



(12) PATENT

(19) NO

(11) 337305

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

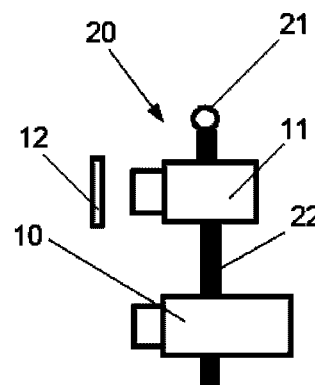
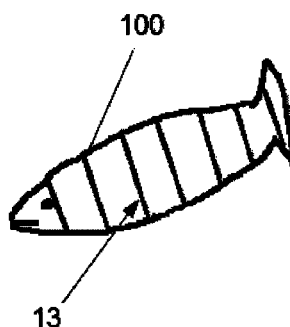
G01B 11/04 (2006.01)
G01B 11/25 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20121541	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2012.12.20	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2012.12.20	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2014.06.23		
(45)	Meddelt	2016.03.07		
(73)	Innehaver	EBTech AS, Britvegen 4, 6410 MOLDE, Norge		
(72)	Oppfinner	Even Bringsdal, Valle, 6408 AUREOSEN, Norge		
(74)	Fullmektig	Curo AS, Industriveien 53, 7080 HEIMDAL, Norge		

(54)	Benevnelse	System og fremgangsmåte for beregning av fysiske størrelser for fritt bevegelige objekter i vann
(56)	Anførte publikasjoner	NO 20101736 A1 US 2004/0008259 A1
(57)	Sammendrag	

Fremgangsmåte og system for beregning av fysiske størrelser for fritt bevegelige objekter i vann gjennom å belyse objektet eller projisere et kjent eller valgt lysmønster (13) på objektet ved hjelp av en minst en lyskilde (10) med valgt bølgelengde eller bølgelengder, registrering av belyste objekter eller objekter med påprojisert lysmønster (13) ved hjelp av registreringsmidler (11, 11a-b) i form av minst ett 2D-kamera forsynt med filtre (12, 12a-b) innrettet for å bare slippe igjennom lys med ønskede bølgelengder eller forsynt med bildedannende sensorer innrettet for å bare fange opp lys med ønskede bølgelengder, samt generering av en 3D-modell basert på registrerte bilder og/eller video fra registreringsmidlene (11, 11a-b) som basis for beregning av de fysiske størrelsene.



System og framgangsmåte for beregning av fysiske størrelser for fritt bevegelige objekter i vann

Den foreliggende oppfinnelsen gjelder en fremgangsmåte for beregning av fysiske størrelser, så
5 som en eller flere av: 3D modell, størrelse, vekt og volum, for fritt bevegelige objekter i vann, i samsvar med innledningen til patentkrav 1.

Den foreliggende oppfinnelsen gjelder videre et system for beregning av fysiske størrelser, så
som en eller flere av: 3D modell, størrelse, vekt og volum, for fritt bevegelige objekter i vann, i samsvar med innledningen til patentkrav 14.

10 Spesielt er den foreliggende oppfinnelsen rettet mot beregning av en eller flere av: 3D modell, størrelse, vekt og volum for fisk i oppdrettsmerder, settefiskanlegg der det benyttes kar og lignende anvendelser.

Bakgrunn

15 Pålitelige automatiske systemer for overvåkning av fisk i oppdrettsanlegg er ønskelig for å optimalisere driften og redusere kostnadene. Faktorer som det er ønskelig å ha kontroll på er størrelsen på fisken, snittvekten, størrelsesfordeling i merden, total biomasse, samt fiskens tilstand, adferd og faktisk forbruk.

NO 332103 omhandler et system og fremgangsmåte for beregning av størrelse på marine
20 organismer i vann. Systemet benytter en avstandsmåler for å måle avstand til fisk som et kamera skal ta bilde av. Kameraet er innrettet til å ta bilder nedover i vannet og bildene tas når avstandsmåleren har detektert at det er et objekt innenfor et måleområde. Bildet og informasjon fra avstandsmåleren overføres til et bildeanalyseverktøy for bestemmelse av fiskens størrelse og vekt.

NO330423 beskriver en anordning og fremgangsmåte for fisketelling eller biomasse-
25 bestemmelse. Det beskrives en anordning for bestemmelse av volumet eller massen til et objekt suspendert i et medium. Volumet eller massen beregnes ved å benytte et 3D-kamera i kombinasjon med et gråtone 2D-kamera.

NO330863 beskriver en anordning og fremgangsmåte for snittvektsmåling og appetittforing i
30 oppdrettsanlegg, hvor det omtales en fremgangsmåte og et system for registrering av hovedsakelig fritt bevegelige objekter i en oppdrettsmerd. Bilder fra et gitt antall kamera, i respektive vinkler, overføres til en databehandlingsenhet for prosessering. Databehandlingsenheten detekterer om det er fisk, pellets, feses eller andre fremmedelementer i bildet. Informasjon fra databehandlingsenheten benyttes til å beregne volum og vekt av fisken i bildet. Vekt og voluminformasjon sammenkobles med data om foring av fisken.

Fra EP1217328 er det kjent en framgangsmåte for å framskaffe et 3D-bilde ved å projisere et kjent mønster på et objekt i en gitt avstand, og ta bilde av objektet med det projiserte mønsteret. Deretter detekteres mønsteret fra bildet, hvoretter det detekterte og projiserte bildet sammenlignes og avstanden til de ulike delene av objektet beregnes. Det spesielle med EP
5 1217328 er at det gitte mønsteret dannes ved å arrangere områder med lokal maksimums og minimums lystetthet alternerende.

WO2010/098954 beskriver en framgangsmåte for å estimere en fysisk størrelse av et objekt, hvor det projiseres et gitt lysmønster på objektet, hvoretter det reflekterte lyset detekteres og de innsamlede dataene prosesseres i en datamaskin for å gi en tredimensjonal representasjon av
10 objektet, og basert på den tredimensjonale strukturen kan objektets fysiske størrelse beregnes.

