

Advies aanleg refugia voor vis.

door

Jan H. Kemper

versie

(23 september 2003)



ORGANISATIE TER VERBETERING VAN DE BINNENVISSERIJ

Postbus 433
3430 AK Nieuwegein
Tel.: 030 - 605 8411
Fax : 030 - 603 9874

Opdrachtgever voor het onderzoek was Zuiveringsschap Rivierenland.

Bibliografische referentie:

Kemper Jan H., 1996. Advies aanleg refugia voor vis. Nieuwegein, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij. OVB-Onderzoeksrapport 1996-19, 8 p.

© 1996 Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein; Zuiveringsschap Rivierenland, Tiel.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke ander wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyright houders. De OVB is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassing van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van de OVB; opdrachtgever vrijwaart de OVB van aanspraken van derden in dit verband.

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	1
2.	Oorzaken en gevolgen van wintersterfte	1
2.1	Verstikking	1
2.2	Vergiftiging	2
2.2	Gevoelige wateren.	2
2.3	Omvang van wintersterfte.	2
3.	Maatregelen	3
3.1	Preventie	3
3.1.1	Uitdiepen	3
3.1.2	Saneren vervuilingsbronnen	6
3.1.3	Baggeren	6
3.2	Optreden tijdens wintersterfte	7
3.2.1	Sneeuwruimen	7
3.2.2	Wakken	7
3.2.3	Doorstroming (bemaling)	7
3.2.4	Inbrengen van zuurstof met compressoren.	7
3.2.5	Circulatie van water over ijs.	7
3.2.6	Overzetten van vis.	7
3.3	Na de wintersterfte	8
4.	CONCLUSIES	8
5.	LITERATUUR	8

Samenvatting

Wintersterfte bij vis wordt in hoofdzaak veroorzaakt doordat de zuurstofvoorraad onder het ijs uitgeput raakt. Verstikking is het gevolg. Er wordt een concrete aanbeveling gedaan voor de aanleg van een refugium in de omgeving van Echteld (Betuwe), waarbij er van wordt uitgegaan dat de vispopulatie circa 2 maanden onder het ijs moet kunnen overleven. Daarnaast worden algemene eisen gegeven waaraan een refugium moet voldoen. De beste maatregel om wintersterfte te voorkomen is het aanbrengen van diepe gedeelten in het waterareaal. Hiermee wordt in eerste instantie de zuurstofvoorraad vergroot. Ook biedt het de vis een rustplaats voor de overwintering.

1. INLEIDING

Definitie:

Wintersterfte bij vis is een (vaal plotseling optredende) omvangrijke sterfte onder de visstand, die plaatsvindt in de winter door verslechterde milieuomstandigheden, die direct of indirect het gevolg zijn van de ijsbedekking van water.

Door de vorming van een ijslaag, wordt een water tamelijk effectief van de atmosfeer afgesloten. Beluchting van het water met zuurstof door de windwerking en golfslag is uitgesloten. Uitwisseling van warmte wordt bemoeilijkt. De instraling van licht in het water wordt beperkt, vooral als het ijs met een sneeuwlaag wordt afgedekt.

Als gevolg van deze afsluiting treden veranderingen op de chemische samenstelling van het water onder de ijslaag. Als resultaat hiervan, kan in bepaalde wateren sterfte onder de visstand optreden. In dit rapport wordt een beschrijving van het verschijnsel gegeven. Daarnaast zijn er richtlijnen gegeven voor het aanleggen van refugia.

2. Oorzaken en gevolgen van wintersterfte

2.1 Verstikking

Wintersterfte bij vis treed in de meeste gevallen op door verstikking (Scidmore, 1957; Welch, 1952). In een later stadium kunnen vissen in het ijs vastvriezen. Dit kan ten onrechte de indruk wekken dat de vis is doodgevroren. Verstikking treed op zodra de zuurstof onder het ijs uitgeput raakt. De hoeveelheid zuurstof is de resultante van een dynamisch proces.

