



(12) SØKNAD

(11) 20171836

(13) A1

NORGE

(19) NO

(51) Int Cl.

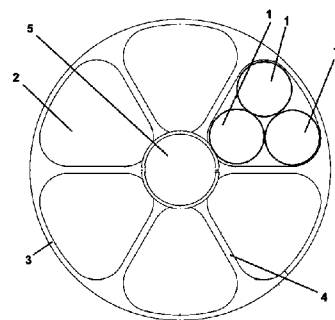
A01K 61/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20171836	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2017.11.17	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2017.11.17	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2019.05.20		
(71)	Innehaver	Knut Vangen, Bekkjarkvikveien 19, 5114 TERTNES, Norge Vidar Vangen, Skuteviksveien 36, 5032 BERGEN, Norge		
(72)	Oppfinner	Knut Vangen, Bekkjarkvikveien 19, 5114 TERTNES, Norge Vidar Vangen, Skuteviksveien 36, 5032 BERGEN, Norge		
(74)	Fullmektig	ACAPO AS, Postboks 1880 Nordnes, 5817 BERGEN, Norge		

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for kontinuerlig fiskeoppdrett i et sjøsatt oppdrettsanlegg
(57)	Sammendrag	

Fremgangsmåte for kontinuerlig fiskeoppdrett i et sjøsatt oppdrettsanlegg, hvor fiskeoppdretten utføres i et oppdrettsanlegg som omfatter et antall N merdseksjoner anbrakt i et hjulmønster der en sentral produksjonsenhet danner navet, og hjulmønsteret har N eiker radially jevnt fordelt ut fra navet, der hver av de N merdseksjonene er anbrakt tilstøtende to av eikene, og hver merdseksjon består av 3 merder, en indre merd anbrakt tangerende navet og to merder anbrakt utenfor den indre seksjonen, hvor oppdretten i merdene er tidsforskjøvet slik at der er en jevn fiskeproduksjon over tid fra oppdrettsanlegget, og dette oppnås ved å utsette oppstart av produksjon i hver av merdseksjonene ved å introdusere fisk i merdene i den følgende rekkefølgen: (a) introdusere fisk i en av de 3 merdene i den første merdseksjonen (b) vente i et tidsrom Δt og introdusere fisk inn en av de 3 merdene i den andre merdseksjonen, (c) vente i et ytterligere tidsrom Δt og introdusere fisk inn en av de 3 merdene i den neste merseksjonen, (d) gjenta trinn(c) til en av de 3 merdene i alle N merdseksjonene er fylt, hvor Δt er angitt som $\Delta t = T/2N$ og T er den totale tiden for en produksjonssyklus i oppdrettsanlegget hvor F er tiden fisken skal tilbringe i oppdrettsanlegget og P er tiden det tar fra en merd tømmes for fisk for å rengjøres og klargjøres til merden igjen fylles med fisk, og $T = F + 2P$, og hver enkelt merdseksjon drives som følger: (e) fisk introduseres inn en første av de 3 merdene i merdseksjonen som angitt i (a) og har en oppholdstid der på $\frac{1}{2} F$, (f) etter endt oppholdstid i den første merden i merdseksjonen flyttes fisken derfra og fordeles på de to resterende merdene i merdseksjonen, hvor de har en oppholdstid der på $\frac{1}{2} F$ før de fjernes fra de to resterende merdene i seksjonen og oppdrettsanlegget, (g) når den første merden i seksjonen er tømt, blir den rengjort og klargjort i løpet av tid P og så introduseres ett nytt parti med fisk deri, (h) når de to resterende merdene i seksjonen er tømt, blir den rengjort og klargjort i løpet av tid P og så introduseres ett nytt parti med fisk fra den første merden i seksjonen deri, (i) trinn (g) og (h) repeteres fortløpende.



Fremgangsmåte for kontinuerlig fiskeoppdrett i et sjøsatt oppdrettsanlegg

5 Oppfinnelsens fagfelt

Den foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte for kontinuerlig fiskeoppdrett i et sjøsatt oppdrettsanlegg, samt et oppdrettsanlegg tilrettelagt for å utøve fremgangsmåten.

10 Oppfinnelsens bakgrunn, kjent teknikk og formål

Slik fiskeoppdrett i dag vanligvis praktiseres, setter man vanligvis ut flere merder med fisk samtidig og høster dem også samtidig. Man har derved store svinglinger over tid både i ressursbruk, så som hvor mye for man behøver, hvor mye avfall man genererer, hvor mye arbeid kreves og ikke minst hvor mye fisk man høster. Dersom

15 man kan oppnå en mer jevn produksjon ved ett oppdrettsanlegg kan man effektivisere prosessen betraktelig og gjøre den mye mer kostnadseffektiv. Ved å høste fisk fra et anlegg kontinuerlig vil man også være mindre utsatt for svingninger i markedet.

20 For å oppnå kontinuerlig produksjon i fiskeoppdrett med kjent teknikk må man i dag ha mange merder i mange anlegg, og forsøke å samkjøre dem. Å få en helt jevn produksjon er allikevel svært vanskelig, og vil være spredd ut over et større område. Når produksjonen flyttes på land kan det lettes noe, men er allikevel problemfylt.

25 Derved er der et behov for en fremgangsmåte for kontinuerlig fiskeoppdrett i et sjøsatt oppdrettsanlegg, der man har en jevn produksjon av fisk over tid. Den foreliggende oppfinnelsen er en løsning på dette problemet.

30 Oppsummering av oppfinnelsen

Fremgangsmåten i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen er kjennetegnet ved at fiskeoppdretten utføres i et oppdrettsanlegg som omfatter et antall N merdseksjoner anbrakt i et hjulmønster der en sentral produksjonsenhet danner navet, og hjulmønsteret har N eiker radially jevnt fordelt ut fra navet, der hver av de N
35 merdseksjonene er anbrakt tilstøtende to av eikene, og hver merdseksjon består av

3 merder, en indre merd anbrakt tangerende navet og to merder anbrakt utenfor den indre seksjonen,

hvor oppdretten i merdene er tidsforskjøvet slik at der er en jevn fiskeproduksjon over tid fra oppdrettsanlegget, og dette oppnås ved å utsette oppstart av produksjon

5 i hver av merdseksjonene ved å introdusere fisk i merdene i den følgende rekkefølgen:

(a) introdusere fisk i en av de 3 merdene i den første merdseksjonen

(b) vente i et tidsrom Δt og introdusere fisk inn en av de 3 merdene i den andre merdseksjonen,

10 (c) vente i et ytterligere tidsrom Δt og introdusere fisk inn en av de 3 merdene i den neste merseksjonen,

(d) gjenta trinn(c) til en av de 3 merdene i alle N merdseksjonene er fylt,

hvor Δt er angitt som $\Delta t = T/2N$ og T er den totale tiden for en produksjonssyklus i oppdrettsanlegget

15 hvor F er tiden fisken skal tilbringe i oppdrettsanlegget og P er tiden det tar fra en merd tømmes for fisk for å rengjøres og klargjøres til merden igjen fylles med fisk, og $T = F + 2P$,

og hver enkelt merdseksjon drives som følger:

20 (e) fisk introduseres inn en første av de 3 merdene i merdseksjonen som angitt i (a) og har en oppholdstid der på $\frac{1}{2} F$,

(f) etter endt oppholdstid i den første merden i merdseksjonen flyttes fisken derfra og fordeles på de to resterende merdene i merdseksjonen, hvor de har en oppholdstid der på $\frac{1}{2} F$ før de fjernes fra de to resterende merdene i seksjonen og oppdrettsanlegget,

25 (g) når den første merden i seksjonen er tømt, blir den rengjort og klargjort i løpet av tid P og så introduseres ett nytt parti med fisk deri,

(h) når de to resterende merdene i seksjonen er tømt, blir den rengjort og klargjort i løpet av tid P og så introduseres ett nytt parti med fisk fra den første merden i seksjonen deri,

30 (i) trinn (g) og (h) repeteres fortløpende.

