



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **326224**

(13) **B1**

**NORGE**

(51) Int Cl.

**G05D 13/02 (2006.01)**

**B64C 25/42 (2006.01)**

### Patentstyret

---

(21)	Søknadsnr	20070658	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2007.02.05	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2007.02.05	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2008.08.06		
(45)	Meddelt	2008.10.20		
(73)	Innehaver	Oddvard Johnsen, Auvi Terrasse 6C, 3400 LIER		
(72)	Oppfinner	Oddvard Johnsen, Auvi Terrasse 6C, 3400 LIER		
(74)	Fullmektig			

---

(54)	Benevnelse	<b>Bremse- og traksjonseffekt måler</b>
(56)	Anførte publikasjoner	EP 1724171 A2, EP 1724172 A2, US 2006/0243857 A1, EP 895929 A2 US 2004/0220714, EP 1724172 A2
(57)	Sammendrag	

Et system for å identifisere optimal tilstand på et rullebanelegeme eller vei under oppbremsing av fly eller annen farkost. Videre å identifisere tilsvarende korrekte traksjon for kjøretøy som akselerer. Systemet tar utgangspunkt i flyet eller farkostens egne opplevde "g" kraft påvirkninger, hvor man derved oppnår informasjon som er direkte relatert til det stadige varierende hastighetsmønster et fly eller en annen farkost vil finne seg i under oppbremsing, eventuelt traksjon, for eksempel ved fly under landing og farkoster som bil, buss, gods-/tung transport, tog etc.

## BESKRIVELSE

Oppfinnelsen har sitt primære anvendelsesområde for å identifisere aktuell friksjonstilstand eller bremseevne for et banelegeme under oppbremsing med fly eller annen farkost under et stadige varierende hastighetsmønster. Under en stoppmanøver vil et fly / farkost inntil stillstand befinne seg i fra høy til lav hastighet, eller under akselerasjon/traksjon, oppleve varierende bevegelsesenergi forhold hele tiden. Formålet med oppfinnelsen er å identifisere og varsle en så tilnærmet korrekt bremseeffekt som mulig ut fra vertsfarkostens bevegelsesenergi for således best mulig å kunne beregne stopplengde innenfor et gitt distanse kriteria. Det skjer utforkjøringer i enden av rullebanen, men like ofte utforkjøringer når fly svinger i forbindelse med avkjøringer ut fra aktiv rullebane. For andre vengrelaterte farkoster gjelder det samme i svinger og gjerne i forbindelse med bakker, og hvor dagens friksjonsmålere ikke er tilpasset slike oppgaver. Slik advarsel har derfor ikke vært mulig å gis. Tyngre kjøretøy involvert i uhell / ulykker fører gjerne til store ringvirkning konsekvenser.

Oppfinnelsen har sitt anvendelsesområde ovenfor både fly og andre farkoster lik bil, buss tung-/godstransport, tog etc., og som tidligere nevnt inntil stillstand med utgangspunkt fra høy hastighet. I farlige svinger, og lik i bakker, kan identifisering av aktuelt veigrep være å benytte traksjon i et saktere tempo isteden for akselerasjon / oppbremsing.

Innen flyoperasjon er stor nøyaktighetsgrad meget viktig for å kunne identifisere aktuelle tilstander lik føreforhold og tilsvarende skjærkrefter som må til mellom bremsende hjul og underlag. Med utgangspunkt i høy hastighet ved øyeblikk for landing, for deretter å fullføre et sikkert stopp forløp på en dertil definert rullebane lengde trengs nøye beregning av bevegelsesenergi. Slik definert stoppdistanse krav gjelder ikke i den grad for landbåren farkoster, men pålitelig varslingsystem kan ofte være påkravet ved vanskelige veg forhold.

Det er ikke alltid like praktisk instrumentelt å hente ut direkte bremse/ traksjon energi krefter ut fra alle fly eller farkoster med mer landbåren tilknytning.

Oppfinnelsen går ut på lik beskrevet i norsk referansepatent nr. 320851, å benytte treghet opprinnelig navigasjons instrumentering lik IRS eventuelt GPS til sammen overført til direkte landbårne akselerasjonsreferanser, og som allerede forefinnes lesbare i moderne fly, men hittil ikke påtenkt. Finnes ikke disse kriteria til stede kan de samme referanser utmerket godt implanteres i et dertil eget eksternt instrument for eksempel i form av bevegelsesenergi sensorer.