- C Zuurstofvoorraad:** Dit is er de hoeveelheid zuurstof die in het water is opgelost aan het begin van de winter. Deze voorraad kan aanzienlijk zijn omdat door de lage temperatuur van het water er 's winters meer zuurstof op kan lossen dan in de zomer.
- C Zuurstofconsumptie:** Bacteriën zijn in de regel de grootste consumenten. Het zijn dan ook vaak omstandigheden waaronder er overmatige bacteriële activiteit plaatsvindt, zodat acuut zuurstoftekort op kan treden. De zuurstofconsumptie van andere organismen zoals vis, amfibieën en macrofauna, is hierbij vergeleken, van ondergeschikt belang.
- C Zuurstofproductie:** Diffusie van zuurstof uit de lucht kan bijdragen tot de zuurstofvoorraad. Hoewel op beperkte schaal, kan diffusie van zuurstof ook door het ijs plaatsvinden. Zuurstof wordt in hoofdzaak geproduceerd door algen die ook in de winter in het water aanwezig zijn. De produktie is afhankelijk van helderheid en de dikte van het ijs. Zogenaamd fondant-ijs zal minder

licht doorlaten dan helder ijs. Het spreekt voor zich dat ook sneeuw een nadelige invloed heeft op de primaire productie. De dikte en de conditie van de sneeuwlaag (nat of droog), is hierbij ook van belang (Albrecht, 1964).

2.2 Vergiftiging

Vergiftiging is een indirect gevolg van het tekort aan zuurstof dat ontstaat. Zodra de hoeveelheid zuurstof beperkend wordt voor aërobe bacteriën (d.i. bacteriën die zuurstof voor hun metabolisme gebruiken) nemen de anaërobe soorten hun plaats in. Een aantal van deze bacteriën, die geen of weinig zuurstof behoeven, hebben als eindproducten stoffen die uitermate giftig zijn voor vissen (Magnuson en Karlen, 1970). Bekende metaboliëten zijn; Ammoniak, nietriet en koolwaterstoffen waarvan H₂S de meest bekende (rotte eieren lucht).

2.2 Gevoelige wateren.

Wintersterfte bij vis is een fenomeen dat zeker niet tot Nederland is beperkt. Zo is wintersterfte goed beschreven voor veel landen in noord en west Europa, N-Amerika en Canada. Aan de hand van locaties waar in het verleden wintersterfte in Nederland is opgetreden, is een profielschets gemaakt van gevoelige wateren. Naast het gegeven dat deze schets vanuit de praktijk is bepaald is deze ook telkens goed te verklaren met de bovengenoemde oorzaken die wintersterfte veroorzaken. De kenmerken hebben in essentie een gemeenschappelijke noemer en wel de consumptie van zuurstof door bacteriën.

- Ⓒ **Ondiep water.** Met name door het instellen van een laag winterpeil kunnen polder sloten zo ondiep worden dat de zuurstofvoorraad aan het begin van de winter minimaal is. Vissen die geen uitwijkmogelijkheden hebben om zich naar dieper water te verplaatsen, zullen snel het slachtoffer worden.
- Ⓒ **Voedselrijk (eutroof) water.** Deze wateren zijn erg kwetsbaar doordat bacteriën in korte tijd veel zuurstof kunnen verbruiken bij de afbraak van voedingsstoffen.
- Ⓒ **Wateren met geringe zuurstofvoorraad.** Niet alleen ondiepe wateren kunnen de winter ingaan met een geringe zuurstofvoorraad.
- Ⓒ **Wateren met veel waterplanten.** In water waar in de winter veel waterplanten daar zal in de winter veel zuurstof worden verbruikt bij afbraakprocessen door bacteriën.
- Ⓒ **Wateren met veen/modderbodem.** Vooral als bodemmateriaal wordt opgewerveld, kan de zuurstofconsumptie door bacteriën plotseling zeer hoog zijn.

In de regel blijken het in hoofdzaak polder- en stadswateren te zijn die aan bovenstaande criteria voldoen.