I følge en foretrukket utførelse av fremgangsmåten er $N=4-8$, mer foretrukket $N=5-7$, og mest foretrukket er $N=6$.

- I følge en foretrukket utførelse av fremgangsmåten er $F=4-24$ måneder, fortrinnsvis er $F=8-14$ måneder, mer fortrinnsvis er $F=10-12$ måneder og mest foretrukket er $F=11$ måneder. Mer foretrukket er $F=11$ måneder, $T=12$ måneder, og $P=1/2$ måned.

- I følge en foretrukket utførelse av fremgangsmåten holdes vanntemperaturen i merdene innenfor et temperaturområde på $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ av ønsket temperatur, fortrinnsvis $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, mer foretrukket $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Det er foretrukket at vanntemperaturen i merdene holdes stabil nok over langtids drift til at fisken vokser med tilnærmet samme hastighet.

- Oppdrettsanlegget i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen er kjennetegnet ved at det omfatter et antall N merdseksjoner anbrakt i et hjulmønster der en sentral produksjonsenhet danner navet, og hjulmønsteret har N eiker radialt jevnt fordelt ut fra navet, der hver av de N merdseksjonene er anbrakt tilstøtende to av eikene, og hver merdseksjon består av 3 merder, en indre merd anbrakt tangerende navet og to merder anbrakt utenfor den indre seksjonen.

I følge en foretrukket utførelse av oppdrettsanlegget er N lik 6.

- I følge en foretrukket utførelse av oppdrettsanlegget omfatter den sentrale produksjonsenheten vanninntak, vannbehandling, forsiloer, slamhåndtering, driftstyring og ballast for hele oppdrettsanlegget.

Beskrivelse av figurer

Foretrukne utførelser av oppfinnelsen skal i det etterfølgende omtales mer detaljert med henvisning til de medfølgende figurene, hvori:

- Figur 1 viser et sjøsatt oppdrettsanlegg i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen, sett ovenfra, hvor $N=6$. Figur 1a viser bare en merdseksjon med merder inntegnet, mens figur 1b viser alle merdseksjonene med merder inntegnet. Figur 2 viser et perspektiv av anlegget i figur 1, sett fra siden. Figur 3 viser et perspektivtverrsnitt av den sentrale produksjonsenheten, der etasjene deri fremkommer. Figur 4 viser et riss av et tverrsnitt av den sentrale produksjonsenheten, av etasjen der forsiloer oppbevares.

Figur 5 viser et sjøsatt oppdrettsanlegg i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen, sett ovenfra, hvor $N=5$.

Beskrivelse av foretrukne utførelser av oppfinnelsen.

- 5 I samsvar med den foreliggende oppfinnelsen inneholder oppdrettsanlegget et antall N merdseksjoner, der hver seksjon inneholder 3 merder. Merdene er runde eller tilnærmet runde når sett ovenfra. Merdseksjonene er anbrakt i et hjulmønster når sett ovenfra, der en sentral produksjonsenhet danner navet i hjulmønsteret. Hjulmonsteret har N eiker, jevnt fordelt ut fra navet. Eikene separerer de N
- 10 merdseksjonene, slik at merdseksjonene er anbrakt tilstøtende to av eikene (med en på hver side og navet i midten). Hver seksjon består av 3 merder, en indre merd anbrakt tangerende navet og to merder anbrakt utenfor den indre seksjonen. Fortrinnsvis er antallet seksjoner N 4-8, mer foretrukket 5-7, og i følge den mest foretrukne utførselen av den foreliggende oppfinnelsen er antallet seksjoner $N=6$.
- 15 Dette vises i figurene 1, 2 og 4. Med 6 seksjoner på 3 merder hver oppnår man arrangementet som vises i figurene. Dette gir den tetteste fordelingen av sirkelformede merder i seksjoner på 3 merder, slik at plassutnyttelsen blir optimal. Dette muliggjør det å ha merder med lik størrelse der antallet merder som tilgrenser den sentrale produksjonsenheten (6 merder) er halvparten av antallet merder som
- 20 så ligger i en ring utenfor disse (12 merder) og alle merdene ligger tett i tett, uten noe ekstra rom derimellom. Med 5 eller 7 seksjoner blir arrangementet fremdeles ok, men ikke perfekt slik som med 6 seksjoner, og dersom man bruker mindre enn 4 seksjoner eller mer enn 8 seksjoner blir det svært mye ubrukt plass mellom merdene, og mindre hensiktsmessig. Med andre ord, dess lengre bort fra 6
- 25 seksjoner man kommer, dess mer ikke utnyttet plass får man mellom merdene. I tillegg er 6 seksjoner et hensiktsmessig antall da innhøstingsfrekvensen da blir fordelaktig, dette vil forklares senere heri.

- Med henvisning til figur 1 vises et oppdrettsanlegg i henhold til den foreliggende
- 30 oppfinnelsen, med seks merdseksjoner 2. Hver av merdseksjonene 2 har tre merder 1 deri, selv om bare en av merdseksjonene vises tegnet fylt med merder i figur 1a da denne figuren fokuserer på seksjonene, ikke de individuelle merdene. Figur 1b viser alle merdseksjonene fylt med merder slik anlegget vil fremstå i bruk derav. I midten av anlegget er der anbrakt en sentral produksjonsenhet 5. Eikene 4 i hjulmønsteret
- 35 er her vist mellom merdseksjonene 2, og hele anlegget er omkranset/avgrenset av en ytterkant 3. Eikene 4 og ytterkanten 3 vil fungere som tilkomstveier til merdene.

Med henvisning til figur 5 vises er oppdrettsanlegg som tilsvarer det som er vist i figur 1, med den vesentlige forskjellen at her anvender man bare fem merdseksjoner, ikke seks som i figur 1. Man kan tydelig se på figuren at man oppnår en mindre optimal tettpakning av merdene 1 heri, med mer plass rundt dem. Men om man ønsker mye plass mellom seksjonene, eller mer plass til landganger, rør osv. på navene 4, kan man selvsagt velge denne utførelsen.

Figur 2 viser samme oppdrettsanlegget som figur 1, men her i perspektiv av anlegget under vannoverflaten, og her vises mer detaljer. Bioreaktorer 6 kan anbringes midtstilt i merdene 1, og man ser her at under eikene befinner det seg en transportpassasje 7 for ulike rør og ledninger mellom den sentrale produksjonsenheten 5 og merdene 1. Rundt hver merd 1 ser man en smittevernvegg 8. I denne figuren ser man også tydelig at denne konfigurasjonen av merder er optimal for å plassere så mange som mulig merder med så lite som mulig mellomrom derimellom.

Alle merdene er like og av samme størrelse. Det gjør utskifting av deler og generelt vedlikehold enkelt. En av hver seksjon på tre merder brukes til å sette ut fisken i først, når den først ankommer oppdrettsanlegget, de resterende to merdene i hver seksjon blir fisken så delt på halvveis gjennom oppholdstiden F til fisken i oppdrettsanlegget. Hvilken av de tre merdene i en seksjon som man først setter ut fisken i kan man velge, men det er mest praktisk å sette dem først ut i seksjonen som er innerst mot den sentrale produksjonsenheten slik at de to andre merdene i seksjonen er utenfor den første merden. Derved oppnår man en struktur med N merder der fisken først settes ut hvor disse N merdene er anbrakt i en indre sirkel rundt den sentrale produksjonsenheten og de resterende $2N$ merdene er anbrakt i en ytre sirkel utenfor den indre sirkelen, som vender ut mot sjøen. Dette kan blant annet forenkle innhøstingen av fisk, da den da skjer bare fra den ytre sirkelen.