Slike primærreferanser vil som ellers danne hovedgrunnlaget for avlesning, og vil via en definert sanntids analyseprosedyre uttrykke et sanntids bilde av tilnærmet korrekt bremseeffekt/veigrep. I overordnet betydning vil en algoritme overvåke når toppunkt for skjærkrefter mellom hjul og underlag er passert. Dette vil registreres og stemme overens med at beste retardasjon/akselerasjon er nådd. Metoden for varsling vil således være i direkte henhold til lov om kinetisk energi, formel lik;  $E = M \frac{1}{2} \times V^2$ , eller uttrykt som;  $F = M \times A$ .

Eventuell ettermontering i eldre fly som ikke innehar avanserte instrumentelle fasiliteter, eventuelt andre landbårne farkoster som faller inn under felles interessefelt, vil således fordre et eksternt instrumentelt oppsett som vil kunne monteres inn i form av en 3 dimensjonal energi sensor, kjøreretning, sideverts og vertikal, og må således inkludere komplett utviklet akselerasjons og hastighetsforandring referanse og dertil hørende beregningsfunksjon. Således vil en slik instrumentering ikke ha direkte fysisk mulighet til å identifisere F - bremsetrykk energi, men vil fortsatt oppfylle krav i henhold til akselerasjonslov lik;  $F = M \times A$ , ved hjelp av å utnytte definisjonen akselerasjon, lik hastighetsforandring over tid. Således vil dette skje ved å registrere direkte G påvirkning/identifisering før og etter passering av toppunkt for akselerasjon – traksjon, likeledes netto akselerasjon – traksjon, påvirket av sideverts og vertikal G krefter. Hjulet ved/etter topp veigrep begynner å glippe. Dette påvirker umiddelbart retardasjon/akselerasjon målt innen et definert tidsvindu.

En slik beregningsalgoritme vil således kunne avlese direkte påvirkelig bevegelsesenergi G krefter, "netto G krefter" for vertsfarkosten ut fra en bevegelsesenergi G skala. Dette gjelder uansett om avlesning finner sted med et bremsende, eventuelt traksjon utøvende mønster.

Systemet vil således også identifisere og kunne differensiere situasjoner hvorvidt den maksimale retardasjon som underlaget evner er tatt ut, eller ikke, det vil si hvor toppunkt ikke er registrert innen et definert tidsvindu, ved å angi verdi "bedre enn" siste topp registrerte G påvirkning.

Oppfinnelsen bygger ellers på kunnskap om fly / farkosters adferd og tilsvarende prinsipper for friksjonsanalyse av underlag som er benyttet og beskrevet i søkerens tidligere norske patenter nr. 163.946 og 165.856 angående friksjonsmåling og bremsing. Videre er norsk patentsøknad 20064020, Bremseeffektmåler benyttet som behandler prinsipp hvor bremsetrykk innen formel  $F = M \times A$  er en kjent faktor.

### **Eksisterende regelverk**

Internasjonalt regelverk for kommersiell luftfart pålegger flyoperatører å utarbeide analyse både for avgangs og landingsvekter, dette tatt i beregning stoppdistanse. Reglen gjelder både for tørre og kontaminerte rullebaner, og sistnevnte er kun rådgivende.

Rådgivende tallverdier har ellers kommet til mye senere i et tidsperspektiv lik tilleggskrav fra luftfartsmyndigheter, innledningsvis ment spesielt for flyoperatører som hadde sitt virkeområde i vinterkalde klimasoner. Det er lagt inn en 15 % feilmargin til disse sistnevnte rådgivende tallverdier.

Regler for definerte stoppdistanser gjelder ikke for andre interessenter lik vegnmyndigheter, men med økt trafikk og store dimensjonerte transportmidler i forhold til vei beskaffenhet har beklageligvis ulykkesfrekvens økt, og sikringstiltak vurderes stadig. Nye regler vil komme, med betegnelser som "sikkerhet og komfort". Egnede utstrakte varslingssystemer for vegnet lik i dag synes ikke fullgodt, og hvor utstyr lik beskrevet lett kan innmonteres til eksempel i kollektive transportmidler i et hyppig trafikkemønster, vil dette kunne gi et stort omfang av innmelding/ varsling om mulige marginale tilstander. Det vil gjøre vegtrafikk tryggere.