2.3 Omvang van wintersterfte.

De mate waarin een visstand door wintersterfte wordt uitgedund is moeilijk te bepalen. In de eerste plaats is het lastig na te gaan hoeveel vis er dood is gegaan. Een deel van de gestorven vis kan al naar de bodem zijn gezonken, voordat een telling heeft kunnen plaatsvinden. Ook kan een deel van de gestorven vis door bemaling onder het ijs, van de plaats des onheil, naar andere locaties zijn verplaatst. Daarnaast is het in de regel niet bekend wat de omvang was van de visstand voor de sterfte. De dramatische aanblik, van in het ijs vastgevroren vis, wekt snel de indruk dat de ganse

visstand het slachtoffer is geworden. Het blijkt echter dat veel getroffen gebieden binnen enkele jaren herstellen. Dit wijst er op dat, althans een deel van, de visstand het incident heeft overleefd. Niettemin is dit een onwenselijke situatie.

- c Ondanks het natuurlijk herstel kan door het plaatselijk uitsterven van bepaalde soorten, een onevenwichtige visstand ontstaan.
- c Natuurlijk herstel neemt vele jaren in beslag.

3. Maatregelen

Er zijn drie momenten waarop er actie kan worden ondernomen. Het ligt voor de hand dat preventie verreweg de meeste voorkeur verdient (voorkomen is beter !). Daarnaast zal het vaak voorkomen dat actie wordt ondernomen op het moment dat wintersterfte optreedt. De laatste en meest kostbare optie is om na de wintersterfte maatregelen te nemen.

3.1 Preventie

3.1.1 Uitdiepen

Uitdiepen van watergangen is de meest zinvolle maatregel om wintersterfte bij vis te voorkomen (Bijl, 1974). Hiermee zal worden bereikt dat de zuurstofvoorraad, aan het begin van de vorstperiode, toereikend is om alle vis te laten overleven. De lengte waarover de verdieping moet worden aangebracht, is van een aantal factoren afhankelijk.

- c Zuurstofvoorraad.
- c Visdichtheid (biomassa).
- c Zuurstofconsumptie

		mg O ₂ /l									
		8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3
diepte (m)	m ³ /ha	Totale hoeveelheid beschikbare zuurstof in kg/hectare.									
0.5	5 000	25	23	20	18	15	13	10	8	5	0
0.6	6 000	30	27	24	21	18	15	12	9	6	0
0.7	7 000	35	32	28	25	21	18	14	11	7	0
0.8	8 000	40	36	32	28	24	20	16	12	8	0
0.9	9 000	45	41	36	32	27	23	18	14	9	0
1	10 000	50	45	40	35	30	25	20	15	10	0
1.1	11 000	55	50	44	39	33	28	22	17	11	0
1.2	12 000	60	54	48	42	36	30	24	18	12	0
1.3	13 000	65	59	52	46	39	33	26	20	13	0
1.4	14 000	70	63	56	49	42	35	28	21	14	0
1.5	15 000	75	67	60	53	45	38	30	23	15	0

Tabel 1 Totale zuurstofvoorraad in kg/ha, in relatie tot het volume water per hectare en de zuurstofconcentratie (mg O₂/liter). De gearceerde cellen hebben betrekking op het rekenvoorbeeld.

Biomassa kg/ha	aantal vissen	verbruik kg O ₂ /dag/ ha	Totale hoeveelheid beschikbare zuurstof in kg/ha.								
			14	16	18	20	22	24	26	28	30
			Beschikbare hoeveelheid zuurstof in dagen.								
200	800	0.15	91	104	117	130	143	156	169	182	195
250	1000	0.19	73	83	94	104	115	125	135	146	156
300	1200	0.23	61	69	78	87	95	104	113	122	130
350	1400	0.27	52	60	67	74	82	89	97	104	112
400	1600	0.31	46	52	59	65	72	78	85	91	98
450	1800	0.35	41	46	52	58	64	69	75	81	87
500	2000	0.38	36	42	47	52	57	63	68	73	78
550	2200	0.42	33	38	43	47	52	57	62	66	71

Tabel 2 In deze tabel is het aantal dagen weergegeven dat er zuurstof voorradig is, in relatie tot de aanvankelijke zuurstofvoorraad (kg/ha) en de visbiomassa (kg/ha). Er wordt uitgegaan van een gemiddeld visgewicht van 250 gram. De gearceerde balken hebben betrekking op het rekenvoorbeeld.