EP1659857 A1 beskriver en fremgangsmåte for registrering og estimering av vekten av fisk. Et antall kameraer, spesielt CCD-kameraer, registrerer bilder av fisk som beveger seg med kameraene i et overføringsrør. Fisken belyses fra forskjellige sider i overføringsrøret og bilder av forskjellige deler av fisken blir registrert av en sekvenskontroller, på en slik måte at et sammensatt bilde-
15 opptak er laget, som blir brukt som et utgangspunkt for estimering av vekten til fisken. Det beskrives en enhet for å gjøre målinger på fisk som beveger seg i et overføringsrør, som har minst to lyskilder på veggen av overføringsrøret for belysning av fisk, samt to eller flere kameraer, spesielt CCD-kameraer arrangert i et kryssplan jevnt rundt omkretsen, for å registrere refleksjoner fra fisken eller skygge bilder av fisk.

EP2425215 beskriver et kontaktløst system og en fremgangsmåte for å estimere massen eller vekten av et målobjekt. Målobjektet avbildes og en romlig fremstilling av målobjektet (dyret) avledes fra bildene. En virtuelt romlig modell tilveiebringes av et karakteristisk objekt av en klasse av objekter som målobjektet tilhører. Den virtuelle romlige modellen omformes til å optimalt
20 passe den romlige representasjonen av det enkelte dyr. Endelig blir massen eller vekten av målobjektet estimert som en funksjon av formvariabler som karakteriserer det omformede virtuelle objektet.

NO 20101736 beskriver et system og fremgangsmåte for beregning av størrelse på marine organismer i vann, så som fisk, hvor det benyttes minst et kamera, bildeanalyseverktøy for å analysere bilder tatt av kameraet. Videre så omfatter det benyttelse av en avstandsmåler for å
30 måle avstand til fisk som kameraet skal ta bilde av, hvor nevnte kamera er innrettet til å ta bilder nedover i vannet av enkeltfisk ved mottak av et signal fra avstandsmåleren, og at bilder av fisken samt informasjon om avstanden til fisken er innrettet til å bli overført til bildeanalyseverktøyet for bestemmelse av fiskens størrelse og vekt. En klar ulempe med denne er at man trenger avstanden til objektet for å klare å beregne volum av objektet. Med andre ord benytter man avstanden fram
35 til objektet og ut fra den beregner størrelsen til objektet ved å telle antall piksler med fisk i bildet

og avstand. I og med at man kun måler avstanden i et punkt, så er i tillegg avstandsmålingen forholdsvis unøyaktig avhengig av hvordan objektet beveger seg/er posisjonert. Det skal også bemerkes at denne løsningen bare er innrettet for å ta bilder av enkeltfisk basert på avstandsmåleren, noe som gjør at fisk som skal vurderes må være innenfor måleområdet til avstandsmåleren og gir dermed et begrenset datagrunnlag for statistisk analyse.

US 2004/0008259 A1 beskriver et system som måler fysiske størrelser til et objekt som består av en lyskilde som belyser objektet og et kamera som tar bilder av objektet. Lyskilden belyser objektet med lys av kjent bølgelengde og mønster og kameraet har filter for å filtrere bort lys som ikke kommer fra lyskilden slik at lys fra omgivelsene ikke forstyrrer målingene. En prosessor beregner objektets fysiske størrelser ut fra bildene. Denne publikasjonen er innrettet for bruk i luft og ikke for bruk i vann og er ikke i stand til å håndtere tilbakespredning fra partikler, alger eller lignende i vann.

Ulemper ved kjent teknikk er at de ikke tar hensyn til de inhomogene lysforholdene i vann, noe som gjør det vanskelig å segmentere ut fisken på en robust, automatisk og nøyaktig måte fra bildene. 3D modellering av fisken blir dermed unøyaktig og en får derfor få målinger og unøyaktig estimert vekt.

Mer og mer industrialisert oppdrett der trenden er større og større merder med mer fisk gjør at dagens teknologier for biomassemåling har begrensninger. For å få et godt resultat ved biomassemåling er det viktig at man får et representativt utvalg målinger. Det finnes noen systemer for måling av biomasse av fisk på markedet i dag. De mest brukte er en løsning der fisken må svømme gjennom en fysisk enhet for å bli målt. Dette er noe fisken vegrer seg for å gjøre og dette gjør at man ofte får et lite antall målinger noe som fører til at man får et lite statistisk representativt grunnlag for å beregne riktig snittvekt i merden med avvik mot faktisk vekt som resultat.

Bruk av 2D-kameraer (satt sammen for å oppnå stereosyn) er i og for seg kjent fra tidligere for å måle biomasse av fisk, men disse løsningene er basert på at man manuelt må gjenkjenne fisken i to bilder for å finne korresponderende punkter og slike systemer har videre utfordringer hva gjelder repeterbarhet, samt at systemet er arbeidskrevende.

Partikler, alger, stor fisketetthet og lignende påvirker lysforholdene i stor grad i en oppdrettsmerd. Dette gjør bruk av maskinsyn utfordrende da systemet må ta hensyn til disse skiftende forholdene, noe de foreliggende systemene ikke gjør tilfredsstillende.

Formål

Hovedformålet med den foreliggende oppfinnelsen er å tilveiebringe en fremgangsmåte og et system som løser de ovenfor nevnte problemene ved kjent teknikk.

Det er videre et formål å tilveiebringe et system og en fremgangsmåte som gir økt nøyaktighet ved beregning av fysiske størrelser for fritt bevegelige objekter i vann.

Et formål med den foreliggende oppfinnelsen er å tilveiebringe et system og en fremgangsmåte som er i stand til å estimere fysiske størrelser for fritt bevegelige objekter i vann selv når lysforholdene og sikt ellers er dårlige og/eller skiftende.

Det er også et formål med den foreliggende oppfinnelsen å tilveiebringe et system og en fremgangsmåte som gir stillbilder eller videobilder av homogen kvalitet som underlag for generering av en 3D-modell av fritt bevegelige objekter i vann, da undervannsbilder/video ellers blir av heterogen kvalitet på grunn av skiftende og dårlig lysforhold.

Det er videre et formål med den foreliggende oppfinnelsen å tilveiebringe et system og en fremgangsmåte som benytter lys med valgt bølgelengde til å belyse objektet og minst to registreringsmidler satt sammen for å skape et stereosyn-system som gir stillbilder eller videobilder av homogen kvalitet som underlag for generering av en 3D-modell av fritt bevegelige objekter i vann.