I følge fremgangsmåten i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen, er der etter en oppstartsfasen kontinuerlig drift der alle merdene er enten fylt med fisk, i når de er i F tidsfasen, eller de rengjøres fra forrige parti med fisk og klargjøres for neste parti, når de er i P tidsfasen. Men fordi oppstart av de forskjellige seksjonene er tidsforskjøvet, oppnås det en jevn produksjon over tid, der både den totale biomassen i hele oppdrettsanlegget og uttak av fisk fra anlegget er jevn over tid.

Dette oppnås ved å utsette oppstart av produksjon i hver av merdseksjonene ved å introdusere fisk i merdene i den følgende rekkefølgen:

(a) introdusere fisk i en av de 3 merdene i den første merdseksjonen

5

(b) vente i et tidsrom Δt og introdusere fisk inn en av de 3 merdene i den andre merdseksjonen,

(c) vente i et ytterligere tidsrom Δt og introdusere fisk inn en av de 3 merdene i den neste merdseksjonen,

(d) gjenta trinn(c) til en av de 3 merdene i alle N merdseksjonene er fylt,

10

hvor Δt er angitt som $\Delta t = T/2N$ og T er den totale tiden for en produksjonssyklus i oppdrettsanlegget.

15

Under (d) gjentas da trinn (c) slik at oppstart av hver av de N merdene skjer med et tidsrom Δt mellom hver oppstart. Derved er oppstart av de N seksjonene tidsforskjøvet med en jevn tid Δt mellom hver oppstart. Når den siste seksjonen er oppstartet, venter man igjen en tid Δt før man så kan introdusere fisk i en av de 3 merdene i den første merdseksjonen, hvor «en av de 3 merdene» er den samme merden som man valgte i trinn (a) (De andre to merdene vil være fulle av fisk om ble overført fra denne merden, dette forklares nærmere under). Dette gjentas så etter Δt i den andre merdseksjonen, så etter Δt i den tredje merdseksjonen, osv, til alle merdseksjonene igjen er startet opp, og vil så fortsette fortløpende slik at man har en

20

kontinuerlig, jevnt fordelt oppstart av merdene i anlegget. Etter to slike oppstartsykluser vil da alle merdene i anlegget være i drift, det vil si enten fylt med fisk eller under klargjøring, og dette er den totale tiden for en produksjonssyklus T.

25

Siden merdene må tilbringe tid P for rengjøring etter at de tømmes for fisk og klargjøring for neste gruppe med fisk, er tiden for produksjonssyklusen T kortere enn tiden fisken tilbringer i anlegget F. Halvparten av tiden F tilbringer fisken i en første av de tre merdene i en merdseksjon, halvparten i de to andre merdene i merdseksjonen. oppholdstiden i hver seksjon er da tilnærmet $\frac{1}{2} F$. Derved er den totale tiden på en syklus T lik tiden F fisken tilbringer i anlegget pluss to rengjørings/klargjøringsfaser P (to fordi begge merdene fisken er i må rengjøres):

30

$T = F + 2P$.

Derved drives hver enkelt merdseksjon som følger:

(e) fisk introduseres inn en første av de 3 merdene i merdseksjonen som angitt i (a) og har en oppholdstid der på $\frac{1}{2} F$,

5 (f) etter endt oppholdstid i den første merden i merdseksjonen flyttes fisken derfra og fordeles på de to resterende merdene i merdseksjonen, hvor de har en oppholdstid der på $\frac{1}{2} F$ før de fjernes fra de to resterende merdene i seksjonen og oppdrettsanlegget,

(g) når den første merden i seksjonen er tømt, blir den rengjort og klargjort i løpet av tid P og så introduseres ett nytt parti med fisk deri,

10 (h) når de to resterende merdene i seksjonen er tømt, blir den rengjort og klargjort i løpet av tid P og så introduseres ett nytt parti med fisk fra den første merden i seksjonen deri,

(i) trinn (g) og (h) repeteres fortløpende.

Dette er den optimale fremgangsmåten for drift. Når man setter parameterne derfor, bør man legge inn litt ekstra tid på P og/eller F, slik at der er noe slingringsmonn
 15 dersom uforutsette problemer skulle inntre, slik at man da allikevel kan oppnå en tilnærmet jevn kontinuerlig produksjon. For eksempel, dersom fisken ikke vokser så bra som den burde, kan den trenge å tilbringe litt ekstra tid i merdene, eller om man har sykdomsutbrudd kan man trenge litt ekstra tid for å rengjøre merdene. Men dette kan man justere slik at det er innenfor driftsparametrene og eventuelle utsettelse
 20 har minimal effekt på den samlede produksjonen.

For omtrent alle fisketyper og driftsparametrer vil en total oppholdstid F i oppdrettsanlegget være på mellom 4 og 24 måneder. De fleste fisketyper vill ha en oppholdstid F på mellom 8 og 14 måneder, og for optimalisering av drift foretrekkes en oppholdstid F på 10-12 måneder. Mest foretrukket er en oppholdstid F på 11
 25 måneder. Dersom F er 11 måneder, og man har en tid P det tar fra en merd tømmes for fisk for å rengjøres og klargjøres til merden igjen fylles med fisk på $\frac{1}{2}$ måned, oppnår man en total tid for en produksjonssyklus T på 12 måneder. Dersom man da også bruker den mest foretrukne merdkonstellasjonen med 6 merdseksjoner med 3 merder i hver merdseksjon, vil man ha en kontinuerlig produksjon med uttak av fisk
 30 fra en merdseksjon hver måned, og setting av ny fisk i en merdseksjon hver måned. Man kan selvsagt også oppnå en produksjonssyklus T på 12 måneder ved å forlenge og forkorte P og F slik at T forblir 12 måneder. Dersom N ikke er 6, kan P og F også justeres slik at man oppnår månedlig høsting, men da vil ikke T være 12

måneder fordi man ikke høster 12 ganger per tid T. Dersom man for eksempel har bare 5 seksjoner, slik at $N=5$, har man bare $2N=10$ høstinger per produksjonssyklus T. Om man ønsker en månedlig høsting må man da ha en T på bare 10 måneder. Dette er noe en fagmann på fiskeoppdrettsfeltet kan vurdere og justere.

- 5 Tabellene under viser flere eksempler på produksjon i henholdt til den foreliggende oppfinnelsen:

10 Tabell 1 viser tiden for de forskjellige driftshendelsene (når fisken flyttes inn i en ny merd og når rengjøringsfasen begynner), angitt i måneder fra oppstart av hele anlegget. Tabell 1 viser dette for $N=6$ seksjoner, $C = \frac{1}{2}$ måned med rengjørings og klargjøringstid, $F = 11$ måneder totalt med oppholdstid i merdanlegget for fisken. Dette tilsvarer et scenario for $T = 12$ måneder, og $\Delta t = 1$ måned venting mellom oppstart av merdseksjonene og høsting derifra. Alle tallene i tabellen er derved måneder.

15

	Seksjon					
	1	2	3	4	5	6
introdusere fisk i 1. merd (første gang)	0	1	2	3	4	5
fisken flyttes fra 1. merd til 2. og 3. merd	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5
rengjort og klargjort 1. merd	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5
introdusere fisk i 1. merd (andre gang)	6	7	8	9	10	11
fisk fjernes fra 2. og 3. merd	11	12	13	14	15	16
rengjort og klargjort 2. og 3. merd	11	12	13	14	15	16
flyttes fisken fra 1. merd til 2. og 3. merd	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5
rengjort og klargjort 1. merd	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5
introdusere fisk i 1. merd (tredje gang)	12	13	14	15	16	17
fisk fjernes fra 2. og 3. merd	17	18	19	20	21	22

Tabell 2 viser tiden for de forskjellige driftshendelsene (når fisken flyttes inn i en ny merd og når rengjøringsfasen begynner), angitt i måneder fra oppstart av hele anlegget. Tabell 2 viser dette for N=6 seksjoner, C = ½ måned med rengjørings og klargjøringstid, F = 14 måneder totalt med oppholdstid i merdanlegget for fisken. Dette tilsvarer et scenario for T = 15 måneder, og $\Delta t = 1,5$ måned venting mellom oppstart av merdseksjonene og høsting derifra. Alle tallene i tabellen er derved angitt i måneder.

