortrinsvis er udstyret indrettet til gentagen udsendelse af ultralydbølger under bevægelsen på en sådan måde, at en ny udsendelse foretages fra ultralydtransducerne, når påhængsvognen/køretøjet er avanceret et stykke $n x$ i forhold til den forudgående måling, hvor n er et helt tal, og $n < N-1$, så at en overlapning med den forudgående måling opnås.

Opfindelsen skal i det følgende beskrives nærmere, idet der henvises til tegningsfiguren.

Denne figur viser skematisk en i det væsentlige vandret bom I anbragt i en passende afstand ca. 20 cm ovenover

vejoverfladen II. Som et eksempel har bommen en længde på 4 m, og i den viste udførelsesform er bommen udstyret med 17 ultralydtransducere, som er rettet ned imod vejoverfladen. Imidlertid kan antallet af transducere og bomlængden naturligvis variere indenfor vide grænser.

Som udgangspunkt antages det, at bommen I er anbragt i en position, som er i det væsentlige parallel med vejoverfladen og peger i bevægelsesretningen for køretøjet/påhængsvognen, på hvilken bommen er ophængt. Ultralydbølger udsendes samtidigt fra alle transducere vinkelret ned imod vejoverfladen, og de refleksioner, som detekteres, giver anledning til signaler, som optages i det medførte optagningsudstyr. Typiske parametre, som måles, kan være udbredelsestid eller faseskift for de modtagne lydbølger. Apparatudimensioner, afstande og bølgelængder er passende valgt på en sådan måde, at uønsket påvirkning af nabotransducere minimeres eller kan fjernes under signalbehandlingen. Kun den del af en ultralydrefleksion, som passerer i det væsentlige vinkelret op til udsendelsestransduceren, skal i princippet anvendes i målingen. Udbredelseshastigheden af ultralydbølgerne er så meget større end den øjeblikkelige kørehastighed af køretøjet/påhængsvognen med bommen, at der ikke opstår nogen problemer på grund af den omstændighed, at transducerne bevæger sig, mens ultralydbølgerne er undervejs mellem bommen og vejoverfladen. Afstanden mellem transducerne er 25 cm i det viste eksempel. Således måles afstanden mellem vejoverfladen og de 17 ultralydtransducere samtidig for alle transducere, mens bommen bevæger sig. På denne måde kan udstyret anvendes som en "automatiseret retskinne". Et beregningsprogram kan senere omdanne de optagne data på en sådan måde, at maksimal fordybning beregnes, når bommen "rører" overfladen på to steder. ("Berøring" skal her kun betyde, at de to positioner, i hvilke de korteste afstande måles mellem bom og vejoverflade, anvendes som udgangspunkt).

Køretøjet eller påhængsvognen bevæger sig hele tiden mod højre side af figuren. En ny måling foretages ved sam-

tidig udsendelse af ultralydbølger fra alle transducere, når bommen er placeret i en afstand fra udgangspositionen, som er et helt multiplum af afstanden mellem to på hinanden følgende transducere. I den viste udførelsesform er afstanden
5 fra én transducer til den næste 25 cm, og intervallet mellem to på hinanden følgende målinger er valgt til at være lig med $4 \times 25 \text{ cm} = 1 \text{ m}$. Valget af dette måleinterval er truffet, idet man både har taget i betragtning ønsket om stor nøjagtighed, hvilket medfører en stor grad af overlappning, dvs.
10 korte intervaller, og en hurtig gennemførelse af måling af en lang vejdistance, hvilket medfører en forøget kørehastighed, som kræver længere optageintervaller. I det viste eksempel med intervaller på 1 m er den praktiske maksimale kørehastighed i området 40 km i timen. Den ovenfor beskrevne
15 overlappingsoptagemetode danner basis for sammenkædning af på hinanden følgende optagelser ved hjælp af en datamat til en kontinuerlig højdeprofil af overfladen givet i form af beregnede "højder" med et mellemrum lig med det faste indbyrdes mellemrum mellem ultralydtransducerne. De beregnede
20 højdeværdier repræsenterer ikke den faktiske højde over havoverfladen men kan anvendes med henblik på at beskrive uregelmæssigheder med en bølgelængde op til 50 m. Den beregnede højdeprofil danner basis for beregning af forskellige ruhedsindekser for vejoverfladen.