Det er videre et formål med den foreliggende oppfinnelsen å tilveiebringe et system og en fremgangsmåte som benytter strukturert lys med valgt bølgelengde som projiseres som et lysmønster på fritt bevegelige objekter i vann som sammen med minst ett registreringsmiddel gir stillbilder eller videobilder av homogen kvalitet som underlag for generering av en 3D-modell av fritt bevegelige objekter i vann.

Det er videre et formål med den foreliggende oppfinnelsen å tilveiebringe et system og en fremgangsmåte som tar hensyn til forstyrrende lyskilder gjennom bruk av filtre eller bildedannende sensorer for å bare registrere lys med ønskede bølgelengder.

Det er videre et formål med den foreliggende oppfinnelsen å tilveiebringe et system og en fremgangsmåte som måler stort nok antall objekter til at man kan beregne en så nøyaktig snittvekt som mulig, samt eventuelt biomasse.

Oppfinnelsen

En fremgangsmåte i samsvar med oppfinnelsen er angitt i patentkrav 1. Fordelaktige trekk ved fremgangsmåten er angitt i patentkravene 2-13.

Et system i samsvar med oppfinnelsen er angitt i patentkrav 14. Fordelaktige trekk ved systemet er angitt i patentkravene 14-23.

Den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringer et system og en fremgangsmåte for måling av fysiske størrelser for fritt bevegelige objekter i vann, spesielt for fritt bevegelig fisk i oppdrettsmerder, settefiskanlegg der det benyttes kar eller lignende anvendelser ved bruk av minst en

lyskilde innrettet til å belyse et objekt gjennom å avgi lys eller strukturert lys med en valgt bølgelengde, samt minst ett registreringsmiddel i form av et 2D-kamera for registrering av stillbilder eller video av de belyste objektene.

I en første utførelsesform av oppfinnelsen omfatter systemet minst en lyskilde som er innrettet til å projisere et på forhånd kjent eller valgt lysmønster med en valgt bølgelengde på fritt bevegelige objekter som skal undersøkes, samt minst ett registreringsmiddel i form av et 2D-kamera som er innrettet for å avbilde (stillbilde eller video) det fritt bevegelige objektet som undersøkes med det påprojiserte lysmønsteret fra lyskilden.

I en andre utførelsesform av oppfinnelsen omfatter systemet minst en lyskilde som er innrettet til å belyse fritt bevegelige objekter som skal undersøkes med lys med en valgt bølgelengde, samt minst to registreringsmidler i form av minst to 2D-kameraer satt sammen for å skape et stereosystem.

Systemet omfatter videre en styringsenhet som er innrettet til å styre lyskilden til å utgi lys med gitte egenskaper, så som valg av bølgelengde (farge), intensitet, frekvens, osv. Styringsenheten vil videre være innrettet til å velge aktuelt lysmønsteret når det skal projiseres et lysmønster på objektet.

Systemet kan videre omfatte en separat bildebehandlingsenhet forsynt med midler og/eller programvare innrettet for å benytte informasjonen fra det belyste objektet eller objekter med påprojisert lysmønsteret registrert av registreringsmidlene for å generere en 3D-modell av det fritt bevegelige objektet. Som et alternativ kan bildebehandlingsenheten eller dens funksjoner være innrettet i styringsenheten eller i en ekstern enhet.

3D-modellen kan videre benyttes for å estimere volum og vekt basert på en funksjon av formvariabler som karakteriserer det avbildede objektet. Målte parametre i 3D-modellen, slik som for eksempel lengde og høyde, settes inn i en beregningsformel for vektestimering.

Bilder/video som ikke inneholder hele objekter forkastes fordelaktig før videre analyse.

Systemet omfatter videre statiske optiske eller programmerbare filtre som er tilordnet registreringsmidlene, hvilke filtre er innrettet for å kun slippe igjennom ønskede bølgelengder for derigjennom å oppnå homogen kvalitet på de registrerte bildene. Ønsket bølgelengde vil typisk hovedsakelig være den bølgelengden som sendes ut fra lyskilden for å belyse objektet eller for å påprojisere lysmønsteret på det fritt bevegelige objektet, hvilket eksempelvis kan være lys i det infrarøde bølgelengdeområdet.

Bruk av strukturert lys eller lys i kombinasjon med filter for å tilveiebringe homogent registrerte bilder løser en del av utfordringene man til nå har sett ved bruk av maskinsyn (bildebehandling) på fritt bevegelige objekter i vann, spesielt fisk, ved at man klarer å segmentere ut fisken selv om kontrasten i bildet er lav og de omkringliggende forholdene er skiftende.

Med andre ord vil det ved hjelp av den foreliggende oppfinnelsen være mulig å estimere fysiske størrelser for objektet på en god og nøyaktig måte selv når lysforholdene og sikt ellers er dårlige, samt også under skiftende lysforhold.

For å unngå uønskede refleksjoner fra den blanke overflaten på eksempelvis fisk er det
5 fordelaktig at objektet (fisken) belyses/påprojiseres av lyskilden med en gitt vinkel i forhold til registreringsmidlene.

Ved at registreringsmidlene er forsynt med statisk optiske eller programmerbare filtre unngår man uønsket refleksjon slik at registreringsmidlene fanger opp riktig lys/lysmønster og gir bilder som kan brukes i automatisk bildebehandling i bildebehandlingseenheten.

10 Automatisk måling av snittvekt og biomasse i fiskeoppdrettsanlegg er utfordrende. Fisken står ofte tett og beveger seg raskt noe som gir heterogene lysforhold på grunn av at fiskene skygger for sollys. Også skiftende vær, døgnvariasjon, partikler, alger og årstidsvariasjon fører til heterogene lysforhold. Heterogene lysforhold gir utfordringer ved automatisk bildebehandling da man må ta høyde for disse skiftende forholdene ved prosessering av bildene.

15 Den foreliggende oppfinnelsen vil ikke lide under slike forhold da lyskilden kan settes opp med ønsket bølgelengde, intensitet, frekvens, osv., slik at den foreliggende oppfinnelsen kan ta hensyn til disse forholdene og dermed gi bilder av homogen kvalitet til bildebehandling.