	Seksjon				
	1	2	3	4	5
introdusere fisk i 1. merd (første gang)	0	1,5	3	4,5	6
fisken flyttes fra 1. merd til 2. og 3. merd	7	8,5	10	11,5	13
rengjort og klargjort 1. merd	7	8,5	10	11,5	13
introdusere fisk i 1. merd (andre gang)	7,5	9	10,5	12	13,5
fisk fjernes fra 2. og 3. merd	14	15,5	17	18,5	20
rengjort og klargjort 2. og 3. merd	14	15,5	17	18,5	20
flyttes fisken fra 1. merd til 2. og 3. merd	14,5	16	17,5	19	20,5
rengjort og klargjort 1. merd	14,5	16	17,5	19	20,5
introdusere fisk i 1. merd (tredje gang)	15	16,5	18	19,5	21
fisk fjernes fra 2. og 3. merd	21,5	23	24,5	26	27,5

10

Tabell 3 viser tiden for de forskjellige driftshendelsene (når fisken flyttes inn i en ny merd og når rengjøringsfasen begynner), angitt i måneder fra oppstart av hele anlegget. Tabell 3 viser dette for N=7 seksjoner, C = ¾ måned med rengjørings og klargjøringstid, F = 16 måneder totalt med oppholdstid i merdanlegget for fisken. Dette tilsvarer et scenario for T = 17,5 måneder, og $\Delta t = 1,25$ måned venting mellom

15

oppstart av merdseksjonene og høsting derifra. Alle tallene i tabellen er derved angitt i måneder.

	Seksjon						
	1	2	3	4	5	6	7
introdusere fisk i 1. merd (første gang)	0	1,25	2,5	3,75	5	6,25	7,5
fisken flyttes fra 1. merd til 2. og 3. merd	8	9,25	10,5	11,75	13	14,25	15,5
rengjort og klargjort 1. merd	8	9,25	10,5	11,75	13	14,25	15,5
introdusere fisk i 1. merd (andre gang)	8,75	10	11,25	12,5	13,75	15	16,25
fisk fjernes fra 2. og 3. merd	16	17,25	18,5	19,75	21	22,25	23,5
rengjort og klargjort 2. og 3. merd	16	17,25	18,5	19,75	21	22,25	23,5
flyttes fisken fra 1. merd til 2. og 3. merd	16,75	18	19,25	20,5	21,75	23	24,25
rengjort og klargjort 1. merd	16,75	18	19,25	20,5	21,75	23	24,25
introdusere fisk i 1. merd (tredje gang)	17,5	18,75	20	21,25	22,5	23,75	25
fisk fjernes fra 2. og 3. merd	24,75	26	27,25	28,5	29,75	31	32,25

- 5 Tabellene 1-3 viser derved tre forskjellige måter man kan utføre fremgangsmåten i følge den foreliggende oppfinnelsen på, som alle resulterer i en jevnt fordelt høsting og biomasse over tid. Dette er bare eksempler, ved å endre på de ulike variablene kan man oppnå et stort antall mulige scenario, slik at man kan tilpasse driften av oppdrettsanlegget etter forholdene/parameterne man ønsker.

10

Størrelsen på merdene kan variere noe, men for å oppnå stor kapasitet slik det er hensikten med den foreliggende oppfinnelsen bør de ha en viss størrelse. På den andre siden er det ikke hensiktsmessig om de blir for store, for da er de vanskelige å håndtere, og der er regelverk som regulerer hvor mange fisk man kan ha i en merd.

- 15 Den øvre grensen er vanligvis satt med tanke på rømningsfare, det vil si man setter et tak på hva som er det maksimale med rømte oppdrettsfisk miljøet kan håndtere og dette er grensen på fisk per merd. Dette er velkjent på fiskeoppdrettsfagfeltet, og således er det å velge størrelsen på merden og mengden fisk noe en fagmann vil

vite hvordan man gjør. Et eksempel på hensiktsmessig bruk av den foreliggende oppfinnelsen er å sette ut 200.000 fisk i en av de 3 merdene i en merdseksjon, og så når de skal flyttes over i de to resterende merdene i merdseksjonen flytte halvparten (ca 100.000) fisk til hver av de to resterende merdene. Når de to resterende seksjonene så høstes etter endt oppholdstid F i oppdrettsanlegget, høster man 200.000 fisk ut av en seksjon. Et eksempel på hensiktsmessig størrelse er at hver merd har en diameter på 33m, noe som innebærer at den sentrale produksjonsenheten har en lignende størrelse, og hele oppdrettsanlegget får en diameter på omtrent 170m.

Hver merd har sitt eget resirkuleringssystem som fører til redusert vannbruk Isolasjon på merdene, oppvarming av vann etc for jevn produksjon

Det som utgjør navene på hjulet som utgjør oppdrettsanlegget, er i praksis separasjon av merdseksjonene. Fortrinnsvis vil de også definere separate smittesoner som deles inn med skjermvegger under vann, og de vil ha gangbroer som letter tilgang til merdene over vann, samt at de vil inneholde ledninger og rørsystem som fører for og vann og for ut til merdene fra den sentrale produksjonsenheten, og slam tilbake.

Den sentrale produksjonsenheten inneholder fellesfunksjonene til alle merdene. For og vann føres ut derfra til merdene, og slam fra merdene behandles der. Felles vanninntak vil vanligvis befinne seg her, og vannbehandling og vannoppvarming, samt gassproduksjon. Den sentrale produksjonsenheten er fortrinnsvis oppdelt i flere etasjer, hvor det i følge en foretrukket utførelse av oppfinnelsen er anbrakt en eller flere ballasttanker i bunnen derav, slik at oppdriften kan reguleres etter som hvor mye for anlegget lagrer til enhver tid. Derved vil den sentrale produksjonsenheten og anlegget i sin helhet flyte på samme nivå i sjøen hele tiden, det vil si ligge nøytralt i vannet, og være stabilt. I etasjen over ballasttankene vil man gjerne ha forsiloer. I etasjen over forsiloene vil man fortrinnsvis ha vanninntak og vannbehandlingsfunksjoner. Etasjen som befinner seg på hoveddekknivå inneholder fortrinnsvis funksjoner det er praktisk med enkel tilgang til, så som nødstrømanlegg, maskinrom og generatorer. Øvre etasjer kan inneholde funksjoner som styrehus/driftskontroll og ulike rom for bruk av mannskap.

Figur 3 viser et tverrsnitt av den sentrale produksjonsenheten 5, her vist med ballasttanker 9 i bunnen, og flere etasjer 10. Figur 4 viser et tverrsnitt av den sentrale

produksjonsenheten 5 sett ovenfra, i dette tilfellet tilpasset et anlegg med 6 merdseksjoner. Eikene 4 som fortsetter ut mellom merdseksjonene vises, og tverrsnittet viser etasjen der forsiloene 11 er oppbevart på.

- 5 Fortrinnsvis dekkes hele oppdrettsanlegget med et tak, som kan dekkes med solcellepaneler for selvforsyning med elektrisitet.