Eenzijds wordt de totale zuurstofvoorraad per hectare bepaald door de **concentratie opgeloste zuurstof** in het water. Deze kan variëren van 3 tot 12,7 mg O₂/liter. Bij een concentratie onder de 3 mg O₂/liter kan de vis geen gebruik meer maken van de aanwezige zuurstof, en zal sterven. De maximale hoeveelheid zuurstof, die op kan lossen in water van 4 graden (gemiddelde temperatuur van het water onder ijs), ligt bij een concentratie van 12,7 mg O₂/liter. Anderzijds wordt de zuurstofvoorraad bepaald door het **totale watervolume per hectare**. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de totale hoeveelheid beschikbare zuurstof (kg/ha) bij verschillende dieptes (0,5 tot 1,5 meter) en verschillende zuurstofconcentraties (3 tot 8 g O₂/liter).

De visdichtheid en de zuurstofconsumptie per vis bepalen tezamen hoeveel zuurstof er nodig is. Het verschil in zuurstofconsumptie tussen vissoorten kan groot zijn, als Nederlandse zoetwater soorten worden vergeleken met marine of tropische vissoorten. De onderlinge verschillen tussen de soorten als blankvoorn, brasem, baars, karper, ruisvoorn, snoek, zeelt e.d., is echter gering. Als maat voor de consumptie van zuurstof, is de karper gekozen. Van deze vissoort is de zuurstofconsumptie door Huisman (1974) onder verschillende omstandigheden onderzocht. Wel is de zuurstofconsumptie afhankelijk van de grootte van de vis. Voor dit rekenvoorbeeld is uitgegaan van een gemiddeld gewicht van 250 gram. Dit is het gemiddelde formaat dat in de meeste poldergebieden zal worden aangetroffen. De gemiddelde zuurstofconsumptie per uur voor een dergelijke vis (in rust) is 8 mg O₂/uur.

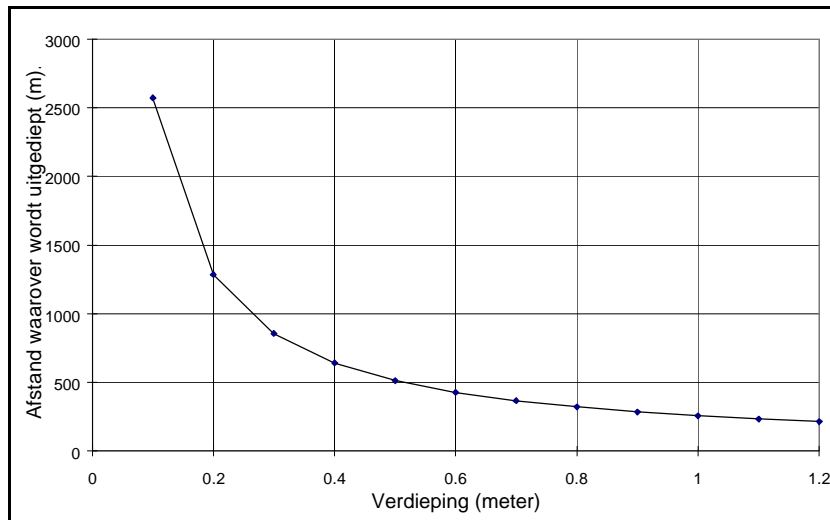
Vanuit deze gegevens kan nu de totale consumptie in kg zuurstof/dag/hectare voor een bepaalde visdichtheid worden berekend. Dit overzicht is te vinden in kolom 3 van tabel 2. Deze berekening is

	lengte (km)	gemidd. breedte (m)	gemidd. diepte (m)	Opper- vlak (m ²)	gemidd. diepte (m)
Sloten	3	2	0,4	6000	$(6 \cdot 0,4) + (12 \cdot 0,7) / (6+12) =$ 0,6
Hoofdwatervgangen	2	6	0,7	12000	