Den foreliggende oppfinnelsen er basert på et optisk system i kombinasjon med kunstig lyskilde, hvor lyskilden belyser objektet eller projiserer et lysmønster på objektet med en valgt bølgelengde, eksempelvis fisk, og filtrerer bort alt annet lys fra registreringsmidlene ved hjelp av filtre
20 eller bruker en bildedannende sensor som kun fanger opp ønsket bølgelengde. På denne måten oppnår man et homogent målemiljø. Ved eksempelvis å benytte en bølgelengde, så som i det infrarøde bølgelengdeområdet, som absorberes raskt i vann får man lite forstyrrelser fra andre lyskilder (for eksempel sollys eller annet kunstig tilført lys).

25 Da marine organismer som fisk kan påvirkes av kunstig lys er det fordelaktig å benytte lys av en bølgelengde som har minst mulig innvirkning på organismen eller som er helt usynlig for organismen (eksempelvis lys i det infrarøde bølgelengdeområdet). Ved å velge bølgelengder som absorberes raskt i vann vil det medføre at man på en viss dybde vil ha lite eller ingen påvirkning av disse bølgelengdene fra for eksempel sollys, noe som medfører at det er minimal påvirkning av
30 forstyrrende kilder som påvirker bildene som registreres av registreringsmidlene, noe som letter bildebehandlingen og gir økt nøyaktighet ved beregning av de fysiske størrelsene.

Ved å filtrere bort/minimere andre bølgelengder enn det tilførte lyset fra lyskilden eller benytte en bildedannende sensor som fanger opp ønsket bølgelengde oppnår man derfor en homogen kvalitet på de registrerte bildene som skal benyttes for bildebehandling, dvs. bildene er uten

forstyrrelser fra andre lyskilder. Den homogene kvaliteten på bildene gjør at bildebehandlingen og 3D-modelleringen kan utføres på en robust og nøyaktig måte.

Når objektet som skal undersøkes er fisk, så er det fordelaktig å plassere den foreliggende oppfinnelsen nær foringsområdet til fisken i en merd, da all fisken er innom for å spise i løpet av en foringsperiode, og vil dermed gi best mulig representativt utvalg målte fisk. Selvsagt kan den foreliggende oppfinnelsen plasseres hvor som helst i merden. Ved å plassere systemet i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen i nærheten av foringsområdet slipper man arbeidet med å flytte rundt på systemet i merden og oppsøke fisken der den står.

Målet til oppdrettere er at all fisken i løpet av dagen skal opp i foringsområdet for å spise, noe som gjør at både liten og stor fisk vil passere forbi den foreliggende oppfinnelsen i løpet av en foringssyklus.

Den foreliggende oppfinnelsen kan også tilordnes en vinsj eller lignende for å måle gjennom en vannsøyle, samt for heving og senkning i merden, alternativt også innrettet til å flyttes rundt i merden dersom ønskelig ved hjelp av egnede midler for dette.

Den foreliggende oppfinnelsen vil også kunne benyttes ved estimering av antall fisk ved at man benytter data om fisketetthet i en modell for dette.

Ytterligere fordelaktige trekk og detaljer ved den foreliggende oppfinnelsen vil fremgå av den etterfølgende eksempelbeskrivelsen.

20 Eksempel

Den foreliggende oppfinnelsen vil nedenfor bli beskrevet mer detaljert med henvisning til de vedlagte tegningene hvor:

Figur 1 viser en prinsippskisse av et system i samsvar med en første utførelsesform av den foreliggende oppfinnelsen som benytter strukturert lys,

Figur 2 viser en prinsippskisse av et system i samsvar med en andre utførelsesform av den foreliggende oppfinnelsen som benytter en lyskilde til belysning av objektet som skal observeres,

Figur 3 viser en prinsippskisse av et system i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen plassert i en merd, og

Figur 4 viser et blokkskjema av et system i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen.

30

Henviser nå til Figur 1 som viser en prinsippskisse av et system i samsvar med en første utførelsesform av den foreliggende oppfinnelsen, for innretning i en merd for betraktning av fisk.

Et system i samsvar med den første utførelsesformen av den foreliggende oppfinnelsen omfatter minst en lyskilde 10 innrettet til å avgi strukturert lys med en valgt bølgelengde, samt

minst ett 2D-kamera 11 forsynt med et optisk filter 12. 2D-kameraet 11 kan være innrettet for å ta bare stillbilder, bare video eller både video og stillbilder.

Lyskilden 10 er for å avgi strukturert lys forsynt med midler og/eller programvare for å avgi et kjent eller valgt lysmønster 13 som projiseres på fisk 100 eller andre objekter som befinner seg i lyskildens 10 belysningsområde med en valgt bølgelengde. Ved bruk av strukturert lys så trengs i utgangspunktet bare ett 2D-kamera for bildegjenkjenning, men det kan også være fordel ved å benytte flere kamera, hvilket vil bli ytterligere beskrevet nedenfor.

Lysmønsteret 13 som projiseres av lyskilden 10 kan ha hvilket som helst valgt mønster.

Eksempelvis kan mønsteret dannes av en eller flere av (men ikke begrenset av listen):

- 10 - enten horisontale eller vertikale streker,
- både horisontale og vertikale streker,
- streker med ulike egenskaper,
- streker som i seg selv danner et mønster som er egnet for optisk gjenkjenning,
- ved bruk av synlig og/eller usynlig lys,
- 15 - et kontinuerlig mønster,
- seksjoner eller sektorer med unike mønstre,
- lyspunkter,
- en kombinasjon av disse.

Det totale mønsteret bør fortrinnsvis dekke hele objektet som skal undersøkes.

20 Henviser nå til Figur 2 som viser en prinsippskisse i et system i samsvar en andre utførelsesform av oppfinnelsen, for innretning i en merd for betraktning av fisk.

Et system i samsvar med den andre utførelsesformen av den foreliggende oppfinnelsen omfatter minst en lyskilde 10 innrettet til å belyse objektet med en valgt bølgelengde, samt minst to 2D-kamera 11a-b satt sammen for å skape et stereosyn-system. Når man belyser objektet med lys uten mønster krever det at man benytter minst to 2D-kameraer for å kunne generere en 3D-modell av objektet. To eller flere kameraer er nødvendig for å kunne beregne avstand fram til objektet og derigjennom generere 3D modell. 2D-kameraene 11a-b kan være innrettet for å ta bare stillbilder, bare video eller både video og stillbilder.