Siden målet med oppfinnelsen er å få en så kontinuerlig jevn som mulig drift, vil man i følge en foretrukket utførelse derav forsøke å holde vannet i merdene på en jevn

10 temperatur. Det vil føre til at fisken vokser jevnt, med samme hastighet, slik at høstingen derav også blir jevn med fisk av tilnærmet samme størrelse. I de fleste farvann betyr det at man vil ønske å varme opp vannet i store deler av året, da dette vil føre til hurtigere vekst og større produksjon. Dette kan gjøres mer effektivt ved å bruke inntaksvann fra variable dybder, slik at man tar vannet fra der det er varmast,

15 og ved å isolere merdene, slik at de holder på varmen, og ved å være het eller delvis selvforsynt med elektrisitet fra solcelleanlegg, slik at oppvarming av vannet blir hensiktsmessig i henhold til kostnader, og ved å tilføre så lite som mulig nytt vann. Sistnevnte kan gjøres ved å ha effektive prosesser for vannrensing og oksygenering, slik at behovet for utskifting blir mindre. Det er da en fordel at hver merd har sitt eget

20 resirkuleringssystem uavhengig av de andre merdene, for da vil man trenge mindre nytt vann, og også få mindre sykdomsspredning. Vannet som tas inn kan med fordel også varmeveksles med vann som tas ut (slam), og spillvarme fra egenproduksjon av oksygen kan også varmeveksle med vann som tas inn. I den kaldeste delen av året kan det avhengig av forholdene være nødvendig med varmetilførsel via

25 varmepumpe

Ulike fiskearter har en ulik optimal temperatur for vekst, og dette må avstemmes i forhold til kostnader ved oppvarming av vann for å komme frem til en ønsket

gjennomsnittstemperatur for vannet i merdene i anlegget. For optimal produksjon fra

30 oppdrettsanlegget i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen foretrekkes det at man holder temperaturen i merdene på +/- 5 °C av ønsket temperatur, fortrinnsvis +/- 3 °C for jevnere produksjon/vekst av fisk, og mest foretrukket +/-2 °C. For at fisken i det hele tatt skal trives er en ytre ramme på +/- 5 °C tilstrekkelig for de fleste fisketyper. For mange av fisketypene som det drives oppdrett på, er en

35 temperaturforskjell fra laveste til høyeste temperatur i løpet av vekstsyklusen på ikke mer enn 6°C et godt mål, for eksempel kan laks og ørret med fordel holdes innenfor et vindu på 8-12°C , eller 10-16°C. Da vil veksten stort sett holde seg stabil. For

mange fiskearter er det ønskelig for stabil vekst å holde temperaturen i merdene på $\pm 3^{\circ}\text{C}$ av optimal temperatur for den spesifikke arten, men for noen mer følsomme arter, så som noen tropiske fiskeslag, kan det være nødvendig med en mindre temperaturrekkevidde på $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Det kan også være ønskelig med en

- 5 temperaturrekkevidde på $4-5^{\circ}\text{C}$ for andre fiskearter, for et godt trivselsvindu. En annen måte å uttrykke dette på er at for optimal drift i samsvar med fremgangsmåten i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen er det en fordel at vanntemperaturen i merdene holdes stabil nok over langtids drift til at fisken vokser med tilnærmet samme hastighet. Med langtids drift menes innen ett år, da sesongvariasjoner
- 10 vanligvis vi utgjøre de største variasjonene i temperatur. Hvor mye variasjon som tillates for at temperaturen er «stabil nok» vil som omtalt ovenfor variere med fisketype. At fisken vokser med «tilnærmet samme hastighet» betyr at veksthastigheten på de ulike partiene med fisk produsert over tid er stabil nok til at biomasseproduksjonen fra oppdrettsanlegget i samsvar med den foreliggende
- 15 oppfinnelsen er tilnærmet jevn. Ved å holde vanntemperaturen i merdene stabil over langtids drift oppnår man da så optimale drifts- og vekstforhold som mulig, og det vil føre til en optimal drift av anlegget med en svært jevn biomasseproduksjon.

- Anlegget produserer optimalt når alle faktorer, ikke bare vanntemperaturen i merdene, holdes jevnest mulig gjennom året. En viktig premissgiver for dette er
- 20 settefiskens, det vil si størrelsen på denne og at den leveres til rett tid. For å utjevne følgende av at settefiskens eventuelt er liten ved innsetning er noen ukers spillrom ved uttak ønskelig. Store variasjoner i fiskestørrelse gjennom året vil ha innvirkning på anleggets fortrefelighet eller sette høyere krav til oppfølging av hver enkelt

- 25 Der er ingen restriksjoner på hvalsangs type fisk man kan ha i oppdrettsanlegget i følge den foreliggende oppfinnelsen. Et foretrukket eksempel er produksjon av laks eller ørret, og da mest foretrukket i segmentet fra 4 til 8 kg ferdigstilt fisk, mest foretrukket 7 kg for laks og noe mindre for ørret. Laks vokser dårligere om de holdes
- 30 ved en temperatur over 16°C , $12-16^{\circ}\text{C}$ er ideelt, innen $10-12^{\circ}\text{C}$ kan veksten være noe redusert og under 10°C vill den være redusert. For oppdrettsanlegg for laks og ørret i Norge innebærer det at man med fordel kan øke temperaturen fra vanlig sjøtemperatur. Ved å øke temperaturen i vannet i anlegget/merdene oppnår man er raskere vekst. Man kan da komme ned i en total oppholdstid F for fisken ned mot 8
- 35 måneder dersom fisken er av 300g størrelse ved innsetting og man ønsker høsting

ved ca 7 kg. Den maksimale tiden F for laks og ørret er på under 14 måneder, dette vil kunne forekomme dersom man ikke tilfører varme.

- 5 Fortrinnsvis inneholder hver merd et biofilter. Dette vil hovedsakelig ta hånd om den nitrogenholdige fiskeavføringen og bryte den ned til nitritt/nitrat. Men slammet inneholder også andre næringsstoffer, deriblant mye protein fra forrester ol.
- 10 Utenfor merdseksjonene kan man om ønskelig også anbringe flere merder der man ikke aler opp fisk, men andre organismer som kan dra nytte av næringsstoffene i slammet fra fiskemerdene. Dette kan integreres som del av rensingen av slammet, slik at man må håndtere mindre derav. Renseorganismer som spiser slam eller finere partikler er velkjente på fagfeltet. Større organismer som tunikater eller skjell så som blåskjell kan også samproduseres med fisken på dette vis. Man vil da trenge strukturer inne i merdene de skal vokse i som de kan fastsettes på, men merdene selv kan være samme typen som anvendes for fisken.
- 15 Fiskeoppdrettsnæringen reguleres fra norske myndigheters side med den såkalte MTB (maksimalt tillat biomasse). Ved å ha en jevn utsetting av fisk, mest foretrukket i følge den foreliggende oppfinnelsen månedlig, oppnås en jevn biomasse økning når temperaturen også er jevn. Med utslakting på rett tid kan biomassen da holde
- 20 oppunder den tillatte MTB til enhver tid og det oppnås da en betydelig økning av produksjonen. Med å bruke fremgangsmåten i følge den foreliggende oppfinnelsen kan man da opprettholde en konstant voksende biomasse der man til fastsatte tider slakter ut det som kommer over den tillatte MTB.