Både innen luftfart og i trafikkbilde blandes beklageligvis friksjonsskalaer for tilstandsrapporter og kinetisk energi begrep av G kraft påvirkning. Forskjellige lands luftfartsmyndigheter sin oppfatning av friksjonsbegreper i form av forskjellige måter for friksjonsmåleberegning under glatte vinterforhold, viser tydelig det. I hovedsak dreier dette forhold seg om 3 metoder:

- "Airplane Friction Coefficient Mu" - ABM metode, korrekt beregnet på G krefter
- "ICAO Mu Friction Coefficient" metode, en vilkårlig numerisk valgt friksjonsskala
- "Canadian Runway Friction Index" - CRFI metode, med et bakkebasert utstyr som benytter retardasjon metode, men korrelerer til og oppgir "braking action" verdier i henhold til ICAO Mu lineær skala referanse. Det samme siste forhold gjelder også vegmyndigheter. Disse to skalaer er aldeles uforenlige.

Konklusjoner ut fra relaterte utforkjøring havarirapporter tyder dessverre på at både valg av feil skala fører til feilberegninger, men også feil bruk av  $F = M \times A$ , det vil si G kraft fra ABM utregning. Dette har ført til internasjonal forvirring og har bevirket at stoppdistanse beregningsmarginer har blitt direkte overskredet.

I denne patentbeskrivelse oppfatter man kun ABM metode (lik for fly), men også tilsvarende beregningsmetode for andre kjøretøyer som den aldeles riktige metode i henhold til naturlov om kinetisk energi;  $K_{in} = M \frac{1}{2} \times V^2$ . Denne lov beskriver hvordan dynamisk bremsetraksjonsmønster virker, hvilket vil bety at optimal  $K_{in}$  vil måtte forandres kontinuerlig under et dynamisk mønster av hastighetsforandring som opptrer under en oppbremsing eller under traksjon. Innen trafikksektoren som ikke har noe umiddelbart direkte krav til definert

stoppdistanse, men hvor stadig både hurtiggående lettere biler og tunge kjøretøyer blandes i trafikken går det ofte fryktelig galt når store massekrefter mister veigrepet.

### **Eksempel på eksisterende metodikk for beregning av bremseeffekt**

Bruk av direkte akselerasjonskrefter for friksjonsmåling av glatthet er ellers tidligere kjent, lik ved at tilpassede kjøretøyer foretar oppbremsing til full stopp, eventuelt måler stoppdistanse og eller registrer fysisk G kraft ved pendelutslag, dette gjerne i form av elektronisk registrering. (Ref. oversikt, CRFI indeks side 3).

Å benytte direkte referanser lik innen formelen for kinetisk energi -  $F = M \times A$  i sanntid, dette inkludert kontinuerlig overvåkning innen et definert tidsvindu av retningsbetont G kraft variasjon tappet rett ut fra en objektiv vertsfarkost, er imidlertid hittil ikke kjent. Prinsippet videreutviklet instrumentelt fra fly database for samme formål; å skille ut reelle påførte bremseenergi G krefter fra andre G kilder lik beskrevet for fly, er hittil heller ikke kjent. Det samme gjelder registreringsmønster utført i svinger og bakker hvor det kan være tryggere å utnytte traksjon G krefter i lav hastighet enn oppbremsing fra høyere hastighet for å beregne G kraft skjærkrefter.

Det faller naturlig ut av oppfinnelsens praktiske virkemåte at aktuelle ABM/retningsbetonte G kraft verdier også kan publiseres umiddelbart, eventuelt trådløst, eller i ettertid, eksempelvis via datalink eller lignende for overføringer til interessenter. Sanntids fly relaterte ABM verdier vil således være det beste holdepunkt for beregninger av korrekt stoppdistanse og vektberegning før den neste nær forestående landing eller avgang. Stadige nye oppdateringer vil skje ved stadige påfølgende landinger.

Innen trafikkmonster interesseområde kan instrument monteres inn som tidligere nevnt i utvalgte kjøretøyer og hvor trådløse signaler om føreforhold fra distrikt/områder samles inn, sammenfattes og publiseres for trafikkanter i distriktet.

Oppfinnelsen hvis bestemt utnyttet i fly krever ingen ytterligere fysiske installasjoner eller montasje ut over koblinger til instrumentavlesning og varselsystemeventuelt ut over praktisk trådløs overføring til andre interessenter.