Lyskilden(e) 10 i både den første og andre utførelsesformen er innrettet for å sende ut lys med 30 ønskede parametere hva gjelder bølgelengde (farge), samt eventuelt også frekvens, intensitet, osv. Lyskilden er fortrinnsvis av typen lysdiode (LED), laser eller annen type innrettet for å sende ut lys med ønsket bølgelengde, også lyskilder der kun ønsket bølgelengde filtreres ut.

Videre er 2D-kameraet/-ene i både den første og andre utførelsesformen forsynt med optiske filtre 12, 12a-b innrettet for å bare slippe igjennom lys med ønsket bølgelengde. Filtrene kan være 35 både statiske og programmerbare for å slippe igjennom bare ønskede bølgelengder. I en alternativ

utførelsesform (ikke vist) er 2D-kameraene 11, 11a-b i stedet for filtre forsynt med bildedannende sensorer som kun fanger opp ønsket bølgelengde.

Bruk av flere 2D-kamera 11a-b gir flere muligheter, eventuelt også i kombinasjon med flere lyskilder eller styrbare lyskilder. Eksempelvis kan 2D-kameraene 11, 11a-b være forsynt med
 5 forskjellige filtre 12a-b, dvs. filtre med forskjellige egenskaper. Eksempelvis kan det ene kameraet utstyres med et IR-filter som kun slipper igjennom IR-lys. Dersom lyskilden 10 sender ut et lys/lysmønster med IR-lys vil dette kameraet dermed fange opp lyset/lysmønsteret. Det andre kameraet kan for eksempel innrettes med et filter som kun slipper igjennom grønt lys. Ved å da belyse fisken med grønt lys/lysmønster vil man kunne avbilde fisken på en andre måte og dermed
 10 ha to bilder som kan kombineres for å segmentere fisken på en mest mulig robust måte. En 3D-modell kan genereres på bakgrunn av de to bildene i kombinasjon. Ved bildebehandling på bilder av fisken (uten lysmønster) kan man se etter for eksempel lakselus, skader, deformiteter eller lignende.

Et annet eksempel er at det benyttes flere lyskilder, eksempelvis to lyskilder. Da kan
 15 eksempelvis begge lyskildene sende ut lys med mønster med ulike bølgelengder og at de to kameraene 12a-b fanger opp hvert sitt mønster for så å kombinere bildene ved generering av en 3D-modell.

Videre kan lyskilden sende ut lys med ulike bølgelengder for å få best mulig bilder eller video for bearbeiding.

20 Dette viser at kombinasjonen av en eller flere styrbare lyskilder og ett eller flere kamera med filter gir mange muligheter for ulike oppsett.

Videre omfatter systemet fordelaktig en opphengsanordning 20, hvilken eksempelvis er dannet av et opphengspunkt 21 og en fra opphengspunktet 21 vertikalt innrettet stang 22, hvilken stang 22 er tilpasset for festing av 2D-kameraene 11a-b og lyskilden 10.

25 Lyskilden 10 er i eksempelet vist i Figur 2 innrettet mellom de to 2D-kameraene 12a-b med en gitt avstand mellom 2D-kameraene 12a-b og lyskilden 10, samt at lyskilden 10 oppviser en vinkel i forhold til fisken som skal betraktes, mens den i den første utførelsesformen er plassert under 2D-kameraet 11, men den kan naturligvis like gjerne vært plassert ovenfor kameraet.

Lyskilden 10 kan for øvrig plasseres hvor som helst i forhold til 2D-kameraet/-ene avhengig av
 30 lysets refleksjon fra objektet som skal belyses.

Henviser nå til Figur 3 som viser en prinsippskisse av et system i samsvar med den første utførelsesformen av oppfinnelsen innrettet i en oppdrettsmerd 30 i nærheten av en foringsstasjon 40. Systemet i samsvar med oppfinnelsen er i dette eksempelet festet til en vinsj 50 for heving og senkning av systemet i merden 30. Videre kan systemet være anordnet til midler for å bevege
 35 systemet rundt omkring i merden 30 dersom ønskelig. I Figuren kan man se at en fisk 100' er

påprojisert et lysmønster 13 av lyskilden 10, mens andre fisker 100 ikke er påprojisert et lysmønster. Alternativt kan systemet innrettes stasjonært i foringsområdet, slik at brukere ikke trenger å flytte rundt på systemet, da all fisk vanligvis besøker foringsområdet i løpet av en dag.

Henviser nå til Figur 4 som viser et blokkskjema av systemet i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen. Blokkskjemaet dekker både den første og andre utførelsesformen, slik at om det i den første utførelsesformen bare benyttes ett kamera så utelates komponentene 11b og 12b fra blokkskjemaet. I tillegg til de ovenfor nevnte komponentene omfatter systemet en bildebehandlingsenhet 60 forsynt med midler og/eller programvare for å benytte informasjonen fra lysmønsteret 13 registrert av 2D-kameraet 11 for å generere en 3D-modell av fisken 100 som belyses (for den første utførelsesformen) eller forsynt med midler og/eller programvare for å benytte informasjon fra stereosynet skapt av de to 2D-kameraene 11a-b (for den andre utførelsesformen). Bildebehandlingsenheten 60 kan være en separat enhet, en enhet integrert i en styringsenhet 70 for systemet eller en ekstern enhet 80.

Systemet omfatter videre som nevnt en styringsenhet 70 hvilket kan omfatte bildebehandlingsenheten 60, og er videre innrettet med midler og/eller programvare for styring av lyskilden(e) 10, registreringsmidlet/-ene 11, 11a-b og eventuelt filtret/-ene 12, 12a-b. Eksempelvis vil styringsenheten 70 innrette filtrene 12, 12a-b med innstillinger som forteller hvilken bølgelengde lyskilden 10 avgir lys med, slik at filtrene 12, 12a-b stiller seg inn for å bare motta lys med denne bølgelengde.

Systemet er videre forsynt med kommunikasjonsmidler for kommunikasjon med en ekstern enhet 80, hvilken eksterne enhet 80 også kan være styringsenheten for systemet.