P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåte for kontinuerlig fiskeoppdrett i et sjøsatt oppdrettsanlegg, **karakterisert ved at**

- 5 fiskeoppdretten utføres i et oppdrettsanlegg som omfatter et antall N merdseksjoner anbrakt i et hjulmønster der en sentral produksjonsenhet danner navet, og hjulmønsteret har N eiker radialt jevnt fordelt ut fra navet, der hver av de N merdseksjonene er anbrakt tilstøtende to av eikene, og hver merdseksjon består av 3 merder, en indre merd anbrakt tangerende navet og to merder anbrakt utenfor den
- 10 indre seksjonen,

hvor oppdretten i merdene er tidsforskjøvet slik at der er en jevn fiskeproduksjon over tid fra oppdrettsanlegget, og dette oppnås ved å utsette oppstart av produksjon i hver av merdseksjonene ved å introdusere fisk i merdene i den følgende rekkefølgen:

- (a) introdusere fisk i en av de 3 merdene i den første merdseksjonen
- 15 (b) vente i et tidsrom Δt og introdusere fisk inn en av de 3 merdene i den andre merdseksjonen,
- (c) vente i et ytterligere tidsrom Δt og introdusere fisk inn en av de 3 merdene i den neste merseksjonen,
- (d) gjenta trinn(c) til en av de 3 merdene i alle N merdseksjonene er fylt,
- 20 hvor Δt er angitt som $\Delta t = T/2N$ og T er den totale tiden for en produksjonssyklus i oppdrettsanlegget

hvor F er tiden fisken skal tilbringe i oppdrettsanlegget og P er tiden det tar fra en merd tømmes for fisk for å rengjøres og klargjøres til merden igjen fylles med fisk, og $T = F + 2P$,

- 25 og hver enkelt merdseksjon drives som følger:

- (e) fisk introduseres inn en første av de 3 merdene i merdseksjonen som angitt i (a) og har en oppholdstid der på $\frac{1}{2} F$,
- (f) etter endt oppholdstid i den første merden i merdseksjonen flyttes fisken derfra og fordeles på de to resterende merdene i merdseksjonen, hvor de har

en oppholdstid der på $\frac{1}{2} F$ før de fjernes fra de to resterende merdene i seksjonen og oppdrettsanlegget,

(g) når den første merden i seksjonen er tømt, blir den rengjort og klargjort i løpet av tid P og så introduseres ett nytt parti med fisk deri,

5 (h) når de to resterende merdene i seksjonen er tømt, blir den rengjort og klargjort i løpet av tid P og så introduseres ett nytt parti med fisk fra den første merden i seksjonen deri,

(i) trinn (g) og (h) repeteres fortløpende.

2. Fremgangsmåte i samsvar med krav 1, **karakterisert ved at** $N=4-8$, mer
10 foretrukket $N=5-7$, og mest foretrukket er $N=6$.

3. Fremgangsmåte i samsvar med ett eller flere av de tidligere kravene, **karakterisert ved at** $F=4-24$ måneder, fortrinnsvis er $F=8-14$ måneder, mer fortrinnsvis er $F=10-12$ måneder og mest foretrukket er $F=11$ måneder.

4. Fremgangsmåte i samsvar med krav 3, **karakterisert ved at** $F=11$ måneder, T
15 $=12$ måneder, og $P=\frac{1}{2}$ måned.

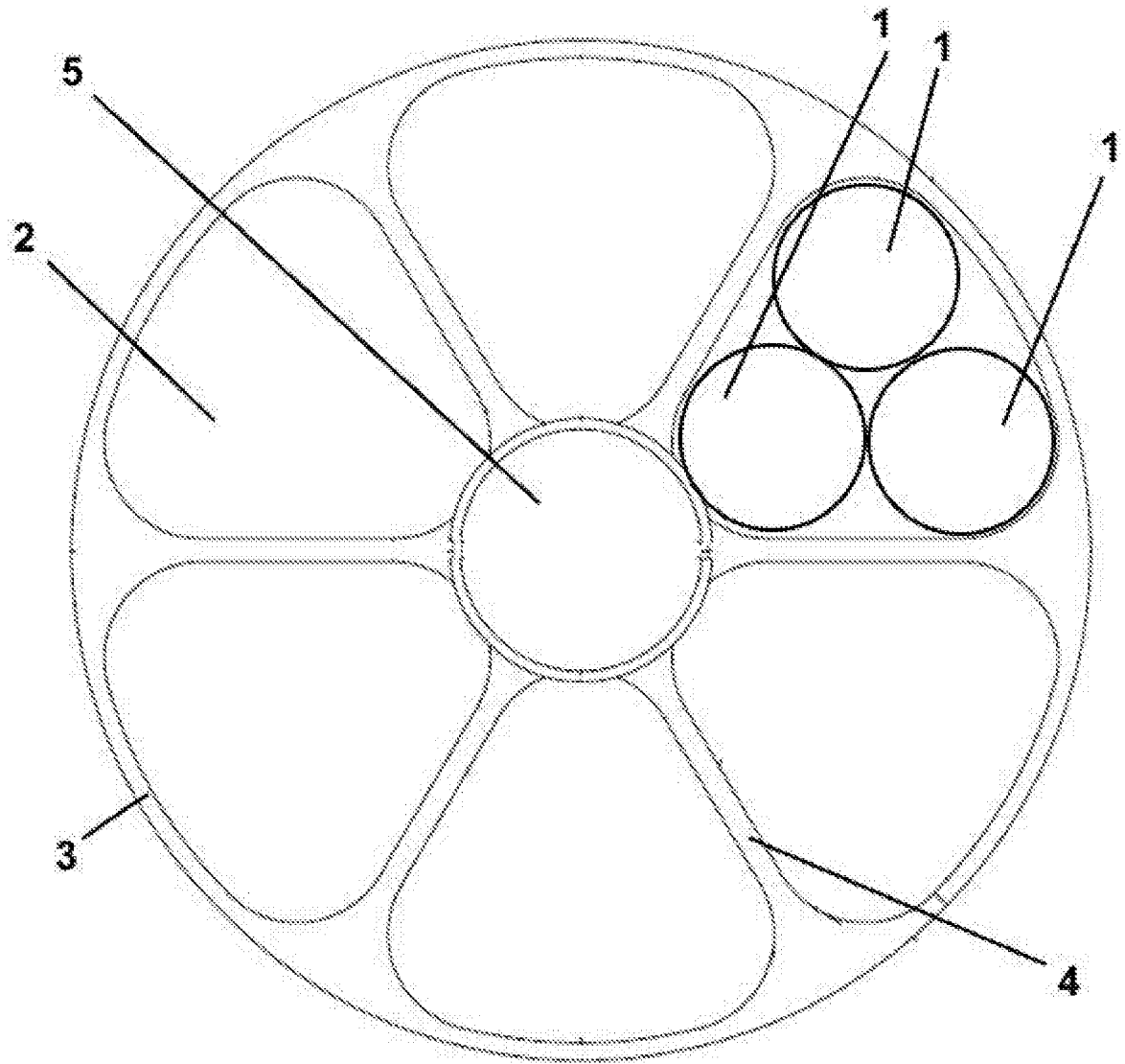
5. Fremgangsmåte i samsvar med ett eller flere av de tidligere krav, **karakterisert ved at** vanntemperaturen i merdene holdes innenfor et temperaturområde på ± 5 °C av ønsket temperatur, fortrinnsvis ± 3 °C, mer foretrukket ± 2 °C.