Oppfinnelsen instrumentelt utviklet vil bestå av samme grunnprinsipp for alle typer farkoster.

Sanntids registrert Airplane Friction Coefficient Mu (AFCM), kortfattet ABM (Airplane Braking Mu) og akselasjon traksjon beregninger lik vil bli beskrevet, vil fortløpende kunne trekkes ut lik fra vertsfly, eventuelt vertsfarkost sine virkelige G påvirkende krefter i 3 plan, denne gang implantert i en dertil egnet egen ekstern instrumentering for ulike formål, lik:

- Vei parallelle langsgående dynamiske G krefter
- Sideverts statiske G krefter (som kan variere)
- Vertikal statisk G kraft

Dynamiske G påvirkende krefter 3 dimensjonalt implantert med utgangspunkt veiparallelt vil i så fall måtte inkludere en pythagoransk beregningsfunksjon som leser ut resultanter av disse, lik å beregne sideverts krefter, og når sideverts krefter faller sammen med terreng lik i bakker og svinger samtidig.

Således vil G kraft akselerasjonsberegning implementert i et eksternt instrument for tilstandberegning ved å benytte en påført bremsekraft eller akselerasjon – traksjonskraft i vertskjøretøyet, i overført betydning kunne danne et bedre grunnlag enn tidligere benyttede systemer for varsling og beregninger av aktuelle tallverdier for fly både ved landing og avgang / akselerasjons og stopp distanse krav. Videre vil prinsippet instrumentelt plassert i et kjøretøy kunne avsløre og tilråde maksimalbegrensninger ved veg forhold status knyttet til farlige føreforhold, nå også ved svingete svinger. Beregningsfunksjonens algoritme vil ha en grunnutforming basert på akselerasjonsloven lik;

$$F = M \times A,$$

hvor

F:      tilsvarer Kraft

M:      tilsvarer Masse

A:      tilsvarer Akselerasjon

t:      tilsvarer definert tidsvindu

Det man oppnår med denne oppfinnelsen er en justering eller korreksjon av bremse- eller traksjonseffekt som tar høyde for laterale krefter enten de er i form av vind fra siden, sving, eller sideveis helling på vei eller bane. Disse kreften vil alltid påvirke negativt i form av at den reelle bremse- eller traksjonseffekten blir dårligere. De systemer som kun tar utgangspunkt i en retning/plan vil derfor gi misvisende informasjon. Med denne oppfinnelsen, hvor man illustrert med utgangspunkt i longitudinal og laterale krefter kan i tillegg også bringe inn vertikale krefter på samme måten og derved få korrigert informasjon om tilstand/bremseeffekt også i bakker som er uttrykt i flatmarks tilstand/bremseevne og derfor sammenlignbar objektivet uansett situasjon.

### Illustrasjon av en styringsløyfe

Figur 1 viser en potensiell styringsløyfe logikk som beregner optimal dynamisk G bremse eventuelt - traksjon effekt og som kan benyttes i et fly eller en landbåren farkost, lik i sann tid å hente ut og samle inn "G" hastighetsvariasjon verdier via definert tidsvindu, definere skjærkraft toppunkt passering, eventuelt hvis ikke, å identifisere siste høyeste G registrering og ved å angi "bedre enn" ved siste registrering.

Hvor:

V: hastighet

MAX: Maksimum hastighetsterskel

MIN: Minimum hastighetsterskel

g: g kraft (longitudinal eller netto ved vektorbergning av a kombinere longitudinal, lateral og vertikal g)

$\Delta g_t$ : Forandringen i g kraft i løpet av siste tidsintervall

$g_{t-1}$ : Den registrerte g kraft i "forrige" tidsvindu.

Litt avhengig av teknologi og krav til nøyaktighet vil man kunne kjøre en slik sløyfe fra 4 - 100 ganger per sekund.

#### Boks 1.

IF  $V > 0$

Her vil man definere om farkosten har en hastighet. Hvis ikke (NO) vil man gå til Boks 2.

Hvis det derimot registreres bevegelse (YES) vil man gå videre til Boks 3.

#### Boks 2.

Programmet vil avsluttes.