Styringsenheten 70, bildebehandlingsenheten 60 eller den eksterne enheten 80 er forsynt med midler og/eller programvare for å benytte den genererte 3D-modellen til å estimere fysiske størrelser av den avbildede fisken, så som størrelse, volum og vekt, basert på en funksjon av formvariabler som karakteriserer det avbildede objektet. Målte parametere (for eksempel lengde og høyde) fra 3D-modellen benyttes i en modell for estimering av vekt. Vekten av enkeltfisk lagres fordelaktig videre i en database i f.eks. den eksterne enheten 80 eller styringsenheten 70, slik at man kan beregne snittvekten når datagrunnlaget blir stort nok til dette. Utfra snittvekten og antallet fisk totalt i merden kan den totale biomassen beregnes.

Styringsenheten 70 eller den eksterne enheten 80 er videre innrettet for å presentere de beregnede fysiske størrelsene for brukeren.

Styringsenheten 70 kan videre være innrettet for å styre vinsjen 50 for heving og senkning av systemet i merden 30, samt eventuelt andre midler for å bevege systemet i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen rundt i en merd 30.

I en ytterligere utførelsesform av oppfinnelsen er styringsenheten 70 også innrettet for å styre foringsstasjonen 40 basert på bildeinformasjon fra registreringsmidlene.

Videre har den foreliggende oppfinnelsen også en ytterligere anvendelse ved at det ervervede bildene/video også kan benyttes til å se etter for eksempel lakselus, deformiteter, sårskader, sykdom og lignende.

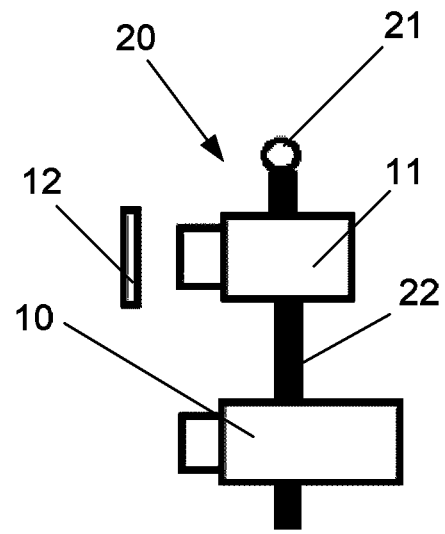
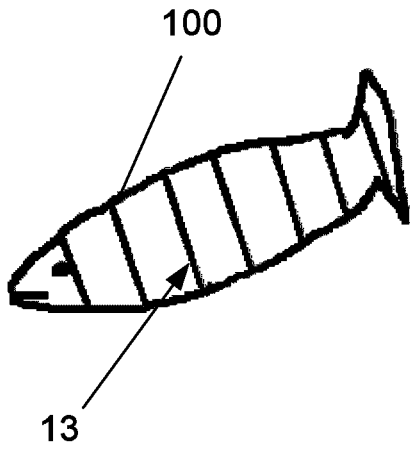
Den foreliggende oppfinnelsen er videre ikke begrenset til merder, men kan også benyttes for settefiskanlegg der det benyttes kar og lignende anvendelser.

Patentkrav

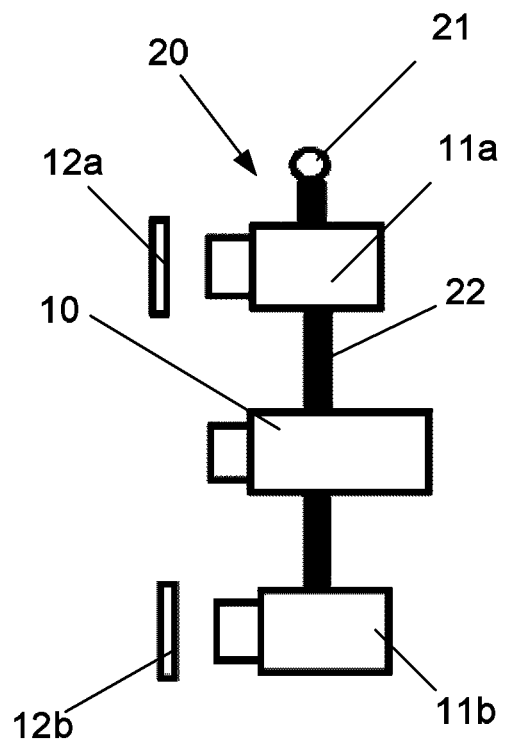
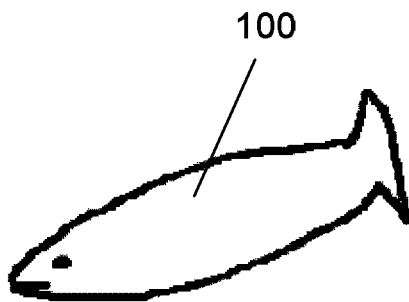
1. Fremgangsmåte for beregning av fysiske størrelser for fritt bevegelige objekter i vann,
karakterisert ved at den omfatter å:
 - 5 a. belyse objektet eller projisere et kjent eller valgt lysmønster (13) på objektet ved hjelp av en minst en lyskilde (10) som avgir lys med valgt bølgelengde eller bølgelengder,
 - b. registrering av belyste objekter eller objekter med påprojisert lysmønster (13) ved hjelp av registreringsmidler (11a-b) i form av minst ett 2D-kamera (11, 11a-b) forsynt med filtre (12, 12a-b) innrettet for å bare slippe igjennom lys med ønskede bølgelengder
10 eller forsynt med billedannende sensorer innrettet for å bare fange opp lys med ønskede bølgelengder,
 - c. generere en 3D-modell basert på registrerte bilder og/eller video fra registreringsmidlene (11, 11a-b) som utgangspunkt for beregning av de fysiske størrelsene.
15
2. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** den omfatter å belyse objektet eller projiserer lysmønsteret (13) på objektet med lyskilden (10) i en gitt vinkel i forhold til registreringsmidlene (11, 11a-b).
- 20 3. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at den omfatter å sette opp lyskildens (10) parametere, herunder en eller flere av: bølgelengde, intensitet, frekvens eller lysmønster (13), for optimal registrering av registreringsmidlene (11, 11a-b).
4. Fremgangsmåten i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at den omfatter bruke
25 registreringsmidler (11, 11a-b) forsynt med filtre (12, 12a-b) som bare slipper igjennom lys med bølgelengder som tilsvarer bølgelengder som lyskilden (10) avgir.
5. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at den omfatter bruk av registreringsmidler (11, 11a-b) forsynt med billedannende sensor(er) som bare fanger opp lys
30 med bølgelengder som tilsvarer bølgelengder som lyskilden (10) avgir.
6. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at den omfatter å benytte den genererte 3D-modellen til å beregne fysiske størrelser for objektet, så som størrelse, volum og/eller vekt, basert på en funksjon av formvariabler som karakteriserer det avbildede
35 objektet i den genererte 3D-modellen.

7. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at den omfatter å benytte bare registreringer av hele objekter til generering av 3D-modellen.
8. Fremgangsmåte i samsvar med patentkravene 1-7, **karakterisert ved** at den omfatter å bevege lyskilden(e) (10), registreringsmidlet/-ene (11, 11a-b) i en merd (30) ved hjelp av en vinsj (50).
9. Fremgangsmåte i samsvar med patentkravene 1-8, **karakterisert ved** at objektet som betraktes er fritt bevegelig fisk (100).
10. Framgangsmåte i samsvar med patentkravene 1-9, **karakterisert ved** at den omfatter å innrette lyskilden(e) (10) og registreringsmiddelet/-ene (11, 11a-b) med filter (12, 12a-b) eller bildedannende sensor(er) statisk i foringsområdet for fisk i en merd (30) eller et kar i et settefiskanlegg for å sikre et representativt utvalg av observerte fisker som er innom for å spise i løpet av en dag.
11. Fremgangsmåte i samsvar med patentkravene 1-10, **karakterisert ved** at den videre omfatter å registrere resultatene/data i en database og bruke de lagrede resultatene/data til videre statistisk analyse, herunder beregning av snittvekt og/eller størrelsesfordeling..
12. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 11, **karakterisert ved** at den videre omfatter å beregne total biomasse av fisk basert på snittvekten og det totale antallet fisk i merden (30) eller karet.
13. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 10, **karakterisert ved** at den videre omfatter å benytte data om fisketetthet til å estimere antallet fisk i merden (30) eller karet.
14. System for beregning av fysiske størrelser for fritt bevegelige objekter i vann, hvilket system omfatter minst en lyskilde (10) for å belyse objekter og minst et registreringsmiddel (11, 11a-b) for registrering av de belyste objektene, **karakterisert ved** at
- lyskilden(e) (10) er innrettet for å belyse objektet eller at lyskilden (10) er forsynt med midler og/eller programvare for å projisere et lysmønster (13) på objektet som skal betraktes med valgt bølgelengde eller bølgelengder,
 - registreringsmidlene (11, 11a-b) omfatter minst ett 2D-kamera forsynt med filtre (12, 12a-b) innrettet for å bare slippe igjennom lys med ønskede bølgelengder eller forsynt med bildedannende sensorer innrettet for å bare fange opp lys med ønskede bølgelengder, samt

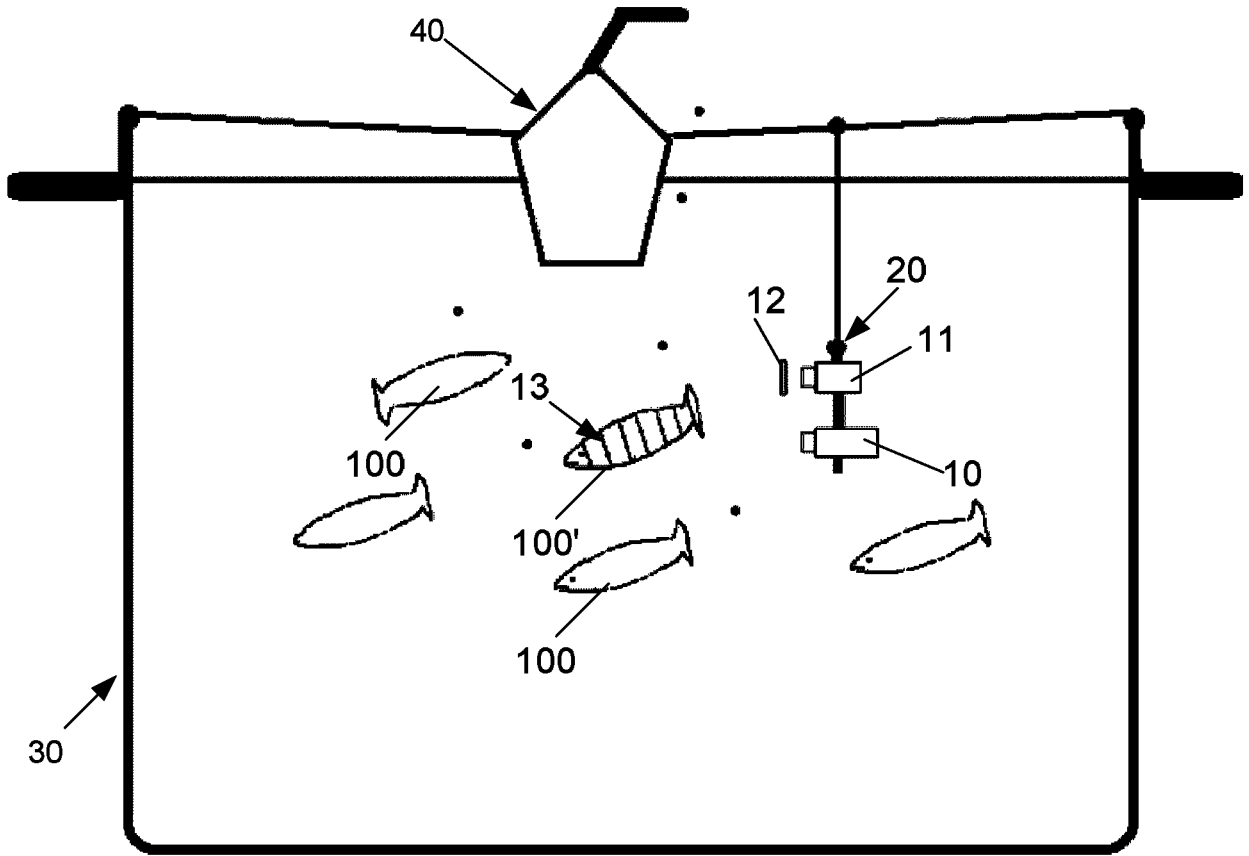
- en bildebehandlingsenhet (60) forsynt med midler og/eller programvare for å generere en 3D-modell basert på registrerte bilder og/eller video fra registreringssidlene (11, 11a-b) som utgangspunkt for beregning av de fysiske størrelsene.
- 5 15. System i samsvar med patentkrav 14, **karakterisert ved** at lyskilden(e) (10) er innrettet for å belyse objektet eller projisere lysmønsteret (13) på objektet med en gitt vinkel i forhold til registreringssidlene (11, 11a-b).
- 10 16. System i samsvar med patentkrav 14, **karakterisert ved** at det omfatter en styringsenhet (70) forsynt med midler og/eller programvare for styring av lyskilden(e) (10), registreringssidlene (11, 11a-b), samt filtrene (12, 12a-b) eller bildedannende sensorer.
- 15 17. System i samsvar med patentkrav 14, **karakterisert ved** at styringsenheten (70) er forsynt med midler og/eller programvare for styring av en vinsj (50) for heving og senkning av lyskilden(e) (10) og registreringssidlet/-ene (11, 11a-b) i en merd (30).
18. System i samsvar med patentkrav 14, **karakterisert ved** at systemet omfatter kommunikasjonsmidler for kommunikasjon med en ekstern enhet (80).
- 20 19. System i samsvar med ett av patentkravene 14-18, **karakterisert ved** at bildebehandlingsenheten (60), styringsenheten (70) eller den eksterne enheten (80) er forsynt med midler og/eller programvare for beregning av fysiske størrelser, herunder størrelse, volum, vekt eller biomasse, av objektet som er registrert.
- 25 20. System i samsvar med ett av patentkravene 14-19, **karakterisert ved** at objektet som undersøkes er fisk.
21. System i samsvar med patentkrav 14, **karakterisert ved** at lyskilden(e) (11) er en lysdiode, laser eller annen type lyskilde innrettet for å sende ut lys med ønsket bølgelengde.
- 30 22. System i samsvar med patentkrav 21, **karakterisert ved** at lyskilden (11) er innrettet for å sende ut lys i det infrarøde bølgelengdeområdet.
23. System i samsvar med patentkravene 14-22, **karakterisert ved** at systemet er anordnet i nærheten av et foringsområde for fisk i en merd (30) eller kar for et settefiskanlegg.
- 35