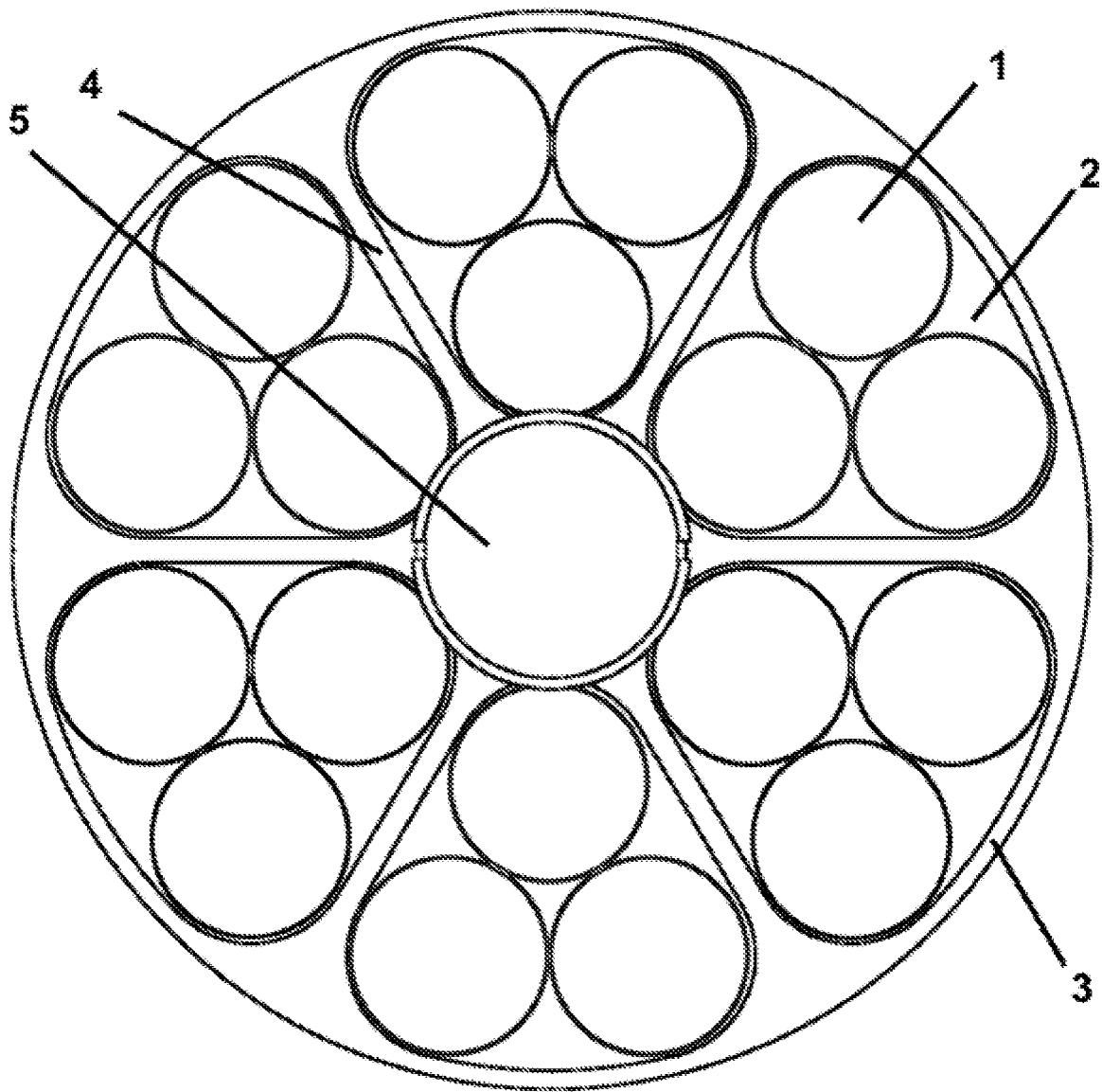
6. Fremgangsmåte i samsvar med krav 5, **karakterisert ved at** vanntemperaturen
20 i merdene holdes stabil nok over langtids drift til at fisken vokser med tilnærmet samme hastighet.

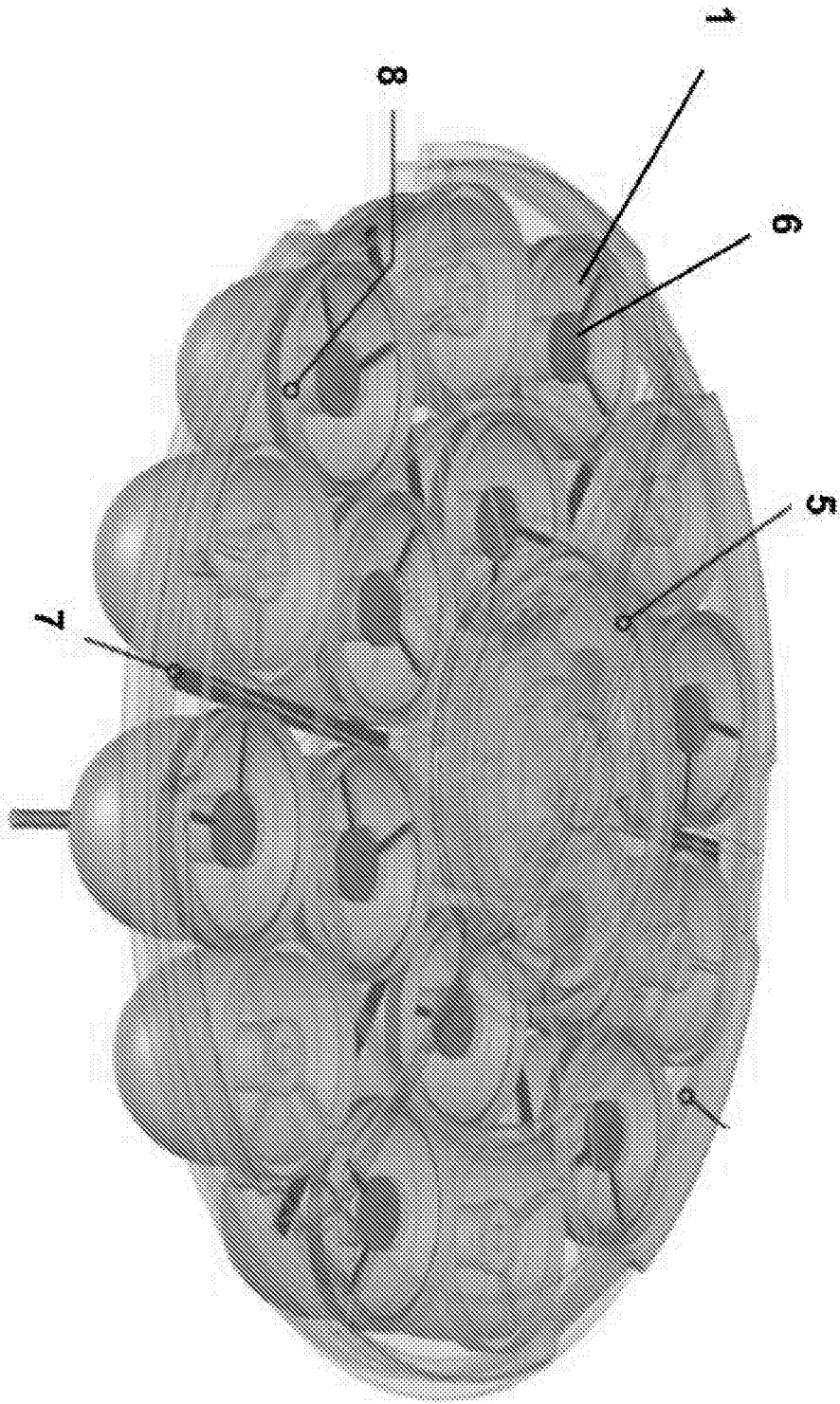
7. Sjø satt oppdrettsanlegg for kontinuerlig fiskeoppdrett, **karakterisert ved at** det
omfatter et antall N merdseksjoner anbrakt i et hjulmønster der en sentral
produksjonsenhet danner navet, og hjulmønsteret har N eiker radially jevnt fordelt ut fra
25 navet, der hver av de N merdseksjonene er anbrakt tilstøtende to av eikene, og hver merdseksjon består av 3 merder, en indre merd anbrakt tangerende navet og to merder anbrakt utenfor den indre seksjonen.