Tabel 3.

uitgevoerd voor de meest voorkomende visbiomassa's (200 tot 600 kg/ha). In dezelfde tabel is vervolgens berekend hoeveel dagen de visstand kan overleven uitgaande van een bepaalde zuurstofvoorraad. Gesteld wordt dat een aaneengesloten vorstperiode van 60 dagen overleefd moet kunnen worden. Als hiervan wordt uitgegaan, ligt de kritieke zuurstofstof voorraad in de range van 5 tot en met 45 kg/ha. De gevarenszone is in deze tabel aangegeven met vetgedrukte waarden.

Bepaling van de afmetingen voor het refugium bij Echteld.



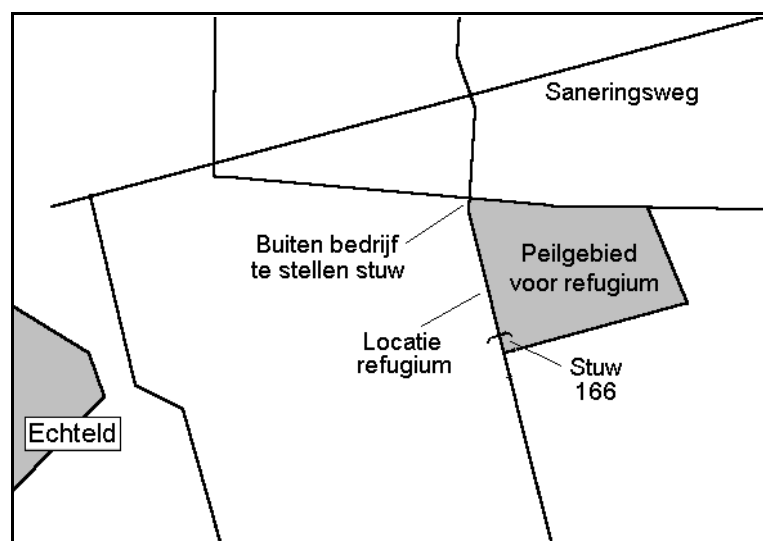
Figuur 1 Relatie tussen de lengte van het refugium (Y-as) tussen stuw 166 en 167, en de afstand waarmee de watergang wordt verdiept (X-as) teneinde het watervolume te vergroten.

Met behulp van de tabellen 1 en 2, en de gegevens met betrekking tot de dimensies van de watergangen in het peilvak, zal de dimensie van het refugium tussen de stuwen 166 en 167 worden bepaald.

In verband met het inzaken van de kanten en de baggerlaag, is er vanuit gegaan dat de gemiddelde diepte circa de helft is van wat er in het kaartmateriaal is opgegeven. Er zijn geen actuele gegevens beschikbaar met betrekking tot de zuurstofconcentratie aan het

begin van de vorstperiode in het peilvak. Voor de berekening is uitgegaan van een concentratie die normaal is voor dit type polderwateren; **6,5 mg O₂/liter**. Hetzelfde geldt voor de visdichtheid. De visdichtheid voor dit soort wateren ligt in de regel rond de 500 kg/ha; **2000 vissen/ha**. Vanuit de tabellen kan nu het volgende worden afgeleid.