Figur 1.

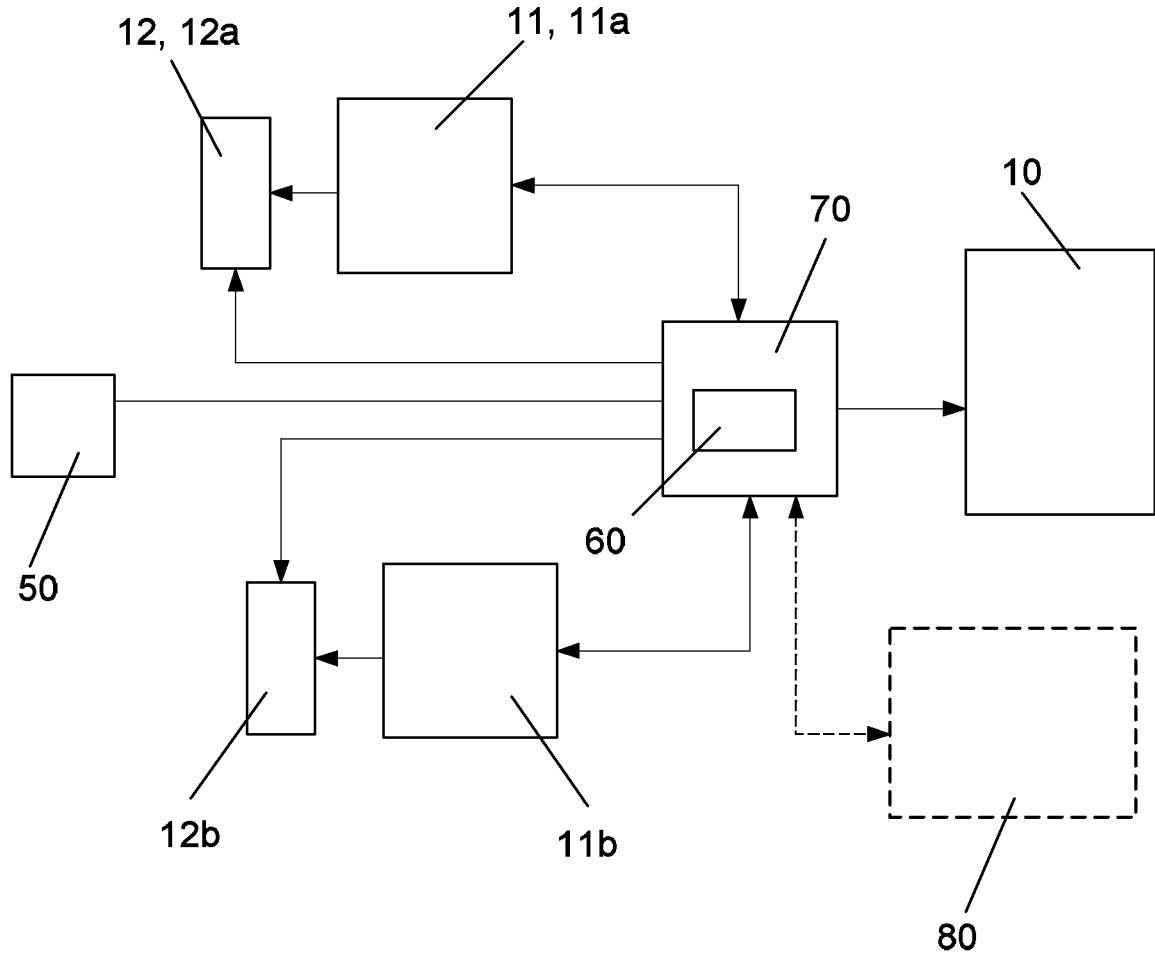


Figur 2.



Figur 3.

3/3



Figur 4.