#### Boks 3.

IF  $MAX < V > MIN$

Hvis farkosten har en hastighet vil man så definere hvorvidt hastigheten befinner seg innenfor definerte øvre og nedre hastighet terskel intervall verdi. Hvis ikke (NO) vil man gå tilbake til Boks 1 for ny test. Hvis hastighetsintervall er gyldig (YES) vil man gå videre til Boks 4.

#### **Boks 4.**

IF  $\Delta g_t < 0$  AND IF  $\Delta P_t > 0$

Her vil man teste to forhold som skal oppfylles samtidig. Retardasjonen - traksjonen som i prinsippet er en negativ enhet vil testes på den absolutte varianten over tid. En økt retardasjon vil dermed uttrykkes som en positiv enhet. Når retardasjonen -/ akselerasjonen variansen reduseres vil dette fremkomme som en negativ enhetsforandring over tid, samtidig, hvor det påførte bremsetrykk som øker jevnt over tid, eventuelt den økte kraftoverføring økt over tid - traksjon, har man passert maksimal bremse - traksjons effekt.

#### **Boks 5.**

DISPLAY  $g_{t-1}$

I det man har passert toppunktet for "g" og " $\Delta g$ " som er definert i Boks 4, har man passert toppunktet for maksimal bremse - traksjons effekt. Den maksimale bremse - traksjons effekten beregnes derfor å være forrige retardasjons - traksjonspunkt. Man vil da vise denne verdien på dette punkt som maksimal bremse traksjons effekt.

Man kan gå videre til Boks 1 igjen for å teste nye toppunkter.

#### **En modifikasjon av styringssløvfen.**

Opprinnelig referanse prinsipp styringssløvfe er basset på kun et longitudinal "g" parameter. I en reel situasjon for et kjøretøy vil man være påvirket av både sideverts og vertikale krefter. Fremfor å benytte kun veg parallell "g" benytter man resultanten av longitudinal, lateral og vertikal "g" som kan beregnes ved pythagoras, hvor resultanten representerer hypotenusen. " $g_n$ " og vil derfor bli utregningen  $(g_{\text{long}}^2 + g_{\text{lat}}^2)^{1/2}$ , henholdsvis  $(g_{\text{long}}^2 + g_{\text{vert.}}^2)^{1/2}$ , henholdsvis kombinasjoner.