- C In tabel 1 kan worden afgelezen, dat de totale voorraad zuurstof, bij een gemiddelde diepte van 0,6 meter en een zuurstofconcentratie van 6,5 mg O₂/l, **21 kg/ha** is.
- C In tabel 2 kan dan worden afgelezen dat er met deze zuurstofvoorraad voor ongeveer **52 dagen** zuurstof aanwezig is, om te overleven voor 2000 vissen per hectare.
- C In dezelfde rij (tweede van onder) van tabel 2 is te zien, dat ca **24 kg/ha** zuurstof nodig is om het gedurende 63 dagen te overleven.
- C Terug in tabel 1 is nu af te lezen dat voor een zuurstof voorraad van 25 kg/ha, bij een zuurstof-

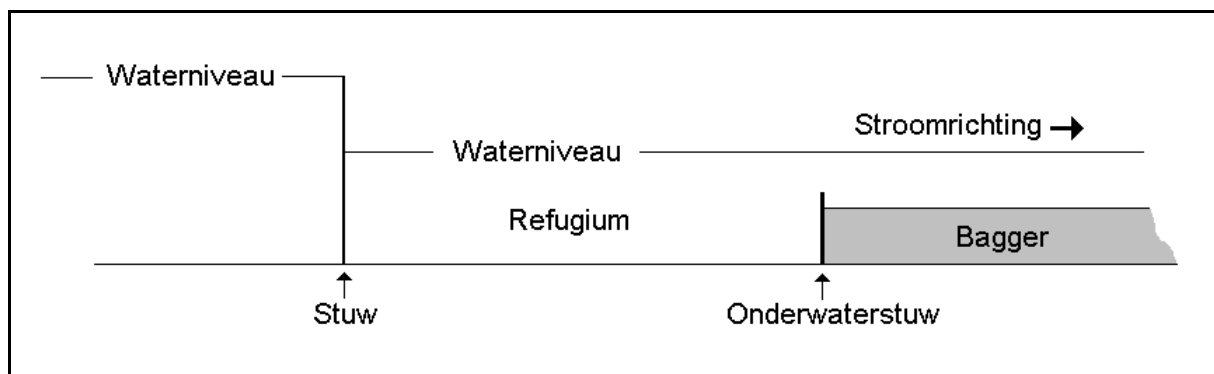


Figuur 3. Proefgebied.

concentratie van 6,5 mg O₂/l, een gemiddelde diepte van **0,7 meter** nodig is.

Dit komt neer op een gemiddelde verdieping met 0,10 meter over het totale waterareaal. In figuur 1 is aangegeven hoe de verdieping geconcentreerd kan worden op een klein gedeelte van de hoofdwatergang tussen de stuwen 166 en 167. Er is daarbij uitgegaan van een breedte van 7 meter. (Één strekkende meter op de Y-as van figuur 1 komt overeen met 7 m²). Het zal sterk van de omstandigheden afhangen, hoe ver de watergang uitgediept kan worden. In figuur 1 zijn de verschillende mogelijkheden grafisch weergegeven. Zo zal de watergang over een lengte van ca 250 meter, met 100 centimeter moeten worden uitgediept om het vereiste volume in het totale peilvak te bereiken (figuur 2).

Het spreekt voor zich dat het refugium goed op diepte moet worden gehouden. Het is daarom het overwegen waard om aan weerszijden van het refugium een onderwaterstuw te plaatsen, om te voorkomen dat bodemslib vanuit het niet verdiepte gedeelte, het refugium instroomt. Om kosten te besparen kan, voor één zijde, gebruik worden gemaakt van stuw 166. De andere zijde wordt dan afgesloten met een houten damwand, waarvan de bovenzijde zo ver mogelijk onder water komt te staan. Water en vis hebben dan normale doorgang terwijl de bagger tegen wordt gehouden. (figuur 3)



Figuur 3. In deze figuur is het refugium tegen een stuw aan geplaatst. Door tevens een (onderwater-) stuw aan het andere eind van het refugium te plaatsen, wordt voorkomen dat de bagger terugstroomt naar het refugium. Omdat de stuw onder water staat kunnen vissen het refugium zonder meer bereiken.