25 Overlappingsmålingerne anvendes ligeledes med henblik på at kontrollere, at alle transducerne arbejder korrekt. Den overlappende del af profilen fra to på hinanden følgende målinger må være identisk (i hvert fald efter udførelse af korrektioner for eventuel hældning af hele bommen i forhold
30 til den forudgående optagelse), og denne omstændighed kan anvendes til at undersøge, om alle transducere er blevet kalibreret korrekt. På samme måde er det ligeledes muligt at studere nøjagtigheden af målingerne, og hvorledes nøjagtigheden påvirkes af teksturen af vejoverfladen.

P a t e n t k r a v .

1. Fremgangsmåde til måling af overfladeruhed langs en langsgående dimension af et trafikområde, f.eks. langs en vej, ved hvilken fremgangsmåde et måleudstyr under brugen
5 bæres af et køretøj eller en påhængsvogn efter et køretøj, der kører på nævnte trafikområde, og hvori styreorganer, energiforsyningsorganer og optagelsesorganer til udøvelse af målingerne såvel som måleanordninger for køretøjets/påhængsvognens hastighed og den kørte distance medføres,
10 k e n d e t e g n e t ved, at der under bevægelsen samtidigt udsendes ultralydbølger ned imod trafikområdeoverfladen (II) fra et antal $N > 2$ ultralydtransducere (1-17), der er placeret i en række på undersiden af og langs en lige bom (I), som er anbragt i det væsentlige parallelt med vejoverfladen på køretøjet/påhængsvognen og i længderetningen,
15 hvilke ultralydtransducere (1-17) er monteret med lige stor afstand x mellem hver to på hinanden følgende transducere, og at hver transducer modtager det ultralydekkko fra nævnte overflade (II), som skyldes denne transducers egen udsendelse.
20

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at målingerne bestandig gentages under bevægelsen på en sådan måde, at en ny ultralydbølgeudsendelse foretages, når køretøjet/påhængsvognen er avanceret et stykke nx i
25 forhold til den forudgående måling, hvor n er et helt tal, og $n < N-1$, så at der opnås en overlapning med den forudgående måling.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at på hinanden følgende målinger foretaget under
30 bevægelsen efter optagelsen kædes sammen ved hjælp af en programmeret datamat til en kontinuerlig højdeprofil af den langsgående dimension af nævnte trafikområde.

4. Fremgangsmåde ifølge krav 2 eller 3, k e n d e t e g n e t ved, at ultralydtransducerne (1-17) kontrolleres
35 for korrekt funktion ved automatisk styret sammenligning af måleresultater i tilsvarende positioner ved overlappende

målinger.

5. Udstyr til måling af overfladeruhed langs en langsgående dimension af et trafikområde, f.eks. langs en vej, hvilket udstyr er indrettet til at kunne placeres på et køretøj eller en påhængsvogn efter et køretøj og omfattende styreorganer, energiforsyningsorganer og optagelsesorganer til målingerne såvel som måleanordninger for påhængsvognens/køretøjets hastighed og den kørte distance, k e n d e t e g n e t ved en lige bom (I) i påhængsvognen/køretøjet, hvilken bom er anbragt i det væsentlige parallelt med vejoverfladen og i længderetningen, på undersiden af hvilken og langs hvilken bom et antal $N > 2$ af ultralydtransducere (1-17) er anbragt i en række med lige stor afstand x mellem hver to på hinanden følgende transducere og indrettede til samtidig udsendelse af ultralydbølger under bevægelsen ned imod overfladen (II) af nævnte trafikområde og opfangning af de reflekterede bølger, idet hver transducer (1-17) er indrettet til kun at modtage det ultralydekko, som skyldes dens egen udsendelse.

6. Udstyr ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t ved én yderligere ultralydtransducer anbragt på nævnte bom (I) til korrektion med hensyn til ændringer i lufttryk, temperatur og fugtighed.

7. Udstyr ifølge krav 5 eller 6, k e n d e t e g n e t ved, at udstyret er indrettet til gentagen udsendelse af ultralydbølger under bevægelsen på en sådan måde, at en ny udsendelse foretages fra ultralydtransducerne (1-17), når påhængsvognen/køretøjet er avanceret et stykke nx i forhold til den forudgående måling, hvor n er et helt tal, og $n < N-1$, så at en overlappning med den forudgående måling opnås.