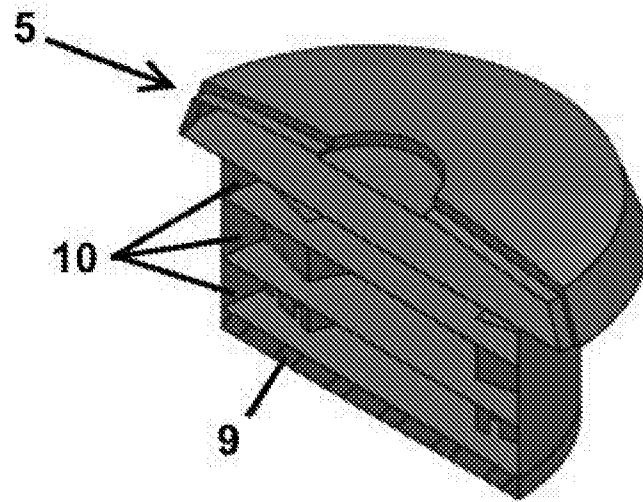
8. Oppdrettsanlegg i samsvar med krav 7, **karakterisert ved at** $N=6$.

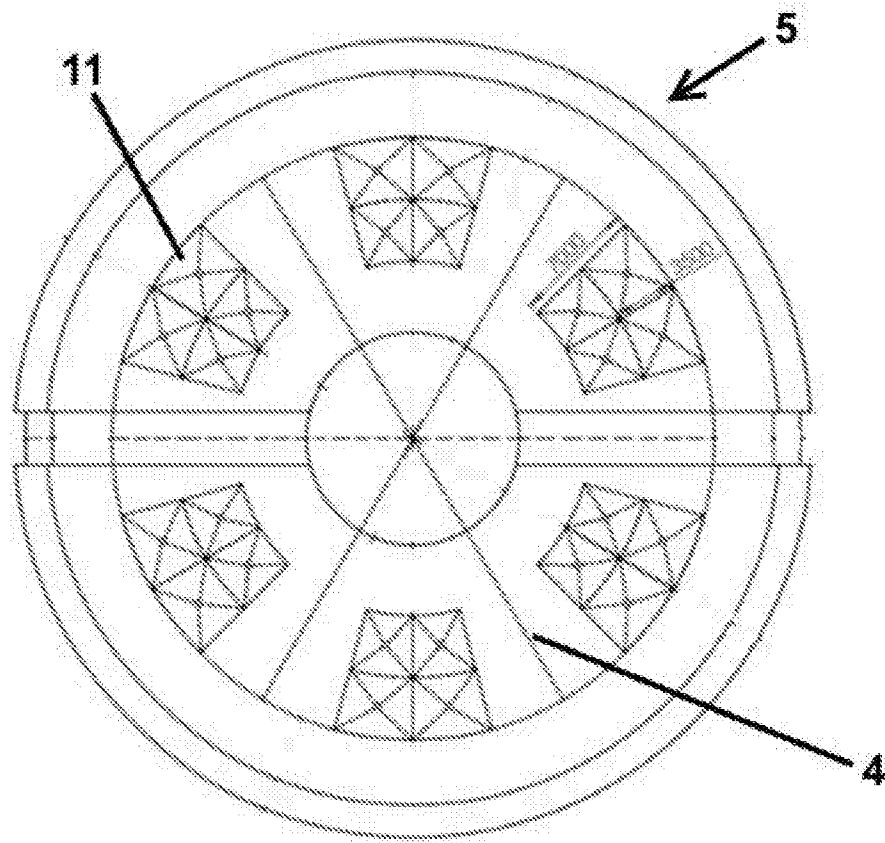
9. Oppdrettsanlegg i samsvar med krav 7 eller 8, **karakterisert ved at** den sentrale produksjonsenheten omfatter vanninntak, vannbehandling, forsiloer, slamhåndtering, driftstyring og ballast for hele oppdrettsanlegget.

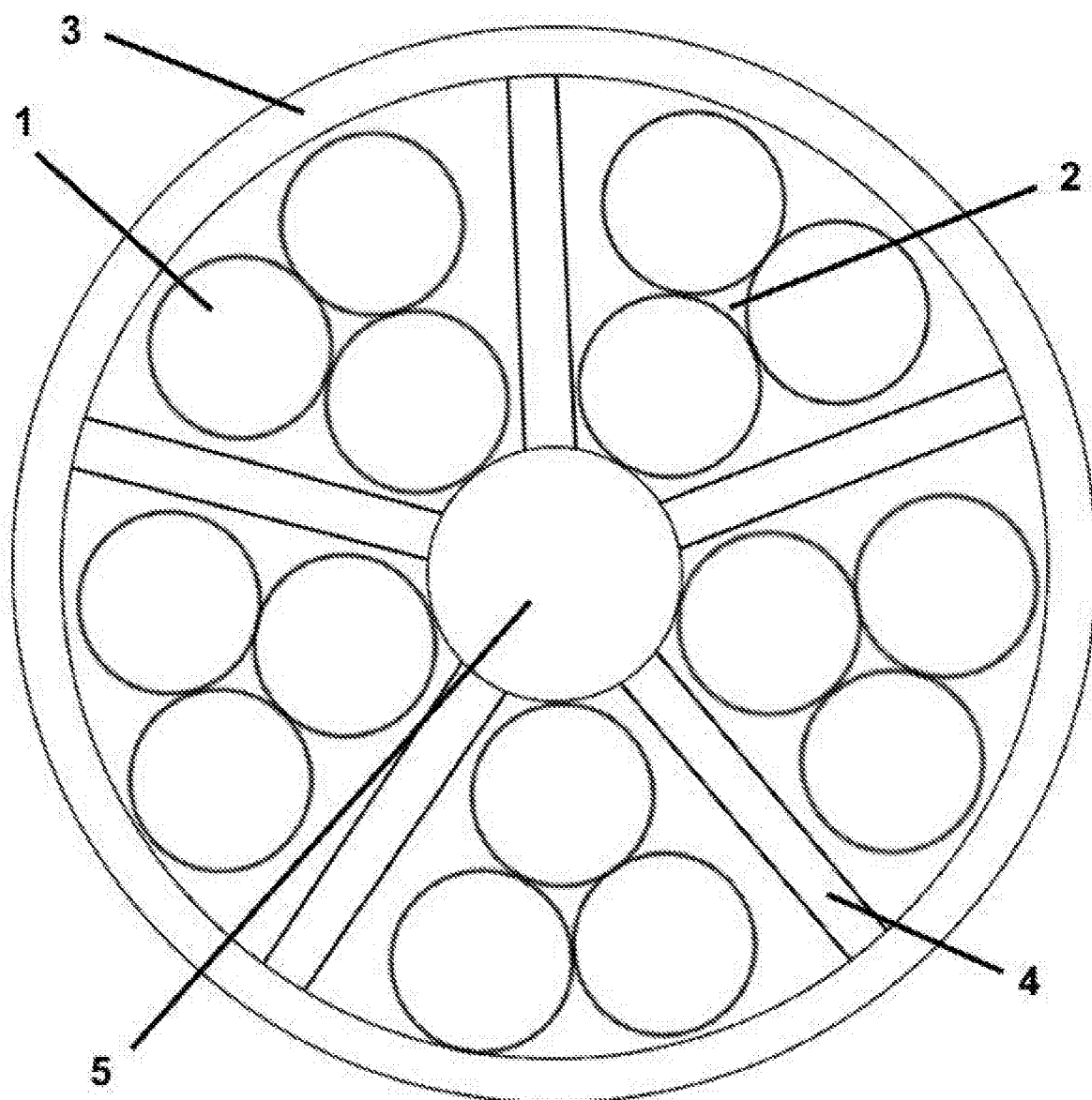
**FIG 1A**

**FIG 1B**

**FIG 2**

**FIG 3**

**FIG 4**

**FIG 5**