3.1.2 Saneren vervuilingsbronnen

Met name als het water niet al te diep is, kunnen vervuilingbronnen bijdragen tot de kans op wintersterfte bij vis. Bij de chemische omzetting van anorganische stoffen in het water kan namelijk veel zuurstof worden verbruikt. Het zelfde geldt voor organische vervuilingbronnen. Hierbij wordt de zuurstof verbruikt bij het metabolisme van bacteriën. Als visstandbeheerder is het van het grootste belang, dat er op wordt toegezien, dat tijdens een vorstperiode geen lozingen onder het ijs plaatsvinden. Veel van de vervuilingbronnen in Nederland zijn afkomstig van over de grens. Het saneren hiervan zal in deze gevallen in Europees verband moeten worden aangepakt.

3.1.3 Baggeren

Baggeren heeft naast het op diepte brengen van de watergang als extra voordeel dat de zuurstof verbruikende modder wordt afgevoerd. Een groot nadeel is dat deze operatie zeer kostbaar is. Zeker als het slib is vervuult en dientengevolge moet worden verwerkt.

3.2 Optreden tijdens wintersterfte

3.2.1 Sneeuwruimen

Het verwijderen van een sneeuwlaag van de ijskap kan in sommige gevallen zoelaas bieden als er wintersterfte wordt waargenomen. De sneeuwlaag beperkt de zuurstofproductie door algen. Ook in de winter zijn er nog algen in het water aanwezig. De mate waarin sneeuwruimen invloed heeft op de zuurstofproductie is afhankelijk van de staat (helderheid) van het ijs. Is er sprake van zeer troebel ijs (fondant ijs), dan zal het effect van sneeuwruimen zijn te verwaarlozen. Daarnaast is de concentratie algen bepalend voor het effect van de maatregel. Is deze concentratie te laag dan kan het effect nihil zijn, aangezien de algen bij winterse temperaturen zich nauwelijks delen.

Het voordeel van deze maatregel is, dat er geen negatieve effecten van het ruimen op de visstand zijn waargenomen. Daarnaast is deze maatregel niet strijdig met de belangen van andere ijsgebruikers (schaatsers).

3.2.2 Wakken

Het aanbrengen van wakken is een oude methode. Aan deze maatregel zijn echter voorwaarden verbonden met betrekking tot de afmetingen van de wakken. De maatregel kan zelfs averechts werken als men zich niet houdt aan de minimum afmetingen. Wakken trekken vogels aan, die het water sterk kunnen eutrofiëren door uitwerpselen (Leentvaar & Higler, 1963). Dit brengt extra zuurstofconsumptie met zich mee (bacteriële omzetting), die niet opweegt tegen de zuurstofproductie, door diffusie uit de lucht. Omdat vissen zich rond de wakken concentreren, kunnen te kleine wakken de sterfte onder de vissen juist verhogen.

3.2.3 Doorstroming (bemaling)

Een mogelijkheid om dreigende vissterfte te voorkomen, is door vers water onder het ijs door de laten stromen. Een absoluut vereiste hierbij is dat de waterkwaliteit van het toegevoerde water van goede kwaliteit (zuurstofrijk) is.

3.2.4 Inbrengen van zuurstof met compressoren.

In het verleden is ook wel getracht de zuurstofvoorraad te vergroten met behulp van compressoren. Hoewel deze maatregel op het eerste gezicht zinvol lijkt, zijn er vrijwel alleen nadelen op te sommen.

3.2.5 Circulatie van water over ijs.

Een andere voor de hand liggende mogelijkheid, is het circuleren van het zuurstofarme water over het ijs. Hiervoor worden kleine gaten in het ijs gemaakt waarlangs het opgepompte water terug kan vloeien. Door het grote oppervlak waar het water langs terugvloeit, wordt veel zuurstof uit de lucht opgenomen. Maar ook hier geldt dat het effect zeer plaatselijk is.

3.2.6 Overzetten van vis.

Het overzetten van vis als maatregel wordt afgeraden. In de eerste plaats moet er rekening worden gehouden dat een vis in zekere mate is aangepast aan de plaatselijke waterkwaliteit. De verzwakte

vis kan deze overgang meestal niet aan. Daarnaast is er goede kans dat de vis boven het wateroppervlak snel kan bevriezen.