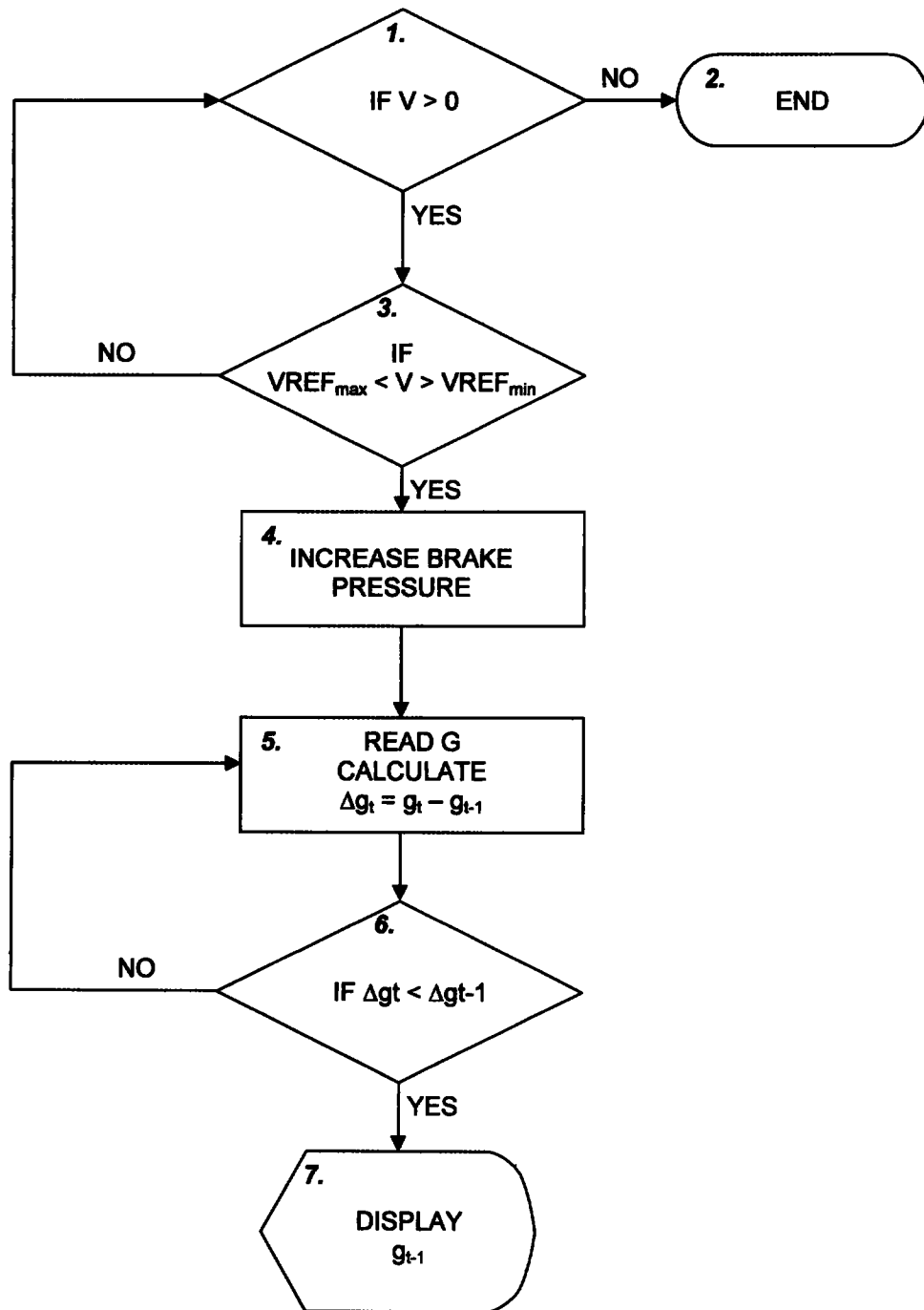
## PATENTKRAV

1. En metode for å beregne optimal bremseeffekt for en farkost med hjul som beveger seg mot et underlag og som bremses ned, bestående av en registrator for veg longitudinal retardasjon; en registrator for veg lateral akselerasjon; en beregningsfunksjon som kontinuerlig beregner hypotenusen av veg longitudinal retardasjon og veg lateral akselerasjon som i en rettvinklet trekant og sammenligner forandringen i denne hypotenus beregningen over tid; og en avlesningsfunksjon karakterisert ved:
  - (a) trykk til hjulbrems initieres og hvor bremsetrykket økes mot uendelig over tid;
  - (b) hypotenus beregningen av veg longitudinal retardasjon og veg lateral akselerasjon sammenlignes i et tidsvindu til neste;
  - (c) når variansen til hypotenus beregningen av veg longitudinal retardasjon og veg lateral akselerasjon når veg blir negativ fra et tidsvindu til neste;
  - (d) avleses den oppnådde hypotenus beregningen av veg longitudinal retardasjon og veg lateral akselerasjon i det forrige tidsvindu: deretter
  - (e) vises resultatet i en avlesningsfunksjon.
  
2. En metode for å beregne optimal traksjon for en farkost med hjul som beveger seg mot et underlag og som akselereres opp i hastighet, bestående av en registrator for veg longitudinal akselerasjon; en registrator for veg lateral akselerasjon; en beregningsfunksjon som kontinuerlig beregner hypotenusen av veg longitudinal akselerasjon og veg lateral akselerasjon som i en rettvinklet trekant og sammenligner forandringen i denne hypotenus beregningen over tid; og en avlesningsfunksjon karakterisert ved:
  - (f) drivkraft til hjul initieres og hvor drivkraften økes mot uendelig over tid;
  - (g) hypotenus beregningen av veg longitudinal akselerasjon og veg lateral akselerasjon sammenlignes i et tidsvindu til neste;
  - (h) når variansen til hypotenus beregningen av veg longitudinal akselerasjon og veg lateral akselerasjon når veg blir negativ fra et tidsvindu til neste;
  - (i) avleses den oppnådde hypotenus beregningen av veg longitudinal akselerasjon og veg lateral akselerasjon i det forrige tidsvindu: deretter

vises resultatet i en avlesningsfunksjon.

3. En metode som beskrevet i krav 1 karakterisert ved at farkost er et fly eller kjøretøy
4. En metode som beskrevet i krav 2 karakterisert ved at farkost er et kjøretøy

FIGUR 1. Flow Chart, oppbremsing



FIGUR 2. Flow Chart, traksjon