3.3 Na de wintersterfte

Na wintersterfte, zijn in de regel van alle soorten wel enige exemplaren over, die de vorstperiode hebben overleefd. In veel gevallen is dit voldoende om als teeltbestand voor een nieuwe visgemeenschap te dienen. Niettemin kan het geruime tijd duren voordat er zich weer een visbestand aanwezig is met een evenwichtige leeftijdsopbouw.

4. CONCLUSIES

- C De beste methode om wintersterfte te voorkomen is het aanbrengen van diepe delen teneinde de zuurstofvoorziening te waarborgen.
- C Buiten sneeuwuimen zijn er weinig maatregelen die tijdens de wintersterfte enige verlichting kunnen brengen.
- C Afgeraden wordt; Het maken van wakken, doorstroming (bemaling) onder het ijs, het inbrengen van zuurstof met compressoren, circulatie van water over ijs en het overzetten van vis naar ander water.

5. LITERATUUR

Albrecht, M. L., 1964. Der Einfluss von Licht und Temperatur auf die Sauerstoffproduktion im Wasser unter Eis und Schnee. Zeitschrift Fischerei 12: 167-182.

Bijl, W. P., 1974. Baggeren en waterkwaliteit (De interactie tussen bodemslib en water). Prov. Waterstaat Zuid-Holland Den Haag.

Leentvaar, P. En L.W.G. Higler, 1963. Het dichtgevroren Naardermeer in de winter van 1963. De levende natuur 66: 77-84.

Huisman, E. A., 1974. Optimalisering van de groei bij de karper (*Cyprinus carpio* L.). Een op de vissteelt gericht onderzoek. Proefschrift, Wageningen.

Magnuson, J.J en D.J. Karlen, 1970. Visual observation of fish beneath the ice in a winterkill lake. J. Fish. Res. Bd. Can. 27(6): 1059-1068.

NVVS, 1981. Onderzoek wintersterfte 1978/'79. Uitgave Nederlandse vereniging van Sportvisfederaties, Amersfoort.

Scidmore, W.J., 1957. An investigation of carbondioxide, amminia, and hydrogen sulphide as factors contributing to fish kills in icecovered lakes. Prog. Fish-Cult. 19(3): 124-127.

Welch P.S., 1952. Limnology. McGraw-Hill, New York, Toronto, London. Second edition.

Rapport Status	
Titel: Advies aanleg refugia voor vis.	
Samenstelling: Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij Postbus 433 3430 AK Nieuwegein telefoon 030 - 6058411 telefax 030 - 6039874	Auteur(s): Jan H. Kemper
Opdrachtgever: Zuiveringsschap Rivierenland Postbus 599 4000 AN Tiel	Datum: 23 september 2003
Projectleider OVB: Jan H. Kemper	Project nr.: 1996-19
Samenvatting: Wintersterfte bij vis wordt in hoofdzaak veroorzaakt doordat de zuurstofvoorraad onder het ijs uitgeput raakt. Verstikking is het gevolg. Er wordt een concrete aanbeveling gedaan voor de aanleg van een refugium in de omgeving van Echteld (Betuwe), waarbij er van wordt uitgegaan dat de vispopulatie circa 2 maanden onder het ijs moet kunnen overleven. Daarnaast worden algemene eisen gegeven waaraan een refugium moet voldoen. De beste maatregel om wintersterfte te voorkomen is het aanbrengen van diepe gedeelten in het waterareaal. Hiermee wordt in eerste instantie de zuurstofvoorraad vergroot. Ook biedt het de vis een rustplaats voor de overwintering.	
Bibliografische referentie: Kemper Jan H., 1996. Advies aanleg refugia voor vis. Nieuwegein, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij. OVB-Onderzoeksrapport.1996-19, 8 p.	
Trefwoorden: Wintersterfte, refugia	OVB RSN nr:
Verspreiding:	Aantal pag: 8
Verkrijgbaarheid:	Klasse: Onderzoeksrapport
Prijs:	

